

Pobočka ZSVTS pri š.p. EGÚ a VUPEK
Bratislava

a

Odborná skupina pre prevádzkovú bezpečnosť JE
Slovenskej nukleárnej spoločnosti ZSVTS

**CELOŠTÁTNA KONFERENCIA
POŽIARNA BEZPEČNOSŤ JADROVÝCH ELEKTRÁRNÍ**

Zborník prednášok

9. - 11. 10. 1990
Metodické centrum
Zväzu požiarnej ochrany ČSFR
Přibyslav

Pobočka ZSVTS pri š.p. EGÚ a VUPEK
Bratislava

a

Odborná skupina pre prevádzkovú bezpečnosť JE
Slovenskej nukleárnej spoločnosti ZSVTS

CELOŠTÁTNA KONFERENCIA
POŽIARNA BEZPEČNOSŤ JADROVÝCH ELEKTRÁRNÍ

Zborník prednášok

9. - 11. 10. 1990
Metodické centrum
Zväzu požiarnej ochrany ČSFR
Přibyslav

Predslov	1
Ing. Petr Šiler, HS ZPO MV ČR Praha	
Státní požární dozor v kabelovém hospodářství jaderných elektráren	2
Ing. Karel Hořovský, EGP Praha	
Zkušenosti s projektováním požární bezpečnosti jaderných elektráren	10
Ing. Jaroslav Choděra, EGP Praha	
Zkušenosti z projektování kabelového hospodářství na jaderných elektrárnách	18
Ing. Igor Para, VÚKI Bratislava	
Káble s upravenými požiaro-technickými vlastnos- tami z bezhalogénových materiálův	26
Ing. Josef Čapek, EDU	
Požární zabezpečení JE Dukovany a jeho zvyšování	35
Ing. Ľubomír Bagin, EMO	
Projektové riešenie a realizácia káblového hospodárstva v EMO	43
Ing. Ladislav Alföldi, Ing. Ľubomír Bagin, EMO	
Zabezpečenie požiarnej ochrany EMO počas výstavby	48
Ing. Miroslav Boleman, EBO	
Skúsenosti so zabezpečovaním PO na JE J. Bohunice a zvyšovanie požiarnej bezpečnosti oproti projek- tu	52
Ing. Jozef Brodek, Ing. Ľubomír Jasovský, EBO	
Problematika istenia v jadrových elektrárnách ...	57
Josef Zavřel, Ing. Jan Dosedla, Karosa V. Mýto	
Stabilní hasicí zařízení - současný stav a vývoj	63
Ing. Josef Janda, Tesla Liberec	
Inovace EPS Tesla pro 90-tá léta	75
Ing. Pavel Rybář, HS ZPO MV ČR Praha	
Vodní hasicí zařízení v jaderných elektrárnách ..	89
Ing. Svatopluk Dorda, Ing. Ivona Zapletalová, NH - VŠB Ostrava	
Zkušenosti s odstraňováním následků požárů v elektroobjektech a káblových hospodářstvích ...	97
Ing. Karol Balog, CSc., PTEÚ MV SR Bratislava	
Sledovanie požiarnotechnických charakteristík a ich praktický význam pre požiarnu bezpečnosť JE	107

Ing. Bořivoj Pšeničný, Elektromont Praha	
Metodika zkoušek požárních kabelových přepážek ...	111
Ing. Peter Škvarka, CSc., Ing. Ivan Zmajkovič, VUPEK Bratislava	
Vplyv požiaru na jadrovú bezpečnosť	122
Ing. Ján Kandráč, CSc., VUPEK Bratislava	
Modelovanie vzniku a šírenia sa požiaru na JE	128

P r e d s l o v

V rámci riešenia štátnej úlohy A-01-159-821 Bezpečnosť jadrových elektrární, ktorej riešenie prebieha od r. 1989 do r. 1993 sa rieši dlhšia úloha 09 Požiarna bezpečnosť jadrových elektrární.

Pri prvom zasadnutí koordinačnej komisie dlhšej úlohy v máji 1989 bolo dohodnuté, že pri riešení úlohy usporiadame dve konferencie. O organizácii prvej svedčí tento zborník, organizácia druhej sa predpokladá pri ukončení úlohy v roku 1993 alebo 1994.

Tematicky sme konferenciu rozdelili na 3 sekcie - I. prevencia, II. detekcia a represia a III. modelovanie požiarov.

Z pôvodne naplánovaných 23 referátov sa do zborníka dostalo nakoniec 17 referátov. Ďalších 4 až 6 referátov bolo prislúbených na prednes, neboli dodané včas v písomnej forme.

Chcem poďakovať prípravnému výboru konferencie a všetkým autorom referátov za spoluprácu pri príprave odborného zameralia konferencie. Ďakujem predsedovi ZPO ČSFR Ing. Olšanskému, CSc. za patronáciu nad konferenciou a za umožnenie usporiadať konferenciu v priestoroch Metodického centra a stálej výstavy ZPO ČSFR.

Predpokladám, že konferencia splní naše očakávania výmeny skúseností, spoločenských a odborných kontaktov. Očakávam, že podmienky v Metodickom centre ZPO vytvoria dobrú atmosféru pre pomoc v poznaní a dosiahnutie cieľa: zlepšiť požiarnu bezpečnosť česko-slovenských jadrových elektrární.

Ing. Peter Š K V A R K A ,CSc.
odborný garant konferencie

Petr ŠILER

STÁTNÍ POŽÁRNÍ DOZOR V KABELOVÉM HOSPODÁŘSTVÍ
JADERNÝCH ELEKTRÁREN

1. ÚVOD

Ve svém následujícím materiálu bych se chtěl zaměřit na požární ochranu kabelových kanálů, prostorů a šachet v jaderné elektrárně, prostě všeho, co se sice ne-normově, ale podle mého názoru zcela výstižně, dá shrnout pod pojmem kabelové hospodářství. Referát se zabývá problémy pouze z hlediska požární prevence, tj. otázkami, které řeší státní požární dozor prostřednictvím jednotlivých stupňů správ Sboru požární ochrany. Zpracoval jsem jej na základě kritických poznatků a zkušeností, které se projevily při výstavbě a provozu jaderné elektrárny Dukovany a rovněž při výstavbě jaderné elektrárny Temelín.

Jak je asi všeobecně známo, požární ochrana kabelového hospodářství jaderných elektráren se řešila na základě podepsaných kontraktů podle ČSN 38 2156 "Kabelové kanály, šachty, mosty a prostory" s přihlédnutím ke specifickým požadavkům sovětské strany, které jsou v převážné míře zpřísnující oproti československé státní normě. Proto se ani další část materiálu nebude zabývat výčtem jednotlivých preventivních protipožárních opatření, které jsou obsaženy v normě.

Nyní k jednotlivým konkrétním problémům:

2. POŽÁRNÍ ODDĚLENÍ SYSTÉMOVÝCH KABELŮ

Požadavek sovětské strany (projektové organizace spolu s Hlavní správou požární ochrany MV SSSR) je v tom smyslu, že kabely jednotlivých systémů musí vést odděleně v jednotlivých kabelových kanálech. V případě, že to nelze dodržet, je nutno vzájemně požárně oddělit tyto systémové kabely s požární odolností 90 minut. Tento požadavek lze splnit v podstatě jediným odzkoušeným a odsouhlaseným způsobem, tj. tzv. řešením kanálku v kanále. To znamená, že ve spodní části kabelového kanálu se vy-

buduje z betonových či železobetonových prefabrikátů korytko, do kterého se tyto kabely položí, zasypou se pískem a zakryjí se betonovým víkem. Toto řešení předpokládá určité úpravy v konstrukci lávek (z hlediska dispozičního uložení) a rovněž je nutno počítat se snížením počtu lávek.

Jiné řešení, například použitím schválených nástřiků na kabely nebo podélných požárních přepážek použít nelze, protože u nich nelze splnit požadovanou požární odolnost.

V této souvislosti bych se chtěl zmínit o jednom zásadním problému - a tím je "požární odolnost kabelu". Tento pojem je zcela neurčitý a nelze jej používat, protože nevystihuje pravou podstatu věci. Při požáru systémových kabelů je nutné brát v první řadě v úvahu funkční schopnost těchto kabelů, tj. dobu, po kterou tyto kabely při požáru spalohybně vedou elektrický proud a tím zásobují dané elektrické zařízení (např. hlavní cirkulační čerpadlo). Vždyť přece co je platné požární oddělení systémových kabelů s požární odolností 90 minut, když při požáru dojde během několika minut k tepelné degradaci izolace těchto kabelů a tím i k okamžitému přerušení dodávky elektrické energie pro určité elektrické zařízení ?

Dalším problémem je vyžadované požární oddělení systémových kabelů s předepsanou požární odolností v kabelových prostorech. Je pochopitelné, že i když každý systém bude procházet odděleně samostatným kabelovým kanálem, musí existovat kabelové prostory, kde se kabely jednotlivých systémů budou sbíhat dohromady, aby byly připojeny na určené elektrické zařízení. V těchto prostorech není možné provést požární oddělení kabelů s předepsanou požární odolností 90 minut z jednoho zásadního důvodu: dispoziční uložení kabelů to neumožňuje. Celý problém je řešen nástřikem všech kabelů v tomto prostoru schválenou protipožární hmotou, i když tím není splně-

no požadované ...

3. HLAVNÍ POŽÁRNÍ PŘEPÁŽKY

Výchozím dokumentem pro stanovení požární odolnosti stavebních konstrukcí je ČSN 73 0851 (účinnost od 1. ledna 1986). Tato norma však podle úvodního ustanovení neurčuje metody stanovení požární odolnosti, kromě jiného - kabelových prostupů. To ale znamená, že výsledky veškerých zkoušek, prováděných za účelem stanovení požární odolnosti hlavních požárních přepážek tak, jak se prováděly a dosud stále ještě provádějí v resortní zkušebně Výzkumného ústavu pozemních staveb Praha na pracovišti ve Veselí nad Lužnicí mají charakter pouze informa-
tivní, nikoliv tedy průkazní. Z tohoto pohledu je míra závaznosti velmi relativní a z právního hlediska nelze naměřené hodnoty požární odolnosti považovat za věrohodné. Pravdou však na druhé straně je ta skutečnost, že pro stanovení hodnoty požární odolnosti hlavních požárních přepážek neexistuje vlastně žádná zkušební metodika.

V této souvislosti bych se chtěl zmínit o dalším problému při stanovení požární odolnosti hlavních požárních přepážek. V závěru zpráv o zkouškách požární odolnosti (zkušebních protokolů) je uvedena klauzule, že výsledky zkoušek platí pouze pro takové uspořádání protipožárního prvku, které je zhotovené stejným způsobem jako uspořádání podrobené zkouškám požární odolnosti. Protože však skutečné provedení jednotlivých hlavních požárních přepážek v kabelových kanálech jaderné elektrárny je, co se týká počtu kabelů a různosti typů rozdílné, měla by se odzkoušet téměř každá tato požární přepážka. To by však vyžadovalo zkoušky několika stovek těchto přepážek, nehledě na finanční náklady (několik milionů korun) a kapacitní možnosti dosud prakticky jediné zkušebny ve Veselí nad Lužnicí.

Vyřešení celé situace bylo provedeno ústní dohodou mezi jednotlivými účastníky - projektantem, investorem, provozovatelem a orgány státní správy požární ochrany

v tom smyslu, že se zkouškám stanovení požární odolnosti podrobí ta vytypovaná hlavní požární přepážka, kterou bude podle odhadu procházet největší počet kabelů, respektive procházející kabely budou v sobě smušřevovat největší množství hořlavé izolace. V případě, že tato hlavní požární přepážka splní projektantem stanovené požadavky na požární odolnost, bere se jako "největší zlo" a ostatní hlavní požární přepážky se považují automaticky, jako by této zkoušce vyhověly. Domnívám se, že tato úvaha je částečně technicky logická, ale z právního hlediska se však nedá respektovat. Podle mého názoru je nutno tuto problematiku ještě dořešit.

Další problém je spjat s počtem vzorků pro zkoušení požární odolnosti. ČSN 73 0851 vyžaduje provádět zkoušky na dvou shodných vzorcích (viz článek 18 této normy). A nyní k vlastnímu problému, tj. ke zkouškám pouze jednoho vzorku. V takovém případě se stanoví hodnota požární odolnosti násobením výsledku zkoušky součinitelem 0,8, tj. dojde ke snížení naměřené hodnoty požární odolnosti (viz článek 32 ČSN 73 0851).

Důležitá je však ta skutečnost, že požární prvky s touto vypočítanou hodnotou požární odolnosti možno použít pouze na jedné stavbě. A stavba je to, pro ce bylo vydáno stavební povolení. V praxi to pak znamená, že např. odzkoušené hlavní požární přepážky v jaderné elektrárně Dukovany možno použít pouze pro 1. a 2. blok (to je jedna stavba). Bez opětného odzkoušení je již není možno použít na 3. a 4. bloku (to je již jiná stavba) a už vůbec je není možné aplikovat bez opakované zkoušky požární odolnosti v jaderné elektrárně Temelín.

4. ODOLNOST HLAVNÍCH POŽÁRNÍCH PŘEPÁŽEK PROTI VODĚ

Při budování hlavních požárních přepážek v kabelových kanálech jaderné elektrárny Dukovany v místech, kde je použito stabilní hasicí (skrápěcí) zařízení (dále jen SHZ) bylo použito materiálu Porfix, který není odolný vůči vodě. Protože se musí SHZ zkoušet v pravi-

delných intervalech (kvůli nastavení trysek) a rovněž při vlastní funkci SHZ docházelo ke smývání tohoto materiálu z povrchu přepážky. Tím se snižovala požární odolnost hlavní požární přepážky. Bylo nutné opatřit povrch přepážky hydrofobizačním roztokem, který by bránil působení vody. Problém však vznikl v tom, že většina hydrofobik je hořlavá, což odporuje požadavkům, aby materiál požární přepážky byl nehořlavý. Dalším kritériem byl požadavek na minimální toxicitu tohoto nástřiku hlavně vzhledem k tomu, že aplikace hydrofobika byla prováděna ve stísněném uzavřeném prostoru (kabelovém kanále). Nakonec se však podařilo hledaný roztok nalést.

V této souvislosti bych chtěl upozornit na skutečnost, že obdobný problém se musí uvažovat nejen při použití vodního SHZ, ale i SHZ na vodní mlhu a pěnového SHZ, protože základem pěny je voda.

5. DÍLČÍ POŽÁRNÍ PŘEPÁŽKY

Další samostatnou kapitolou je problém dílčích požárních přepážek. Praxe v naprosté většině případů ukázala, že provedení dílčích požárních přepážek podle čl. 116 ČSN 38 2156 (tedy i dílčí požární přepážky ve tvaru "T") nezabrání šíření požáru po stanovenou dobu, tj. minimálně 30 minut. A to i přesto, že tyto dílčí požární přepážky jsou na tuto hodnotu požární odolnosti odzkoušeny. Modelové zkoušky šíření požáru v kabelovém kanálu ukázaly, že požár se od ohniska do určité doby (cca 13 minut od svého vzniku) šíří "normálním" způsobem, tj. rychlost šíření ohně postupuje podle vypočítaných teoretických kritérií. Přitom dochází k tepelné degradaci izolace kabelů. Na povrchu izolace se objevují pupínky a unikají hořlavé plyny. Zhruba po této době dojde k prudkému nárůstu teploty a požár se začne šířit velkou rychlostí takovým způsobem, že ignoruje i dílčí požární přepážky. Byl zaregistrován i případ, kdy oheň přeskočil i přes tisíci milimetrovou širokou uličku a zapálil kabely na druhé straně kabelového ka-

nálu. Proto by se měla podle mého názoru tato problematika radikálně přehodnotit.

6. PODÉLNÉ POŽÁRNÍ PŘEPÁŽKY

Nyní bych se chtěl zmínit o komplikacích s aplikací podélné požární přepážky tak, jak je uvedeno v čl. 120 ČSN 38 2196. Všechny čtyři uváděné možnosti provedení - tuhé desky, požárně těsnicí vložky BTV, korytka či trubky nebo nanesení schválené protipožární hmoty musí vykazovat požární odolnost nejméně 15 minut. Pravda je však taková, že tato požadovaná požární odolnost je údaj více méně neměřitelný. Neměřitelný z toho důvodu, že pro stanovení hodnoty požární odolnosti podélných požárních přepážek neexistuje zkušební metodika. ČSN 73 0851 "Stanovení požární odolnosti stavebních konstrukcí" použít nelze, protože u všech uváděných příkladů podélných požárních přepážek se nejedná o stavební konstrukce. Rovněž nelze v žádném případě hovořit o vzniku mezních stavů požární odolnosti tak, jak jsou charakterizovány v článku 2 této normy. Jedná se o:

- a) ztrátu únosnosti a stability,
- b) překročení mezních teplot na neohřívaném povrchu,
- c) ztrátu celistvosti.

Totéž platí i o dalším navrženém a používaném řešení dílčí požární přepážky - o zabalení kabelů do fólií či rohoží (např. sibalových).

K tomuto řešení ještě malou poznámku. Při použití sibalových rohoží v prostorech se stabilním hasicím (skrápěcím) zařízením dochází k postupnému rozpouštění škrubu, který je použit jako vazebný prostředek skleněných vláken, a proto dojde po určitém čase k rozpadu sibalové rohože. Opět je zapotřebí v tomto případě použít hydrofobizační prostředek. Přitom se však dostáváme do vzájemného střetu dvou požadavků: hydrofobikum nesmí být hořlavé a navíc by ještě nemělo být na bázi vody. I použitím protipožární hmoty Dexaflam dochází v materiálu sibalové rohože v nevratným změnám a snižuje se podstatně její "požární odolnost". K tomu přistu-

puj ještě ta skutečnost, že sibalová rohož je významným tepelným izolantem, a proto ji nelze prakticky požit pro ochranu napájecích kabelů.

7. NÁVRH ŘEŠENÍ

V této části bych se chtěl zmínit v krátkosti o budoucnosti protipožárních opatření v kabelových kanálech, prostorách a šachtách. Ukazuje se, a zkušenosti zvláště ze západní Evropy to plně potvrzují, že velkou výhodou pro kabelová hospodářství je použití kabelů se sníženou hořlavostí. Tyto kabely musí vyhovět požadavkům mezinárodní zkušební metodiky IEC 332-3, tj. šíření ohně po povrchu izolace a v některých případech tam, kde je to vyžadováno a kde kabely slouží pro napájení zařízení, které není možné okamžitě vypnout (např. pro dochlazení reaktoru) rovněž metodice IEC 331, tj. stanovení doby funkční schopnosti kabelu. Jedná se o dobu, po kterou plní kabel bezchybně svou funkci při modelovaném požáru.

Nevýhodou těchto kabelů je jejich velká pořizovací cena, Avšak za předpokladu stoprocentního použití těchto kabelů není zapotřebí budovat systém hlavních a úložných požárních přepážek, používat ochranné protipožární nástřiky, ani vzájemně oddělovat jednotlivé systémy. Tady se zase jeví finanční úspora.

Při současném provedení, uspořádání a použití kabelů s izolací PVC a PE v kabelových prostorech, kanálech a šachtách při dodržení požadavků na vzájemné požární oddělení s požadovanou požární odolností se podle mého názoru jeví jako jediný možný způsob uzavření jednotlivých kabelů, jednotlivých systémů i celých kabelových svazků do kabelových kazet. Tyto kazety se používají již mnoho let v některých zemích světa a vyrábí je například západoněmecká firma Chemische Fabrik Grünau. Musí být snadno montovatelné i rozebíratelné. Hlavní a nejdůležitější zásadou je ta, že tyto kabelové kazety jsou střídavě nahoře i dole vybaveny klapkami. Otevřené klapky při normálním provozu zajišťují větrání kabelů,

při požáru se tyto klapky uzavřou a celý systém je tím kompaktní a zabrání přístupu ohně ke kabelům.

8. ZÁVĚR

V tomto materiálu jsem se snažil ve stručné formě seznámit pouze s některými problémy, které se projevíly v kabelovém hospodářství jaderných elektráren. Předcházející informace potvrdily, že současný stav není uspokojivý. Nejsou řešeny zásadní otázky týkající se jednotlivých protipožárních prvků - a to hlavně z hlediska samotné koncepce požárního zabezpečení, ale i z pohledu standardizace, opakovatelnosti, metodik zkoušek a požadovaných výsledků. Situace je o to horší, že všechny uváděné problémy se týkají nejen jaderných elektráren, ale dají se vztáhnout i na všechna ostatní kabelová hospodářství. Domnívám se, že této problematice není věnována dostatečná pozornost. Nepřihlíží se rovněž na ostatní vazby ve vztahu k jiným zařízením a činnostem z hlediska požární ochrany, jako jsou stabilní hasicí zařízení, požární větrání, ruční hasební zásah a pod. Prostě se tato problematika neřeší jako celek.

A to se již vůbec nezmiňují o organizacích, institucích a výzkumných ústavech, kterým by řešení této problematiky příslušelo. Přesto však není nikdo, kdo by tyto problémy řešil komplexně.

Seznam použité literatury

1. ŠKVARKA P., KANDRÁČ J.: Experimentální ověření fyzikálních vlastností a požární odolnosti materiálů při požáru v modelovém kabelovém prostoru, VÚPEK Bratislava, 1986
2. MORAVEC V., JANDA J.: Odolnost silikonových hydrofobizačních povrchových úprav na Porfixu proti účinkům vody ze SSZ, VVSZ Praha, 1987
3. ČSN 38 2156 Kabelové kanály, šachty, mosty a prostory
4. ČSN 73 0851 Stanovení požární odolnosti stavebních konstrukcí

Ing. Petr ŠILER, hlavní správa Sboru požární ochrany MV ČR, Na Perštýně 11, 110 00 Praha 1

Karel HOŘOVCKÝ

BEZPEČNOSTI S PROJEKTOVÁNÍM POŽÁRNÍ BEZPEČNOSTI
NA ČESKOSLOVENSKÝCH JADERNÍCH ELEKTRÁRNÁCH.

V současné době je v ČSFR v provozu v jaderných elektrárnách osm bloků VVER 440 - dva s reaktory typu V 230 a šest s reaktory V 213. Ve výstavbě jsou další čtyři bloky VVER 440 a dva VVER 1000. Pro další dva tisícimegawatové bloky se vybírá vhodná lokalita.

I když v současné době vyrábí Československo v jaderných elektrárnách kolem 25 % elektrické energie, je to podstatně méně než se předpokládalo v 70. letech.

Strategie rozvoje národního hospodářství se v 60. a 70. letech opírala o rozbor vývojových trendů v průmyslově vyspělých zemích v 50. a 60. letech, ve kterých byl dáván do přímé závislosti růst hrubého národního produktu (a tím i životní úroveň) s množstvím spotřebované energie. V té době vyspělé průmyslové země se začaly orientovat na rozvoj jaderné energetiky. Začátkem 70. let byl koncipován ambiciózní energetický program, podle kterého měla být během několika pětiletěk uvedena do provozu řada jadernénergetických bloků, jež se měly stát páteří energetiky. V roce 1970 byla podepsána mezi československou a sovětskou vládou dohoda na dodávku dvou sovětských elektráren o výkonu 880 MW. Jedna měla být postavena v Jaslovských Bohunicích (kde se v té době dokončovala první československá jaderná elektrárna A -1 na přírodní uran), druhá v Dukovanech.

Jednalo se o elektrárny s reaktory V 230. Později v důsledku vyšších požadavků na bezpečnost se dokončila pouze rozestavěná elektrárna V -1 a V -2 (rovněž v Jaslovských Bohunicích) se již budovala ve zdokonalené verzi s reaktory V 213.

Na základě politických rozhodnutí , nadřazeným technickým i ekonomickým hlediskům, diktovaným strategií spolupráce mezi socialistickými zeměmi, které měly být neodvislé na západních státech, se Československo, stejně jako NDR, Maďarsko a Bulharsko jednoznačně orientovalo při výstavbě jaderných elektráren na Sovětský svaz.

U nás byla sovětská strana duševním vlastníkem projektů, garantem jaderné bezpečnosti, prováděla šefmontáž svých dodávek a byla vědeckým garantem spouštění.

Projektování požární bezpečnosti pro jaderné elektrárny.

Při navrhování jaderné elektrárny se setkáváme vedle běžných rizik obdobných jako v jiných průmyslových závodech se závažným potenciálním nebezpečím jaderných havárií. Za normálního provozu je jaderná elektrárna velmi čistý energetický zdroj z hlediska životního prostředí, při haváriích by však mohlo dojít k nebezpečným únikům radioaktivních látek. Proto je nutné v průběhu přípravy, výstavby a provozu věnovat soustavnou pozornost a péči zajišťování bezpečnosti a spolehlivosti jaderně energetického zařízení.

Požár v běžném průmyslovém závodě ohrožuje bezpečnost a zdraví lidí ve vlastním hořícím objektu nebo v jeho bezprostřední blízkosti. V jaderné elektrárně může se však stát příčinou jaderné havárie, která má nebezpečné následky pro personál, ale v důsledku kontaminace životního prostředí i pro veřejnost.

I v případě, že nedojde k jaderné havárii, může požár přispět k dlouhodobému přerušení výroby a tím i ke značným následným ekonomickým škodám. Z těchto důvodů každý požár představuje pro jadernou elektrárnu vážné ohrožení. Podle počátečních podmínek mohou mít důsledky požáru různou závažnost, v každém případě však se jedná o odchylku od normálního provozu. Může se jednat o přechodnou překážku, která se snadno překoná. Situace se však může vyvinout tak, že dojde k dlouhodobému přerušení výroby s velkými přímými, ale zejména následnými škodami.

Požár může být příčinou poruchy technologického zařízení nebo jejím důsledkem. Dojde-li k poruše (havárii) technologického zařízení a nevznikne-li požár, týká se škoda nejčastěji pouze poškozeného zařízení a jeho bezprostředního okolí. Vznikne-li navíc požár, je tento dynamickým činitelem, podstatně zvětšujícím rozsah škod.

Vztah mezi jadernou a požární bezpečností.

V československých normách požární bezpečnosti staveb se požadavky na stavební konstrukce, na dispoziční a prostorové řešení průmyslových budov určují v závislosti na :

- charakteru a množství hořlavých látek v požárním úseku,
- geometrickém uspořádání požárního úseku,
- způsobu odvětrání
- počtu osob (personálu),
- skupiny výroby (určené podle nebezpečí vzniku požáru i přímých a následných škod).

V objektech s jaderně energetickým zařízením ke všem těmto hlediskům přistupuje ještě zajištění jaderné bezpečnosti tzn., že se požár nesmí stát příčinou narušení jaderné bezpečnosti. Musí být zajištěno :

1. Bezpečné odstavení reaktoru a jeho udržování v bezpečném odstaveném stavu.
2. Snížení množství uvolněných radioaktivních látek, aby nedošlo k překročení předepsaných limitů.
3. Odvádění zbytkového tepla z aktivní zóny po odstavení reaktoru.

Všechny tyto činnosti musí být spolehlivě zabezpečeny při všech provozních stavech, v havarijních podmínkách i po nich.

Aby se tyto činnosti zabezpečily, zřizují se redundandní systémy, zařízení a komponenty, které nezávisle plní příslušné funkce.

Vztah mezi provozní spolehlivostí výroby elektrické energie a požární bezpečností technologických zařízení.

Obecně považujeme spolehlivost za schopnost systému vykonávat požadované funkce za daných podmínek po stanovenou dobu. V našem případě řešíme spolehlivost zařízení pro výrobu elektrické energie a tepla ve vztahu k požární bezpečnosti.

Musíme určit, jak rozsáhlý požár (která zařízení mohou být vyřazena z provozu) můžeme tolerovat. V zásadě se jedná o to, aby " malý " požár nevyřadil z provozu zařízení, jehož důsledkem by bylo odstavení výroby na bloku.

Jinak řečeno ,požár je jen jednou z možných příčin narušení funkce zařízení. Požární specialista ani orgány státního požárního dozoru nemohou suplovat navrhování spolehlivosti technologického zařízení jako celku. Při řešení požární bezpečnosti je však nutné zjišťovat (určovat) " slabá místa ", kde je největší nebezpečí vzniku požáru a navrhnout opatření, která by omezila možnosti šíření požáru a rozsah škod. Metody a prostředky jsou shrnuty v následujícím odstavci .

Metody a prostředky požární bezpečnosti.

Proti vzniku a šíření požáru ve stavebních objektech a technologických zařízeních se vytvářejí bariéry ve třech úrovních. Jednotlivé úrovně se liší kvalitou protipožárních opatření.

- Administrativně organizační opatření
na základě předpisů i pokynů, řídicích pracovníků se provádějí opatření pro předcházení vzniku požáru a pro případ, že již požár vznikl , se vytvářejí podmínky, pro bezpečnost osob a majetku a pro účinný protipožární zásah.
Součástí je i kontrola dodržování stanovených zásad požární bezpečnosti.
Konečnou účinnost opatření limituje lidský faktor.
- Opatření pro první období požáru
v prvním období požáru dochází ke vznícení hořlavých látek a požár se postupně rozšiřuje na další hořlavé materiály v celém požárním úseku.
Toto období je časově velmi proměnlivé a trvá několik minut i hodin. Cílem souboru opatření je požár co nejdříve zjistit, lokalizovat a uhasit, kdy škody se dotýkají jen místa vzniku požáru.

Funkce systému závisí na aktivních součástech, které se uvádějí do činnosti vnějším podnětem např., samočinně - mechanickým pohybem na základě dodávky elektrické energie nebo závisí na zásahu člověka. Technickými prostředky jsou elektrická požární signalizace, stabilní a polostabilní hasící zařízení, požární odvětrání a dále hasící přístroje, systém požárního vodovodu, mobilní požární technika. Konečnou účinnost opatření pro první období požáru limituje spolehlivost aktivní součásti a v případě, že se jedná zcela o automatická zařízení i činnost člověka.

- Opatření pro druhé a třetí období požáru

Ve druhém období požáru dochází k jeho rozšíření do celého požárního úseku a hoří většina hořlavých látek, prudce roste teplota a postupně shoří většina hořlavých látek, prudce roste teplota a postupně shoří většina paliva.

Ve třetím období nastává pokles teplot a chladnutí až k počáteční teplotě. Cílem je předejít katastrofálním důsledkům, které v jaderné elektrárně se mohou charakterizovat :

- narušením jaderné bezpečnosti
- dlouhodobému přerušeni výroby elektrické energie a tepla při vážném poškození technologického zařízení příp. rozhodujících stavebních konstrukcí důležitých objektů.

Nejdůležitějšími prostředky, které se uplatňují ve druhém a třetím období jsou stavební konstrukce se svou požární odolností. Velký význam stavební konstrukce je v tom, že je pasivní součástí, která prodělává pouze změny teploty, příp. tlaku a funguje s vysokou spolehlivostí. Konečnou účinnost limituje reálně určené namáhání v době požáru, kterému musí odpovídat i návrh a provedení.

Navrhování požární bezpečnosti v objektech jaderných elektráren

Jaderná elektrárna je složitým, vzájemně funkčně a provozně propojeným souborem velkého počtu stavebních objektů, Podle charakteru provozu se mohou rozdělit do skupin

- výrobně průmyslové objekty a to s jaderně energetickým zařízením a klasickým energetickým zařízením
- občanské objekty (administrativní budova, šatny a pod.)
- pomocné objekty (sklady, dílny, garáže)
- inženýrské sítě (kabelové a potrubní kanály, technologické mosty a pod.)

Část objektů, které nesouvisejí s provozem jaderně energetického zařízení je možné bez obtíží navrhovat podle souboru norem požární bezpečnosti. Objekty, ve kterých je instalováno zařízení související s jaderně energetickou technologií nebo jejich činnost podmiňující se musí posuzovat z hlediska požární bezpečnosti s přihlédnutím na funkční spolehlivost systémů jaderné bezpečnosti.

Požární nebezpečí ve výrobních objektech jaderných elektráren představuje omezený sortiment hořlavých látek, jsou to především hořlavé kabelové pláště a izolace, olejové náplně strojů a zařízení, nafta jako palivo dieselgenerátorových stanic. Druh, množství, způsob uložení se váže na konkrétní místo a technologické zařízení a prakticky se nemění po celou dobu provozu.

Zásadním problémem při řešení požární bezpečnosti v československých jaderných elektrárnách byla skutečnost, že v kontraktech na dodávku sovětské projektové dokumentace bylo vždy ustanovení, že se dokumentace zpracovává podle norem, předpisů a zvyklostí dodavatele (Sovětského svazu), platných v době podpisu kontraktu.

System sovětských norem vychází z jiných zásad než je současný československý soubor norem požární bezpečnosti.

V Sovětském svazu se požadavky na konstrukce určují podle kategorií výroby vždy souhrnně pro celý objekt, případně jeho část. Nevychází se z důsledného dělení objektu na požární úseky. V SSSR nejsou tak propracovány požadavky na únikové cesty i zkušebnictví v oblasti požární bezpečnosti stavebních konstrukcí jako v ČSN.

- U jaderné elektrárny V-1 je celý hlavní výrobní blok a všechny návaznosti řešeny podle sovětských norem a předpisů.
- Na elektrárnách s reaktory V 213 (V-2 Jaslovské Bohunice, Dukovany, Mochovce) je podle sovětských norem reaktorovna a pro další objekty zejména etažerky, strojovna, kabelové kanály a kabelové trasy předala sovětská strana zadání.
- V Temelíně se použití sov. norem požární bezpečnosti omezilo na objekty reaktorovny, čistící stanici radioaktivních medií a dieselgenerátory primárního okruhu. Ostatní části výrobního bloku (strojovna, budova rozvodny) a další objekty jsou řešeny podle československých předpisů a návrhů československých specialistů a připomínek orgánů státního požárního dozoru. Tím se v porovnání s obdobnými elektrárnami budovanými v SSSR, NDR nebo v Bulharsku dosáhlo podstatně vyššího standartu požární bezpečnosti (spolehlivější systém elektrické požární signalisace, účinnější stabilní hasící zařízení pro kabelové hospodářství, dokonalejší zabezpečení olejového hospodářství turbin a napáječek ve strojovně) .
Zásadními otázkami, které nejsou zcela dořešené pro provozované, budované i uvažované jaderné elektrárny je požární bezpečnost kabelového hospodářství a z nich zejména :
 - provozuschopnost kabelových tras redundantních systémů při požáru,

- likvidace požáru na kabelových trasách pod napětím, i když v každé z elektráren jsou jednotlivé části problému různě akcentovány, je nutné je dořešit komplexně ve všech návaznostech. Jistě k tomu přispějí práce z výzkumných úkolů na zvýšení požární bezpečnosti jaderných elektráren zpracované za vedení a koordinace VUPEKu.

Věřím, že pro budoucnost, kdy spolupráce mezi československými podniky a orgány i zahraničními partnery nebude omezována nekompetentními politickými nebo administrativními bariérami, kdy budou rozhodovat pouze věcné technické a ekonomické argumenty, budou dořešeny nedostatky z minulých let a nové problémy se budou řešit na úrovni srovnatelné s vyspělými zeměmi.

Ing. Karel Hořovský, Energoprojekt, Dubenská 1, 170 05
Praha 7 - Holešovice

Jaroslav CHODĚRA

ZKUŠENOSTI Z PROJEKTOVÁNÍ KABELOVÉHO
HOSPODÁŘSTVÍ NA JADERNÝCH ELEKTRÁRNÁCH

Projektování kabelového hospodářství na jaderných elektrárnách lze charakterizovat jako hledání nových perspektivních řešení na jedné straně a překonávání normativních předpisů na straně druhé. Projektování kabelového hospodářství bylo přímo ovlivněno generálním projektantem primární části. Příspěvek je zaměřen pouze na kabelové hospodářství jaderné el. Temelín.

Zásady pro řešení hlavních uzlů schéma vlastní spotřeby byly stanoveny sovětským technickým projektem. Základem koncepce schématu vlastní spotřeby jaderné elektrárny jsou následující zásady:

1. V návaznosti na technologické okruhy a základní el. schéma je i schéma napájení vlastní spotřeby řešeno důsledně blokově. Tím je vytvořena jedna z důležitých podmínek spolehlivého provozu bloku.
2. V návaznosti na řešení jaderně-tepelné a strojní části jsou v el. schématu pro každý z bloků vytvořeny v sovětské zóně projektování tři nezávislé systémy zajištěného napájení pro napájení spotřebičů zabezpečujících ochlazení reaktoru a lokalizaci poruchy v havarijních situacích. Každý z těchto systémů je schopen v případě havárie zajistit jadernou bezpečnost bloku.
3. Pro napájení důležitých pohonů zajišťujících provoz turbosoustrojí 1000 MW, důležitých obvodů řízení a ovládní, regulací a signalizací sekundárního okruhu jaderné elektrárny a dále spotřebičů primárního okruhu důležitých z hlediska bezpečnosti a neporušení hlavních zařízení reaktorevny nesouvisejících s havarijními systémy podle bodu 2. byl v čs. zóně projektování vytvořen doplňující tzv. 5. systém zajištěného napájení. Tento systém sestává v el. části ze dvou subsystémů, které jsou v zásadě rovnocenné a vzájemně se rezervují.

Elektrické pohony i ostatní spotřebiče jaderné elektrárny jsou z hlediska důležitosti rozděleny do následujících skupin:

I. Spotřebiče kladoucí zvýšené požadavky na spolehlivost el. napájení, nepřipouštějící podle podmínek bezpečnosti přerušeni napájení delší než zlomek sekundy ve všech režimech, vč. režimu úplné ztráty napětí pracovních i rezervních transformátorů vlastní spotřeby a vyžadující nezbytně napájení po zapůsobení havarijní ochrany reaktoru.

Do této skupiny patří:

- a) spotřebiče nepřipouštějící přerušeni napájení delší než zlomek sekundy a vyžadující dlouhodobé spolehlivé napájení po zapůsobení havarijní ochrany reaktoru
- b) spotřebiče nepřipouštějící přerušeni napájení delší než zlomek sekundy, nevyžadující ale dlouhodobé napájení po zapůsobení havarijní ochrany reaktoru
- c) spotřebiče vyžadující při přechodových režimech v elektrizační soustavě zajištěné napájení po dobu 2 sekund, nepotřebují ale el. napájení v režimu úplné ztráty střídavého napětí pracovních i rezervních zdrojů vlastní spotřeby a po zapůsobení havarijní ochrany reaktoru

II. Spotřebiče kladoucí zvýšené požadavky na spolehlivost el. napájení, připouštějící přerušeni napájení na dobu (od desítek sekund do desítek minut) určenou podmínkami bezpečnosti a vyžadující nezbytně napájení po zapůsobení havarijní ochrany reaktoru.

III. Spotřebiče nemající zvýšené požadavky na spolehlivost el. napájení a nevyžadující nezbytně napájení po zapůsobení ochrany reaktoru.

Do této skupiny patří:

- a) spotřebiče připouštějící (z hlediska spolehlivého provozu bloku na výkon) přerušeni napájení na dobu automatického zapnutí rezervního el. napájení
- b) spotřebiče připouštějící přerušeni napájení na dobu ručního zapnutí rezervního el. napájení (15 minut)
- c) nedůležité spotřebiče, nevyžadující rezervní el. napájení

Výše uvedené třídění, použité v technickém projektu, bylo v úvodním projektu doplněno pro potřeby klasifikace spotřebičů, jejichž napájení se požaduje z tzv. 5. systému zajištěného el. napájení a z akubateriemi zajišťovaných na rozvodů ve vnějších objektech v čs. zóně projektování, a:

III/I. Spotřebiče mající požadavky na spolehlivost el. napájení, nepřipouštějící (z hlediska bezpečnosti drahých zařízení a personálu) přerušeni napájení delší než zlomky sekundy ve všech režimech, vč. režimu úplné ztráty napětí pracovních i rezervních transformátorů vlastní spotřeby.

III/II. Spotřebiče mající požadavky na spolehlivost el. napájení, připouštějící (z hlediska bezpečnosti drahých zařízení a personálu) přerušeni napájení na dobu od desítek sekund do desítek minut ve všech režimech, vč. režimu úplné ztráty napětí pracovních i rezervních transformátorů vlastní spotřeby.

Na základě požadavků na zajištěnost napájení jednotlivých skupin spotřebičů byla provedena volba kárající sítě vlastní spotřeby. Sítě napájející spotřebiče důležitosti I./II./ jsou sítěmi I./II./ kategorie zajištěného napájení.

Sítě napájející spotřebiče důležitosti III. jsou sítěmi normálního napájení /III. kategorie/.

Zvláštní podskupinu tvoří sítě napájející spotřebiče důležitosti III/I a III/II 5. systému zajištěného napájení.

Sítě vč. zdrojů I. a II. kategorie zajištěného napájení (el. zařízení jsou umístěny v reaktorovně, její obestavbě a v objektu dieselgenerátorové stanice) a III. kategorie (normální napájení) jsou navrženy obdobně jako u jaderných elektráren s bloky 440MW s tím, že jsou přizpůsobeny bloku 1000MW.

Sítě zajištěného napájení III/I a III/II kategorie.

Napájení důležitých spotřebičů sekundárního okruhu bloku (čerpa-

del olejů mazání, těsnění a zvedání rotoru turbosoustrojí 1000MW, čerpadel oleje mazání turbíny, pomocných napařiček, požárních čerpadel, el. obvodů řízení, regulací, signalizací, neuzavěho zavěšení) a důležitých pohonů primárního okruhu, které jednak z důvodu omezeného výkonu zdrojů bezpečnostních systémů, jednak z hlediska podmínky úplného oddělení bezpečnostních systémů od obvodů el. napájení zařízení zabezpečujících normální provoz bloku, nemohou být napájeny ze sítě bezpečnostních systémů (čerpadla doplňování a jejich pomocné pohony, pohony systému ochlazování vrchních bloků systému ochrany a řízení reaktoru, atd.), je uvažováno z tzv. 5. systému zajištěného el. napájení. Tento systém je v oblasti rozvodných zařízení a zdrojů řešen v zásadě jako dva vzájemně se zálohující subsystemy 100 + 100%. Hlavní zdroje nouzového napájení systému - dieselgenerátory jsou však ve shodě s koncepcí dodatku technického projektu společně pro 5. systémy obou bloků. Každý z dieselgenerátorů je přitom dimenzován na zátěž 5. systémů obou bloků.

Podle schématu vlastní spotřeby a rozdělení spotřebičů byly sov. generálními projektanty předány požadavky na kabeláž. Podle těchto požadavků byly zpracovány tzv. "Principy pro řešení kabeláže". Principy pro řešení kabeláže byly rozděleny do dvou částí:
-obecné principy pro řešení kabeláže platné pro všechny objekty
-speciální principy pro řešení kabeláže ve vybraných objektech

Obecné principy pro řešení kabeláže platné pro všechny objekty jsou prakticky shodné s principy, které byly zpracovány pro jadernou elektrárnu Mochovce.

Speciální principy pro řešení kabeláže ve vybraných objektech.
Vybrané objekty-reaktorovna vč. etažerky specventilace

-rozvodna, strojevna, dieselgenerátorová stanice
vč. čerpací stanice technické vody důležitých spotřebičů, společná dieselgenerátorová stanice,
budova pomocných provozů, čerpací stanice chladící vody, kabelové kanály a mosty propojující uvedené objekty

Kromě principů pro řešení kabeláže platné pro všechny objekty musí kabeláž ve vybraných objektech splňovat níže uvedené požadavky (jsou uvedeny pouze základní požadavky):

- Kabely spotřebičů různých bezpečnostních systémů se musí pokládat v oddělených trasách, jejichž ochraničující konstrukce musí být provedeny z materiálu s požární odolností minimálně 90 minut.
- Přepážky, oddělující kabeláž různých bezpečnostních systémů navzájem a od normálních kabelů, musí mít požární odolnost min. 90 minut.
- Požární přepážky, dveře, ucpávky rozdělující kabelové prostory jednoho bezpečnostního systému na úseky, musí mít požární odolnost min. 45 minut (v sev. zóně projektování) resp. 90 minut (v čs. zóně projektování).
- V areálu elektrárny se veškeré kabely bezpečnostních systémů musí pokládat v seismicky odolných kanálech s respektováním požadavků na oddělení systémů.
- Všechna místa průchodů kabelů (nezávisle na jejich konstrukčním provedení) stěnami, přepážkami, stropy a podlahami oddělujícími prostory různých bezpečnostních systémů, a rovněž tak mezi systémovými a normálními (nesystémovými) prostory musí mít požární odolnost minimálně 90 minut.
- Všechna místa průchodů kabelů (nezávisle na jejich konstrukčním provedení) stěnami, přepážkami, stropy a podlahami oddělujícími jednotlivé prostory (úseky) jednoho bezpečnostního systému musí mít požární odolnost minimálně 45 minut resp. 90 minut.
- Kabely bezpečnostních systémů mohou být uloženy bez oddělení, zákrytu apod. v prostorech bezpečnostního systému, ke kterému náleží.
- Vzájemně se rezervující kabelové trasy společného systému za jistěného napájení musí být uloženy v různých trasách a mít požární odolnost minimálně 45 minut resp. 90 minut.
- V kabelovém prostoru blekové dozorny a v místnosti nouzové dozorny se přípouští pokládání kabelů různých bezpečnostních systémů bez vzájemného protipožárního oddělování. Pokládání tranzitních kabelů v těchto prostorech není dovoleno.

- V nezbytném případě se na JE přípouští pokládání nesystémových kabelů v systémových kabelových trasách. Pokud se tyto kabely v prostoru jednoho bezpečnostního systému pokládají společně se systémovými kabely, pak v prostorech estetických bezpečnostních systémů musí být odděleny od systémových kabelů konstrukcí s požární odolností min. 90 minut.
- Přívodní kabely rezervních transformátorů 6/0,4kV musí být v prostorech jednoho bloku popř. ve společných objektech odděleny od estetických kabelů s požární odolností min. 15 minut.
- Kabelová propojení mezi elektrozařizáním čs. zóny projektování a bezpečnostními systémy reaktorovny musí být uložena ve vzájemně různých kabelových trasách v prostoru strojovny, vnějších kabelových komunikacích a podle možností v rozvodně.
- Kabely systému AKNP a VRK musí být uloženy ve jmenovitě pro ně určených trasách, přičemž min. vzdálenost mezi konstrukcemi s silovými kabely a trasami kabelů AKNP a VRK je 1 m, mezi konstrukcemi s ovládacími kabely a trasami AKNP je 0,2 m a mezi konstrukcemi s ovládacími kabely a trasami VRK je 0,5 m.
- Kabely bezpečnostních systémů vč. kabelů zařízení automatického hašení požáru těchto systémů, musí být ohni odolné ve smyslu IEC 331.
Osvětlení prostorů bezpečnostních systémů se povoluje provést kabely oheň nešířícími ve smyslu IEC 332-3 kat. A.
- Normální (nesystémové) kabely musí být oheň nešířící ve smyslu IEC 332-3 kat. A s následujícími výjimkami:
 - kabely vycházející z objektů specifikovaných jako vybrané k estetickým objektům musí odpovídat IEC 332-3 pouze v hranicích těchto vybraných objektů
 - ohébné kabely např. pro jeřáby a další technologická zařízení (zavážecí stroj spod.), které jsou součástí dodávky tohoto zařízení a jsou pokládány bezprostředně ke spotřebiči mimo kabelové trasy, mohou být normálního provedení s podmínkou, že jejich izolace nesmí obsahovat polyetylen.
- Použití kabelů s izolací z termoplastického polyetylenu běžného provedení není dovoleno. Přípouští se použití kabelů s izolací obsahující chemicky zesítný (vulkanizovaný) nebo ozářený polyetylen, které vyhovují požadavkům IEC 332-3.

- V prostorech nevybavených SSZ a SHZ je nutno kabely opatřit protipožárním nástřikem, pokud objem hořlavých materiálů činí více než 7 litrů na běžný metr délky kabelové konstrukce.
- Sílové a ovládací kabely při průchodu v blízkosti olejových hospodářství (do vzdálenosti 10 m uvnitř místnosti olejového hospodářství) a v místech možných mechanických poškození se musí ukládat v kovových trubkách.
Přitom kabely procházející v blízkosti olejových nádrží nebo olejových hospodářství se chrání protipožárním nástřikem v úseku (v hranicích) tohoto zařízení +10 m na každou stranu. V uzavřených žlebech při ukládání do více vrstev se nástřikem opatří vrchní vrstva kabelů. V místnostech olejových čerpadel je nutno sílové kabely ukládat v ocelových trubkách.
- V prostorech dozeren (bloková, nouzová) a dále v místnostech s elektronickou a elektrotechnickou aparaturou (počítač, Diamo-K, Daser, AKNP, SUZ, VRK atd.) musí být protipožární nástřik oheň nešířících kabelů (ve smyslu IEC 332-3 kat. A), propojující jednotlivé panely a v hranicích spodní části panelů, jestliže objem hořlavých látek činí 7 a více litrů na běžný metr délky. Protipožárním nástřikem je nutno pokrýt každou vrstvu kabelů a vnější vrstvu kabelů ukládaných ve více vrstvách.
- V kovových uzavřených žlebech a železobetonových kanálech mimo kanály průchozí ve smyslu ČSN 382156 musí být (kromě utěsnění průchodů kabelů skrz stěny a stropy) provedeny protipožární přepážky ve vertikálních trasách po 20 m, v horizontálních trasách po 30 m. Tyto přepážky musí mít požární odolnost min. 45 minut resp. 90 minut.
- Vodiče a kabely dodávané v rámci vnitřní montáže elektrotechnického zařízení nebo jako součást el. výzbroje ve strojní dodávce (jeřáby, výtahy, zavážecí stroj, DGS apod.) musí vyhovovat normám požární bezpečnosti (pozn.:tété podmínce vyhovují kabely splňující požadavky IEC 332.1 dle ČSN 347010 zkouška 70). Požadavky dle IEC 331 a IEC 332.3 kat. A se na tété vodiče a kabely nevztahují.
Pro propojovací kabeláž mezi jednotlivými částmi zařízení, která jsou umístěna v různých místnostech, platí stejné principy jako pro veškeré ostatní kabely.

Z výše uvedeného přehledu vyplývá, že požadavky na řešení kabeláže pro jadernou elektrárnu Temelín jsou přísnější než požadavky ČSN.

Nedostatkem je, že v době kdy sovětská strana přicházela s novými dodatečnými požadavky na zvýšení požární bezpečnosti, neměla ČSSR připraveno komplexní nadresortní program, který by sjednocoval úsilí a perspektivu dalších směrů rozvoje v dané oblasti zainteresovaných orgánů a organizací.

Projektant ne mohl opřít o výsledky zkoušek a perspektivu výroby u československých dodavatelů. Nemohl zahrnout do konkrétního projektu řešení, které by lépe odpovídalo podmínkám československých jaderných elektráren.

Jako příklad uvádíme:

- Požadavky na kabeláž nejsou podle našeho názoru komplexní. Požadavek na kabeláž, která musí splňovat doporučení IEC 331 po dobu 20 minut není optimální.
- Nespecifikují se podmínky a zkoušky za kterých mají kabely být funkčně schopné při maximální projektové havárii.
- Nestanoví se požadavky na omezení korozivních splodin hoření, na omezení tvorby dýmu.
- Problematicky je zdůvodnitelný požadavek na pokrývání kabelů protipožární hmotou na lávkách přesáhne-li množství izolace 7l na jeden metr kabelového roštu z těchto důvodů:
 - a) zkoušky IEC 332 i IEC 331 je nutné považovat jako porovnávací, t. z. že mezi sebou srovnávají různé druhy výrobků
 - b) při některých zkouškách se prokázalo, že některé kabely vyhověly zkoušce IEC 332-3 kat. A (7l hořlavého materiálu na roštu) ale nevyhověly zkoušce IEC 332-3 kat. B (3,5l hořlavého materiálu na roštu)

Projektant při stávajícím hospodářském a správním mechanismu nemůže suplovat průřezovou činnost v oblasti požární ochrany.

Ing. Choděra Jaroslav, Energoprojekt, Bubenská 1, 170 05
Praha 7

Igor FARA

KÁBLE S UPRAVENÝMI POŽIARNO-TECHNICKÝMI VLASTNOSTAMI Z BEZHALOGENOVÝCH MATERIÁLOV

1. Rozbor problematiky

Káblové priestory, káblové kanály a sachty predstavujú dôležité časti zariadenia v tepelných, vodných, jadrových elektrárnach, v teplárnach, rôznych chemických, strojárnských a iných závodoch. Škody spôsobené požiarom, ktoré zvyčajne nasledujú po poruche alebo havárii dosahujú mnohomiliónové škody. Z údajov spracovaných stálou komisiou pre elektroenergiu v RVHP vyplýva, že vo výrobných závodoch z celkových 100 % vzniknutých požiarov pripadá 30 % na káblové vedenia.

Požiare koncom 60-tych a v začiatkoch 70-tych rokov ukázali, že k šíreniu požiaru v budovách dochádzalo často práve po káblových vedeniach, obzvlášť vo vertikálnych šachtách.

Veľkopožiare, či už v elektrárnach, priemyslových závodoch, výškových budovách, výpočtových strediskách, podzemných dráhach v kultúrnych a zábavných zariadeniach, prinútili káblových technikov navrhovať opatrenia, ktoré by znížili nebezpečenstvo šírenia požiaru káblovými vedeniami, obmedzili priame i následné škody na najmenšiu mieru a v maximálnej miere zabránili stratám ľudských životov.

Jedným z prvých opatrení bol vývoj káblov z PVC izoláciou a PVC plášťom retardovaným voči šíreniu ohňa. Takéto káble nešíria oheň a po uhasnutí zdroja ohňa samovoľne zhasnú. Skúsenosti však ukázali, že pri horení takýchto káblov vzniká hustý dym a uvoľňujú sa dusivé plyny, ktoré podstatne sťažujú zásah požiarom a únik osôb z miesta požiaru. Okrem toho uvoľňujúci sa chlorovodík so vzdušnou vlhkosťou vytvára kyselinu, ktorá má silné korozívne účinky ako na rôzne technologické, elektrické a elektronické zariadenia, tak aj na stavebné konštrukcie. Škody takto vzniknuté často značne prevyšujú škody spôsobené požiarom samotných káblov.

Boli síce vyvinuté PVC zmesi, u ktorých sa podarilo znížiť množstvo uvoľňovaného chlórovodíka i znížiť hustotu dymu, ale tieto zlepšenia neboli postačujúce v prípadoch, kde sa požaduje zvýšená protipožiarna bezpečnosť. Sú to predovšetkým jadrové a ostatné elektrárne, priestory s veľkou koncentráciou osôb a s veľkou koncentráciou technických, či kultúrnych hodnôt. Obecne sa dnes pre takéto objekty od káblov požaduje:

- zvýšená odolnosť voči šíreniu požiaru
- malá dymivosť
- malý obsah korozívnych spalín
- malé množstvá toxických plynov
- nízka hodnota spalného tepla.

V prípadoch, kedy je potrebné, aby niektoré zariadenia pracovali po určitú dobu aj počas požiaru /napr. hlavné cirkulačné čerpadlá v JE, osvetlenie únikových ciest, bezpečné prerušenie technologických operácií, požiarna signalizácia a pod./ pristupuje k týmto požiadavkám i funkčná spôsobilosť káblov napájajúcich či ovládajúcich tieto zariadenia počas požiaru. Pre určité oblasti použitia kladu sa na káble nešíriace požiar aj ďalšie požiadavky ako zvýšená odolnosť voči olejom, oderu, ionizujúcemu žiareniu a pod. V zahraničí, v priemyselne najvyspelejších krajinách začali sa vyrábať a používať tzv. bezhalogénové /málo korozívne/ káble so zvýšenou odolnosťou voči šíreniu požiaru, s nízkou dymivosťou počas požiaru, s nízkou toxicitou plyných produktov vznikajúcich pri horení a prípadne s funkčnou spôsobilosťou kábla počas požiaru.

Terminológia káblov, ktoré majú oproti doteraz vyrábaným káblom lepšie protipožiarné charakteristiky, nie je doposiaľ ujednotená. Pri vývoji káblov so zníženou horľavosťou, ktorý prebieha vo Výskumnom ústave káblov a izolantov, Bratislava, boli pre tieto káble zavedené nasledovné názvy:

Káble retardujúce šírenie plameňa - /plameň retardujúce káble/
- káble vyhovujúce predpisu IEC 332-1 /odolnosť voči šíreniu plameňa/

Káble retardujúce šírenie ohňa - /oheň retardujúce káble/ - káble vyhovujúce predpisu IEC 332-3 /odolnosť zväzku káblov voči šíreniu ohňa/

Káble ohňovzdorné - káble, ktoré sú schopné po určitú dobu plniť svoju funkciu počas pôsobenia ohňa, čo sa overuje skúškou podľa predpisu IEC 331. Tieto káble súčasne vyhovujú IEC 332-3, t.j. retardujú šírenie ohňa.

V rokoch 1988 a 1989 bola vo VÚKI Bratislava do plánu technického rozvoja zaradená úloha, ktorej cieľom bolo vyvinúť bezhalogénové nízkonapäťové, ovládacie a signálne káble retardujúce šírenie ohňa. V roku 1990 sa má ukončiť vývoj ohňovzdorných káblov, v roku 1991 vývoj 6 kV šírenie ohňa retardujúcich a ohňovzdorných káblov.

V rámci riešenia úlohy boli vo VÚKI vybudované skúšobné zariadenia na hodnotenie odolnosti káblov proti šíreniu plameňa, proti šíreniu ohňa a ohňovzdornosti, ďalej na hodnotenie dymivosti káblov, korozívnosti splodín horenia káblov, ako aj ďalších požiaro-technických vlastností materiálov používaných na výrobu káblov.

V návrhu " Protipožiarne smernice pre JE", ktoré vypracoval VUPEK Bratislava /október 1977/, je uvedené, že pri hasení požiarov v káblových priestoroch, kanáloch, šachtách a pod. bude použitá voda a preto káble majú byť konštruované tak, aby dovolili zmáčanie hasiacou vodou bez elektrického zlyhania, pričom treba pamätať aj na pravidelné funkčné skúšky vodného hasiaceho systému. Z toho vyplýva, že vyvíjané káble musia byť odolné i voči krátkodobému /rádovo stovky hodín/ pôsobeniu vody. Na základe tejto požiadavky, ako aj na základe štúdia zahraničnej literatúry a prospektov bolo rozhodnuté, že vyvíjané bezhalogénové káble so zníženou horľavosťou budú mať izoláciu z voči ohňu neretardovaných materiálov a ich zlepšené protipožiarne charakteristiky sa docielia vhodnou konštrukciou a oheň retardujúcimi bezhalogénovými výplňovými a plášťovými materiálmi.

V ČSFR a ostatných štátoch RVHP nie sú pre vyvíjané káble k dispozícii vhodné izolačné, výplňové a plášťové materiály. Taktiež tepelné bariery /najčastejšie sklosludová páska/ potrebné pri výrobe ohňovzdorných káblov nie sú k dispozícii.

Z tohto dôvodu vývoj káblov so zvýšenými protipožiarnymi charakteristikami bolo potrebné zamerať na materiály dovážané z dovážovej oblasti, s perspektívou nahradenia niektorých zložiek v budúcnosti z domácich zdrojov.

2. Konštrukcie bezhalogénových oheň retardujúcich a ohňovzdorných káblov vyvíjaných v ČSFR

Požiarno-technické vlastnosti vyvinutých káblov sú nasledovné:

- káble majú zvýšenú odolnosť voči šíreniu ohňa, čo sa overuje skúškou podľa IEC 332-3, kategória A;
- splodiny horenia sú málo korozívne, čo sa overuje skúškou podľa IEC 754 - 1,2 alebo IEC 0472/Teil 813 a vyjadruje pH faktorom a elektrickou vodivosťou vodného výluhu splodín horenia;
- pri horení káblov vznikajúci dym má nízku optickú hustotu a toxicitu;
- pre niektoré káble vedenia sa navyše požaduje funkčná spôsobilosť kábla v požiarnej dobe 30 min., čo sa overuje skúškou podľa IEC 331.

Vyššie uvedené požiadavky platia pre silnoprúdové aj signálne káble.

2.1. Silnoprúdové nízkonapäťové káble

Požiadavka JE bola vyvinúť káble, ktoré by nahradili doposiaľ vyrábané káble AYKY /CFY/ a 1-AYKY, káblami s vyššie uvedenými požiarno-technickými vlastnosťami.

V priebehu riešenia úlohy, pri výbere vhodných izolačných výplňových a plášťových materiálov, sa ukázalo, že z technicko-ekonomických dôvodov je nevýhodné deliť káble so zvýšenými požiarno-technickými vlastnosťami na káble do menovitého napätia 750 V a káble do menovitého napätia 1 kV. Vyvinuté káble sú do menovitého napätia 1 kV a pochopiteľne nahrádzajú aj 750 V káble.

Na základe komplexného hodnotenia vyrobených pokusných dĺžok káblov s upravenými požiarno-technickými vlastnosťami boli vypracované nasledovné konštrukcie oheňretardujúcich bezhalogénových nízkonapäťových káblov :

Konštrukčný prvok	Termoplastický plášť	Vulkanizovaný plášť
Jadro	Cu,Al, kruhové, sektorové	CU, /Al/ kruhové
izolácia	zosietený polyetylén neplnený	vulkanizát s ohen retardujúcimi plnivami
separačná vrstva	bezhalogénová	bezhalogénová
výplňový obal	bezhalogénová, KČ 40	bezhalogénová KČ 40
tepelná bariera ^x	sklenná páska	sklenná páska
plášť	proti šíreniu ohňa retardovaný <u>termoplastický</u> materiál	proti šíreniu ohňa retardovaný <u>elastomerový vulkanizát</u>

x u káblov s prierezom jadier nad 25 mm²

Káble ohňovzdorné, ktorých funkčná schopnosť by mala byť minimálne 30 min. sa v súčasnej dobe vyvíjajú. Ich konštrukcia sa od konštrukcie ohenretardujúcich káblov líši sklosludovými páskami, ktorými sa ovíja jadro alebo žila /v závislosti na priemere jadra/ kábla. Zatiaľ sa predpokladá, že ohňovzdorné káble sa budú vyrábať len s medenými jadrami.

2.2. Signálne káble

V tejto oblasti bolo požadované vyvinúť signálne káble typu BYFY, SYKY a SYTY s vyššie uvedenými zvýšenými požiaro-technickými vlastnosťami.

V priebehu riešenia úlohy vo VÚKI Bratislava, boli vyrobené rôzne pokusné dĺžky signálnych káblov, tieto boli komplexne odskúšané. Na základe výsledkov hodnotenia boli navrhnuté nasledovné konštrukcie signálnych káblov retardujúcich šírenie ohňa /oheňretardujúce káble/ :

Signálne káble celotienené párované /obdoba BYFY, SYKFY/

Medené jadrá priemeru 0,5 mm izolované polyfenylénoxidom stočené v pár. Páry /tienené, alebo bez tienenia/ spolu stočené, ovinuté fixačnou páskou a hliníkovou tieniacou fóliou na PET páske. Výplňový obal zo zmesi na báze polyméru vysoko plneného retardérom horenia. Vonkajší plášť z materiálu, ktorý je taktiež plnený retardérom horenia.

Signálne káble celotienené nepárované /obdoba JYFY/

Medené jadrá priemeru 1 mm izolované zosieteným polyetylénom spolu stočené, opatrené tienením s Al fólie na PET páske. Výplňový obal z materiálu na báze polyméru vysoko plneného retardérom horenia. Vonkajší plášť z materiálu, ktorý je taktiež plnený retardérom horenia. Oproti predchádzajúcemu typu, plášť týchto káblov musí mať vyššie termomechanické vlastnosti.

2.3. Vysokonapäťové káble

Vo VÚKI Bratislava sa vyvíjajú oheňretardujúce a ohňovzdorné silnoprúdové káble na menovité napätie 6 kV. Zatiaľ sa nevyvíjajú káble na vyššie napätie. Je reálne predpokladať, že ak sa vyvinú oheňretardujúce 6 kV káble, bude možné vyvinúť i 10 kV možno i 20 kV káble. Nie je však zatiaľ známe riešenie ohňovzdorných káblov na menovité napätie nad 6 kV.

3. Vlastností káblov so zvýšenými požiaro-technickými parametrami vyvinutými v ČSFR

Označovanie bezhalogénových káblov so zvýšenými požiaro-technickými parametrami je zatiaľ nasledovné:

Silnoprúdové káble do menovitého napätia 1 kV :

- | | |
|--|--|
| 1. písmeno : materiál jadra | A - hliníkové jadro
C - medené jadro |
| 2. písmeno : materiál izolácie | X - zosietený PE
H - elastomerový vulkanizát na báze EPDM |
| 3. písmeno : | K - kábel |
| 4. písmeno : materiál plášťa | E - homopolymer alebo kopolymer etylénu /termoplast/
H - vulkanizovaný, sieťovaný elastomér |
| 5. písmeno - a prípadné ďalšie písmená : | prípadné ochranné obaly |

Písmeno za pomlčkou : odolnosť proti ohňu

- R - oheň retardujúci
- V - ohňovzdorný

Príklad označovania : 1 - AXKE - R 4 x 25 mm²

6 - AXKE - R 4 x 240 + 120 mm²

Signálne káble:

- | | |
|--------------------------------|--|
| 1. písmeno je rozlišovacie | J - netienené páry alebo žily
B - tienené páry |
| 2. písmeno : materiál izolácie | X - zosietený polyetylén popřípade polyfenylenoxid |

Dymivosť tohoto kábla vyjadrená transmitanciou svetla I_t bola 82 %.

Korozívnosť použitých materiálov pH : 4,0

vodivosť : 40 $\mu\text{S}/\text{cm}$

Signálne káble

V podstate boli vyvinuté signálne káble so zvýšenými požiarno-technickými vlastnosťami obdobné káblom JYTY, SYKFY a BYFY.

Vyvinuté káble vyhovujú skúške podľa IEC 332-3, kategória A', resp. kategória AF. Káble nemajú funkčnú spôsobilosť. Káble ohňovzdorné sú vo vývoji, ktorý má byť ukončený v roku 1990.

4. Záver

V prednáške je uvedený súčasný stav v oblasti bezhalogénových silnoprúdových káblov so zvýšenými požiarno-technickými charakteristikami v Európe a stav vývoja týchto káblov v ČSFR.

Uvádzajú sa požiadavky na vlastnosti káblov so zvýšenými požiarno-technickými vlastnosťami. Skúšobné metódy týchto vlastností sú prevážne preberané z medzinárodných doporučení IEC.

V prednáške sú uvedené konštrukcie oheňretardujúcich a ohňovzdorných káblov používané v zahraničí ako aj konštrukcie káblov vyvinutých v ČSFR.

Doposiaľ boli v ČSFR vyvinuté oheňretardujúce nízkonapäťové a signálne káble so zníženou dymivosťou a prakticky nekoroziívnymi spalinami pri ich horení. Tieto káble vyhovujú predpisu IEC 332-3, kategórii A, resp. kategórii AF, čím je potvrdené ich retardovanie šírenia ohňa. Oheňretardujúce káble na menovité napätie 6 kV sú vo vývoji.

Káble, ktoré by boli funkčne spôsobilé v požiari po dobu 30 min. sa vyvíjajú.

Josef ČAPEK

POŽÁRNÍ ZABEZPEČENÍ JE DUKOVANY
A JEHO ZVYŠOVÁNÍ

1. Jaderná elektrárna a požární ochrana

Z hlediska požární ochrany se hlavní výrobní objekty a objekty speciálních provozů JE vyznačují silnostěnnými, monolitickými betonovými konstrukcemi, jejichž požární odolnost značně převyšuje požadavky ČSN 730802 "Požární bezpečnost staveb". Některá pracoviště JE se vyznačují extrémně nízkým počtem pracovníků. JE je s ohledem na značné množství radioaktivních látek charakterizována novými druhy nebezpečí, zejména nebezpečí radioaktivního záření. Radioaktivní látky se stávají nebezpečnými ve formě plynů, aerosolů nebo kouře. Samy o sobě nemohou požár způsobit, ale požárem také nemohou být zničeny.

Při provádění požární ochrany v JE musíme mít na zřeteli především zachování jaderné bezpečnosti provozu a ochranu velmi vysokých materiálních hodnot. Musí být zabráněno rozšíření požáru na jadernou část elektrárny, či na pomocné kontrolní systémy. Tomuto požadavku se bezpodmínečně musí zabezpečení požární ochrany podřídit. Ze zkušeností provozovaných JE lze zařízení přímo ohrožená požárem rozdělit do 3 hlavních skupin:

A. Systémy s hořlavými kapalinami a plyny

- a) systémy olejového chlazení transformátorů a turbin
- b) olejové systémy chlazení čerpadel
- c) naftová hospodářství náhradních zdrojů
- d) systémy hydrauliky, regulace a řízení
- e) vodíková hospodářství turbin

B. Kabelová hospodářství

- a) kabelové prostory
- b) kabelové kanály
- c) kabelové šachty

C. Elektronická zařízení

- a) prostory počítačů
- b) dozorní, velíny

Požární zatížení v JE Dukovany je různorodé a je dáno teologií výroby, charakterem a množstvím uložených látek. Pohybuje se od 15 kg.m^{-2} do více než 240 kg.m^{-2} .

1.2. Charakteristika kategorizovaných objektů, zařízení a systémů JE

Pro rozdělení objektů JE do kategorií lze uplatňovat několik hledisek. Např. kategorizace dle požárního zatížení, podle charakteru výroby nebo technologie, podle dopadu požáru na jadernou bezpečnost, podle způsobu provádění hasebního zásahu, kombinací několika metod apod. Pro potřeby požární ochrany lze rozdělit objekty, zařízení a systémy do 3 kategorií, přičemž musíme mít na paměti především zachování jaderné bezpečnosti provozu:

Kategorie I

- představuje objekty, zařízení a systémy u nichž by vznik požáru mohl mít z hlediska jaderné bezpečnosti mimořádné následky. Do této kategorie jsou zařazeny objekty (systémy) obsahující zdroje relativně lehce uvolnitelných radioaktivních látek a bezpečnostní systémy, jejichž činnost je nezbytná pro zabránění poškození aktivní zóny.

Kategorie II

- představuje objekty, zařízení a systémy u nichž poškození vlivem požáru nevede k přímému rozptylu RA látek ani k přímému poškození aktivní zóny. Tyto systémy jsou zálohovány nouzovým zařízením, jehož poškození může mít následky v nevhodně nebo časově omezené funkci zařízení kategorie I. Požár v těchto objektech by jednak vyvolal velké národohospodářské ztráty a jednak by si vynutil nasazení speciální požární techniky a velkého počtu pracovníků pro jeho likvidaci. Požár by ohrozil výrobu elektrické energie v JE.

Kategorie III

- představuje objekt, zařízení nebo systém, jehož vyřazení

z činnosti samo o sobě nevede k hromadným následkům. Ohrožení by bylo možné pouze při vyřazení nebo poškození několika zařízení kategorie III. Ve většině případů poškození zařízení kategorie III vede ke spuštění zálohy z kategorie II, respektive I.

Z požadavku podřízení se požární ochrany jaderné bezpečnosti vyplývá nutnost zajišťování PO na vysoké odborné úrovni a to již od projektu, přes kvalitní montáž zařízení až po vlastní provoz. To zejména u zařízení a objektů kategorie I a II. Na JE Dukovany bylo v této oblasti dosaženo poměrně dobrých výsledků, ikdyž vlastní provoz odhalil některé nedostatky nebo nevhodná řešení PO.

2. Zkušenosti získané provozem JE Dukovany v oblasti PO

1. blok JE byl uveden do provozu v roce 1985. Projektčně byla stavba rozdělena do dvou částí. Primární část byla budována podle sovětských podkladů a sekundární část podle projektových podkladů zpracovaných našimi projektovými ústavy.

2.1. Nedostatky

Z hlediska zajištění PO provozu se vyskytly některé nedostatky z této oblasti. Ve většině případů se nejedná o projektové chyby, ale převážně o nevhodná projektová řešení, ikdyž odpovídající našim nebo sovětským normám. Zejména se projeví tyto nedostatky:

a) Souběh systémových kabelů

Kabelové trasy zálohových systémových kabelů zabezpečujících provoz a jeho bezpečnost vedly jedním požárním úsekem. Tento nedostatek byl již v průběhu provozu v plném rozsahu odstraněn.

b) Stabilní skrápěcí zařízení

Naprojektované SHZ kabelových kanálů neodpovídalo požadavkům kladeným na SHZ. Dozornými orgány PO bylo toto zařízení určeno jako stabilní skrápěcí zařízení (SSZ), na které prakticky nejsou stanoveny požadavky. Ohňovými zkouškami byly prokázány projektované parametry tohoto SSZ a to, že rozvinutý požár kabelového kanálu neuhasí.

c) Instalace EPS fy Tesla Liberec

Závažným nedostatkem projektového zpracování EPS je instalace ústředny MHU 103 v neoperativních částech blokových dozoren jednotlivých bloků a umístění pouze signaliizačních panelů MHY 103 na ohlašovně požárů (ZPÚ). To v praxi znamená, že při signalizaci EPS nezná požární jednotka přesné místo požáru a je třeba jej telefonicky zjišťovat. Takto provedená EPS vůbec nevyhovuje požadavku rychlé informovanosti zásahové požární jednotky. Nehledě na to, že signalizace EPS z jednotlivých dieselgenerátorů je na ZPÚ svedena jako sumární a ústředny jsou umístěny v neobsluhovaných, uzamčených prostorách dieselgenerátorových stanic. V současné době má ZPÚ přesnou informaci v přijatelném čase o místě vzniku požáru pouze z venkovních, vedlejších objektů, což považujeme za nedostatečné.

Dalším nedostatkem v této oblasti je poměrně velká závadovost zařízení EPS. Od r.1985 do konce r.1989 signalizovala EPS celkem 2.712 planých poplachů. Z uvedeného počtu byla klasifikována jako důvod aktivace EPS technická závada EPS v 529 případech, což činí zhruba 20%.

d) Ochrana olejových a důležitých elektrických a elektronických systémů

Filozofie projektu při hašení těchto prostor a systémů, a to jak v primární tak sekundární části, je taková, že hašení požáru provádí klasickým způsobem požární jednotka. Proto v těchto prostorách nejsou zbudovány stabilní hasicí zařízení.

Je třeba si uvědomit, že požární zásah klasickým způsobem, a to nejenom v těchto prostorách, by měl být až jako doplňkový a jednou z posledních možností. Z tohoto důvodu považujeme požární zabezpečení těchto systémů jako nedostatečné.

e) Organizační zabezpečení

Při provozu JE se projeví nedostatky vyplývající z nejednotnosti zabezpečování PO jednotlivými JE v ČSPR. Je to způsobeno prakticky neexistencí právní normy určující úroveň zabezpečení PO JE. Proto dochází k tomu, že každá JE si za-

bezpečuje sama a na různé úrovni. Rovněž tak předpisy PO zabývající se taktikou a technikou hasebních prací (např. Bojový řád PJ) vůbec neřeší otázku provádění hasebních prací v podmínkách jaderné elektrárny. Tyto otázky jsou opět řešeny každou JE samostatně a na různé úrovni. V této souvislosti je třeba si uvědomit, že při dodržení všech norem a nařízení by prakticky nebylo možno při rozvinutém požáru na JE provést účinný hasební zásah. Účinnost zásahu je odvislá od rozhodnosti a obětavosti jednotlivých pracovníků závodní požární jednotky, což je málo. Také z těchto důvodů považují klasický hasební zásah požární jednotkou až jako doplňkový nebo za poslední možnost.

f) Další nevhodná řešení

- požární dveře hlavních požárních přepážek kabelových kanálů sice odpovídají požadované požární odolnosti, avšak jejich technické provedení, zejména uzavírací pákový mechanismus, neodpovídá potřebám provozu.
- Nebyla řešena ochrana obsluhujícího personálu blokových dozoren proti průniku zplodin hoření ze sousedních prostor.
- V projektové dokumentaci nedůsledné řešení vybavení závodní požární jednotky technickými a ochrannými prostředky. I tento nedostatek souvisí s neexistencí právního normativu. Každá JE si vybavuje svůj ZPÚ v návaznosti na svůj limit investičních prostředků a zejména prostředků na dovoz - tudíž zase na různé úrovni.
- Nevyřešení cvičného polygonu pro výcvik pracovníků závodní jednotky PO i provozních pracovníků.

Zodpovědnost za tato nevhodná řešení spočívá jednak na projektových organizacích, na státních orgánech PO a v neposlední řadě i na odborných pracovnících investora JE. Ještě jednou je třeba zdůraznit, že JE Dukovany je zprojektována a postavena dle platných norem. Je otázkou, zda tyto normy pro zabezpečení požární ochrany provozu JE nejsou příliš benevolentní.

2.2. Klady

Při provozování JE Dukovany nebyly zjišťovány pouze nedostatky, ale postupem provozu byly zjišťovány i některé dobré zkušenosti a dobrá řešení. Patří k nim zejména:

- a) Vytvoření útvarů prevence i represe již v průběhu výstavby. Zejména ustavení ZPÚ v r.1982 tzn. 3 roky před uvedením 1.bloku do provozu, mělo pro jeho pracovníky velký význam při seznamování se s místopisem budoucích pracovišť a postupné seznamování s instalovanou technologií. Zkušenosti v té době získané se při dalším provozu zúčastňují.
- b) Vyprojektování a vybudování poměrně rozsáhlého požárního vodovodu a to venkovního i vnitřního s možností zvýšení tlaku na 1 MPa. Je samozřejmostí, že čerpadla jsou zálohována.
- c) Zpracování grafických výjezdových karet pro ZPÚ.
- d) Utvoření útvaru požární ochrany zahrnující úsek prevence i úsek represe (ZPÚ). Je tak zaručena těsná návaznost preventivních opatření na potřeby ZPÚ, což v podmínkách provozu JE není zanedbatelné.
- e) V průběhu provozu byla navázána úzká spolupráce a součinnost s investičním útvarem. Rovněž tak dobrá spolupráce se postupem doby vytvořila mezi útvarem PO JE Dukovany a KSSb.PO a to zejména v oblasti stavební prevence, kdy KS Sboru PO byly respektovány oprávněné připomínky útvaru PO JE Dukovany.

3. Zvýšení požární bezpečnosti provozu JE Dukovany

Skutečnost, že výše uvedená nevhodná řešení požární ochrany byla již v projektové přípravě přijata jak investorem, tak státními dozorními orgány PO si v dalších letech vyžádá nemalé finanční prostředky a nasazení kapacit pro jejich odstranění a tím zvýšení požární bezpečnosti provozu JE.

V JE Dukovany byl přijat program zvýšení požární bezpečnosti provozu, který je z hlediska odborného i časového rozdělen do několika skupin:

- automatická hasicí zařízení
- automatická signalizace stavů nebezpečných pro vznik požáru
- ochrana pracovníků
- další opatření

3.1. Automatická hasicí zařízení

Do této oblasti patří vybudování SHZ olejových systémů turbogenerátorů, doplňovacích čerpadel a hlavních cirkulačních čerpadel. SHZ jsou navržena jako plynová nebo vodní.

Do této skupiny patří rovněž ochrana důležitých elektrických a elektronických zařízení SHZ halonovým. Byla přijata koncepce, že klasický požární zásah v objektech a zařízeních této skupiny je až jako poslední nebo doplňkový.

3.2. Automatická signalizace stavů nebezpečných pro vznik požáru.

Vzhledem k nevyhovujícím parametřům a provedení stávajícího systému EPS bude tento systém rozšířen, respektive nahrazen, EPS fy Cerberus a to na hlavních výrobních objektech a v prostorách, kde v současné době EPS není instalována. V systému bude pochopitelně využita výpočetní technika s výstupem na ohlašovnu požárů ZPÚ. V prostorách hlavních cirkulačních čerpadel bude EPS doplněna o TV systém s výstupem na blokovou dozornu.

3.3. Ochrana pracujících

Do této skupiny je zařazena ochrana obsluhy dozoren před účinky zplodin hoření pronikajících v případě požáru ze sousedních místností. Ochrana je řešena vytvořením přetlaku v chráněných prostorách blokových dozoren, náhradních dozoren, ústřední dozorny, počítače a systémů řízení a kontroly.

3.4. Další opatření

Patří sem:

- a) ochrana kabelových rozvodů venkovních a kritických vnitřních elektrokanálů, kdy ve vybraných kabelových kanálech bude proveden nástřik kabelů (po celé délce) protipožární hmotou Dexaflamm.
- b) Ochrana ocelové konstrukce střechy strojoven proti působení

- teplot při požáru je řešena pomocí ventilačních klapek s cílem snížit teplotu v prostorách vzniklého požáru.
- c) Úprava protipožárních dveří kabelových kanálů s cílem utěsnit mezeru mezi zárubní a dveřmi na hodnotu menší než 2 mm. Tato rozsáhlá a finančně náročná akce byla provedena nátěrem dveří i zárubní hmotou DEXAMIN.
 - d) Pro zvýšení účinnosti výcviku závodní požární jednotky, ale také provozních zaměstnanců, bylo rozhodnuto vybudovat v areálu JE cvičný polygon s dráhou pro požární sport s předpokladem vybudování dráhy psychologické přípravy. Do cvičného polygonu je zahrnuta rovněž výstavba cvičného protiplynového kanálu.

Uvedené akce pro zvýšení požární bezpečnosti provozu JE Dukovany jsou ve stadiu projektové přípravy s termínem zahájení realizace počátkem roku 1991.

Závěr:

Na závěr je třeba zdůraznit, že JE Dukovany byla postavena a je provozována v souladu s našimi i mezinárodními předpisy, jak konečně konstatovala i mise OSART. V konečném hodnocení mise OSART bylo i požární zabezpečení a provádění PO hodnoceno velmi vysoko.

Přestovšak z vlastního provozního hlediska celé zabezpečení PO JE lze provést na kvalitativně vyšší úrovni. Proto cílem tohoto referátu bylo upozornit na některá nevhodná projektová řešení PO, která se projevila až při vlastním provádění PO v JE Dukovany.

Pokud referát napomůže k odstranění nevhodných řešení z projektů PO budovaných JE, tak splnil svůj účel.

Seznam použité literatury

- /1/ JE Dukovany : Technicko-ekonomické zadání akce "Dokompletace JE Dukovany"
- /2/ JE Dukovany : Vyhodnocení činnosti EPS

Ing. Josef Čapek JE Dukovany, 675 50 Dukovany

Ľubomír BAGIN

PROJEKČNÉ RIEŠENIE A REALIZÁCIA KÁBLOVÉHO
HOSPODÁRSTVA V ATÓMOVÝCH ELEKTRÁRŇACH MOCHOVCE K. P.

Jadrová a požiarne bezpečnosť jadrových elektrární sú skutočnosťami toho istého problému, ktorých úroveň má priamy vplyv na celkovú bezpečnosť jadrových elektrární.

JE Mochovce je z hľadiska koncepcie projektu, odhliadnúc od riadiacich systémov a dielčích častí, opakovaný projektom JE Dukovany. Toto plne platí aj o koncepčnom riešení káblových priestorov a rozvodní, včetně systému ich protipožiarneho zabezpečenia. Pri ich návrhu projektanti zohľadňovali základné normy ČSN 382156, 383085, 343085 a rad ďalších noriem, ktoré však plne nezohľadňujú špecifické problémy pokládky kabeláže a požiar. bezpečnosti v Atómových elektrárňach a navyše neboli uplatnené ani najnovšie poznatky a skúsenosti z prevádzky a požiarov v obdobných priestoroch európskych alebo svetových elektrární.

Na tento stav má priamy vplyv aj doposiaľ platný systém projekčných prác, dodávateľsko-odberateľských vzťahov a ŠOD, ktorý plne nezaručuje základný cieľ a to kvalitu, spoľahlivosť a bezpečnosť po všetkých stránkach. Dôsledkom tohoto sa prevádzkového i požiarne represívneho personálu AE, čo vedie k zvyšovaniu stresových situácií pri prevádzke elektrární. Pri odstránení týchto problémov je bezpodmienečne nutné plne rešpektovať a využívať domáce i zahraničné skúsenosti, resp. ich plne prevziať.

Káblové hospodárstvo EMO k.p. predstavuje stále požiarne zaťaženie tvorené plastickou izoláciou káblov na báze hlavne PVC, ktorá je horľavá v triede horľavosti C1 - C3. Okrem uvedeného zaťaženia tu zohrávajú určitú úlohu aj možné ďalšie náhodné požiarne zaťaženia - napr. olej.

Pre systém protipožiarneho zaťaženia bolo pre tieto priestory stanovených niekoľko podmienok, z ktorých sú najhlavnejšie, že požiarne odolnosť jednotlivých požiarnych úsekov, na ktoré sú tieto priestory rozdelené musí byť 90 minút a jedným požiarnym úsekom môže prechádzať len kabeláž jedného systému zaisteného napájaním.

PROJEKTOVANÉ SYSTÉMY PROTIPOŽIARNEHO ZABEZPEČENIA V AE EMO

1. Zálohovanie elektrických ochrán a dimenzia kabeláže
2. Elektrická požiarňa signalizácia (EPS) - Automatický systém hlásenia požiaru (výrobca Tesla Liberec typ MIIU 103)
3. Stabilné kropiace zariadenie (SKZ) - Automatický systém potlačania požiaru (výrobca Karosa Vysoké Mýto)
4. Protipožiarne prepážky rozdeľujúce priestor na požiarne úseky
5. Protipožiarne nástreky systémovej kabeláže hmotou Dexaflam
6. Tlačítkové hlásiče požiaru
7. Požiarňový rozvod vody
8. Prenosné prostricdky hasenia umiestnené mimo priestorov EK
9. Závodný požiarňový útvar

Podľa rozsahu možných technických prostriedkov by sa mohlo zdať, že problémy z hľadiska navrhnutého protipožiarneho zabezpečenia kábl. priestorov sú riešené dostatočne. No analýza komplexu ako celku na základe svetového trendu i prevádzkových skúseností, ale aj z pohľadu technickej úrovne, ktorá nezodpovedá koncu 20. storočia, dokazuje, že toto zabezpečenie je nedostatočné a málo spoľahlivé.

Za základ riešenia tohto problému je nutné jednoznačne vychádzať z prevencie a v maximálne možnej miere riešiť kabeláž s ohľadom na :

1. znižovanie skratových výkonov
2. dôsledný výber a nastavenie elektrických ochrán ako aktívneho prvku proti vzniku požiaru z elektických príčin
3. realizovať pokládku len káblami oheň nešíriacimi a nehorľavými
4. realizovať pokládku káblov tak, aby bolo podľa možnosti rovnomerné zaťaženie požiarňových úsekov so zvýšením požiarnej odolnosti úseku na 3 hodiny
5. vysoko spoľahlivú a selektívnu EPS.

Pri hodnotení navrhovaných a postupne realizovaných systémov protipožiarneho zabezpečenia EMO k.p. z uvedených hľadísk nám vyplýva nasledovné :

1. Spracovateľom úvodných projektov EOP Praha a vykonávacích projektov MIM (EZ) Bratislava kabeláž v EK kanáloch je riešená obdobne ako v EDU s tým, že sú použité nové typy

elektronických ochrán. ZPA Trutnov s podstatne lepšimi charakteristikami.

V súvislosti s prehodnocovaním jadrovej bezpečnosti čl. atómových elektrární po Černobyľskej tragédii na základe sov. požiadaviek vyplývajúcich z previerky vlastných elektrární typu VVER 440, pristúpilo Československo v roku 1988 na zapracovanie týchto požiadaviek pre naše atómové elektrárne.

Pri zapracovávaní uvedených požiadaviek sov. strany môžeme konštatovať, že opäť zvíťazili medzivládne dohody a nie reálne technické hodnotenie čl. atómových elektrární, pretože pre zrealizovanie týchto podmienok bude nutné zvyšovať ~~impedz~~ impedancie a dĺžky kabeláže z dôvodu dosahovania potrebných impedancií pre nastavovanie elektrických ochrán a taktiež bude realizované zálohovanie elektrických ochrán. Uvedené riešenie nemôžeme pokladať za vhodné a adekvátne požadovanému cieľu zmeny s označením 274 E, pretože v konečnom dôsledku napriek tomu, že sa čiastočne zlepší elektrické chránenie, vedie riešenie k zvyšovaniu skratových výkonov v predmetných priestoroch.

2. Ako bolo konštatované v predošlom bode elektrické ochrany použité v EMO sú novej rady ako v stávajúcich čl. elektrárnach s možnosťou lepšej voľby vypínacích charakteristík a vyššej citlivosti. Navyše projekt predpokladá zálohovanie čl. ochrán, čo síce nie je v súlade so svetovými trendami, no vzhľadom na vlastnosti čl. ochrán pokladáme uvedené riešenie za prijateľné.

3. Problém riešenia kabeláže nehorľavými alebo oheň nešíracimi káblami je všeobecným problémom nášho priemyslu a je chybou, že predpokladané zahájenie výroby týchto káblov v ČSFR nezastihne pravdepodobne ani EMO k.p.

Pokládka kabeláže je síce riešená spôsobom oddelenia jednotlivých systémov v samostatných kanáloch s použitím protipožiarnych nástrekov Dexaflam, ale kabeláž pre blokovú dozornú zo všetkých systémov sa stretú priamo v jednom priestore pod blokovou dozornou, čiže v prípade požiaru v tomto priestore by bola celá činnosť obsluhy paralizovaná požiarom včetně núdzovej dozorne. Tento bod pokladáme za kritický celého projekčného riešenia a je bezpodmienečne nutné ho urýchlene vyriešiť.

4. Podľa modelových skúšok VÚPEK Bratislava v EDU k.p. bolo zistené, že požiarne zataženie horľavými látkami niektorých požiarnych úsekov je také, že by v nich prípadný požiar trval viac ako 90 minút v niektorých prípadoch až 240 minút, pričom požiarne odolnosť úsekov je stanovená do 90 minút.

Pri preverovaní množstva horľavých hmôt v niektorých úsekoch káblových kanálov EMO a zhodnotení technických prostriedkov pasívnej ochrany už pri zbežnom porovnaní je zrejmé, že situácia v EMO je obdobná a aplikovateľná na naše podmienky. Čo je absolútne neprijateľný stav potrebný pre urýchlené prehodnotenie.

5. Najdôležitejším prvkom protipožiarneho zabezpečenia káblových priestorov a rozvodní pre zabezpečenie rýchleho zásahu je EPS (el. požiarne signalizácia).

Z porovnania projektov EMO a EDU vyplýva, že rozsah priestorov a zariadení chránených EPS je podstatne väčší o čom svedčí aj počet ústrední EPS, ktorých je v EMO 222 s jednotkovou kapacitou ústredne 24 slučiek. EPS pre EMO je výrobkom Tesly Liberec typ MHU 103. Bohužiaľ aj v tomto prípade musíme konštatovať, že sa jedná o výrobok technicky zastaralý a podľa prevádzkových skúseností je málo spoľahlivý. Jeho známe technické nedostatky sú :

1. nízka prevádzková spoľahlivosť
2. nízka adresnosť hlásičov požiaru
3. vysoká náročnosť na rozsah kabeláže
4. náročnosť na údržbu

Všetky uvedené nedostatky vedú v praxi k celkovej nedôvere k EPS hlavne z dôvodu množstva falošných signálov, čo vedie v konečnom dôsledku k znižovaniu ostražiteľnosti prevádzkového personálu. Možným riešením tohto problému by bolo nahradenie uvedeného typu EPS napr. typom MHU 106 s programovým vybavením resp. výrobkom firmy CERBERUS.

Záverom tohto veľmi strohého hodnotenia situácie v projektovej príprave ale i montáži káblového hospodárstva v EMO Mochovce z pohľadu protipožiarnej ochrany je možné konštatovať, že v uvedenej časti je veľký rad nedostatkov, ktoré je

nutné urýchlene riešiť na potrebnej úrovni hodnej atómovej energetiky i konca 20. storočia, pretože vzhľadom na stále prísnejšie predpisy pre prevádzku atómových elektrární by sa mohlo stať, že jedného dňa nespĺníme medzinárodné kritériá pre bezpečnosť prevádzky týchto zariadení.

Ing. Ľubomír BAGIN, SEP Atómové elektrárne koncernový podnik
Mochovce 935 39 Mochovce

Ladislav ALFÖLDI, Ľubomír BAGIN

ZABEZPEČENIE POŽIARNEJ OCHRANY
JE MOCHOVCE S BLOKMI VVER - 440 POČAS VÝSTAVBY

ÚVOD

Výstavba atómovej elektrárne je veľmi zložitá a náročná stavba. Preto okrem stavebných a montážnych činností nemalú pozornosť je potrebné venovať aj otázkam požiarnej ochrany. V objektoch zariadení staveniska ako aj pri samotnej výstavbe sa skladujú a manipuluje sa s veľkým množstvom horľavých látok ako napr. drevo, obalový materiál, horľavé kvapaliny (farby, laky, riedidlá, PHM), plyny a iné. Pracuje sa s otvoreným ohňom, vykonávajú sa zvaračské, paličkové a rezacie práce. Vykonáva sa nástrek a náter konštrukcií a zariadení rôznymi druhmi farieb, lepi sa podlahovina a pod. Na jednotlivých miestach staveniska sa sústreďuje do celkov veľký počet prenosných stavebníštných buniek, ktoré slúžia ako kancelárie, šatne, príručné sklady a pod. Spletitý je tiež elektrický rozvod stavebníštného prúdu.

ORGANIZÁCIA POŽIARNEJ OCHRANY NA STAVBE

Jadrová elektráreň Mochovce má ustanovené oddelenie požiarnej ochrany, ktorý má referát prevencie a závodný požiarly útvar. Generálny dodávateľ stavby Hydrostav Mochovce a technológie Škoda VE Praha majú ustanovených technikov požiarnej ochrany.

Koordináciu činností v plnení úloh PO zabezpečuje celostavenisková požiaro-technická komisia. Táto komisia má spracovaný štatút na základe ktorého zabezpečuje svoju činnosť. Jej členmi sú štatutárny zástupcovia a technici PO generálnych dodávateľov a investora. Predsedom komisie je zástupca EMO a tajomníkom vedúci oddelenia PO EMO.

V prípade potreby k rokovaniu komisie sú prizvaní ďalší odborníci.

K základným úlohám celostaveniskovej PTK patrí :

- výkon kontrolnej činnosti na objektoch výstavby, navrhovanie a posudzovanie príslušnej dokumentácie na zabezpečovanie úloh požiarnej ochrany.

Základným dokumentom platným pre obdobie výstavby je "Štatút požiarnej ochrany účastníkov výstavby JE Mochovce". V tomto dokumente sú uvedené zásady zabezpečovania požiarnej ochrany pre investora a dodávateľov v období výstavby. Štatút požiarnej ochrany účastníkov výstavby JE Mochovce, bol spracovaný na základe hospodárskych zmlúv a je potvrdený účastníkmi výstavby. V jednotlivých článkoch Štatútu sú uvedené práva a povinnosti investora a dodávateľov stavby a technológie.

Ďalším dokumentom upravujúcim požiadavky na zabezpečenie požiarnej ochrany sú "Zásady pre organizačné zabezpečenie perotipožiarnych opatrení počas výstavby JE Mochovce". V týchto "Zásadách ..." sú zakotvené požiadavky PO pri vykonávaní stavebných prác, montážnych prác a záručených stavebno-montážnych prácach. Pre činnosť so zvýšeným požiar- nym nebezpečenstvom má každá dodávateľská organizácia spracovaný vnútropodnikový riadiaci akt.

Samostatnú pozornosť v oblasti prevencie si vyžaduje elektro- časť, t.j. pokládka káblov a oživovanie. Pre túto činnosť boli spracované samostatne "Zásady PO pre pokládku káblov". V tomto dokumente sú zapracované všeobecné podmienky za akých je možné vykonávať pokládku káblov. V naviazujúcom do- kumente "Zásady pre zabezpečenie PO - II. etapy pokládky ká- blov a oživovania" sú rozpracované požiadavky požiarnej ochra- ny podľa jednotlivých prevádzkových súborov elektrokanálov, priestorov a šachiet. V tejto etape sú dané aj úlohy pre kontrolnú činnosť personálu na oživené priestory, vzhľadom k tomu že nie je ešte v činnosti elektrická požiar- na signali- zácia.

KONTROLNÁ ČINNOSŤ

Fyzickú kontrolu objektov si zabezpečuje a vykonáva každá dodávateľská organizácia v zmysle požiadavky právneho predpi- su. Spoločná kontrola objektov členmi celostaveniskovej PTK je vykonávaná námatkove, najmenej však štvrtročne.

Výsledky týchto kontrol sú predkladané Vedeniu stavby, kde sa prijímajú príslušné opatrenia pre jednotlivých účastníkov výstavby. Komplexná kontrola orgánmi štátneho požiarneho dozoru je vykonávaná každé dva roky a kontrolná dohliadka v nasledujúcom roku. Najčastejšie nedostatky pri kontrolách sú zisťované pri prácach zvaračských a pališských, nesprávne rozmiestnenie UHMO buniek, v zimnom období zakladanie ohníkov na ohrievanie sa, nedodržanie zákazu fajčenia pri natieračských prácach a pod.

Na útvár požiarnej ochrany EMO sú predkladané na porúdenie dodatky projektovej dokumentácie, dokumentácia predkomplexného a komplexného vyskúšania. Pracovníci sa taktiež zúčastňujú preberacieho a kolaudačného konania stavieb.

V oživených priestoroch elektrozariadení pravidelnú kontrolu vykonávajú pracovníci smenovej prevádzky elektro.

REPREZIA

Činnosť represie zabezpečuje počas výstavby závodný požiarny útvár EMO, čo je zakotvené v hospodárskych zmluvách medzi investorom a dodávateľom. V súčasnosti je ZPÚ umiestnený v doškových priestoroch. Činnosť útvaru je však takmer komplexná. Výkon služby je zabezpečovaný v trojsmenovej prevádzke. Z technických prostriedkov v súčasnosti sú k dispozícii 3 automobilové cisterny, dopravné vozidlo a vozidlo pre rýchly zásah. Zabezpečuje sa protiplánová služba s primeraným počtom dýchacích prístrojov a ochranných oblekov. Buduje sa spojovacia sieť. V oblasti TŽ sa zabezpečujú potrebné vecné prostriedky PO. Vzhľadom k rozsiahlej ploche zariadenia staveniska, ako aj lokality výstavby všetky objekty sú označené dobre viditeľným číselným kódom v zmysle projektovej dokumentácie. Toto slúži na ľahšiu orientáciu sa jednotky PO v prípade zásahu. Taktiež na ZPÚ je v dispozícii projekt kábelových kanálov a priestorov s vyznačením trás, ktoré sú pod napätím. V celom areály výstavby sú vycipované a označené podzemné a nadzemné hydranty k odberu požiarnej vody.

Ohlasovanie požiaru je zabezpečené priamou linkou na ZPÚ z lokality výstavby a z ostatných objektov zariadenia staveniska cez smerové čísla. V objektoch stavieb sú inštalované tzv. prenosné telefónne búdky. Jednotky ZPÚ najčastejšie zasahovali pri požiaroch vzniknutých od zvaračských prác.

ZÁVER

V závere tohto príspevku by som chcel poukázať na nedostatky ktoré je potrebné odstrániť už v začiatkoch výstavby. Nedostatok vidím v tom, že samostatná funkcia požiarneho technika u investora bola zriadená neskoro a v začiatkoch bola obsadená nízko kvalifikovaným pracovníkom. Tým sa stalo, že hlavne pripomienkovanie projektovej dokumentácie v oblasti požiarnej ochrany nebolo zabezpečené na dostatočnej odbornej úrovni. Prínosom by bolo tiež zaradenie štatutárnych zástupcov v celostaveniskovej požiarne technickej komisii od ostatných dodávateľov ktorí sa značnou mierou podieľajú na výstavbe elektrární. Taktiež hneď v začiatkoch výstavby je potrebné ustanoviť závodný požiarny útvar aspoň s minimálnym počtom pracovníkov a príslušnou technikou. Ďalej považujem za potrebné zakotviť v príslušných dokumentoch upravujúcich vzťahy medzi investorom a dodávateľmi, aby pri rokovaniach v otázkach požiarnej ochrany bol vždy prizvaný technik PO investora. Pre zabezpečenie PO pokládky káblov a oživovania, je potrebné, aby už v tejto etape bola v činnosti aspoň elektrická požiarne signalizácia, prípadne stabilné hasiace zariadenie s možnosťou napojenia mobilnej techniky.

Je zrejmé, že už v súčasnosti, ale hlavne v budúcnosti budú kladené zvýšené požiadavky na jadrovú a požiarne bezpečnosť, preto je potrebné v tejto oblasti zvýšiť požiadavky PO po stránke technickej ako aj legislatívnej.

Miroslav BOLEMAN

SKÚSENOSTI SO ZABEZPEČOVANÍM POŽIARNEJ
OCHRANY NA JE JASLOVSKÉ BOHUNICE A ZVY-
ŠOVANIE POŽIARNEJ BEZPEČNOSTI OPROTI
PROJEKTU

1. ÚVOD

Jednou z dôležitých súčastí zabezpečenia bezpečnosti prevádzky JE je zabezpečenie požiarnej ochrany v celom areáli elektrárne. Požiar na AE je jednou z najvážnejších porúch vôbec. Okrem priamych škôd a výpadku vo výrobe elektrickej energie môže byť požiar príčinou poruchy alebo výpadku zariadení dôležitých pre jadrovú bezpečnosť, a tým aj príčinou jadrovej havárie. Z tohto dôvodu je zabezpečenie požiarnej ochrany JE mimoriadne dôležité a každá nedbalosť pri zabezpečovaní požiarnej ochrany môže prerásť do ekologickej katastrofy.

2. PROJEKT POŽIARNEJ OCHRANY

Z vyššie uvedených dôvodov je nutné venovať už v projektovej príprave požiarnej ochrane náležitú pozornosť. Žiaľ pri elektrárnach V-1 a V-2 je nutné konštatovať, že projekt požiarnej ochrany nezabezpečuje v plnej miere zabezpečenie požiarnej ochrany prevádzkovaných elektrární. Je to spôsobené tým, že projekt bol vypracovaný v zmysle platných ČSN a v zmysle vtedajšieho technického poznania a skúseností z prevádzkovania jadrových elektrární. Normy podľa ktorých bol projekt spracovaný už stratili svoju aktuálnosť, hoci niektoré sú ešte stále v platnosti a v čase spracovania projektu boli skúsenosti z prevádzkovania JE malé a aj nedostupné.

Hlavným nedostatkom projektu sa javí malé množstvo stabilných hasiacich zariadení aj v priestoroch, kde je hasenie mobilnou technikou značne sťažené, alebo úplne vylúčené.

Nedostatky v projekte pri zabezpečovaní požiarnej ochrany sme sa v začiatkoch prevádzky snažili v spolupráci s HS ZbPO MV SR

riešiť zvýšením početného stavu ZPÚ. Z pôvodne projektovaného počtu 35 sa zvýšil postupne stav na súčasných 70 požiarnikov. Vzhľadom na charakter pracovísk /nemožnosť hasenia el. zariadení pod napätím a nemožnosť vypnutia el. spotrebičov dôležitých zariadení aj pri požiari /sú v elektrárni priestory, kde v prípade požiaru nemožno nasadiť účinný represívny zásah. V rámci zvyšovania bezpečnosti prevádzky sa snažíme takéto miesta pokryť stabilnými hasiacimi zariadeniami. Z hľadiska bezpečnosti aj požiarnej je menej bezpečná el. V-1, a preto tejto elektrárni je venovaná aj väčšia pozornosť.

3. ZVÝŠENIE POŽIARNEJ BEZPEČNOSTI JE V-1 OPROTI PROJEKTU

Najväčším nedostatkom projektu PO JE V-1 je nedelenie napájania el. spotrebičov do systémov, nedostatočné vybavenie požiarnebezpečných pracovísk SHZ, nevyhovujúca EPS v káblových priestoroch a SHZ v káblových priestoroch, ktorého účinnosť nie je dostatočne preukázaná. Pre zvýšenie požiarnej bezpečnosti boli už zrealizované nasledujúce opatrenia :

- prepojenie technickej vody s prídávaním penidla do systému potlačenia káblových priestorov
- polostabilné hasiace zariadenie na HON TG
- nainštalovanie vodných diel v strojomni pre ochladzovanie stropných konštrukcií aj s prírodnými suchovodmi
- striekanie káblov protipožiarou hmotou Dexaflama
- rozdelenie polí rozvádzačov vo vnútorných rozvodniach na samostatné požiarne úseky
- rozšírenie SHZ na olejové hospodárstvo napájacích čerpadiel.

Ďalšie opatrenia pre zvýšenie požiarnej bezpečnosti sú uvedené v upresnenom Programe zvyšovania bezpečnosti prevádzky. Celkovo je pripravených 22 opatrení, ktoré sa realizujú v DOKOMPLETOVANÍ EBO II, alebo ako samostatné akcie. Zo všetkých opatrení boli pracovníkmi EBO vytipované 4 akcie, ktoré po zrealizovaní značnou mierou prispievajú k zvýšeniu požiarnej bezpečnosti, a tým aj k zvýšeniu prevádzkovej bezpečnosti JE V-1. Tieto štyri opatrenia boli uvedené ako prvoradé z hľadiska PO aj v správe pre ČSKAE a termín realizácie najneskôr do 06/92.

Ido o tieto opatrenia :

- výmena EPS TOL v káblových priestoroch za EPS s adresnými hlásičmi firmy Cerberus
- zabezpečenie el. napájania dôležitých spotrebičov dochladzovania reaktora náhradnými trasami káblov
- dovybavenie ZPÚ univerzálnym hasiacim automobilom Mixmatic fy Rosenbaver s 2000 kg halónu a 1000 kg prášku pre hasenie el. zariadení pod napätím
- nastriekanie káblov protipožiarnou hmotou Dexaflamm

Po zrealizovaní týchto opatrení bude zabezpečená požiarne bezpečnosť káblových priestorov na takú mieru, že požiar by namal vyradiť spotrebiče dôležité pre dochladzovanie reaktora.

Z ďalších opatrení v káblových priestoroch je nutné spomenúť zamedzenie prestupu dymu medzi jednotlivými požiarными úsekmi /utesnenie požiarnych dverí/, zamedzenie vniknutiu dymu na blokové dozorne atď.

Vleklým problémom je aj nepreukázateľná účinnosť SHZ pevného v káblových priestoroch. Toto zariadenie je sovietskej výroby a je asi jediné svojho druhu v ČSFR. Pred uvedením do prevádzky bolo vyskúšané a bolo vydané potvrdenie MV, že spĺňa požiadavky kladené na stabilné hasiace zariadenie. V priebehu prevádzky sa vyskytli pochybnosti o účinnosti tohto stabilného hasiaceho zariadenia vzhľadom na zvýšenú teplotu a vývin agresívneho dymu, tým je predpoklad nedostatočného napenenia na penotvorných prúdnicích. SHZ tohto druhu bolo inštalované aj v Arménskej atómovej elektrárni, kde došlo k vyhoreniu káblových priestorov. Podľa vyjadrenia pracovníkov Arménskej el. to nebolo spôsobené neúčinnosťou SHZ, ale jeho neuvedenie do činnosti. Bolo to spôsobené tým, že SHZ pracovalo v automatickej prevádzke a ovládacie káble zariadenia prehoreli skôr ako bolo zariadenie uvedené do činnosti. Pracovníci Arménskej el. ináč SHZ dávali dôveru a sú presvedčení, že toto zariadenie je dostatočne účinné, len ovládacie káble nemôžu prechádzať chráneným požiarным úsekom. Pristúpiť k výmene SHZ na el. V-1 je zložitý problém. Výmena sa nemôže stihnúť za jednu GO, čiže by sa muselo pracovať za pre-

vádzky a to by znamenalo značný nárast prác aj požiarna nebezpečných. V ČSFR v súčasnosti nie je vyvinuté SHZ, ktoré by zaručovalo uhasenie vzniknutého požiaru. SKZ, ktoré je použité na JE V-2 slúži na ochladzovanie konštrukcií a podľa vyjadrenia výrobcu Karosa Vysoké Mýto uhasí požiar s pravdepodobnosťou 15 - 20 %. Vymieňať preto SHZ penové za SKZ je riskantné, pretože by sme inštalovali zariadenie o stupeň menej účinné. V prvej fáze zvyšovania sme sa orientovali preto na výmenu EPS za kvalitatívne lepšiu, zvýšenie pasívnej ochrany vybavením nástrekov a nákup automobilu, ktorý by umožňoval hasiť aj rozsiahlejší požiar káblových priestorov bez nutnosti vypnutia hasených káblov.

Do budúcnosti uvažujeme tiež s možnosťou využitia samočinného zariadenia na hasenie ťažko prístupných miest bez prítomnosti požiarnika. V spolupráci s VŠB katedrami techniky PO a bezpečnosti priemyslu a katedrou robotiky bolo vypracované technické zadanie pre možnosť zostrojenia takého zariadenia. Z požadovaných technických parametrov je nutné dodržať rozmery /max. šírka 550 mm, hmotnosť 150 kg, výška 1000 mm/ a ďalšie požiadavky : nezávislý zdroj pohonu, možnosť hasenia el. zariadení pod napätím do 10 kV, možnosť hasenia v Ra prostredí, zaručená odolnosť proti kyselinám, možnosť pripojenia na CAS, detektor na vyhľadanie ohniska požiaru a vysúvacie hasiace rameno. Takéto zariadenie by sa dalo využiť v ťažko prístupných a zadymených priestoroch ako sú káblové priestory a rozvodne.

Ďalším opatrením podstatne zvyšujúcim požiarne bezpečnosť je využívanie termovízie. Pravidelne sa kontrolujú všetky káblové spojky a vybrané káble na oteplenie, čím sa predchádza možnosti vzniku požiaru, lebo zo skúseností vieme, že bez predchádzajúceho prehriatia sa kábel ani pri skrate nezapáli.

ZÁVER

Toto bol výňatok zo skupiny opatrení pre zvýšenie požiarnej bezpečnosti v Atómových elektrárnach Bohunice. Investičné

náklady vynaložené na tieto účely nie sú samoučelné, ale sledujú zvýšenie bezpečnosti prevádzky, a tým plnia tiež záver či vyrábať elektrickú energiu v atómových elektrárnach - vyrábať, ale bezpečne.

Ing. Miroslav BOLEMAN

Slovenský energetický podnik, Atómové elektrárne Bohunice,
Jaslovské Bohunice, 919 31

Josef BRODEK, Ľuboslav JASOVSKÝ

PROBLEMATIKA ISTENIA V JADROVÝCH ELEKTRÁRŇACH

1. ÚVOD

Hlavným cieľom chránenia energetického zariadenia v jadrových elektrárňach, je čo najviac obmedziť škody, ktoré vznikajú ako dôsledok porúch zariadenia, s dôrazom na zaistenie bezpečnosti. Jedným z faktorov, ktoré majú preventívny vplyv na požiarne bezpečnosť - okrem stabilných hasiacich systémov, ako je sprchový systém, systém penohasenia, nástrek káblov špeciálnymi materiálmi a elektrická požiarne signalizácia - je aj správne dimenzovanie a istenie kábelových prívodov k jednotlivým spotrebičom.

Úroveň jadrovej a požiarnej bezpečnosti je daná už koncepciou projektu jadrovej elektrárne. Už pri tvorbe koncepcie musia byť zohľadnené všetky požiadavky na bezpečnú a spoľahlivú prevádzku. Pre jadrovú elektrárňu je charakteristické veľké množstvo elektrických motorov a rozvodného zariadenia, čomu odpovedá aj kábeláž patričného rozsahu. Bezpečná a spoľahlivá prevádzka elektrozaariadenia je podmienená správnou koncepciou istenia.

2. ZÁKLADNÉ POŽIADAVKY NA ISTENIE

- Navrhnutie vhodného istiaceho prvku v súlade s jeho skratovou odolnosťou a štítkovým údajom spotrebiča.
- Správne dimenzovanie vodičov a káblov vzhľadom na dovolenú prevádzkovú teplotu, dovolené prúdové zaťaženie, mechanickú pevnosť a úbytok napätia.
- Výber istiacich prvkov a káblov s prihliadnutím k hospodárnosti.

Všetky požiadavky na istenie sú určené Česko-slovenskými štátnymi normami /ČSN/ a sú záväzné pre projektantov, aj pre prevádzkovateľov.

Skúsenosti z kontroly projektov, preberania zariadenia a prevádzky však ukazujú, že v praxi sa vyskytuje celý rad nedostatkov, ktoré je potrebné neodkladne riešiť.

V našom referáte sa budeme zaoberať problematikou istenia elektrozariadenia jadrovej elektrárne /JE/ v oblasti rozvodu 0,4 kV a rozvodu 6 kV.

3. ROZVOD 0,4 kV

a/ Základná koncepcia

Úsekové rozvádzače 0,4 kV majú pracovný a rezervný prívod a sú vybavené automatikou zásoku na rezervné napájanie s blokováním pri skrate na prípojniciach. Prívodné polia sú chránené sekundárnymi nadprúdovými časovými ochranami AT 31. Tieto ochrany sú odblokované pri poklese napätia, z dôvodu rozlíšenia skratu od rozbehu motorov. Možnosť časového oneskorenia pôsobenia ochrany umožňuje dodržať časovú postupnosť pri vypínaní /selektivitu/ v prípade skratu.

Táto koncepcia bola prijatá a realizovaná až v období preberania zariadenia prevádzkovateľom. Pôvodná koncepcia využívala priame skratové spúšte ističov ARV v prívodných poliach úsekových rozvádzačov. Zmena koncepcie bola vykonaná z dôvodu nemožnosti presného nastavovania priamych skratových spúští, nemožnosti kontroly nastavenia /veľké nároky na skúšobný prúdový zdroj/, čím nebolo možné zabezpečiť selektívne pôsobenie skratových ochrán.

O správnosti zámeny priamych ochrán sekundárnymi, svedčí aj niekoľko prípadov skratu na prípojniciach úsekových rozvádzačov 0,4 kV. Vo všetkých prípadoch sekundárne ochrany pracovali spoľahlivo a pôsobili selektívne.

Pre vývody z úsekových rozvádzačov pre napájanie podružných rozvádzačov sú použité ističe J2UX-S so selektívnou skratovou spúšťou R 21.

Vývody na motory z úsekových rozvádzačov 0,4 kV sú istené v závislosti na ich výkone:

- 10 - 30 kW, istič J2UX-NS s prídavnou skratovou ochranou R 21 a ochranou proti preťaženiu R 100;
- 30 - 75 kW, istič J2UX-N s vnútornou skratovou spúšťou a ochranou proti preťaženiu R 100, prípadne v kombinácii J2UX-N s ochranou J4X;
- viac ako 75 kW, istič J2UX-M s vnútornou skratovou spúšťou a s vnútornou ochranou proti preťaženiu.

b/ Prevádzkové skúsenosti a problémy

Najslabšou zložkou uvedených istiacich prvkov je istič J2UX s vnútornými priamymi ochranami. V prevádzkových podmienkach neexistuje možnosť ich presného nastavenia a opakovanej kontroly nastavenia bez toho, aby prevádzkovateľ mal k dispozícii špeciálny prúdový zdroj. Podmienky prevádzky JE nás prinútili zriadiť takýto skúšobný stend. Možnosť kontroly priamych spúští na skúšobnom stende umožnila zistiť rad nedostatkov v nastavení skratových spúští a ich mechanickom prevedení. Tieto boli konzultované s výrobcom ističov J2UX /OEZ Letohrad/, ktorý doplnil revízny postup o nové úkony. /Previerka mechanickej pohyblivosti skratových spúští, zmena druhu maziva a spôsobu mazania a pod./. Napriek tomu, spoľahlivosť ističov J2UX tým nebola doriešená, pretože naďalej ostáva problém s ich mechanickou spoľahlivosťou a skratovou odolnosťou. V dôsledku toho sa javí problematická vhodnosť použitia takýchto ističov v podmienkach prevádzky JE, čo bolo aj je predmetom mnohých jednaní prevádzkovateľa s výrobcom, projektantom /EGP/ a ČSKAE /Česko-Slovenská komisia pre atómovú energiu/.

Ďalším problémom, z pohľadu dodržania selektívneho vypínania, je istenie prívodov podružných rozvádzačov primárneho okruhu sovietskej výroby. V prívodoch týchto rozvádzačov sú použité ističe A 3163, ktoré sú vybavené iba tepelnou spúšťou a ich vypínací čas je závislý na veľkosti nadprúdu. V tomto prípade nie je možné zaručiť selektívne vypínanie medzi ističom A 3163 a ističom J2UX-NS vo vývode

z úsekového rozvádzača.

Nemenej závažným problémom, ako sú istiace prvky, je aj problém dodržania správneho dimenzovania napájacích káblov v súvislosti so zosúladením istiaceho prvku s minimálnym skratovým prúdom./tzv. impedančná slučka/. Dimenzovanie vedenia /kábla/ vzhľadom na funkciu ochrán sa niekedy prehliada. Ochranné a istiace prvky v rozvode majú za úlohu spoľahlivo vypnúť zariadenie pri poruche, alebo poruchovej prevádzke. Táto spoľahlivosť sa však dosiahne spravidla tým, že poruchový prúd je dostatočne veľký, aby uviedol istiaci prvok do činnosti. Preto je potrebné, aby sa vodiče dimenzovali tak, že nepotlačia poruchový prúd natoľko, aby sa zrušil, prípadne znížil jeho účinok na istiaci prvok. S týmto nedostatkom sme sa stretli na JE V-1 pri uvádzaní do prevádzky. V tých prípadoch, kde nevyhovovala impedančná slučka, bolo nutné zvýšiť prierez pridaním ďalšieho paralelného káblu. Získaním týchto skúseností, sme na JE V-2 sprísnilí kontrolu dodávateľa a aj jeho revíznych správ, čím sme prešli mnohým problémom pri preberaní zariadenia do trvalého užívania.

4. ROZVOD 6 kV

a/ Základná koncepcia

Rozvodne 6 kV sú typu IRODEL s výsuvnými maloolejovými vypínačmi, výrobcu EJF Brno.

Jednotlivé rozvodne majú pracovný prívod z odbočkového transformátora vlastnej spotreby a rezervný prívod z rezervného transformátora príslušného reaktorového bloku. Sú vybavené automatikou záskoku rezervného napájania, blokovanou pri skrate na prípojniciax.

Pracovný aj rezervný prívod je chránený skratovou časovou ochranou, ktorá je odblokovaná pri poklese napätia pri skrate. Prívody sú vybavené aj nadprúdovou časovou ochranou proti preťaženiu, ktorá je zapojená iba na signalizáciu.

Proti skratu na prípojnicích, sú rozvádzače typu IRODEL chránené havarijnými zábleskovými ochranami /HZO/ s okamžitým vypínaním všetkých zdrojov.

Vývody pre motory 6 kV sú vybavené okamžitou skratovou ochranou A 22, chrániacou kábelový prívod, ochranou proti preťaženiu motora tepelnou elektronickou ochranou AX 11 a polozávislou nadprúdovou ochranou AP 14 proti ťažkému rozbehu.

Vývody pre napájanie transformátorov vlastnej spotreby 6/0,4 kV sú istené okamžitou ochranou A 22 pôsobiacou na skraty v prívode, nadprúdovou časovou ochranou zachycujúcou aj skraty za transformátorom a nadprúdovou ochranou A 11 pre jedнопólové skraty za transformátorom.

b/ Prevádzkové skúsenosti a problémy

Pri postupnom oživovaní vlastnej spotreby a zapínaní motorov 6 kV vznikli problémy s ochranou A 22. Vo vlastnej spotrebe JE sú motory veľkých výkonov /až 4,8 MW/ a pri zapínaní týchto motorov vznikajú veľké hodnoty rozbehových prúdov, ktoré spôsobovali nábeh skratových ochrán A 22 s vypínaním pri rozbehu. Oscilografické merania rozbehových prúdov týchto motorov potvrdili prítomnosť veľkých jednosmerných špičiek, zapríčínujúcich nesprávne pôsobenie skratových ochrán A 22. Tento problém sme v spolupráci s dodávateľom a projektantom vyriešili doplnením kondenzátora k cievke vypínacieho relé, čím sa dosiahol jeho oneskorený nábeh a preklopenie jednosmernej špičky.

Ďalší problém s nastavením ochrán vznikol u motorov hlavných cirkulačných čerpadiel /HCČ/, kde vplyvom dlhého a ťažkého rozbehu zapríčineného zotrvačnikom, dochádzalo k nesprávnemu pôsobeniu polozávislej nadprúdovej ochrany AP 14. Z toho dôvodu je v súčasnosti pri rozbehu HCČ prúd do ochrany na určitú dobu vykrátený.

Problém, ktorý doteraz nemáme uspokojivo vyriešený, priniesla so sebou zmena a/ OEG 38 4065 /Prevádzka, navrhovanie a skúšanie releových ochrán a automatík/.

Uvedená zmena značne sprísňuje požiadavky na nadprúdové číslo, prístrojových transformátorov prúdu /PTP/ pre elektromechanické skratové ochrany. Problém by bolo možné vyriešiť dvomi spôsobmi. Výmenou elektromechanických ochrán za elektronické, alebo výmenou PTP vhodného prevodu. V skutočnosti však obe tieto riešenia, aj keď sú na pohľad jednoduché, prinášajú so sebou celý rad problémov. Výmena ochrán naráža na problém priestoru v ovládacej časti skrine typu IRODEL a výmena PTP z toho dôvodu, že výrobca EJF Brno nevyrába vhodný náhradný typ.

5. ZÁVER

Účelom referátu bolo stručné oboznámenie so spôsobmi a problematikou istenia v JE. Cieľom nebolo podľa vyčerpávajúcu správu, ale iba rámcové oboznámenie. Z uvedených faktov jednoznačne vyplýva dôležitosť tohto problému v prevádzke JE, ktorý má priamy vplyv alebo dopad na jadrovú a požiarnu bezpečnosť elektrárne.

Pre udržiavanie požadovaného stupňa bezpečnosti v JE v úseku elektrických ochrán a istenia je potrebné:

- vybavovať JE kvalitnými istiacimi a spínacími prvkami,
- vyžadovať od výrobcov istiacich prvkov a elektrických ochrán patričné skúšobné zariadenia,
- v súlade s vývojom novej techniky inovovať ochrany a istiace prvky,
- zabezpečovať pravidelnú kontrolu a údržbu,
- zvyšovať odbornú úroveň prevádzkového a údržbárskeho personálu.

Ing. Jozef BRODEK, Ing. Ľuboslav JASOVSKÝ
Atómové elektrárne Bohunice, odštepny závod
919 31 Jaslovské Bohunice

Josef ZAVŘEL, Jan DOSEDLA

STABILNÍ HASÍCÍ ZAŘÍZENÍ SOUČ. STAV A VÝVOJ

1. ÚVOD

V našem referátu na výše uvedené téma Vás chceme stručně seznámit se současným stavem a perspektivami rozvoje SHZ a PHZ v ČSFR, přičemž se v souladu s obsahem konference blíže zmíníme o použití SHZ a PHZ na našich jaderných elektrárnách.

2. VŠEOBECNÝ POPIS

Stabilní a polostabilní hasicí zařízení jsou nezbytná všude tam, kde je nutný buď rychlý a pohotový zásah, nebo v případech, kdy je nezbytné zajistit stabilním protipožárním zařízením těžko přístupné popř. životu velmi nebezpečné objekty resp. prostory.

Stabilním hasicím zařízením (SHZ) rozumíme takové hasicí zařízení, u něhož je hasivo dopravováno pevně zabudovaným zdrojem, na rozdíl od polostabilního hasicího zařízení (PHZ), kde potřebné množství hasiva dopravuje do stabilního rozvodu mobilní požární technika.

Obecně lze SHZ a PHZ rozdělit základním způsobem, dle použitého hasiva, a to na zařízení vodní (drenčerová), pěnová, plynová, prášková a parní.

S.p. Karosa projektuje, vyrábí a montuje z tohoto výčtu SHZ a PHZ drenčerová, pěnová a plynová, přičemž je nutno uvést, že každé z těchto zařízení má svoje specifické možnosti použití a technické řešení, vyplývající především z vlastností a způsobu působení použitého hasiva.

3. POPIS JEDNOTLIVÝCH HASÍCÍCH ZAŘÍZENÍ

3.1. Drenčerová SHZ a PHZ

3.1.1. Všeobecný popis hašení a techn. řešení

Drenčerovým hasicím zařízením jsou souhrnně nazývána všechna zařízení se sprchovými, rozprašovacími plochoproudovými aj. hubicemi, které buď nárazovým nebo odstředivým způsobem dělí plný proud na kapky různé velikosti. Tyto hrubé, střední až jemné kapky vody v případě spuštění zařízení účinně ochlazují, přičemž vzniklá vodní pára spolu s vodní mlhovinou (záleží na velikosti kapek) navíc vytvářejí nad ohniskem požáru inertní

atmosféru, která zabraňuje vzduchu v přístupu k ohni. Společným působením těchto faktorů následně dochází k uhašení požáru.

Drenčerové SHZ se skládá z těchto hlavních částí: čerpací stanice, ovládání a potrubních rozvodů.

Čerpací stanice je většinou řešena se zásobní nádrží vody, zasahující až pod podlahu stanice, odkud je z jímky voda odebírána pomocí vertikálních čerpadel. Čerpací stanice musí být navrženy v souladu s DN 73 6624 "Vodárenské čerpací stanice".

Ovládání SHZ pro jednotlivé chráněné prostory je buď umístěno v čerpací stanici nebo je řešeno v samostatné místnosti či prostoru, příp. za ochranným štítem. Vlastní ovládání je navrhováno u jednodušších zařízení pomocí armatur s ruč. kolem, u rozsáhlejších SHZ jsou ovl. armatury většinou opatřeny elpohonem a toto zařízení lze spouštět i zcela automaticky v návaznosti na signál od elektrické požární signalizace (EPS). Zcela automatické spouštění SHZ spolu s umístěním ovl. armatur v samostatné místnosti nebo prostoru je také typický systém, používaný na jaderných elektrárnách (JE).

Potrubní rozvody přivádějí vodu do jednotlivých chráněných prostorů, kde jsou na vhodně umístěné hasící lišty dle potřeby osazeny zvolené hubice.

U PHZ se jedná zejména o vybudování potrubních rozvodů, přičemž je voda odebírána většinou z hydrantů a čerpání s ovládáním zařízení zajišťuje mob. pož. technika. Podmínkou návrhu PHZ je ovšem dojezd mob. pož. techniky k požáru do 5 min. od jeho vzniku.

S. p. Karosa nabízí v tomto oboru několik typů hasících, ochlazovacích a clonových drenčeroých zařízení.

3.1.2. SHZ se sprinklery

Tento nejstarší systém SHZ zatím Karosa nemá ve svém výrobním programu, ale v zájmu kompletnosti je nutno o něm uvést alespoň základní informace.

Princip činnosti tohoto zařízení spočívá v použití spec. sprchových hubic, vybavených skleněnou pojistkou, kterou představuje skleněná baňka se zvláštní tekutinou, zajišťující svojí značnou tepel. roztažností při podstatném zvýšení teploty prasknutí baňky, čímž se hubice otevře a roztříštěná voda začne hasit. Z tohoto vyplývá, že hasící lišty jsou buď stále pod vodou, popř. jsou stále naplněny stlačeným vzduchem, což se používá v případech, kdy teplota okolí klesá pod $-0,0^{\circ}\text{C}$. V návaznosti od poklesu tlaku vody či vzduchu je spouštěno čerpadlo vody a související zařízení.

Vlastních sprchových hubic je vyráběno několik typů, umístěvaných na potrubí v různých polohách.

Jasnou výhodou tohoto systému SHZ je skutečnost, že v případě požáru je v činnosti pouze nezbytný počet hubic, a tudíž nevznikají zásadní škody způsobené vodou na okolním zařízení. Z tohoto důvodu se toto zařízení používá především k hašení plošně rozsáhlých technol. prostorů, obch. domů a kult. zařízení.

3.1.3. SHZ na rozprašenou vodu

Tato stabilní hasící zařízení mají v současné praxi největší použitelnost při hašení kabelových prostorů, kanálů a šachet, olejových transformátorů, nádrží oleje s příslušenstvím, hašení skladových prostor se žhnoucími materiály příp. s některými kapalnými hořlavinami i při hašení vhodných technol. zařízení. Vzhledem k tomu, že hašení kabelových hospodářství, olej. transformátorů a olej. nádrží s příslušenstvím je používáno nejen na jaderných elektrárnách, budeme se stručným popisem těchto zařízení zabývat již v této kapitole, přičemž rozsah zařízení na jednotl. JE bude specifikován v kap. 3.1.5.

Stabilní hasící zařízení kabel. prostorů, kanálů a šachet bude v ČSFR poprvé použito na JE Temelín, neboť sou. systém tzv. "skrápěcího zařízení" nemá požadovanou účinnost. Návrh tohoto hasícího zařízení musí být proveden v souladu s technickým předpisem "Směrnice pro projektování, montáž, zkoušení, údržbu a obsluhu drenčerového hasícího zařízení pro kabelové objekty". Princip zařízení v kab. kanálech a prostorech spočívá v rozmístění rozprašovacích hubic na lištách v několika řadách nad sebou, přičemž hubice jsou umístěny tak, aby rozprašovaná voda vnikala do kabel. lávek ze strany, tj. "přes uličku". Hubice jsou navíc situovány nesouměrně proti sobě, a to proto, aby se rozprašená voda z hubic nesrážela v uličce. U kabel. stoupaček jsou rozprašovací hubice umístěny v závislosti na výšce místnosti v několika řadách nad sebou a vytvářejí jakousi klec okolo svazku stoupajících kabelů. Pro tyto účely byly Karosou vyvinuty nové typy rozprašovacích hubic, ozn. RH 7,5 a RH 15 s úhlem výstřiku 90° a optimálním prac. tlakem 0,4 MPa.

SHZ popř. PHZ olej. transformátorů, převážně venkovních, je v principu prakticky shodné se zařízením pro kabelové stoupačky, když toto zařízení je projektováno dle ONA 38 9212. Hasící rámová konstrukce je ovšem uzavřená a osazena okolo celého transformátoru rozprašovacími

hubicemi RH 20 s úhlem výstřiku 60° a opt. tlakem 0,6 MPa.

SHZ a PHZ olej. nádrží s příslušenstvím je vybaveno rovněž hubicemi RH 20 a počet hasících lišt je úměrný rozměrům nádrže resp. hašeného prostoru.

Při zabezpečení skladů a technol. zařízení (např. v dřevozpracujícím průmyslu) SHZ a PHZ jsou v současnosti také nejčastěji používány hubice RH 20, ale vyskytují se i RH 15 a RH 7,5. V těchto případech jsou hasící lišty s hubicemi umísťovány především pod stropní konstrukcí chráněného prostoru (u skladů) nebo ve vhodné vzdálenosti od technol. zařízení v zájmu rovnoměrného a celistvého pokrytí zařízení rozprášenou vodou. U některých zařízení se hubice umísťují i dovnitř zařízení (např. dopravníky pilin, apod.).

3.1.4. Ostatní protipožární zařízení

Do této kapitoly lze zařadit stabilní skrápěcí zařízení, chlazení nádrží a kulových zásobníků i navrhování vodních clon.

Stabilní skrápěcí zařízení je zatím téměř výhradně použito na jaderných elektrárnách VVER 440 MW. Jedná se o sov. systém hašení kabelových prostorů, kanálů a šachet, aplikovaný dle sov. předpisu VSN 43-85 na těchto našich elektrárnách. Tento systém nepovažuje os. strana za hasící zařízení (odtud tedy název "skrápěcí") a úroveň jeho účinnosti je odvislá od samotného systému zařízení. Princip totiž spočívá v tom, že zhruba uprostřed uličky mezi kabel. lávkami je pod stropní konstrukcí vedeno potrubí, opatřené sprchovými hubicemi, jejichž pomocí je voda rozptýlována po chráněném prostoru. Hubice mají označení DV-10 (umísťují se na potrubí zhora, ve svislé poloze) a DVM-10 (umísťují se zhora, osově zhruba 20° nahoru od vodor. osy). Jelikož ovšem jedna řada kabel. lávek obnáší nezřídka 10 i více lávek nad sebou, a tyto bývají vybaveny dupronitovými deskami, roztrfštěná voda dokáže vniknout s úspěchem pouze do horních dvou až tří lávek, což nezajišťuje 100% hasící schopnost zařízení.

Chlazení nádrží je vlastně neodílná součást SHZ resp. PHZ pěnových, neboť hořící nádrží je nutno nejen hasit, ale i chladit, pokud nádrž není izolována. Chladit je navíc nutno i pláště nádrží sousedních. Chlazení plášťů nádrží je řešeno pomocí jednoho nebo dvou segmentů vedených okolo nádrže, opatřených plochoproudovými hubicemi, ozn. PLH 40. Střechy nádrží

s pev. střechou jsou také chlazeny, ale zde se v současnosti používají nejvíce hubice RH 20.

Obdobný systém, jako u chlazení plášťů nádrží, je používán i u chlazení kulových zásobníků. Chladících segmentů je zde ovšem více a používá se hubic RH 20.

Vodní clony nejsou klasifikovány jako hasící zařízení vzhledem k tomu, že pouze zabraňují rozšíření požáru do jiných požárních zón a neslouží k vlastnímu hašení. Techn. řešení je velmi jednoduché. Jedná se vlastně o jednu či více lišt, osazenými obvykle hubicemi PLH 40. Intenzita dávkování vody se volí podle pož. zatížení. Speciálním designem, často navrhovaným, jsou vodní clony s podlahovými koryty, které vytvářejí most na sekce max. 30 m dlouhé pařez v případě porušení rozbitím podlahy. Je to velmi rychlý most, což bývá jinak velice rychle, vzhledem ke "kumulaci" vody. Intenzita dávkování je u těchto vodních clon vyšší a používá se hubice RH 20.

3.1.5. Drenčerová SHZ na jaderných elektrárnách

Na jaderných elektrárnách s reaktorovým tlakem 440 je používáno většinou vlnitých kanálech, prostorech a šachtách reaktorových, strojoven a etážních sov. systém tzv. skrápěcího zařízení, popsány již v kap. 3.1.4. Kozah tohoto zařízení je na JE velký, přičemž k požadavku na chlazení ochráněných prostorů je nutno přičíst na JE-Průchovce i nutnost seismické odolnosti. Velké části skrápěcího zařízení a s tím spojené použití speciálních armatur a komplexní řešení uchycení potrubních rozvodů. Na těchto JE vyskytuje i drenčerové SHZ na rozprášenou vodu k hašení venkovních transformátorů a některých prostorů olej. hospodářství (zatím jen na JEMO, bude i na JEDU), popsané v kap. 3.1.3.

Na JE-Temelín bude kromě skrápěcího zařízení v sov. zóně projektováni poprvé použito i drenčerové SHZ, vyvinuté pro tento účel Karosou a popsané v kap. 3.1.3. Otázkou v současné době je možnost použití SHZ i v sov. zóně projektování, neboť by to bylo vzhledem k jeho jasně vyšší účinnosti logické, což ovšem naráží na zásadní problémy, vyplývající ze současné úrovně rozestavenosti JE a s tím související nutnosti dodržet ustanovení technického předpisu (viz seznam použ. literatury, bod 8).

I na JE TE je k hašení venkovních transformátorů použito drenčerové SHZ na rozprášenou vodu (viz kap. 3.1.3).

3.2. Pěnové SHZ a PHZ

3.2.1. Všeobecný popis hašení a techn. řešení

Pěnové SHZ a PHZ má své nezastupitelné místo při hašení nádrží ropných produktů i jiných kapalných (např. polárních) kapalin.

Obecně lze podle stupně napěnění vytvořenou pěnu rozdělit na těžkou (1 až 20), střední (20 až 200) a lehkou (200 až 1000), přičemž Karosa dodává pouze SHZ na těžkou pěnu.

Tato pěna má oproti střední a lehké pění výhodu ve větším obsahu vody (a tedy i účinnějším ochlazení hořlaviny) a dále není vzhledem ke své hmotnosti tak náchylná na povětrnostní vlivy (vítr). Nevýhodou je u klasických pěnových SHZ a PHZ nutnost vyššího dávkování pění na vytvoření pěnidla na stejnou chráněnou plochu (např. plochu hladiny ropné).

Pěnové SHZ se skládá z těchto hlavních částí: směšovací (a popř. i čerpací) stanice, ovládání a potrubních rozvodů.

Směšovací stanice zajišťuje přimíšení použitého pěnidla v potřebném procentuelním množství do vody a dopravu vzniklého roztoku až k hašeným prostorům nebo technol. zařízením.

Voda pro hašení je do směšovací stanice obvykle přiváděna ze zokruhovaného syst. pož. vody, napájeného z centrální čerpací stanice. V některých případech, kdy je směšovací stanice budována společně s čerpací, je celý proces čerpání vody a přiměšování pěnidla řešen ve společném objektu.

Ovládání SHZ je obvykle soustředěno za ochrannými štíty, kde jsou umístěny ovl. armatury nejen pro hašení, ale většinou i pro chlazení neizolovaných nádrží (viz kap. 3.1.4). Používány jsou armatury ruční, dálkové popř. zcela automatické ovládání SHZ je spíše výjimkou.

Potrubní rozvody přivádějí nejen vodní roztok pěnidla až k hašeným prostorům nebo technol. zařízením, ale pokud je to nutné, tak i vodu k chlazení.

PHZ pěnové má stabilní pouze potrubní rozvody, vyvedené až za ochr. štít, přičemž čerpání vody a přiměšování zajišťuje mob. pož. technika (dojezd do 5 min. je shodný s podmínkou, uvedenou v kap. 3.1.1.).

3.2.2. Pěnové SHZ a PHZ s proteinovým pěnidlem

Až do současnosti bylo pro pěnová SHZ a PHZ používáno především čs. proteinové pěnidlo "Afrodon" (kromě zařízení v některých velkých chemických podnicích a nebo v případech, kdy byly hašeny polární kapaliny).

Toto pěnidlo bylo u SHZ a PHZ nadzemních stojatých skladovacích nádrží přiměšováno do vody 5 %.

Proces napěnění probíhá v tzv. "pěnotvorné soupravě", umístěné nad nejvyšší úrovní hladiny hořlaviny v nádrži. Souprava je složená ze směšovače, ve kterém se s pomocí přísátého vzduchu těžká pěna vytváří, z napěňovače, kde pěna dostává konečné parametry, a ze směrovací hubice, která zajišťuje stékání vzniklé pěny po vnitřní stěně pláště nádrže na hladinu hořlaviny. Napěnění u tohoto systému je šestinásobné a dávkování pěny je určeno ČSN 38 9220 pro nádrže s pevnou střešou do \varnothing 20 m a pro plovoucí střešy hodnotou 50 l/min pěny na 1 m² plochy hladiny v nádrži. U nádrží s pevnou střešou od 20 do 30 m má tato hodnota 70 l/min/m². Tato systémem jsou hašeny i ucel. jímky těchto nádrží.

Poněkud odlišný je systém používaný pro hašení ležatých nadzemních nádrží a jejich jímek, popř. jiných techn. zařízení, kde je použita tzv. "roztříštěná pěna", vznikající ve spec. hubicích, opatřených tříštíčem, které dodávají těžkou pěnu s 3,5 násobným napěněním. Hubice jsou pravidelně osazeny na hasicích listech, vedených nad nádržemi. Dávkování u tohoto systému je vztaženo opět v souvislosti s ČSN 38 9220 k hašené ploše, přičemž rozhodující pro navrh. zařízení bývá většinou hašená plocha jímky.

3.2.3. Pěnidla "LAKO AFFF"

Rozvoj pěnových SHZ a PHZ nadzemních skladovacích nádrží je v současné době spjat s výrobou syntetických pěnidel "LAKO AFFF" v ČSFR, a to se jmenovitou koncentrací přiměšování 6% resp. 3%. Tato pěnidla, známá ve světě pod názvem "Lehká voda", přivedla na svět americká firma 3M, a znamenají výrazný kvalitativní posun při řešení těchto zařízení, a to zejména z následujících důvodů:

1. Při použití těchto pěnidel dochází k podstatnému zkrácení času, nutného k uhašení požáru.
2. Zásoba vody a pěnidla je při hašení rozměrově stejných nádrží několikanásobně nižší než u SHZ resp. PHZ, navržených ve smyslu ČSN 38 9220.
3. Pěnidla "LAKO AFFF" mají větší trvanlivost než v ČSFR zatím většinou používaná proteinová pěnidla (dle údajů FY 3M až 20 let).
4. Techn. řešení umožňuje, či přímo vybízí, navrhovat u těchto SHZ resp. PHZ aplikaci pěny do nádrže zdola (probublání).

5. Potřeba hasiva je vztažena ke specifickým konstr. řešením hašených nádrží.
6. Je možno navrhovat pěnová SHZ pro nádrže s pevnou střechou nad průměr 32 m (ČSN 38 9220 toto neumožňuje).
7. Oproti ČSN 38 9220 "Pěnové hasicí zařízení nadzemních skladovacích nádrží" je správněji řešeno dohašení menších ohnisek požáru v okolí hašené nádrže.

Princip hašení s pomocí "Lehké vody" spočívá nejen ve vytvořené pění na hladině hořlavé kapaliny (ostatně tato pěna se poměrně brzy rozpadá), ale zejména ve vzniku jakéhosi "filmu" na hladině hašené hořlaviny, která nejen zabraňuje vzduchu v přístupu k ohnisku požáru, ale neumožňuje i odpařování a tedy i hoření těchto par nad hladinou. Vytvořený "film" má velmi silnou vzájemnou vazbu mezi jeho jednotlivými molekulami, přičemž nejdůležitější roli hraje působení atomů uhlíku a fluoru. Z tohoto důvodu také při porušení vzniklého filmu (např. vhozeným předmětem) dochází neprodleně k zacelení vzniklé trhliny.

Pěnidla "LAKO AFFF" je možno všeobecně použít při aplikaci pěny do nádrže zhora i zdola (kromě velmi hustých hořlavin), nedoporučuje se jejich použití pro polární hořlaviny, kde je nutno použít spec. typ "LIGHT WATER/ATC", a dále je nevhodně použít k hašení zkapalněných plynů. Tak jako všechna pěnová zařízení i toto SHZ a PHZ nelze použít k hašení zařízení pod el. proudem.

Karosa při návrhu těchto SHZ resp. PHZ používá pro svoji potřebu vytvořený "Předpis pro navrhování pěnového hasicího zařízení nadzemních skladovacích nádrží s pěnidly LAKO AFFF", vycházející jak z ČSN 38 9220, tak z materiálů FY 3M, týkajících se použití "Lehké vody" v požární ochraně.

Na tento předpis navazuje i první část "Metodiky zkoušek základních funkčních prvků pěnových SHZ a PHZ s pěnidly LAKO AFFF", přičemž praktické zkoušky včetně ohňových proběhnou pravděpodobně ve II. pololetí 1990 na zkušební Karosy ve Vys. Mýtě. Vzhledem k rozsahu nezbytných zkoušek dílů, použ. u pěnových SHZ resp. PHZ budou zkoušky pokračovat i v roce 1991. Techn. řešení celého SHZ resp. PHZ je při aplikaci pěny do nádrže zhora principiálně, stejné jako u zařízení s proteinovou pěnou. (viz. kap. 3.2.2.). Zařízení pro aplikaci pěny do nádrže zdola hodlá Karosa technicky dořešit do konce roku 1991.

3.2.4. Pěnová SHZ na jaderných elektrárnách

V současné době je pěnové SHZ použito k hašení naftových nádrží na JČ Temelín. Jedná se o hašení čtyř nádrží s pevnou střešou o ϕ 11,45 m určených k skladování nafty. Nádrže jsou vybaveny pěnovým SHZ projekčně zpracovaným dle ČSN 38 9220, přičemž k vytvoření pěny je navrženo použít pěnidlo "AFRODON". Pěnotvorné soupravy dodávají v případě požáru na hladinu hořící kapaliny v nádrži 6000 l pěny za minutu, když na každé nádrži jsou umístěny tři soupravy. Ve směšovací stanici je řešeno přiměšování pěnidla netradičním způsobem, a to použitím tlakových nádob na pěnidlo a přiměšovačů s Venturiho tryskou. Tento systém přiměšování pracuje tak, že do směšovací stanice přivedená voda je vedena do tlakové nádoby, z které po naplnění nádoby svým tlakem vytlačuje pěnidlo do přiměšovače, kde následně dochází k potřebnému přiměšování.

Celý systém přiměšování je velmi jednoduchý, ovšem lze jej využít pouze k hašení menších nádrží.

Ovládání SHZ je umístěno ve směšovací stanici.

3.3. Stabilní hasicí zařízení na oxid uhličitý

3.3.1. Všeobecný popis hašení a technické údaje

Oxid uhličitý patří k nejrozšířenějším piyomým látkám a to především pro svoji cenovou dostupnost, rychlou hašení a skvělou účinnost při zásahu nepoškozuje hašená zařízení.

Hašení pomocí CO₂ je založeno na principu zředění vzduchu (a tím i kyslíku) v chráněném prostoru na takovou úroveň, při které již nemůže proces hoření probíhat, což je u kyslíku cca 12-13 % obj. množství (na množství CO₂, vháněné do hašeného prostoru má v některých případech kromě objemu či plochy prostoru vliv m.j. požární charakteristika hořlaviny).

Použití SHZ na oxid uhličitý je vcelku široké, od lakoven a stříkacích kabin přes výrobu léčiv, nadzemní i podzemní sklady nejrůznějších materiálů až k el. provozům, tapetovacím a obdobným strojům i kalícím vanám a motorům nákl. automobilů.

Oxid uhličitý není vhodný vzhledem k minimální ochlazovací schopnosti k použití pro hašení žhnoucích materiálů (uhel. prach, piliny, textilie apod) a zatím jej nedoporučujeme používat ani pro mim. nákladná výpočetní pracoviště.

Obecně lze techn. řešení SHZ na CO₂ obvykle rozdělit na dva, spolu navzájem související, techn. celky, které je možno nazvat jako strojní část a elektrická část.

Strojní část zahrnuje zásobu CO₂ a souv. zařízení ve stanici CO₂ a dále příslušné potrubní rozvody.

El. část se skládá ze zdroje o napětí 24 V, ústředny SHZ a z ovládacích a signalizačních prvků. Pokud je požadováno automatické ovládání SHZ na základě impulsu od EPS, lze toto v rámci el. části zajistit.

3.3.2. Hašení objemové

V současné době je u SHZ na CO₂ množství hasiva ve většině případů dimenzováno ve vztahu k objemu chráněného prostoru a zde umístěné "nejnepříznivější" hořlavině. Zařízením je možno hasit prostory do objemu až 3000 m³, kdy zákł. dávkování CO₂ činí 0,7 kg/m³. Pro tyto chráněné prostory se používá hasivo převážně ve formě plyné, s tím, že plynové hubice jsou umístěny pod stropem místnosti a při výšce místnosti větší než 5 m i oca v 1/3 výšky.

V prvním návrhu nové ČSN 38 9230 je výpočet navržen v souladu s normou VDS (SRN) a výpočtové množství hasiva je stanoveno náročnějším, ale objektivnějším a přesnějším způsobem.

3.3.3. Plošné hašení

Tento systém hašení je výpočtově aplikován zejména při hašení strojů, motorů a kalících van.

ČSN 38 9230 uvádí pro tyto případy dávkování 12 kg/m² hašené plochy a používány jsou pro tyto účely převážně plynové hubice, vytvářející sněh, a to v zájmu zvýšení chladícího efektu hasiva. Hubice jsou umístovány v blízkosti hašeného zařízení a nezářídka směřovány přímo k místům možného vzniku požáru.

Návrh nové ČSN 38 9230 již výpočet množství CO₂ pro tato zařízení sjednocuje z plošného dávkování na jednotný princip návrhu výpočtového množství hasiva.

3.3.4. SHZ na CO₂ na jaderných elektrárnách

V současné době je SHZ na CO₂ navrženo na JE Mochovce a ve značném rozsahu na JE Temelín, přičemž v rámci dokončování bude toto zařízení umístěno na JE Dukovany.

Na JE Mochovce se jedná o zařízení střední velikosti s pohotovostní zásobou 600 kg CO₂, kdy hašenými prostory jsou sklady tuhých radioaktivních odpadů (6 prostorů na dvojbloku). Jedná se o hašení objemové s hubicemi umístěnými u stropu místnosti a cca v 1/3 výšky.

Na JE Temelín jsou SHZ na oxid uhličitý vybaveny ovládací a elektro-technické prostory v ústřední elektrické dozorně, kde je použito pohotovostní zásoby max. 1200 kg kapalného CO₂ a dále prostory olejového hospodářství ve strojovně. Zde je použita maximální pohotovostní zásoba hasiva 2400 kg. Největším plynovým SHZ na oxid uhličitý je na této elektrárně zařízení v rozvodně, kde je jím zabezpečeno celkem 37 prostorů, přičemž zásoba hasiva je umístěna ve dvou stanicích CO₂. Hašeny jsou v tomto případě elektrotechnické prostory rozvodny, z nichž největší je nutno hasit pohotovostní zásobou 1200 kg CO₂.

JE Dukovany bude v rámci tzv. "dokompletace" také vybaven SHZ na CO₂. Velké centrální olejové hospodářství ve strojovně na podlaží -3,50 m bude zajištěno tímto SHZ a to min. s pohotovostní zásobou 2400 kg CO₂. Toto zařízení je ovšem zatím ve stádiu dřívějšího úvodního projektu.

4. SMĚRY ROZVOJE SHZ A PHZ V KAROSE

Úvodem nutno předeslat, že hovořit o perspektivách a směrech vývoje SHZ a PHZ lze v našem případě pouze v souvislosti se záměry Karosy, týkající se zmodernizování a zkvalitnění SHZ a PHZ. Tyto úkoly jsou zaměřeny v nejbližší budoucnosti do těchto tří základních oblastí:

1. Komplexní techn. vyřešení SHZ a PHZ pěnového s pěnidlem "LAKD AFF" při použití aplikace pěny do nádrže zhora i zdola.
2. Zásadní inovace SHZ na oxid uhličitý včetně nové ČSN 38 9230 - "Plynová SHZ na oxid uhličitý"
3. Vytvoření kompletní řady rozprašovacích hubic, vytvářejících vodní mlhu odstředivým způsobem.

K tomu lze konstatovat, že v Karose není uvažováno s vývojem halonového zařízení, vzhledem ke škodlivým vlivům halonů na ozonovou vrstvu atmosféry, což je v souladu s celosvětovým trendem.

Naopak nevylučujeme dokončení vývoje vlastního SHZ se sprinklery, který byl v Karose v roce 1988 před dokončením zastaven, a to především pro svoji nezastupitelnou roli při hašení skladových a jiných plošně rozsáhlých objektů, a ani pozdější možnost vývoje lafetové proudnice s dálkovým ovládním popř. práškových SHZ a PHZ, ať již v samostatné aplikaci, či spíše společně s pěnovými zařízeními.

Seznam použité literatury

- /1/ ČSN 38 9000 "Požární ochrana, prostředky"
- /2/ ČSN 38 9220 "Pěnové hasicí zařízení nadzemních skladovacích nádrží"
- /3/ ČSN 38 9230 "Plynová stabilní hasicí zařízení na kysličník uhličitý"
(1. interní návrh nové ČSN)
- /4/ ONA 38 9212 "Mlhové hasicí zařízení pro transformátory"
- /5/ ON 73 6624 "Vodárenské čerpací stanice"
- /6/ ČSN 65 0201 "Hořlavé kapaliny"
- /7/ Knižnice PO, sv. 72: "Drenčerová hasicí zařízení"
- /8/ Technický předpis: "Směrnice pro projektování, montáž, zkoušení,
údržbu a obsluhu drenčerového hasicího zařízení pro kabelové objekty"
- /9/ ENGINEERING MANUAL : "LIGHT WATER AFFF, PRODUCTS & SYSTEMS"
- /10/ "Předpis pro navrhování pěnového hasicího zařízení nadzemních skla-
dovacích nádrží s pěnidly LAKO AFFF"

Josef JANDA

**INOVAČE ELEKTRICKÉ POŽÁRNÍ SIGNALIZACE
S.P. TESLA LIBEREC PRO 90-TÁ LÉTA**

1. ÚVOD

Tesla Liberec je monopolním výrobcem elektrické požární signalizace (dále EPS) v ČSFR. Výrobu EPS zahájila v r. 1968. V současné době jsou, kromě systému Tesly Liberec, schváleny pro použití v ČSFR ještě systémy EPS firem Cerberus (Švýcarsko) a Schrack (Rakousko). V uplynulém období Tesla Liberec postupně vyvinula a zavedla do výroby systém EPS, který je schopen zabezpečit většinu objektů v ČSFR. Podíl zařízení Tesly na požární signalizaci instalované v ČSFR činí více než 80 %. Kromě toho Tesla vyváží EPS do SSSR, NDR, Bulharska, Rumunska a na Kubu. V rámci vývozu technologických celků je EPS Tesly vyvážena i do jiných zemí.

Prudký rozvoj elektroniky v posledních letech se projevil i kvalitativním skokem v úrovni EPS světových výrobců. Tento skok se netýká ani tak využití nových principů detekce požáru v hlásičích požáru, ale především způsobu sběru informací od hlásičů, jejich vyhodnocení. Ve velkém měřítku se používají adresovatelné hlásiče a programovatelné ústředny. Pro větší objekty jsou vytvářeny nadstavby EPS tak, aby bylo možno zajistit přenos a vyhodnocení informací z celého systému EPS do centra, ovládání a testování systému EPS z centra, paralelní přenos informací na další místa atd.

Na zajištění obdobných vlastností nového systému EPS je zaměřen i inovační program Tesly Liberec pro 90-tá léta. Inovační EPS je zde pojímána komplexně a zahrnuje jak hlásiče požáru, tak ústředny, doplňková zařízení a nadstavbu EPS. Program předpokládá využití především tuzemské součástkové základny. Vzhledem ke změně hospodářské i politické situaci však není vyloučeno, že v tomto směru dojde ke změně.

**2. STRUČNÝ PŘEHLED INOVAČNÍHO PROGRAMU TESLY LIBEREC
V OBLASTI EPS PRO 90-TÁ LÉTA**

Inovační program EPS Tesly Liberec pro 90-tá léta je možno rozdělit do 3 oblastí, které jsou však systémově svázány.

Jedná se o

- a) hlásiče požáru
- b) programovatelnou ústřednu MHU 106 s navazujícími prvky
- c) adresovatelnou ústřednu MHU 801 s navazujícími prvky.

Dále program zahrnuje i všechny prvky potřebné pro montáž, zkoušení a údržbu systému EPS.

2.1 INOVACE HLÁSIČŮ POŽÁRU

Současný sortiment EPS Tesly Liberec eice zahrnuje téměř všechny základní typy hlásičů požáru, tyto hlásiče však byly vesměs vyvinuty v období 1975 - 1985 a jejich inovace je již velmi naléhavá, zejména u lehkých hlásičů pro obyčejné prostředí, které byly zavedeny do výroby v letech 1972 - 1980. Program inovace hlásičů má tři základní cíle:

- a) doplnění sortimentu
- b) zlepšení technických parametrů hlásičů a jejich spolehlivost
- c) zmenšení rozměrů a modernizace designe hlásičů
- d) umožnění přechodu na adresovatelný systém.

Přitom nové typy hlásičů jsou vyvíjeny tak, aby vyhovovaly Západoevropským předpisům (především EN 54).

Sortiment hlásičů Tesla byl v letošním roce doplněn o tzv. lineární hlásič požáru MHG 601 (Beam-Master). O tomto hlásiči se dá konstatovat, že svými parametry odpovídá světové špičce. Z parametrů hlásiče uvádíme ty nejdůležitější:

napájecí napětí	16 - 24 V _{ss}
klid. proud	100 + 100 uA
nastavitelná citlivost	20, 40, 60 % absorpce záření
nastavitelná doba reakce	5 ± 3, 30 ± 10 s
dosah	10 - 100 m
krytí	IP 40
rozměry	cca 100 x 75 x 62 mm
rozsah prac. teplot	- 25° C, + 70° C
relat. vlhkost vzduchu	max. 95 %/40 % (3x 10 dnů v roce).

Tímto hlásičem byl podstatně doplněn sortiment hlásičů Tesla na úroveň světových výrobků. Výjimku tvoří pouze hlásič vyzářování plamene.

Pro splnění cílů ad a), b) a c) byla stanovena tato koncepce inovace hlásičů

- vývoj konstrukčně zcela nové "lehké" řady hlásičů požáru koncipované tak, aby bylo možné odvodit varianty s adresací včetně analogového přenosu měřené fyzikální veličiny. Přitom jsou vyvíjeny varianty připojitelné k ústředním MHU 102, 103
- vývoj nových tlačítkových hlásičů s možností adresace
- úprava tzv. těžké řady hlásičů požáru tak, aby byly připojitelné k ústředním nové generace včetně adresovatelného systému.

V současné době byl ukončen vývoj a je vyráběna serie prvních 300 ks lehkých ionizačních hlásičů požáru MHG 120 (označení MHG 120.023 - s napěťovou charakteristikou, MHG 120.024 s proudovou charakteristikou). Tento hlásič je prvním z nové konstrukční řady "lehkých" hlásičů požáru pro obyčejné prostředí. Jeho základní technické parametry jsou následující:

napájecí napětí	16 - 24 Vss	
klidový proud	max. 50 μ A	
citlivost na kouř - zvýšená	30 mg/m^3	(lipové dřevo)
	základní (N) 60 mg/m^3	(lipové dřevo)
	snížená (-) 150 mg/m^3	(lipové dřevo)
doba reakce: krátká (-)	5 \pm 2 s	
	dlouhá (--)	30 \pm 10 s
radioaktivní zářič:	Am 241 - 25 KBq \pm 20 %	
krytí	IP 43	
rozměry (včetně zásuvky)	ϕ 110 x 58 mm	
relat. vlhkost vzduchu	95 %/40 % (3x 10 dnů za rok)	
	80 % - trvale	
rychlost proudění vzduchu:	max. 6 m/s.	

Ve srovnání s hlásičem MHG 103, který v sortimentu Tesly MHG 120 nahrazuje, má 10xmenší klidový proud, cca 3x větší odolnost proti proudění vzduchu, vyšší odolnost proti působení vlhkosti, možnost nastavení 3 stupňů citlivosti a dvou hodnot časového zpoždění. Jeho rozměry jsou podstatně menší než u MHG 103 (přirovnajme MHG 103 včetně zásuvky - výška 140 mm, p 122 mm). Hlásič MHG 120 je i základem pro adresovatelný hlásič s analogovým vyhodnocením.

Obdobně byl zahájen vývoj tepelných hlásičů požáru. Tyto hlásiče budou mít parametry odpovídající normě EN 54

I z těchto hlásičů budou odvozeny adresovatelné varianty.

Zatímco v minulosti u nové konstrukční řady lehkých hlásičů s možností hlásiče vyzařování plamene. Vývoj tohoto hlásiče bude zaměřen na výrobu kvalitnějších detektorů a filtrů, aby nový hlásič měl kvalitativně vyšší odolnost vůči falešným poplachům vyvolaným různými světelnými zdroji.

Ku němu jsou vyvíjeny nové tlačítkové hlásiče jak pro vnitřní tak i pro vnější prostředí ve verzi s napěťovým i proudovým výstupem a paralelní optická signalizace.

Zmenšená nová řada hlásičů požáru spolu s doplňkovými prvky a hlásičů do zařízení bude k dispozici od r. 1993. Jednotlivé prvky budou zaváděny do výroby postupně od r. 91, kdy bude zahájena výroba ionizačního hlásiče MHG 120 a zásuvky MHY 21.

Hlásiče nové konstrukční řady do značné míry nahradí i hlásiče v stávajícím provozu. Je to dáno tím, že z hlediska technických parametrů budou vešměs na vyšší úrovni a jejich vysoká spolehlivost (ionizačních a opt. kouřových IP 43, u tepelných i vyzař. plamene IP 54) spolu s nově vyvíjenou Zenerovou bariérou umožní i použití do prostředí s nebezpečím výbuchu.

2.2. Ústřední počítačová ústředna MHU 106

Vývoj počítačů nové 106 byla zahájena v tomto roce. Tato ústředna vychází na základě moderní mikroprocesorové techniky je určena jako kvalitativně vyšší náhrada ústředny MHU 103 a ovládacích jednotek MHU 301. Protože se parametry ústředny MHU 106 jsou již za 2 roky v předstihu seznamování projektantů a již byly vydány katalogové listy, nebudou v následujícím textu vícekrát ústředny podrobně rozebírány a hlavní pozornost bude věnována možnosti vytváření nadstavbového systému k této ústředně za pomoci ekvivalentů počítače IBM PC-AT.

Základní vlastnosti ústředny MHU 106:

Základní dodávaný rozsah: 8 požárních smyček, možnost rozšíření na 24 požárních smyček

jednotka smyček SMA - proudová charakteristika (pro stávající hlásiče požáru)

jednotka smyček TSM5 - napěťová charakteristika (pro nové hlásiče požáru).

Každá jednotka obsahuje 4 smyčky. Možnost doplnění o jednotky reléových výstupů DRV 5, 6, 7.

Způsob volby programu - pomocí klávesnice, přepínačů na jednotlivých blocích a diodových matic na

jednotkách JRV 6, 7.

Volitelné funkce - diferenciacie přístupu obsluhy k ovládacím prvkům

- volba kódů podmiňujících ovládní
- zařazení požárních smyček do režimu DEN/NOC
- zařazení požárních smyček do režimů
OPAKOVANÉ NULOVNÍ
- režimy akustické signalizace
- přiřazení výstupů funkčním signálům.

K ústředně MHU 106 přísluší tablo obsluhy MHS 805, které se připojuje čtyřmi vodiči (seriový přenos), případně dalšími dvěma vodiči pro přivedení napájecího napětí. Z tohoto tabla obsluhy lze ovládat všechny funkce ústředny MHU 106 s výjimkou programování ústředny. Délka vedení mezi ústřednou a tablem je při dodržení mezních parametrů (200 μ l , 150 μ F) až 2 km.

Pro zlepšení komfortu obsluhy při vytváření větších celků byla vytvořena nadstavba systému EPS za pomoci počítače - ekvivalentů IBM-PS-AT.

Příklad takového systému je uveden na obr. 1. Při použití víceúrovňového systému lze připojit na jeden počítač až 88 ústředn MHU 106. K řídicímu počítači lze rozvěž připojovat vedlejší počítače sloužící jako pobočná informační centra. Softwar, který pro tento systém Tesla Liberec zpracovala, umožňuje kromě základních údajů o stavu systému zobrazovat i příjezdové cesty, plány budov, informace o doporučených hasivech a pod. Kromě nových objektů je využití tohoto systému velice výhodné při rekonstrukcích EPS ve stávajících velkých objektech, kde je obvykle v požárním dispečinku soustředěn větší počet ústředn a z hlediska obsluhy je systém nepřehledný. Na rozdíl od adresovatelných systémů, systém s ústřednami MHU 106 a centrem IBM PS-AT umožňuje využití rozvodů stávající EPS Tesla a z části i hlásičů (adresovatelné systémy obvykle vyžadují rozvody sdělovacími kabely; zatím byly většinou rozvody EPS realizovány na CYKY kabelech).

Pro názornost následuje popis systému dle obr. 1

Celý systém pracuje v hvězdicovém zapojení. K přenosu mezi jednotlivými ústřednami MHU 106 a počítačem je využit seriový kanál určený pro připojení tabla MHS 805 k ústředně MHU 106. To znamená, že k ústřednám MHU 106 již nelze připojit tablo obsluhy MHS 805 (toto lze zapojit pouze k MHU 106-H). Každá

ústředna MHU 106 je spojena s hlavní ústřednou MHU 106-H šesti vodiči. Z toho 4 vodiče (dva páry) slouží k připojení seriového přenosu dat, další dva vodiče tvoří smyčkové vedení z ústředny MHU 106-H připojené na výstup podružné ústředny MHU 106. Parametry vedení jsou shodné s parametry vedení po spojení MHU 106 s MHS 805 respektive s parametry vedení požárních smyček. Ústředna MHU 106-H obsahuje jeden nebo dva bloky komutátorů zabezpečující spojení podružných ústředen s počítačem. Informace je zobrazena na monitoru počítače a zaznamenána v jeho paměti případně i na tiskárně. Počítač a jeho periferie nejsou zálohovány. V případě výpadku proudu nebo poruchy počítače slouží jako záložní informace signalizace požár na ústředně MHU 106-H, kde je zobrazena souhrnná informace o stavu "POŽÁR" jednotlivých ústředen.

V případě požadavku na zálohování počítače je možno použít měnič 24 Vss - 120 W, 50 Hz, o dostatečném výkonu, napájený z ústředny MHU 106-H.

2.3. ADRESOVATELNÝ SYSTÉM S ÚSTŘEDNOU MHU 801

Práce na vývoji adresovatelného systému EPS byly v Tesle Liberec započaty v r. 1988. V rámci studie byly porovnány vlastnosti adresovatelných systémů řady výrobců (např. Cerberus, Siemens, Hochiki, Apollo) a prostudována řada patentových spisů. V podstatě lze používané principy adresování rozdělit na seriové a paralelní.

Princip funkce u seriového adresování je následující: Každý hlásič obsahuje seriový spínač. Princip cyklu přenosu informací-ústředna, např. poklesem napětí uvede všechny hlásiče do výchozího stavu, kdy jsou všechny seriové spínače S rozepnuty. Od této chvíle jsou el. obvody hlásiče napájeny z kondenzátorů uvnitř hlásičů. V závislosti na velikosti měřené veličiny spínají postupně spínače S v jednotlivých hlásičích, přičemž prodleva mezi sepnutím spínačů S sousedních hlásičů odpovídá změřené hodnotě. Výhodou systému je to, že v hlásičích není třeba nastavovat adresu, protože to je dáno pořadím zapojení hlásiče do vedení. Seriovou adresací používá např. firma Cerberus.

Nevýhod seriového systému je celá řada, například:

- vedení nelze větvit

- využitelný odpor vedení je snižován odporem spínačů S (každý cca 2 - 5 Ω v sepnutém stavu)
- odolnost vůči rušení je vzhledem k délce cyklu (řádově sekundy) nižší než u paralelních systémů
- musí proběhnout vždy celý cyklus. Komunikaci jen s určitým hlásičem nelze vyvolat
- při poruše jednoho spínače je přerušena komunikace se všemi následujícími (pokud není využito kruhového vedení).

Paralelní adresování je u moderních systémů plně digitalizováno. Komunikace je prováděna v číselnicové podobě a každý samostatný hlásič (nebo jiné zařízení) je vyvolán pod svojí adresou.

Prakticky jedinou nevýhodou paralelního systému je nutnost nastavení adresy v každém hlásiči.

Systém má však řadu výhod, například:

- vedení od ústředny k hlásičům může být libovolně větveno
- využitelný odpor vedení není snižován úbytky napětí na seriových spínačích
- ústředna komunikuje s každým hlásičem samostatně. Doba komunikace je až 100x kratší než u seriové adresace. Proto je systém odolnější vůči rušení. Kondenzátory usrňující napájení pro elektroniku v hlásiči mohou být menší. Komunikaci s libovolným hlásičem lze podle potřeby ihned vyvolat.

Paralelní adresaci používají např. ty Hochiki a Apollo.

Po zvážení vlastností obou principů byl jednoznačně vybrán paralelní princip adresace a to takový, že umožňuje přenos hodnoty fyzikální veličiny měřené hlásičem do ústředny (monitrovací systém). Adresovatelný systém Tesly Liberec pracuje následovně:

- Ústředna komunikuje s hlásičem (zařízením) tak, že vysílá jeho adresu. V případě potřeby (vyvolané např. rušením přenosu) opakovaně. Ústředna kromě adresy může vyslat i povely, které slouží např. ke spuštění opt. signalizace v hlásiči, ovládání výstupů spínacích jednotek a podobně.
- Hlásič ústředně předává informaci o převzetí povelů od ústředny, svém typu (tlač., ionizační a pod.), o velikosti měření a svou adresu. Přenosový protokol je asynchronní.

Pro realizaci tohoto systému je, kromě hlásičů požáru, které byly popsány v odst. 2.1. vyvíjena celá řada prvků systému EPS. Základem je ústředna MHU 801. Tato ústředna je po

mechanické stránce řešena obdobně jako ústředna MHU 106 (je použito skříně MHU 106, rozměry jsou prakticky shodné).

Ústředna je koncepčně řešena tak, aby umožňovala připojení jak adresovatelných hlásičů (zařízení); tak neadresovatelných hlásičů. Jedná se o multimikroprocesorový systém s jednočipovými mikroprocesory řady 8051 (8031), 8751. Pro adresaci hlásičů je použit speciální IO.

Ústředna MHU 801 v základní sestavě obsahuje pouze elektronické jednotky, které jsou nutné pro jakoukoliv její funkční verzi. Dále je do ústředny možno zabudovat až 8 ks tzv. spílačních desek. Jedná se o následující desky:

JSM6 - jednotka smyček - obsahuje 12 smyček pro připojení neadresovatelných hlásičů s napěťovou charakteristikou. Max. součet klíčových proudů hlásičů 2,5 mA (t.j. např. 25 hlásičů á 100 μ A). Max. odpor vedení smyčky R_V - 250 Ω . Možnost připojení max. 2 ke signálních svítidel na jeden hlásič. Do prostředí s nebezpečím výbuchu lze schválené typy hlásičů připojit přes oddělovací jednotku MHY 905.

JAV-1 - jednotka adresovatelných vedení. Jednotka je určena pro připojení adresovatelných hlásičů nebo jiných adresovatelných prvků. Jednotka JAV-1 zahrnuje čtyři vedení. Na jedno vedení může být připojeno až 60 adresovatelných hlásičů (nebo jiných adresovatelných prvků). Celkový počet adresovatelných hlásičů připojitelných na celou desku, t.j. vedení 1 - 4 je 120. Na jeden hlásič je možno připojit max. jedno signální svítidlo, na jednom vedení může být současně aktivováno max. 12 ke adresovatelných hlásičů (prvků). Z vedení 1 + 2 a 3 + 4 je možno vytvářet kruhová vedení. Povolený odpor vedení je podle součtu klidových proudů všech prvků připojených na vedení omezen na R_V max. - 250 Ω pro $I_{klid} \leq 5$ mA, R_V max. - 100 pro $I_{klid} \leq 30$ mA.

JRV-8 - jednotka releových výstupů. Obsahuje celkem 12 výstupů z nichž první čtyři jsou s kontrolou vedení na přerušeni a zkrat (potenciálové výstupy), další čtyři (spínají současně s prvními t.j. 1 + 1, 2 + 2 4 + 4) bez kontroly vedení a poslední čtyři rovněž bez kontroly vedení (spínají nezávisle na předchozích). Vazba výstupů na adresu nebo smyčku je zajištěna programově.

JSK-1 - jednotka seriových kanálů. Tato deska obsahuje 4 seriové kanály. Přenosová rychlost 2 400 Bd na všech kanálech. Formát dat pro tiskárnu 8 bitů data, 1 stop bit, bez parity. Použití - proudové smyčky pro připojení tabla obsluhy MHS 806 (až 4 tabla na 1 desku JSK-1); pro připojení ústředny na koncentrátor (viz dále). Kanál č. 1 je možno upravit (propojky na desce) do funkce rozhraní V 24/RS 232 C pro připojení seriové tiskárny nebo nadřazeného počítače.

VÝSTAVBA ADRESOVATELNÉHO SYSTÉMU EPS TESLY LIBEREC

Jak již bylo uvedeno, ústředna MHU 801 může obsahovat max. 8 aplikačních desek. U desek JSM-6, JRV-8 a JSK-1 je možno využít všech 8 možností, počet desek adresovatelných vedení JAV-1 je omezen na 4 ks. V rámci těchto omezení je možno vytvářet libovolné varianty ústředny. Např. při použití 4x JAV-1 je k dispozici 480 adres, dále mohou použít 3x JRV-8 pro výstupy a 1x JSK-1, např. pro připojení tabel obsluhy MHS 806 a tiskárny. Releové výstupy lze dělit (programově) do skupin z hlediska vazby na adresy. V jednotlivých skupinách lze výstupy vázat na logiku 2 z n. Kromě adresovatelných hlásičů (automatických i tlačítkových) bude k dispozici adresovací jednotka, která umožňuje připojení 6 - 12 hlásičů (max. klidový odběr 600_μA pro jednu adres. jednotku) a adresovatelná spínací jednotka, která umožní na pokyn z ústředny spínat i napětí 220 V.

Stavebnicková koncepce ústředny MHU 801, její doplňkové prvky i zvláštní příslušenství umožňují tvořit i rozsáhlé inteligentní systémy. Obsluha vlastní ústředny je zřejmá z obr. 2.

Prvky signalizace a obsluhy jsou děleny do dvou částí. Vlevo jsou soustředěny prvky základní obsluhy a signalizace "Požár". Vpravo ostatní signalizační a obslužné prvky včetně klávesnice pro programování. Naprosto shodný je i panel tabla obsluhy MHS 806. Stavebnice ústředny MHU 801 umožňuje i její aplikaci ve funkci koncentrátoru (použitím patřičného počtu desek JSK-1). Příklad takového systému je uveden na obr. 3. Počet podružných ústředny je zde omezen na 23. Až do úrovně koncentrátoru je používán standartní univerzální SW i HW. Pro počítač je třeba tvořit SW individuálně. Počet vedlejších informačních míst lze rozšiřovat podle potřeby s využitím tabel

obsluhy MHS 806. Systém je možné dále rozšířit při více-
výstavbě. Pro zvýšení spolehlivosti lze připojit i paralelní
koncentrátor. Zvolená koncepce umožňuje dále systém rozšiřovat
o nově vyvíjené prvky, např. synoptická tabla, izolátor vedení
a pod. Co do kapacity systému může zvládnou prakticky libovol-
ný rozsah EPS. Např. na jednu ústřednu MHU 801 lze připojit
460 adresovatelných prvků. Při použití adresovacích jednotek
MHY 941 to může znamenat až 5 000 hlásičů. Pokud nebudou pou-
žity adresovatelné prvky pak na ústřednu osazenou BX JSM-6
lze připojit až 2500 hlásičů. Tato čísla jsou v praxi těžko
využitelná. Lze však reálně počítat s tím, že na jednu ústřed-
nu bude přepojeno 400 - 1 000 hlásičů, což by pro systém dle
obr. 3 znamenalo 7 200 - 23 000 hlásičů (nebo jiných prvků).

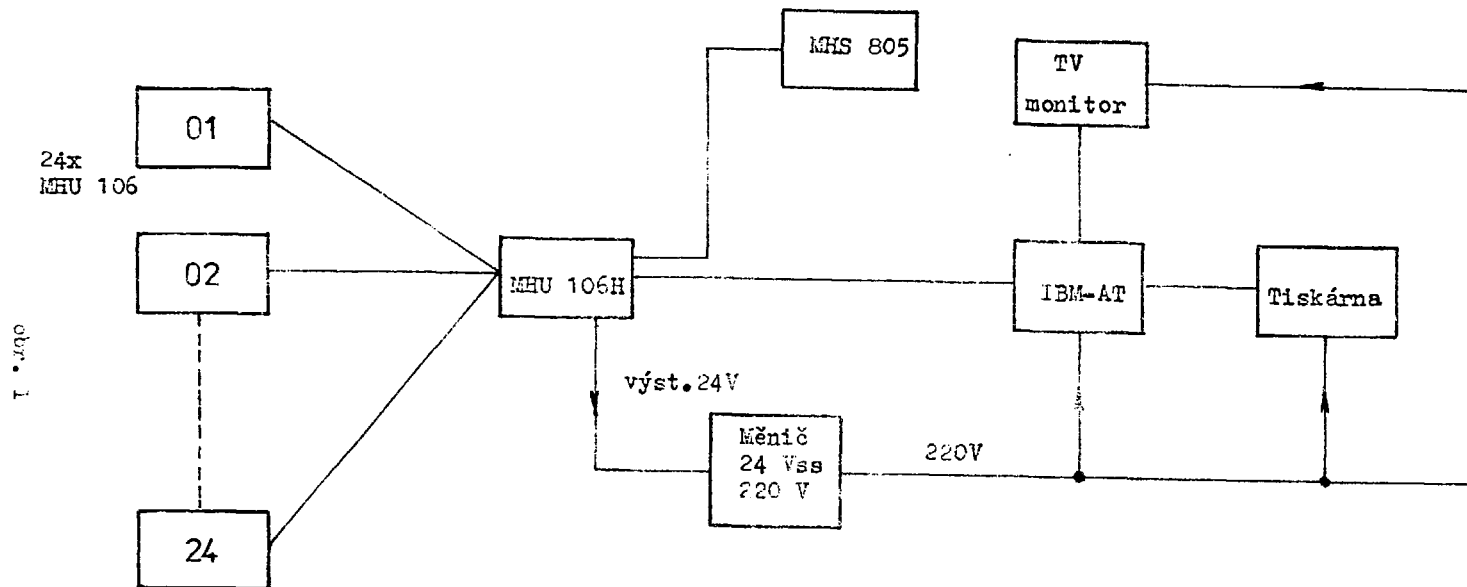
3. ZÁVĚR

V předchozím textu byly popsány záměry s.p. Tepla Liberec
v oblasti inovace EPS pro 90-tá léta. V podstatě se jedná o
dva systémy, z nichž první, využívající jako základnu ústředny
MHU 106 je již výrobně realizován. Tento systém má pro praxi
výhodu v tom, že v něm lze využít všechny hlásiče požáru, které
Tepla vyrábí (jak s napěťovou tak s proudovou charakteristikou).
Předpokládá se, že tento systém bude plně nahrazen systémem s
ústřednami MHU 801, jakmile budou zavedeny do výroby všechny
potřebné druhy hlásičů s napěťovou charakteristikou (hlásiče s
proudovou charakteristikou nelze k MHU 801 připojit) a doplňko-
vé prvky. Ústředna MHU 801 má být zavedena do výroby v r. 92.
Současně by měly být k dispozici ionizační, tepelné a tlačit-
kové hlásiče v adresovatelné verzi a adresovací jednotka.

Ze záměrů s.p. Tepla Liberec na rozvoji Výrobního programu
v oboru EPS je zřejmé, že podnik oproti předchozímu období
vkládá do inovací EPS podstatně větší prostředky a že se zkráce-
ním inovačních cyklů snaží dostat opět na takovou úroveň, aby
EPS Tepla splňovala náročná požadavky odběratelů.

Seznam použité literatury

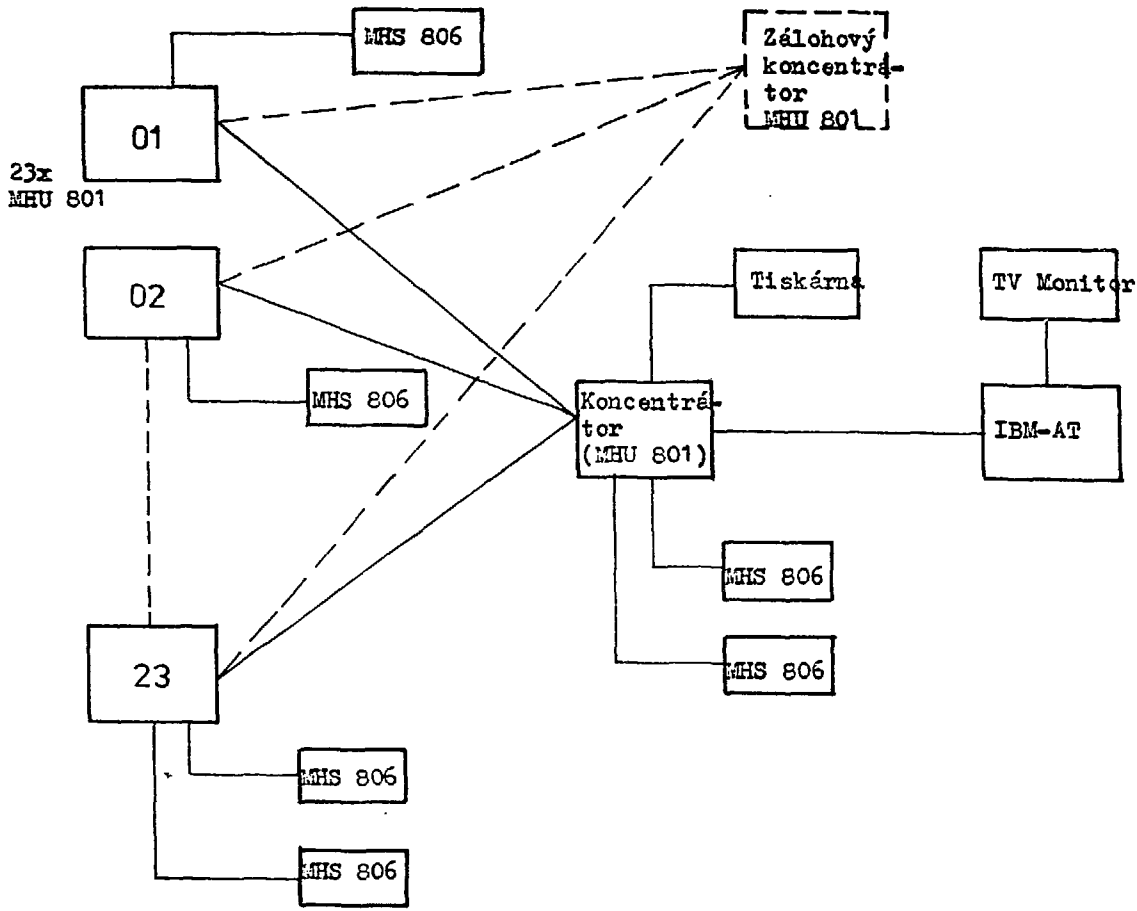
- /1/ Kolektiv autorů - technické podmínky a pokyny pro projektování EPS Tesly Liberec
- /2/ STANISLAV Milan - Adresovatelný systém EPS Tesly Liberec s.p. (studie) - 1988
- /3/ KOVÁŘ Josef - Nadstavba k ústředně EPS typu MHU 106 s použitím počítače IBM PC-AT a ekvivalentů - 1989
- /4/ STANISLAV Milan - Ústředna ASEO typu MHU 801 (Laboratorní model) - 1989



obr. 1

Poznámka : tablo MHS 805 a zálohování počítače se využívají dle potřeby

obr. 3



Pavel RYBÁŘ

VODNÍ HASICÍ ZAŘÍZENÍ V JADERNÝCH ELEKTRÁRNÁCH

1. Úvod

Jaderné elektrárny představují energetické komplexy, kde má požární ochrana vzhledem k přítomnosti velkého množství radioaktivních látek mimořádný význam.

Radioaktivita sama o sobě nemůže požár způsobit a nemůže jím být také zničena nebo změněna. Naopak se může radioaktivní látka stát při požáru nebezpečnou. Proto je otázkou zásadní důležitosti likvidovat požár v jaderné elektrárně v co nejkratším čase, tak aby v žádném případě nedošlo k úniku radioaktivity do okolí. Kromě nebezpečí radioaktivního zamoření a možného ohrožení života i ve vzdálených místech, je tu i otázka vysoké materiální hodnoty jaderné elektrárny a výše následných škod způsobených jejím případným výpadkem. K zajištění požární a tím i jaderné bezpečnosti jaderných elektráren se navrhuje komplex opatření, ve kterém mají nezastupitelnou funkci vodní, pěnová, plynová a halonová hasicí zařízení.

K nejčastěji používaným patří vodní hasicí zařízení sprinklerová a drenčerová.

2. Sprinklerová hasicí zařízení

Podle International Guidelines for the Fire Protection of Nuclear Power Plants (1983) se sprinklerová hasicí zařízení v jaderné elektrárně navrhují pro protipožární zabezpečení:

a) kabelových kanálů, prostorů a šachet s nevelkou koncentrací kabelů, hořlavých konstrukcí a provizorních budov.

Intenzita dodávky je min. 5 l/min.m^2 . Používají se sprinklerové hlavice S nebo C. Hlavním účelem sprinklerového zařízení v těchto případech je hašení pevných materiálů.

b) všech prostorů pod turbogenerátorovou halou, prostorů s nebezpečím úniku nebo výstřiku oleje, zásobníků hydraulického oleje pro řídicí systém turbíny, olejových čerpadel, hydraulicky ovládaných řídicích ventilů a potrubních rozvodů hydraulického oleje.

Intenzita dodávky je min. 12 l/min.m² - v požárním úseku s plochou větší než 300 m² a 8 l/min.m², když je plocha jištěného úseku větší než 900 m². V uvedených případech jsou sprinklerová hasicí zařízení určená zejména pro hašení rozlitých mazacích a ovládacích olejů na vodorovných plochách a pro snížení teploty a intenzity hoření tryskajících olejů.

c) nádrží mazacího oleje, olejových čerpadel a úpraven oleje.

Pokud je třeba hasit třírozměrný požár vystřikujícího oleje je intenzita 20 - 40 l/min.m², jinak jako v případě b).

2. Drenčeroval hasicí zařízení

Drenčeroval zařízení se navrhuje pro protipožární zabezpečení nechráněných ocelových konstrukcí turbogenerátoru, potrubí mazacího oleje trubiny, generátoru, ložisek hlavního cirkulačního čerpadla, kabelového hospodářství, transformátorů s olejovou náplní, nouzových diesela agregátů a souvisejících palivových zařízení, čerpadel kondenzačních a napájecích s parním pohonem a hydraulickým převodem energie, vodíkových válců a odplynovačů, ohříváků, hnacích motorů chladících čerpadel a pomocných kotelen.

Intenzita dodávky je 10 - 20 l/min.m². Používají se středně a vysokorychlostní hubice. Upřednostňuje se samočinné spouštění. Tam, kde se musí hasit sprinklery požár tryskajícího oleje, zvyšuje se intenzita dodávky na 20 - 40 l/min.m².

3. Aplikace vodních hasicích zařízení ve finských JE

Představu o použití vodních hasicích zařízení v jaderné elektrárně typu PWR (2 x 768 MW) a BWR (2 x 735 MW) dává následující popis protipožárního zabezpečení finských jaderných elektráren.

V elektrárně typu PWR je po rekonstrukci protipožárního zabezpečení každý turbogenerátor vybaven 5 - 7 drenčerovalmi hasicími zařízeními s vysokorychlostními hubicemi. Každé ze čtyř obslužných podlaží turbogenerátoru je chráněno stropním sprinklerovým jištěním s 2000 sprinklerových hlavíc určených k hašení požárů rozlitých hydraulických olejů. Celkový průtok hasicí vody je 1800 l/min. Vypuštění stropních sprinklerů

v hale turbogenerátorů je kompenzováno použitím tří lafetových proudnic s průtokem 1500 l/min. Všechna dvanáct transformátorů je vybaveno drenčerovým hasicím zařízením s intenzitou dodávky 20 l/min na 1 m² povrchu transformátoru a 8 l/min na 1 m² podlahy.

Jaderná elektrárna typu BWR je vybavená samočinným drenčerovým hasicím zařízením s intenzitou dodávky 20 l/min.m² určeným pro ochranu zásobníku a čerpadla mazacího oleje, kanálu s olejovým potrubím (mazání ložisek), turbinových a generátorových ložisek a parních ventilů. Celé spodní podlaží kolem turbogenerátoru je jištěno standardními sprinklery s intenzitou 12 l/min.m², resp. intenzitou 7 l/min.m² podle plochy jištěného úseku.

Zásobování vodou je provedeno dvěma čerpadly poháněnými diesel motory a jedním čerpadlem s elektropohonem. Každé čerpadlo má průtok 8000 l/min. Hlavní nádrž má objem 2500 m³.

Jelikož transformátory jsou u tohoto typu JE v zóně, kde není jaderné nebezpečí, nebylo o jejich protipožárním zabezpečení dosud rozhodnuto (stav k 1. 3. 1989).

4. Zásobování vodou

Při návrhu systému zásobování vodou se vychází z těchto podmínek:

- čerpací zařízení, vodní zdroje a zásobování energií se navrhuje se 100 % zálohou,
- odvodnění úseků jištěných vodním hasicím zařízením musí být dostatečně kapacitně dimenzované a opatřené sběrnými nádržemi, kde se provádí kontrola stupně kontaminace zadržené vody a přítomnosti radioaktivních částic,
- potrubní síť se navrhuje tak, aby nedošlo k jejímu poškození a vyřazení z činnosti vlastním požárem,
- zásoba vody musí být dostatečná pro zásobování všech hasicích zařízení včetně požárních hydrantů pro provozní dobu 120 minut,
- zásoba požární vody musí být oddělená od zásobování užitkovou vodou,
- požární vodovod se navrhuje okruhový,

- jako minimální se považuje hlavní nádrž s objemem 2400 m³. Rozděluje se na dvě nádrže každá s možností naplnění za 8 hodin,
- všeobecně se navrhuje tři čerpadla s průtokem 6000 l/min nebo dvě čerpadla s průtokem 10 000 l/min se samočinným spouštěním a provozním tlakem 0,85 MPa,
- systém zásobování hasicí vodou musí být vybaven filtrací a chemickou úpravou vody, aby byla zajištěna bezzávadová funkce hlavic a hubic.

K nejzávažnějším instalacím v komplexu protipožárního zabezpečení v jaderných elektrárnách patří hasicí zařízení pro ochranu olejového hospodářství a kabelových objektů

5. Olejové hospodářství

V olejovém hospodářství jaderných elektráren je podle velikosti 75 000 l i více oleje, který se používá pro mazání ložisek, těsnění vodíku používaného k chlazení rotoru generátoru, hydraulické ovládání řídicího systému, parních ventilů a různých spouštěcích zařízení.

Hydraulický systém sestává z nádrží, potrubí, čerpadel, chladičů a filtrů. Používá se olej s bodem vzplanutí cca 200 °C, pod tlakem 1,38 MPa. Olej pro mazání má tlak 0,55 MPa.

Účinnou a všeobecně používanou ochranu olejového hospodářství představuje sprinklerové a drenčerové hasicí zařízení.

Ve Finsku byly v r. 1979 a 1987 provedeny zkoušky hašení tryskajícího a rozlitého hydraulického oleje, ze kterých vyplynuly tyto závěry:

- pro hašení tryskajícího oleje (bod vzplanutí 180 °C, tlak 0,2 až 0,6 MPa) o teplotě 80 °C nejsou vhodné vysokorychlostní hubice; účinné hašení je možné při intenzitě 20 l/min.m² se středně rychlostními hubicemi; zvláště rychlé je uhašení v kombinaci se stropním jištěním sprinklery,
- rozlitý olej lze účinně hasit již s intenzitou 6,5 l/min.m² sprinklery. Projekční intenzita se volí 8 l/min.m²,
- požár tryskajícího oleje lze účinně chladit sprinklerovými hlavicemi typu S s intenzitou 12 l/min.m²,

- rychlé a spolehlivé hašení tryskajícího oleje předpokládá intenzitu 40 - 60 l/min.m²,
- upřednostňuje se samočinné spouštění hasicího zařízení; v opačném případě je nebezpečí poškození hubic teplem.

V tab. 1 jsou uvedeny vybrané výsledky zmíněných zkoušek, při kterých bylo dosaženo uhašení tryskajícího oleje.

Tab. 1

olej rozlitý, tryskající		hubice / hlavice			Intenzita dodávky (l/min.m ²)		
		HV	MV	Spr	HV	MV	Spr
+	+	H	V		20	20	
+	+		V	C+S		20	26,5
+	+	H	H	C	20	20	12,5
+	+	V			28		
+	+		V			20	
+	+		V			20	

Legenda: H horizontální poloha	HV drenčerová hubice vysokorychlostní
V vertikální poloha	MV drenčerová hubice středně rychlostní
S sprinklerová hlavice S	Spr sprinklerová hlavice
C sprinklerová hlavice C	

Závěry, které vplynuly ze zkoušek ve Finsku korespondují s obdobnými zkouškami provedenými ve Švédsku, Velké Británii a dalších zemích.

Při návrhu hasicích zařízení se věnuje mimořádná pozornost vedení rozváděcího potrubí, které by nemělo být ohrožené požárem nebo výbuchem. To se týká např. potrubních rozvodů u turbogenerátoru. Potrubí se v tomto případě vede kolmo na podélnou osu generátoru.

U vodních hasicích zařízení určených pro ochranu olejového hospodářství se navrhuje samočinné spouštění. Drenčerová hasicí zařízení se kromě toho vybavují ručním nouzovým spouštěním, které se řeší tak, aby nemohlo dojít k nežádoucímu spuštění. Hlavní řídicí armatury se zajišťují v otevřené polo-

ze a důležité řídicí armatury se opatřují monitorovacím zařízením. Zvláštní pozornost se věnuje odvodnění a zachycení kontaminované vody.

6. Kabelové objekty

Kabelové objekty zahrnují speciálně upravené prostory k ukládání silových a pomocných kabelů a vodičů. Jde o kabelové kanály, mosty, prostory a šachty. Ne náhodou se označují za "páteř" každé jaderné elektrárny. Jejich poškození nebo zničení má za následek ve většině případů značné přímé a následné škody.

Celosvětově rozšířenou metodou protipožárního zabezpečení kabelových objektů je hašení vodou aplikovanou sprinklerovým nebo drenčarovým hasicím zařízením.

Mimořádná pozornost byla věnována vývoji optimálního hasicího zařízení pro likvidaci požárů v kabelových objektech v ČSSR. Vývoj probíhal v letech 1980 - 1989 a jeho výsledkem je samočinné drenčarové hasicí zařízení, které prokázalo požadovanou hasicí účinnost při typových ohňových zkouškách v modelovém kabelovém objektu, instalovaném u řešitele úkolu s.p. Karosa. Hlavní charakteristiky navrženého systému, který může hasit požár pod napětím do 35 kW jsou v tab. 2. Oproti většině dalších hasicích zařízení používaných pro hašení kabelových objektů jsou u systému Karosa použity drenčarové hubice s horizontálním výstřikem nasměrovaným proti protilehlým roštům. Tím je dosaženo proniknutí vody do hloubky roštů na všech úrovních. Drenčarové hasicí zařízení Karosa bylo vyvíjeno pod kabelový kanál s šířkou uličky 800 - 900 mm a šířkou roštu 400 mm. Mezera nad kabely musí být nejméně 100 mm při vzdálenosti roštů 200 mm. Kabely se ukládají na dupronitové desky bez otvorů.

Pro ochranu kabelových kanálů a šachet se používají sprchové hubice RH 7,5 s K faktorem 7,5, v kabelových prostorech hubice RH 15 s K faktorem 15.

Kabelové šachty se v nejvyšším místě opatřují etáží s hubicemi, jejichž výstřik je nasměrován pod úhlem 35° do kabelového objektu. Nižší etáže jsou situované ve vzdálenosti

1,5 m a 3,7 m od nejvýše položené hasicí lišty a dále po 2,2 m.

Tab. 2

Charakteristika hasicího zařízení		
druh spouštění		drenčerové samočinné nouzové ruční
hubice		
- kanál, šachta		RH 7,5
- prostor		RH 15
vzdálenost hubic	m	
- kanál		2
- prostor		2,5
- šachta		etáže 1,5 a 2,2
rozvod		
- kanál, prostor		3trubkový
- šachta		3etážový
doba činnosti	min	30
doba hašení předpoklad	min	10
reakční doba ¹⁾	s	180

Pozn.: 1) měřeno od zjištění požáru do výstřiku vody z nejvzdálenější hubice.

V zahraničí se řeší ochrana kabelových kanálů sprinklerovým zařízením. V SNR se vychází při jeho návrhu ze zásad stanovených předpisem VdS 2092/87. Používá se mokrá soustava, sprinklerové hlavice F nebo S s K faktorem 80 a otevírací teplotou 57 °C. Hlavice se umísťují na strop v podélné ose s roztaží 2,5 m u hlavice S a 3 m u hlavice F. Vertikální vzdálenost mezi tříšticem a horní plochou kabelu je u hlavice S min. 500 mm a 300 mm u hlavice F.

Účinná plocha se počítá 50 m², intenzita dodávky je 12 l/min.m² a provozní čas 30 min. Řídící armatury se opatřují monitorovacím zařízením. Každý jištěný úsek se opatřuje průtokovým spínačem nebo poplachovým zvonem.

Kabelový kanál má rozměry 2,5 x 3 m a šířku uličky 700 mm. Šířka roštu je max. 700 mm, výška svazku kabelů 60 mm a rozteč mezi rošty 200 mm. Kabely se kladou na plechovou desku s otvory, které představují 30 % z celkové plochy. Intenzita dodávky záleží na počtu kabelových roštů a je v rozmezích 5 - 12,5 l/min.m². Provozní čas je 60 min.

Kabelové šachty se osazují sprinklery pouze v horní části u stropu šachty a dále v rovinách vzdálených od sebe max. 4 m. Používají se závěsné nebo stojaté hlavice typu C nebo S s K = 80 a otevírací teplotou 57 °C. Min. pracovní tlak na hlavici je 0,1 MPa a provozní čas jako v předcházejícím případě 30 min. Účinná plocha se uvažuje 260 m².

8. Závěr

Cílem příspěvku bylo ukázat na široké možnosti použití vodních hasicích zařízení v jaderných elektrárnách a blíže specifikovat jejich provedení v nejčastějších aplikacích, ke kterým patří ochrana zařízení s olejovou náplní a kabelové hospodářství. V těchto a dalších případech se ukazují jako vysoce účinná a spolehlivá, což je prokázáno řadou ohňových zkoušek a praktických nasazení při požárech v jaderných elektrárnách.

Seznam použité literatury

1. RYBÁŘ P.: Drenčerová hasicí zařízení, knižnice PO, svazek 72, Praha 1988
2. WILLBERG L.E., NORTA A.K.: Sprinkler protection of oil filled equipment in finisch nuclear power station, Fire protection and fire fighting in nuclear installation, IAEA Víden 1989
3. International Guidelines for the Fire Protection of Nuclear Power Plants, National Nuclear Risks Insurance Pools and Associations, 1983
4. Technický předpis: Drenčerová hasicí zařízení, Směrnice pro projektování, montáž, zkoušení, údržbu a obsluhu drenčerového hasicího zařízení pro kabelové objekty, sp. Karosa, 1989.

Ing. Pavel RYBÁŘ, hlavní správa Sboru požární ochrany MV ČR, Na Perštýně 11, 110 00 Praha 1.

Svatopluk DORDA, Ivona ZAPLETALOVÁ

ZKUŠENOSTI S ODSTRAŇOVÁNÍM NÁSLEDKU POŽÁRU
V ELEKTROOBJEKTECH A KABELOVÝCH HOSPODÁŘSTVÍCH

1. Úvod

Kabelové rozvody ve velkých průmyslových podnicích i energetice, vytvářené kabely a vodiči silovými, sdělovacími, ovládacími a pod., jsou uloženy převážně v průchozích kabelových kanálech, v menší míře pak na kabelových mostech a v kabelových kanálech průlezných nebo shora přístupných. Podle velikosti zásobovaného technologického celku a přenášené energie se různě větví a člení.

S technickým rozvojem výstavby nových závodů, s ohledem na zvýšenou spotřebu el. energie a automatizace, dochází zákonitě i ke zvětšování kabelových hospodářství. V moderních závodech pak škody způsobené požáry jsou mnohem větší, než je tomu u provozů starších. Případný požár kromě výpadku výroby, následně způsobuje velké hospodářské škody, někdy také ztráty lidských životů a těžké újmy na zdraví lidí. Největší ztráty a výpadky pak vznikají při požárech vysokých, rozlehlých elektroobjektů, v nichž je zainstalována výpočetní technika, mikroprocesory, polovodiče, spínací přístroje s postříbřenými kontakty a pod.

Je to způsobeno tím, že v současné době téměř všechny používané kabely jsou opláštěny a izolovány plastickými hmotami, které jsou hořlavé. Znamená to tedy, že zvláště v kabelových svazcích, používaných v centrálních systémech průmyslových zařízení a výškových budovách, může dojít k rychlému rozšíření požáru. Nejvíce rozšířenou plastickou hmotou, používanou pro kabelové izolace, je polyvinylchlorid (PVC), při jehož hoření se uvolňuje velké množství chlorovodíku, jenž s vlhkostí vytváří kyselinu

chlorovodíkovou, která svými korozivními účinky způsobuje značné následné škody, které často převyšují škody vzniklé vlastním požárem kabelů. Působením HCl za určitých okolností dochází i k narušení betonu a k sekundární korozi ocelové výztuže betonu. V této souvislosti se často připomíná požár v závodě firmy AEG, kde zhořením jen 7 kg PVC vznikly sekundární škody na zařízeních a budově v hodnotě cca 50 mil. DM.

Kromě toho při hoření měkčeného PVC vzniká hustý dým, uvolňují se dusivé a narkotické plyny (CO , CO_2), které podstatně stěžují únik osob z místa požáru a jsou proto příčinou úmrtí podstatně většího počtu osob (o cca 80 %), než je počet úmrtí způsobený samotnými plameny. Ve snaze omezit tyto nepříznivé účinky byly už v 1. polovině 70tých let vyvinuty PVC směsi, u kterých se dosáhlo podstatného zvýšení odolnosti kabelů proti šíření plamene a bylo možno též snížit množství uvolňovaného HCl z cca 300 mg na 1g polymeru na méně jako 150 mg/g. Hustota dýmu se však významně nezměnila.

Při požárech kabeláže se současně vytvářejí na stěnách a zařízeních elektroobjektů všude, kde zplodiny hoření proniknou, husté nánosy sazí. Saze jsou značně vodivé, mastné a obsahují HCl, jejich likvidace je značně náročná.

V dalším jsou uvedeny některé zkušenosti, které jsme získali při likvidaci několika dřívějších rozsáhlých požárů v elektroobjektech Nové huti Ostrava.

2. Základní principy hoření kabelů

Izolace kabelů se většinou vyrábí z měkčeného PVC obsahujícího 20 - 35 % změkčovadel (hlavně diokrylftalátu), 15 % plniv (uhličitan vápenatý) a 4 % stabilizátorů na bázi olova. Z vlastností měkčeného PVC vyplývá, že hořlavost kabelů je možno do jisté míry snížit, čímž se oddálí i okam-

žik jejich vznícení. Je to dáno tím, že chlorovodík, který se z kabelu při působení plamene uvolňuje, spolu s vodní párou má silně retardační účinky a izolace zpočátku nehoří.

Dojde-li však k prohřátí izolace, např. vlivem proudového přetížení, zkratu, místního přehřátí přechodovým odporem (např. ve spojce) a pod., na teplotu plastifikace, začnou se z kabelu uvolňovat zbytky volných změkčovadel a jiné monomerní složky a kolem kabelu se vytváří plynný obal hořlavých par. Vznícení kabelu může pak způsobit např. i oblouk (jiskra), který může vzniknout při vnitřním zkratu kabelu. U změkklého kabelu ke zkratu - k vzájemnému dotyku vodičových žil - nejspíše může dojít v místech ohybu kabelu nebo při přechodech kabelu přes ostré hrany kabelových lávek, konce trubek nebo jiných podkladů, t.j. všude tam, kde žíly jsou k sobě mechanicky mačkány.

Vzhledem k tomu, že ve skutečnosti jde o vznícení plynného obalu kabelu, probíhá šíření požáru poměrně rychle. Na další rozšíření - přenos požáru - má vliv i to, jak jsou teplé sousední kabely, jak je poruchový kabel oproti ostatním uložen, t.j. zda je uložen na nebo bez azbestocementové podložky, zda je uložen volně, těsně nebo odděleně, zda kabely jsou opatřeny protipožárními nátěry a pod.

Na šíření požáru má také vliv i materiál jader kabelů. Při obvyklých požárech budov se dosahují teploty 600-750°C. Bod tavení hliníku je 660°C, mědi 1080°C. Dojde-li k roztavení hliníku a hoří-li kabely na horních lávkách, stéká roztavený hliník na lávky dolní, na kterých kabely zapálí. Stečení hliníku nezabrání ani podkladní azbestocementové desky. Kabely s měděnými jádry, vzhledem k vyššímu bodu tavení Cu, se na takovému způsobu šíření požáru nepodílí.

3. Zplodiny hoření izolace kabelů a jejich neutralizace

Při modelové velkorozměrové požární zkoušce, uskutečněné v požární štolě VVUÚ v Ostravě-Radvanicích, s cílem posoudit průběh šíření požáru, vývin toxických plynných produktů hoření i hustotu dýmu v instalovaném kabelovém kanálu délky 24m byly zjištěny následující skutečnosti.

Z průběhu teplot, snímaných odporovými teploměry Pt 100, je zřejmé, že iniciační zdroj (20 l etanolu) působil na požární objekt po dobu cca 13 min, kdy již dochází k vlastnímu progresivnímu hoření kabelů. V důsledku rozvoje hoření dochází k rychlému nárůstu teplot tak, že v 18 min. teplota na začátku kabelových lávek přesáhla hodnotu 800°C, což je maximální teplota, kterou je schopna měřící ústředna registrovat.

Zplodiny hoření byly odebírány sondou, umístěnou na 3. podlaží komína požární štoly, t.j. cca 13m za koncem kabelového kanálu. Koncentrace CO a CO₂ byla sledována kontinuálně infraanalyzátory UNOR 4N. Vzorky pro stanovení HCl byly odebírány v 5ti min. intervalech od zahájení pokusu jímáním do roztoku NaOH. Koncentrace HCl byla stanovena acidimetrickou titrací. Kromě uvedených veličin byla kontinuálně snímána optická propustnost dýmu. Již ve 3. min. pokusu byla naměřena hodnota 3 % optické propustnosti, což je nulová viditelnost.

Koncentrace CO v prvních 10ti min. dosáhla hodnot cca 0,8 obj. %, na této hodnotě se udržovala až do 58. min. Smrtelně nebezpečné koncentrace bylo dosaženo již v 5 minutách pokusu.

Koncentrace HCl dosáhla nejvyšší hodnoty v prvních 15. minutách pokusu (max. 0,2 obj. %), kdy dochází k degradaci a hoření PVC izolace působením iniciačního zdroje. Po této době došlo k poklesu koncentrace HCl na 0,08 až 0,12 obj.%. Poměrně nízké koncentrace HCl jsou zdánlivě v rozporu s

teoretickými předpoklady o vzniku HCl při degradaci a hoření PVC. Při hodnocení uvedených výsledků je však nutno vzít v úvahu vysokou reaktivnost HCl, kterou navíc zvyšuje vysoká teplota a přítomnost vodní páry (vzdušná vlhkost i vodní páry vznikající hořením). V prostoru požární štolky i komína jsou kovové konstrukce, stěny jsou z keramických materiálů. Značně část chlorovodíku reaguje již ve hmotě izolační vrstvy kabelu s plnivem, t.j. uhličitanem vápenatým, takže nedochází k jeho uvolnění. HCl rovněž reaguje i se stěnami kovové sondy a dále dochází k jeho adsorpci do vody, která kondenzuje na stěnách přívodní hadice i vlastní štolky.

Přes uvedené vlivy jsou hodnoty koncentrace řádově vyšší než NPK. Životu nebezpečné koncentrace bylo dosaženo po 5 minutách pokusu.

Zabránit sekundární korozi v kabelových kanálech lze neutralizací prostředí, tzn. reakcí vzniklého HCl a kyseliny chlorovodíkové s neutralizačními prostředky. Roztok se označuje jako neutrální, jestliže nereaguje ani kyselina ani zásaditě ($\text{pH} = 7$). Neutralizace tedy v našem případě znamená odstranění kyselé reakce ($\text{pH} < 7$). Kyselou reakcí která je způsobena přítomností většího množství vodíkových iontů v roztoku (prostředí) odstraníme jejich eliminací.

Pro praktické účely se jeví jako vhodné použití roztoku uhličitanu sodného (Na_2CO_3) - sody. Jeho vodní roztoky reagují zřetelně zásaditě, neboť je sůl slabé kyseliny uhličitě a silné zásady. Rovněž zásaditě reaguje vodný roztok hydrogenuhličitanu sodného (NaHCO_3). Ve srovnání se sodou reaguje však méně zásaditě, neboť je jen částečně hydrolyticky štěpen.

Uhličitaný alkalických kovů (s výjimkou litného) a tedy i Na_2CO_3 jsou ve vodě snadno rozpustné. Také hydrogenuhličitan jsou dobře rozpustné ve vodě, jen hydrogenuhličitan sodný má poměrně malou rozpustnost (při 150°C - 8,8g ve 100 g vody).

Zkušenosti ukazují, že vzhledem k množství vzniklého HCl ev. kyseliny chlorovodíkové, je vhodné k neutralizaci použít 5-10% roztok uhličitanu sodného (sody). Znamená to, že ve 100 l vody rozpustíme 5-10 kg sody a vzniklý roztok dále popsáním způsobem aplikujeme. Z bezpečnostního hlediska se pro aplikaci jeví vhodnější použití roztoku hydrogenuhličitanu sodného, který připravíme tak, že ve 100 l vody rozpustíme 9 kg tohoto neutralizačního prostředku) vzhledem k výše uvedené rozpustnosti a míře - stupni - záseditosti .

Dalo by se uvažovat i o použití mazlavého mýdla, které má rovněž neutralizační účinek, ale draselné soli jsou cenově dražší a mají rovněž škřivější vliv než soli sodné. Z tohoto důvodu se tento prostředek jeví méně vhodným.

4. Postup při likvidaci následků požáru

Vyhoří-li elektroobjekt, v němž byla kabeláž provedena kabely a vodiči s izolací z PVC, tak likvidaci následků požáru nejvíce komplikuje vzniklá kyselina chlorovodíková. S ohledem na její silné korozivní účinky je nutné provést její neutralizaci co nejrychleji (t.j. bezprostředně po likvidaci požáru). Postup neutralizace bude však rozdílný podle toho, zda se jedná o stavební část objektu nebo o el. zařízení.

4.1. Neutralizace stavební části elektroobjektů

Lze předpokládat, že rozsáhlejší požáry elektroobjektů se hasí vodou a to buď ručně - po odpojení všech zdrojů elektrické energie v daném objektu, nebo pomocí stabilních hasicích zařízení.

Obdobný postup lze zvolit při neutralizaci kabelových kanálů.

Návrh postupu neutralizace

- a) Provede se zjištění, zda při požáru a jeho hašení vznikla kyselina chlorovodíková. Provede se to ověřením kyselosti vody ulpělé na stěnách, na stropě, na podlaze a to nejjednodušeji pomocí lakmusového papírku. Při pH menším než 5 (kyselý roztok) je nutno provést neutralizaci.

Není-li možné kyselost ověřit, provedeme neutralizaci vždy, jestliže došlo k požáru v prostoru, který byl plně kabely zaplněn a které zcela vyhořely. Je tudíž předpoklad, že $\text{pH} < 5$.

- b) Provede se důkladný oplach všech požárem zasažených stěn, stropů, podlah, zbytků kabeláže, lávek a pod. vodním 5 - 10 % neutralizačním (zásaditým) roztokem. Postřík není vhodné provádět na ta zařízení, která nejsou příliš poškozena a voda by je mohla zničit zcela (např. el. zařízení).

Neutralizační roztok se namíchá podle toho, jaké neutralizační činidlo je v dané situaci k dispozici.

Potřebné množství se přibližně určí podle velikosti plochy, kterou bude nutno opláchnout. Předpokládá se, že bude nutno plochu 1 m² opláchnout cca 2 až 5 litry neutralizačního roztoku.

Vzhledem k tomu, že neutralizaci je nutno provést okamžitě po likvidaci požáru, doporučuje se použít k tomu zásahové požární jednotky a to např. následovně:

- Neutralizační činidlo rozmíchat s vodou tak, aby bylo zcela tekuté; pak je vlít (načerpát) do cisterny požárního vozu.
- Do cisterny dočerpát potřebné množství vody (dočerpáním vody a jízdou cisterny dojde k promíchání neutralizačního roztoku s vodou).

- Postřik zasažených ploch provést mlhovou proudnicí.
- Znovu ověřit kyselost vody ulpělé na stěnách, na stropě, na podlaze. Není-li kyselost neutrální, postřik nutno opakovat.

Provedení postřiku přímo jednotkou PO je vhodné především v objektech, kde došlo k rozsáhlému požáru a je nutno neutralizovat značné plochy. Toto řešení bude obtížné provést v případech, kdy kabelový prostor leží nad prostorem např. s el. zařízením, které je nepoškozené.

U méně rozsáhlých objektů nebo tam, kde si nemůžeme dovolit nastříkat hodně vody, lze neutralizaci provést pomocí malířských stříkaček s pod. Předpokládá se, že oplachem dojde také k odmaštění sazí, které budou na stěnách pak méně ulpívat.

- c) Provede se mechanické oškrábání stěn od sazí.
- d) Provede se kontrola objektu, zda nedošlo k narušení statické pevnosti stavby. Poškozené stavební prvky je nutno opravit nebo vyměnit.
- e) Provede se vymalování celého objektu vápenným mlékem, které má rovněž neutralizační charakter. Vymalování nutno provést před zahájením montážních prací.

4.2. Neutralizace elektrických zařízení

Provedení účinné neutralizace el. zařízení je značně problematické. Aby byla účinná, je nutné ji provádět rovněž okamžitě, protože chlorovodík se rychle váže se stříbrem, s nímž vytváří chlorid stříbrný.

Dojde-li k zasažení el. zařízení kouřem a teplem ve velkém rozsahu, stává se např. přístrojová náplň nepoužitelná. Budou-li však nosné části rozváděčů znovu použity, je vhodné je vodním neutralizačním roztokem rovněž opláchnout.

Pro čištění el. zařízení od zplodin hoření nám nabízel rakouská firma CT Austria ges.m.b.H systém sestávající ze 3 procedur:

1. Neutralizace HCl

Provede se tlakový postřik všech sezemi zasažených částí přípravkem CT - odstraňovač sazí. Postřik se nechá působit min. 20 min. - přitom má dojít k neutralizaci a též k chemickému rozpuštění sazí.

2. Hlavní čištění

Provede se vysokotlaké omývání sazí a ostatních nečistot přípravkem CTR 501.

3. Antikorozní a vysoušecí opatření

Provede se postřik přípravkem CT - ochrana proti vlhkosti. Po nejvýše 20 min. má být zařízení připraveno k uvedení do provozu.

Velmi špatně se čistí - neutralizují - svorky vodičů vnitřních spojů rozváděčů. Nejvíce se osvědčilo používání silných rozpouštědel jako je perchlor, přičemž dráty bylo nutno omývat jednotlivě, neboť jinak byl izolační stav pořád nevyhovující.

5. Závěr

Z předchozího rozboru i zkušeností vyplývá, jak komplikovaně se odstraňují následky požáru kabelových rozvodů v elektroobjektech resp. kabelových kanálech. Je proto nezbytně nutné elektroobjekty budovat a zabezpečit protipožárně tak, aby při požáru nedošlo k zanesení zplodin hoření do dalších navazujících prostor, především s elektrickým zařízením.

Snížení pravděpodobnosti vzniku požáru se dosáhne především správným jištěním a dimenzováním kabelových vedení včetně jejich správného uložení. Dalším nezbytným předpokladem je dodržování elementárních pravidel čistoty a pořádku v kabelových hospodářstvích, čímž se sníží riziko vzniku požáru od vnějšího žhavého iniciátoru.

Rozsah požáru lze značně omezit včasným požárním zásahem; zde je nejvhodnější použití stabilního hasicího zařízení.

Následky požáru lze podstatně zmírnit provedením neutralizace objektu a zařízení a to okamžitě po likvidaci požáru. Pozdější provedení neutralizace již není tak účinné. Proto neutralizaci je nutno provádět jako součást hasebního zásahu.

Seznam použité literatury

1. Ing. Škvarka, Ing. Kandráč
Experimentální ověřování fyzikálních vlastností
a požární odolnosti materiálů při požáru v modelovém
kabelovém prostoru, VÚPEK Bratislava 1988
2. Seminář ČSVTS
Silnoproudé kabely, Bratislava 1987
3. Beuer a kol.
Kabely a vodiče, SNTL 1956

Ing. Svatopluk Dorda, Nová huť, 707 02 Ostrava 7 - Kunčice

Ing. Ivona Zapletalová, Vysoká škola báňská, Tr. Víť.
února 1770, 708 33 Ostrava-Poruba

Karol BALOG

SLEDOVANIE POŽIARNOTECHNICKÝCH CHARAKTERISTÍK A ICH PRAKTICKÝ VÝZNAM PRE POŽIARNÚ BEZPEČNOSŤ JADROVÝCH ELEKTRÁRNI

1. ÚVOD

Hodnotenie požiarneho rizika materiálov používaných v JE sa stáva problémom v každej krajine. Doteraz nie sú k dispozícii jednotné požiarноinžinierske expertné systémy, ktoré by prepájali požiarnu bezpečnosť s jadrovou bezpečnosťou.

Používané požiarноbezpečnostné opatrenia z hľadiska horľavosti materiálov a rozvoja požiaru sú v ČSFR riešené viac-menej na základe skúseností získaných z hodnotenia požiarnej bezpečnosti stavieb, kde sa kladie dôraz na ekonomickú efektívnosť.

Tento postup nezohľadňuje špecifikum jadrových elektrární (JE), kde je nutné z hľadiska jadrovej bezpečnosti sledovať požiarноtechnické charakteristiky používaných materiálov v dynamickom režime a nie staticky, kedy informácie o parametroch horľavosti nezohľadňujú vplyv časového a užívateľského faktora na fyzikálno-chemické a požiarноbezpečnostné vlastnosti zabudovaného, spotrebného a pri rekonštrukciách používaného materiálu v priebehu určenej životnosti JE.

2. VPLYV UŽÍVATEĽSKÉHO FAKTORA NA POŽIARNE NEBEZPEČENSTVO

Užívateľský faktor zahŕňa v sebe nasledujúce požiadavky, ktoré môžu ovplyvniť požiarnu, a tým aj jadrovú bezpečnosť:

- a) posúdenie požiarneho nebezpečenstva zabudovaných materiálov,
- b) analýza technologických podmienok na zmeny parametrov horľavosti v priebehu prevádzkovania JE,
- c) posúdenie reakcie materiálov na havarijné opravy,
- d) posúdenie požiarneho rizika technologických postupov pri výmene spotrebovaného a stabilne zabudovaného materiálu,
- e) analýza kritických uzlov elektrárne so zvýšeným požiarным zetažením,
- f) systematická príprava personálu JE z hľadiska požiarnej a jadrovej bezpečnosti.

V súčasnosti nie sú vytvorené banky dát pre JE v ČSFR tak, aby mohli byť využité nástroje požiarneho inžinierstva na sledovanie požiarneho rizika pri ich výstavbe, prevádzkovaní a rekonštrukcii.

Pre tvorbu koncepcií posudzovania požiarneho rizika materiálov používaných v JE je nevyhnutné prepojiť výskum v oblasti horľavosti materiálov a rozvoja požiaru s oblasťou jadrovej bezpečnosti.

Aktivita vo výskume musí byť cielená na používanie bezpečných materiálov, vzhľadom na vysoké bezpečnostné a ekologické požiadavky a taktiež musí byť dostatok informácií, ktoré umožnia bezpečne manipulovať s horľavými látkami. Jednotlivé technologické postupy a pomocné pracovné činnosti pre prevádzkovanie JE musia byť analyzované a aktualizované tak z hľadiska požiarnej ako aj jadrovej bezpečnosti.

Nedostatočná analýza požiadaviek jadrovej bezpečnosti a ich nedôsledné zapracovanie do požiadaviek požiarnebezpečnostných opatrení vedie k zvýšeniu požiarneho rizika a zároveň dochádza k zvýšeniu nákladov na výskumné práce v oblasti požiarneho inžinierstva.

Pre vytvorenie kontrolovateľných koncepcií požiarnej bezpečnosti JE na základe najnovších poznatkov požiarnej vedy je nevyhnutné zvýšiť mieru koordinácie medzi profesionálnymi inštitúciami, zameranými na hodnotenie požiarnej a jadrovej bezpečnosti, štandardizačným ústavom a štátnou správou pre dozor nad požiarnou bezpečnosťou.

3. METÓDY NA SLEDOVANIE POŽIARNEJ BEZPEČNOSTI MATERIÁLOV

V poslednom desaťročí došlo k značnému rozšíreniu počtu metodík používaných na posudzovanie horľavosti materiálov. Ich opodstatnenosť bola daná zložitou príbehom požiaru a reakcie materiálov na oheň. Intenzívne sa pracuje v oblasti získavania informácií o tvorbe a rýchlosti uvoľňovania tepla pri horení, šírení sa požiaru v uzavretých miestnostiach. Značná pozornosť sa venuje aj produktom horenia a ich škodlivému pôsobeniu.

Iná je aktivita v zdokonaľovaní testovacích metód. Dochádza k celosvetovej unifikácii základných skúšobných metód (rýchlosť uvoľňovania tepla, šírenia plameňa po povrchu materiálu, tvorba dymu pri horení, rýchlosť odhorievania, zápalnosť materiálu).

Naďalej sa budú vyvíjať špecifické metódy pre získavanie údajov o charaktere procesu horenia pre matematické modelovanie rozvoja požiaru (stanovenie rýchlosti uvoľňovania tepla na základe spotreby kyslíka, šírenie požiaru v uzavretej miestnosti - veľkorozmerové testy).

V súčasnej dobe prevládajú požiadavky na kvantitatívne vyjadrenie výsledkov testov tak, aby mohli byť využité v banke dát pre posudzovanie požiarneho nebezpečenstva pomocou výpočtovej techniky. Iný dôležitý aspekt je, aby výsledok testu dobre koreloval s pozorovaniami v praxi a aby ho prax prijala.

Pre zníženie požiarneho nebezpečenstva materiálov používaných v JE je vhodné vytvoriť medzi inštitúciami, ktoré vyvíjajú materiál (alebo vyrábajú) a organizáciami sledujúcimi ich užitie z hľadiska požiarnej bezpečnosti, spätnú väzbu s rešpektovaním požiadaviek jadrovej bezpečnosti.

Pre novovyvinutý materiál, resp. použitý na JE sa stanoví riziko. Ak je požiarne riziko vysoké, je potrebné buď ho zo sféry JE vylúčiť, alebo vrátiť do výroby, aby sa zosúladiť jeho požiarnotechnické vlastnosti s nárokmi vo sfére použitia. Pre zlepšenie vlastností sa využívajú informácie z praxe a výskumu. Materiál s plánovanými vlastnosťami je potrebné naďalej sledovať vo sfére využitia.

Ak sa nepotvrdí jeho dostatočná bezpečnosť z hľadiska užívateľských aspektov, prestáva byť akceptovaný v praxi. V tomto prípade je potrebné nielen modifikovať vlastnosti, resp. sféru bezpečného užitia, ale je potrebné preveriť, resp. modifikovať metodiku, ktorá sa používala a chybné umožnila rizikové užitie materiálu v praxi.

4. ZÁVER

Požiarne inžinierstvo vyžaduje pre potreby posudzovania požiarneho nebezpečenstva materiálov nielen analýzu zložitého procesu horenia, ale aj jednotlivých stupňov prebiehajúceho požiaru v danom prostredí.

Vzhľadom na multidisciplinárny charakter štúdia procesu horenia, rastie potreba integrácie rôznych vedných disciplín a do popredia vystupuje potreba vytvoriť expertný systém umožňujúci podľa sféry použitia materiálu predpovedať jeho chovanie sa v podmienkach požiaru, resp. jeho príspevok k celkovému požiarnemu riziku.

Pre potreby posudzovania požiarneho nebezpečenstva nestačí poznať iba finálne výsledky testov horľavosti, ale je potrebné oboznámiť sa s metodikami a ich obmedzeniami.

Ing. Karol DALOG, CSc., Požiarnotechnický a expertízny ústav
MV SR, Rožňavská 11, 831 04 Bratislava

Bořivoj PŠENIČNÝ

METODIKA ZKOUŠEK POŽÁRNÍCH KABELOVÝCH PŘEPÁŽEK

1. Popis současného stavu

Požární přepážky a ucpávky jsou jedním z opatření zabráňujícím šíření požáru po trase kabelů v kabelových kanálech, šachtách, mostech a prostorách. Podcenění protipožárních opatření mělo v minulosti za následek mnoho materiálních ztrát a následných škod způsobených vyřazením technologického zařízení z provozu. V posledních letech se klade na jejich správné projektování a montáž stále větší důraz, jak ze strany budoucích provozovatelů objektů, tak i ze strany inspekčních orgánů.

Základním předpokladem správné funkce požárních přepážek a ucpávek je nejen profesní projekce a montáž, ale i ověřená konstrukce požární přepážky.

Funkceschopnost požárních přepážek je ověřována dle metodiky ČSN 730851 - Stanovení požární odolnosti stavebních konstrukcí. Jak vyplývá z názvu normy parametrem a současně i kvalitativním ukazatelem je požární odolnost stavební konstrukce v minutách. Kabelové požární přepážky a ucpávky jsou dosud hodnoceny jako určitá podskupina nebo doplněk stavebních konstrukcí, podle stejné zkušební metodiky, tzn. ČSN 730851. Tato norma stanoví obecně platné podmínky a kritéria hodnocení zkoušek. Zkoušky se provádějí ve speciálních laboratorních pecích.

Požární odolnost určitého konstrukčního řešení se stanoví na základě hodnocení výsledků zkoušek vzorků kabelových požárních přepážek a ucpávek. Doba požární odolnosti se určí z překročení stanovených mezních stavů.

Mezní stavy požární odolnosti konstrukcí jsou charakterizovány:

- a) ztrátou nosnosti a stability
- b) překročením mezních teplot na neohřívaném povrchu
- c) ztrátou celistvosti

Až dosud jediná organizace provádějící zkoušky požární odolnosti stavebních konstrukcí s celostátní platností je VÚPS Praha pracoviště Veselí nad Luž. (dnes již samostatná organizace PAVÚS Veselí nad Luž.). V této uznávané zkušebně bylo zejména v posledních deseti letech provedeno zhruba 14 zkoušek požární odolnosti požárních kabelových ucpávek. Smyslem všech těchto zkoušek bylo v souladu s probíhající inovací materiálové základny navrhnout spolehlivý, konstrukčně a montážně nenáročný způsob provedení požárních kabelových ucpávek. Výsledkem jsou typová řešení těsnění vodorovných či svislých kabelových prostupů, která však nejsou tématem tohoto příspěvku a nebudou jednotlivě uváděny.

2. Metodika hodnocení zkušebních vzorků (ČSN 730851)

a) rozsah platnosti

- platí pro všechny typy požárních kabelových ucpávek
- platí pro vodorovné i svislé uspořádání kabelů
- platí pro přepážky s kabely nebo holými vodiči v izolačních průchoďkách
- zkoušky požární odolnosti se provádí na jednom nebo dvou shodných vzorcích
- zkoušení pouze jednoho vzorku se nepovoluje u požárních ucpávek uplatněných v typových podkladech nebo u nichž se předpokládá opakovaná montáž na více jak jedné stavbě

b) zkušební vzorky

- zkušební vzorky požárních kabelových přepážek nebo ucpávek se montují ve většině případů přímo ve zkušební peci a to v případě vodorovného i svislého uspořádání; přepážky nejsou co do počtu procházejících kabelů ani co do velikosti těsněné plochy standardní a až na určité výjimky jsou zkoušky v podstatě určité výseče navrhovaných požárních kabelových přepážek

c) popis zkoušky

- zkušební vzorky jsou namáhány prouděním a sáláním tepla dle teplotní křivky, v souladu s ČSN 73 0851. Teplota v peci je sledována termočlánky. Povrchová teplota na neohřívaném povrchu je měřena rovněž termoelektrickými články. Pro informaci o chování celé sestavy požární ucpávky je možné rovněž měřit teplotu na povrchu kabelů ve vzdálenosti 50 resp. 100 mm od povrchu ucpávky apod.

d) hodnocení

- předmětem hodnocení je chování požární ucpávky v průběhu zkoušky a stanovení požární odolnosti sledováním překročení mezních stavů (viz bod l.)
- provádí-li se zkouška na dvou stejných vzorcích, považuje se za výsledek nižší z obou dosažených hodnot
- provádí-li se zkouška na jednom vzorku, stanoví se požární odolnost násobením výsledku zkoušky koeficientem 0,8.

3. Parametry zkoušek a kritéria hodnocení vzorků kabelových požárních ucpávek dle ČSN 730851

a) nárůst teploty v peci

$$T_N = T_0 + 345 \log (8 t + 1)$$

b) přetlak v peci

$$10 \pm 2 \text{ Pa}$$

c) měření teploty v peci

- pět termočlánků nebo jeden na každý $1,5 \text{ m}^2$ stěny nebo podlahy

d) dovolená odchylka teplot v peci

$$\pm 75^\circ\text{C} (+ 150^\circ\text{C})$$

e) měření teploty na neohřívaném povrchu

- nejméně pět termočlánky

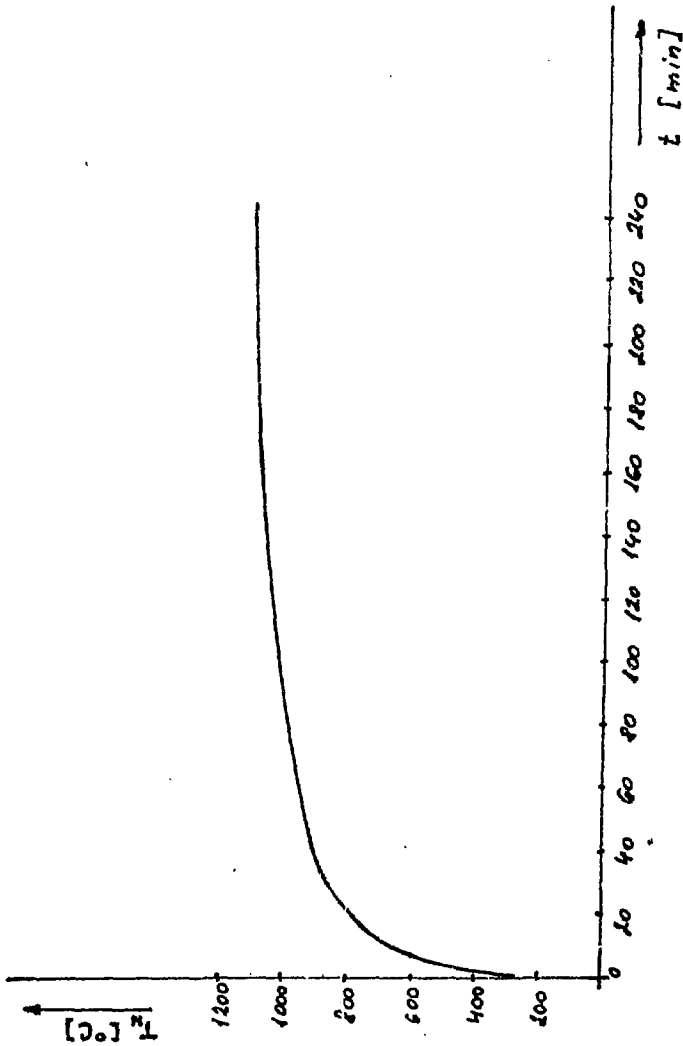
f) mezní stavy požární odolnosti

- ztráta únosnosti a stability
- překročení mezních teplot na neohřívaném povrchu
- ztráta celistvosti

g) překročení mezních teplot na neohřívaném povrchu

- průměrná teplota se zvýší o více než 160°C proti počáteční teplotě
- teplota v kterémkoliv z pěti měřených bodů neohřívaného povrchu se zvýší
 - o více než 190°C proti počáteční teplotě nebo
 - na teplotu 220°C

Diagram průběhu teploty T_N



4. Zahraniční zkušební metody

V zahraničí se provádějí zkoušky vzorků kabelových přepážek a ucpávek rovněž dle norem pro stanovení požární odolnosti stavebních dílů a konstrukcí. Jednotlivé zkušebny v těchto případech postupují při přípravě vzorků, zkouškách o hodnocení požární odolnosti v souladu s konkrétní normou, nikoliv však v celém rozsahu, nýbrž podle několika vesměs obecných pravidel.

V dalším textu je uvedeno několik důležitých norem včetně jejich stručné charakteristiky ve vztahu k problematice zkoušek pož. odolnosti kabelových přepážek a ucpávek.

A. ISO 834 - 1975 (E) - mezinárodní norma

"Zkoušky požární odolnosti - Součásti stavebních konstrukcí"
Tato zkouška stanoví požární odolnost součástí stavebních konstrukcí na základě doby, po kterou zkušební vzorek o specifikovaných rozměrech splní předepsaná kritéria, při předepsaných zkušebních podmínkách, v průběhu doby, po kterou je vzorek vystaven působení ohně.

Základní parametry zkoušek

a) nárůst teploty v peci (teplotní pole)

$$T - T_0 = 345 \log (8 t + 1)$$

b) tlak v peci

$$10 \pm 5 \text{ Pa}$$

c) měření teploty v peci

- pět termočlánků nebo jeden na každý 1,5 m² stěny nebo podlahy

d) dovolená odchylka teplot v peci

$$\pm 100^{\circ}\text{C} \quad (+ 200^{\circ}\text{C})$$

- e) měření teploty na neohřívaném povrchu
 - nejméně pět termočlánky
- f) mezní stavy požární odolnosti
 - nosnost
 - izolace
 - celistvost
- g) teploty na neohřívané straně (izolace)
 - průměrná hodnota teploty na neexponované straně vzorku nesmí vystoupit o více než 140°C nad výchozí teplotu
 - maximální teploty v kterémkoliv bodě této strany vzorku nesmí vystoupit nad počáteční teplotu o více než 180°C
 - nesmí přestoupit 220°C bez ohledu na výchozí teplotu

B. DIN 4102, díl 2 - německá norma

"Požární odolnost stavebních hmot a stavebních dílů"
díl 2. - "Stavební díly"

Požární odolnost je nejmenší doba v minutách, po kterou při zkoušce stavební díl splní požadovaná kritéria. Podle požární odolnosti jsou stavební díly zařazeny do některé z pěti tříd pož. odolnosti F 30, 60, 90, 120, 180. Rozhodující pro zařazení do třídy požární odolnosti je nejnepříznivější výsledek zkoušek na nejméně dvou zkušebních vzorcích.

Základní parametry zkoušek

a) nárůst teploty v peci

$$T - T_0 = 345 \log (Pt + 1)$$

- b) **přetlak v peci**
10 ± 2 Pa
- c) **měření teploty v peci**
 - pět termočlánků nebo jeden na každý 1,5 m² stěny nebo podlahy
- d) **odchyłka teplot v peci**
 - prvních 5 minut ± 100 K
 - do 30 minut trvání zkoušky ± 10 %
- e) **měření teploty na neohřívaném povrchu**
 - nejméně pět termočlánků
- f) **mezní stavy požární odolnosti**
 - nosnost
 - celistvost
 - překročení mezních teplot na neohřívaném povrchu
- g) **mezní teploty na neohřívaném povrchu**
 - průměrná teplota na odvrácené (neohřívané) straně se nesmí zvýšit v průměru o více než 140 K proti výchozí teplotě
 - na žádném měřeném místě se nesmí zvýšit teplota o více než 180 K oproti výchozí teplotě

C. BS 476 (1972) - britská norma

"Zkoušky požární odolnosti stavebních materiálů a konstrukcí"

Část 8: "Zkušební metody a kritéria požární odolnosti části stavebních konstrukcí"

Parametry zkoušek a hodnocení vzorků požárních kabelových ucpávek je srovnatelné s metodikou ISO 834 - 1975.

D. ASTM E 119 - 83 - americká norma ze souboru technických norem společnosti ANSI

"Standardní metody zkoušek požární odolnosti stavebních konstrukcí a materiálů"

Norma popisuje laboratorní podmínky zkoušek, nikoliv vlastní požární odolnost materiálů a částí staveb. Výsledky zkoušek však mohou být použity vhodným způsobem k hodnocení požární odolnosti.

Norma rovněž upozorňuje na složitost reprodukovatelnosti procesu hoření a na možné ovlivnění výsledku zkoušek různými faktory.

Předměty zkoušení a hodnocení jevů při ohřevu a hoření jsou téměř stejné jako v ISO 834 - 1975.

Přechod tepla stěnou nebo přepážkou v průběhu zkoušky požární odolnosti musí být takový, aby nedošlo ke zvýšení teploty na neexponovaném povrchu o více než 139°C proti původní teplotě.

Je-li to požadováno, vystaví se duplicitní vzorky působení ohně na poloviční dobu než je doba jeho požární odolnosti, ne však déle než 1 hod. a poté se vzorek vystaví proudu tlakové vody.

5. Závěr

Z provedené rešerše několika uvedených zahraničních norem a zkušebních protokolů řady zkušeben vyplývá, že dosud používaná metodika zkoušek a hodnocení výsledků požární odolnosti kabelových ucpávek odpovídá obecně uznávaným zahraničním zvyklostem. V průmyslově vyspělých státech se i nadále uvažuje s využíváním uvedených zkušebních metodik pro potřebu

zkoušek požárních kabelových přepážek a ucpávek. V současné době není signalizována jakákoliv změna nebo vytvoření samostatné zkušební metodiky. Světový trend směřuje nikoli k vytvoření dokonalejších zkušebních metod, nýbrž k aplikaci kvalitnějších materiálů a nenáročných montážních metod se současným sledováním kvality prováděných montážních prací. Naopak, ze znalosti průběhu a výsledků zkoušek požárních ucpávek kabelů s PVC nebo PE pláštěm lze odvodit značné zobecnění a zjednodušení zkušební metodiky. Kritickým bodem při sledování funkceschopnosti vzorků ucpávek při zkoušce jsou vlastní kabely ve smyslu prohořívání ucpávky po izolaci kabelů. Proto i vysoce kvalitní nehořlavé a tepelně izolační materiály musíme aplikovat v minimální tloušťce stěny resp. stropu a to právě z důvodu nebezpečí prohoření ucpávky po plášti kabelů. Zkoušky požárních kabelových ucpávek prováděné v uplynulých letech nebyly samozřejmě koncipovány směrem ke stanovení limitní tloušťky ucpávky vzhledem k nebezpečí prohoření v místě průchodu jednoho nebo svazku kabelů, přesto je však z nich možno určit bezpečné tloušťky stěn kabelových ucpávek.

V naší investiční a j. výstavbě se vyskytují převážně požadavky na dodržení požární odolnosti 60 resp. 90 minut. Těmto hodnotám odpovídají kompaktní horizontální nebo vertikální ucpávky o síle 100 resp. 200 mm a to bez ohledu na množství procházejících kabelů.

Průběh zkoušek kabelových ucpávek síly 100, 200 a 250 mm potvrdil domněnku, že množství procházejících kabelů v zásadě neovlivní hodnotu požární odolnosti.

Porovnáme-li proto některé parametry zkušebních vzorků s dosaženými výsledky jejich zkoušek, dospějeme k závěru, že lze za určitých okolností zkoušet kabelovou ucpávku bez kabelů.

Příklad: V důsledku inovace materiálu je třeba vyzkoušet svislou kabelovou ucpávku o tloušťce 200 mm s požadavkem požární odolnosti 90 minut. Při návrhu zkoušky pak vycházíme z již ověřené požární odolnosti konstrukčně shodného typu ucpávky a můžeme zkoušku navrhnout bez kabelů, jako nenosnou příčku, avšak stejného technického řešení včetně její tloušťky.

Přistoupíme-li na filosofii neověřovat to co již bylo zkouškami několikrát ověřeno, nejen že v řadě případů zjednodušíme přípravu a provedení zkoušek, ale hlavně podstatně zlepšíme kolektivitu zkušebny pracovní prostředí včetně zásadního omezení úniku vysoce toxických látek z hořícího PVC do ovzduší a nebudeme přispívat ke zhoršování ekologických poměrů v lokalitě zkušebny.

Použitá literatura

- ČSN 73 0851 - Stanovení požární odolnosti stavebních konstrukcí**
- ISO 834-1975 (E) - Zkoušky požární odolnosti**
- DIN 4102 - Požární odolnost stavebních hmot a stavebních dílů**
- BS 476 (1972) - Zkoušky požární odolnosti stavebních materiálů a konstrukcí**
- ASTM E 119-83 - Standardní metody zkoušek požární odolnosti stavebních konstrukcí a materiálů**

Ing. Bořivoj Pšeničný - Elektromontážní závody Praha
Na poříčí 5 a 7
111 74 P r a h a 1

Peter ŠKVARKA, Ivan ZMAJKOVIČ

VPLYV POŽIARU NA JADROVÚ BEZPEČNOSŤ

Úvod

Hlavným požiarňým nebezpečím blokov VVER 440 z hľadiska jadrovej bezpečnosti je požiar v turbínovej hale (strojovni). Tu požiarne nebezpečenstvo predstavuje hlavne turbínový olej, vodík a elektrická kabeľáň v káblových kanáloch. V strojovni musia opatrenia požiarnej ochrany zabrániť úniku horľavín (oleja, vodíka) do iných častí bloku, ochrániť konštrukciu turbínovej haly pred zrútením v dôsledku požiaru a zabezpečiť v dostatočne krátkom čase obnovu dodávky napájacej vody do parogenerátorov z elektrických napájačiek (havarijných, alebo normálnych), na zabezpečenie obnovy odvodu tepla z odstaveného reaktora.

Z hľadiska jadrovej bezpečnosti nemenej významnými priestormi pri posudzovaní požiarnej bezpečnosti blokov VVER 440 sú priečna a pozdĺžne etažérky, kde v mnohých poschodiach nad sebou v priestoroch odklopujúcich budovu reaktora sú umiestnené elektrické zariadenia, dozorne, počítače a káble silové, ovládacie, signalizačné a iné a to ako systémov normálnej prevádzky, tak aj systémov bezpečnostných.

Zabezpečenie funkčioschopnosti bezpečnostných systémov (príloha 1) jadrovej elektrárne za normálnych podmienok i počas projektom uvažovaných havárií je súčasťou filozofie jadrovej bezpečnosti na jadrovej elektrárni.

Analýza požiarneho rizika má na bloku jadrovej elektrárne overiť, nakoľko projekt (a jeho realizácia) chráni jadrovú bezpečnosť pred haváriami v dôsledku požiarneho nebezpečenstva.

Analýza požiarneho rizika

Klasická analýza požiarneho rizika pre požiarne úseky bloku JE s VVER 440 typu V213 sa vykonáva podľa ČSN 73 98 04 a bola vykonaná napr. Ing. Pelcom v správe VŠB Ostrava [1] v rámci riešenia dielčej úlohy A-01-159-821/09 "Požiarne bezpečnosť JE".

Metodika navrhovaná IAEA v revízii bezpečnostného návodu č. 50-SG-D2 z roku 1990 [2] obsahuje nasledovné kroky:

a/ Zber informácií

- plány budovy, konštrukčné parametre
- zásoby vody, požiarne čerpadlá, hasivá
- požiarne vodovody, hydranty

- identifikácia, popis a lokalizácia priestorov, kde požiar môže ovplyvniť prvky tak, že môže dôjsť k úniku Ra materiálov
- určenie požiarnej odolnosti požiarnych prepážok navrhovaných požiarnych úsekov
- inventár horľavín v požiarnych úsekoch
- zoznam systémov požiarnej signalizácie a represie podľa typu a požiarnych úsekov
- popis ventilačných systémov pre každý požiarny úsek

b/ Kvantifikácia požiarnych rizík

v káblovom hospodárstve vykonávame túto analýzu nasledovne:

- identifikujeme možné scenáre ktoré môžu viesť k iniciácii požiaru v jednotlivých požiarnych úsekoch a stanovíme početnosť ich výskytu
- vykonáme analýzu požiarneho rizika jednotlivých požiarnych úsekov [1,4] a stanovíme kritické požiarne úseky, z ktorých, ak v nich požiar vznikne alebo do nich prenikne, sa pri danej odolnosti požiarnych prepážok pravdepodobne rozšíri do susedných požiarnych úsekov
- identifikujeme bezpečnostné systémy (ich redundantné podsystémy), ktorých kabeláž prechádza jednotlivými požiarnymi úsekmi. Ak požiar v požiarom úseku vyvolá zlyhanie len jedného redundantného podsystému, a požiarny úsek nie je z hľadiska požiarnej odolnosti kritický, nemusíme tento požiarny úsek ďalej analyzovať.
- ak nie sú splnené obe podmienky, musíme v požiarom úseku vykonať analýzu šírenia požiaru. Táto určí pravdepodobnosť že požiar v požiarom úseku sa rozšíri a poškodí zariadenie skôr, ako bude lokalizovaný. Túto analýzu vykonáme podľa postupu uvedeného v bode c a s využitím výpočtového modelu COMPBRN III, ktorého stručný popis je v prílohe 2.
- doplnujúcou analýzou je analýza bezpečnostných systémov bloku JE, ktorá preveruje zachovanie funcieschopnosti jednotlivých potrebných bezpečnostných systémov bloku JE počas a po požiaru.

c/ Hodnotenie primeranosti požiarnej ochrany

pri tomto hodnotení je potrebné zodpovedať nasledovné otázky:

- bude požiar udržaný v jednom požiarom úseku, alebo podúseku s jednoduchou poruchou hasiaceho zariadenia?
- bude požiar v požiarom úseku (podúseku) zistený skôr ako dôjde k neprijateľnému poškodeniu?
- bude požiar v požiarom úseku (podúseku) uhasený skôr ako dôjde k neprijateľnému poškodeniu?
- nachádza sa v požiarom úseku (podúseku) zariadenie dôležité z hľadiska jadrovej bezpečnosti, pre ktoré bezpečnostná funkcia nemôže byť vykonaná iným

bezpečnostným zariadením v iných požiarnych úsekoch alebo priestoroch, ktoré nebudú poškodené požiarom?

- Musí byť niektoré zariadenie dôležité z hľadiska jadrovej bezpečnosti, ktoré je umiestnené mimo požiarného úseku (podúseku), hodnotené ako ovplyvnené, priamo alebo nepriamo požiarom vo vnútri požiarného úseku?
- aký bude vplyv hasiva na zariadenie dôležité z hľadiska bezpečnosti?

d/ Modifikácie navrhovanej ochrany

Ako výsledok procesu hodnotenia, môže byť potrebné doporučiť zmeny v navrhovanej úrovni požiarnej ochrany s cieľom dosiahnuť stanovene bezpečnostné ciele. Navrhované zmeny majú byť prehodnotené v analýze požiarného rizika. Následné zmeny a modifikácie elektrárne z akýchkoľvek dôvodov v priebehu života elektrárne majú byť hodnotené v analýze požiarného rizika vo vhodných termínoch.

e/ Výsledky

Analýza rizika požiaru má definovať a dokumentovať tie časti systémov požiarnej ochrany, vrátane systémov dôležitých pre požiarnu ochranu a programov požiarnej ochrany, ktoré musia byť zabezpečené na zachovanie bezpečnej prevádzky elektrárne.

Literatúra:

1. LOŠÁK, J. et.al.: Zpráva o průběhu řešení DÚ 09 "Požární bezpečnost JE", VŠB Ostrava, prosinec 1989
 2. Návrh bezpečnostného návodu IAEA č. 50-SG-D2, revízia 1: Požiarne ochrana v jadrových elektrárnach, IAEA Vienna 1990, preklad VÚPEK Bratislava.
 3. Kandrač, J., Škvarka, P.: Metodika hodnotenia rizika požiaru na jadrovej elektrárni. Výskumná správa VÚPEK, 823-02-01-4/2, Bratislava, november 1989.
 4. Zmajkovič, I.: Manuál programu COMPBRN III; Výskumná správa VÚPEK č. 823-02-01-4/1, Bratislava, jún 1989.
- Ing. Peter Škvarka, ČSO, Ing. Ivan Zmajkovič, VÚPEK, Bajkalská 27, 827 52 Bratislava

PRÍLOHA 1

BEZPEČNOSTNÉ SYSTÉMY JADROVEJ ELEKTRÁRNE

Bezpečnostné systémy jadrovej elektrárne triedime nasledovne:

1. **Bezpečnostné ochranné systémy:**
 - systém havarijného chladenia reaktora
 - vysokotlaký systém havarijného chladenia
 - systém hydroakumulátorov
 - nízkotlaký systém havarijného chladenia
 - systém havarijného dochladzovania primárneho okruhu
 - systém ochrany primárneho okruhu proti zvýšeniu tlaku
 - systém ochrany sekundárneho okruhu proti zvýšeniu tlaku
 - systém havarijného odstraňovania plynov z primárneho okruhu
 - systém drenáže hydroizolátorov primárneho okruhu
 - systém havarijnej ochrany reaktora
 - rýchločinné ochranné armatúry v parnom potrubí
2. **Lokalizačné bezpečnostné systémy:**
 - systém hermetických priestorov
 - oplášťovanie a steny
 - priechodky, technologické vstupy a dvere
 - systém oddeľovacích armatúr
 - hadbotážny systém
 - sprchovací systém
 - systém dezaktivácie hermetických priestorov
 - systém odstraňovania vodíka z hermetických priestorov
3. **Zabezpečujúce systémy:**
 - systém havarijného elektrického napájania
 - systém dusíka a stlačeného vzduchu pre bezpečnostné systémy
 - systém zásobovania technickou vodou pre bezpečnostné systémy
 - systém požiarnej ochrany
4. **Riadiace systémy bezpečnosti:**
 - automatika postupného spúšťania
 - komunikačné systémy

PRÍLOHA 2

COMPBRN III. - PROGRAM PRE ANALÝZU VZNIKU A ŠÍRENIA SA POŽIARU

Pri pravdepodobnostnej analýze požiarov na JE a vplyvu požiarov na jadrovú bezpečnosť je treba poznať mechanizmus vzniku a iniciácie požiaru v jednotlivých priestoroch a vplyv požiaru jednotlivé prvky a podsystémy. Spravidla potrebujeme vedieť, ako inicičné palivo v určitom priestore pôsobí na ostatné horľaviny obsiahnuté v tomto priestore a za akých podmienok príde k rozšíreniu a poškodeniu celého priestoru. Problém sa týka vo väčšine prípadov (nie však výlučne) káblového hospodárstva.

Program COMPBRN III. je určený na posúdenie rizika šírenia požiaru v miestnosti. Je to zdokonalená verzia programu, ktorá bola vypracovaná v rámci programu NRC v USA. Umožňuje analyzovať vznik a šírenie požiaru v miestnosti na základe detailného poznania všetkých stavebných, konštrukčných a horľavých materiálov. Predpokladá sa poznanie základných požiarotechnických vlastností týchto materiálov a ich geometrické usporiadanie v priestore.

COMPBRN III. používa kvázistatický prístup na simuláciu procesu rastu požiaru v časovom úseku pred vznietením horľavín od tepla vyvinutého inicičným palivom. Analyzovaný uzavretý priestor je rozdelený do dvoch rôznych, homogénnych, stabilne rozvrstvených oblastí (horúcej vrstvy plynov a studenej spodnej oblasti). Horúce plyny akumulujú sa pod stropom vplyvom strhávania dymového oblaku a záporného vztlaku sú definované ako vrchná vrstva (stropná vrstva horúceho plynu). Spodná oblasť sa predpokladá tepelne inertná a obsahujúca permanentne nehybný chladný vzduch, ktorý zotrváva v stave okolitého prostredia po celý čas. Vrstva horúceho plynu môže hrať významnú úlohu v rýchlosti rastu požiaru. Tepelné toky z tejto vrstvy plynov predohrievajú nehoriace zložky paliva a znižujú tak čas potrebný na ich poškodenie. Rýchlosť horenia danej zložky závisí na fyzikálnych vlastnostiach paliva a na stupni ventilácie. Teplo prenášané žiarením k ďalším zložkám paliva a na steny a strop je vypočítané využitím štandardnej analýzy tvarových faktorov a iniciáciou plameňa v tvare valca. Na určenie prestupu tepla konvekciou vo vznášajúcom sa oblaku horúcich plynov nad plameňmi sa používajú korelácie.

Výpočtový proces programu začína určením rýchlosti horenia ventilačne a povrchovo riadeného požiaru, pokračuje výpočtom celkového uvoľneného tepla, charakteristik vrstvy plynov blízko stropu, výpočtom časti tepelného toku prenášaného z elementu na element, určením plynného toku vnútri príslušného

objemu, určením času vzplanutia nehoriacich predmetov, pokračuje zmenou času δt a výpočet sa opakuje. Ukončenie výpočtu sa predpokladá pri vyhorení 2/3 z celkového množstva horlavín.

Výstup z COMPBRN III. obsahuje celkovú rýchlosť uvoľňovania tepla z požiaru, hrúbku vrstvy horúceho plynu vyhorenej pri stropе, povrchovú teplotu zložiek, tepelný tok v miestach špecifikovaných užívateľom a mnoho ďalších charakteristík požiaru [4].

Predpoklady v COMPBRN III. vyhovujú modelovaniu pomerne malých požiarov vo veľkých uzavretých priestoroch a vytvorenie vrstvy horúceho plynu sa predpokladá už v prvom kroku simulácie (vyčíslenie 1 minúty). Hlavnou úlohou počítača v COMPBRN III. je sledovať tepelný príkon a výdaj každej z mnohých palivových zložiek použitých na modelovanie zložitého palivového inventáru.

Ing. Ján KANDRÁČ, CSc.

MODELOVANIE VZNIKU A ŠÍRENIA SA POŽIARU
NA JADROVEJ ELEKTRÁRNI (JE)

1. ÚVOD

Modernizácia a automatizácia výrobných procesov v rôznych odvetviach nášho priemyslu prináša so sebou i nové značne rozsiahle a náročné zmeny v ich energetických hospodárstvach. Jadrová energetika a chemický priemysel ako prvé nabúrili doterajšie pohľady na túto oblasť a výrazne napomohli i rozvoju požiarneho inžinierstva v ČSFR.

V týchto odvetviach priemyslu sa totiž ukázala potreba realizácie analýz požiarneho rizika, vzhľadom na nevyhnutnosť posúdenia ich prevádzkovej bezpečnosti.

Prvým krokom, ktorý podmieňuje príslušné analýzy, je zber informácií od situačných plánov, až po vlastnosti konštrukčných prvkov a materiálov konkrétnych objektov. Príprava analýzy požiarneho rizika v podmienkach, v akých sa v súčasnosti nachádza naše požiarne inžinierstvo je mimoriadne náročná. Príčinou tohto stavu je skutočnosť, že po dlhé roky stagnovala nielen naša priemyselná výroba, ale i skúšobníctvo a normotvorba.

Aby sme dnes mohli hodnotiť primeranosť a úroveň požiarnej ochrany na JE v ČSFR musíme veľmi rýchlo zabudnúť na pomaly už klasické postupy a riešenia z doterajších hodnotení. Naše stavebníctvo a stavebné normy už totiž v tejto oblasti zastarali. Pretože sme sa doteraz opierali o ne a tým aj sem smerovali požadované investície došlo k tomu, že dnes je technická úroveň protipožiarneho systémov vyrábaných v ČSFR hlboko pod svetovým priemerom.

V čase projektovania a prípravy výstavby našich prvých JE V-1, V-2 i JE Dukovany v ich protipožiarnej zabezpečení sme pristúpili dokonca ku konsensu, ktorý vo svojich dôsledkoch nás môže zatažovať ešte dlhú dobu.

Právne dôsledky pripustenia inštalácie vodných a penových hasiacich zariadení v káblových priestoroch prevádzkovaných JE, predstavujúcich jeden z najdôležitejších bezpečnostných uzlov, sú v porovnaní s možnými následkami tam vzniklých požiarnych udalostí vážnym varovaním a prijateľné riešenie (mobilný zásah) prináša so sebou značné riziká.

Modelovanie vzniku a šírenia sa požiaru na JE napomôže k identifikácii a kvantifikácii požiarnych rizík len za predpokladu cieľavedomej a plánovanej činnosti a k zvýšeniu úrovne protipožiarneho zabezpečenia, ak sa získané výsledky správne prenesú do realizácie konkrétnych projektov. Súčasnosť je však taká, že napriek existencii štátneho cieľového programu (DÚ 09 „Požiarna bezpečnosť JE“) sú prostriedky v tejto oblasti vynakladané značne neefektívne a na systematický komplexný výskum nepostačujú.

2. MODELOVANIE POŽIAROV

Medzi špecifiká jadrovej energetiky patrí nevyhnutnosť riešenia otázok požiarnej a jadrovej bezpečnosti vo vzájomnej prepojenosti. V oblasti modelovania požiaru na JE musí byť toto hľadisko plne zohľadnené.

Vo svete sa v súčasnosti postupuje dvomi smermi. Prvým a možno povedať, že i rozšírenejším postupom sú experimentálne práce na modeloch rôznych zariadení. Tieto modely sú buď skutočných rozmerov a uvažujú i priestorovú konfiguráciu zariadení (veľkorozmerové modelovanie), alebo sú v určitom pomere skutočného zariadenia a testujú sa v skúšobniach a laboratóriách (málorozmerové skúšky).

Posledné poznatky o výsledkoch dlhodobých málorozmerových skúšok realizovaných výskumníkmi Electricite de France (EdF) potvrdzujú nízku výpovednú hodnotu týchto skúšok v podmienkach skutočného prevedenia. Veľkorozmerové skúšky sú materiálovo a finančne náročné, ich výsledky však majú veľmi dobrú argumentačnú schopnosť.

Druhým smerom v modelovaní je matematicko-fyzikálne modelovanie požiaru pomocou rôznych výpočtových a fyzikálnych modelov. Obecne možno tieto modely rozdeliť do dvoch skupín:

- deterministické modely (COMBERN, FIRE, FLOW-3D)
- pravdepodobnostné modely (Berryho štatistický model)

Zatiaľ čo deterministické modely vychádzajú z kvantifikácie fyzikálno-chemických charakteristík požiarov (určenie teplôt, tepelných tokov, ventilačných pomerov, chemizmu požiaru, tvorby dymu a p.), pravdepodobnostné modely sa opierajú o štatistické údaje získané z prevádzky jadrových alebo klasických energetických zariadení.

Deterministické modely vybudované na vhodných matematicko-fyzikálnych postupoch umožňujú zachytiť časové závislosti procesu horenia na jeho iniciátoroch, stochastičnosť dejov, priebehové charakteristiky, väzby na technologické systémy a p.. Podľa zvoleného prístupu rozdeľujeme tieto modely na:

- zónové (geometrické delenie)
- sférické (viaczónové, poľové)

Zónové modely predpokladajú rozdelenie analyzovaného objektu do niekoľkých oblastí (zón), v ktorých sú sledované základné (dominantné) charakteristiky požiaru. Tieto charakteristiky umožňujú potom nadefinovanie fyzikálnych stavov v príslušnom časovom okamžiku procesu (stanovenie hrúbky studenej a horúcej vrstvy, veľkosť plameňa, množstvo splodín horenia, a p.).

Sférické (poľové) modely vychádzajú z iného princípu. Ich fyzikálna podstata spočíva v zedefinovaní vnútorných stavov každej z niekoľko tisíc modelových buniek, ktoré vypĺňajú analyzovaný objekt. Sú omnoho komplikovanejšie, náročné na geometrickú usporiadanosť a prepojenosť ako aj výpočtový čas. Umožňujú zohľadniť i niekoľko iniciačných zdrojov, dynamické charakteristiky procesu horenia ako aj rad ďalších špecifických údajov. Časová náročnosť modelovania pomocou týchto modelov však zužuje ich

aplikáciu hlavne na mimoriadne náročné úlohy, t. j. na modelovanie vzniku a šírenia sa požiaru v objektoch, kde nie je možné uskutočniť experimentálne modelové práce alebo je toto modelovanie nerealizovateľné.

Vhodnosť použitia určitého modelu, resp. experimentálnych modelových prác je však možno posúdiť len z lokálneho hľadiska, vychádza z potrieb zadávateľa alebo riešiteľa určitej úlohy. Ten však často nie je schopný presne stanoviť svoje požiadavky, resp. jeho požiadavky podliehajú subjektívnemu prístupu k riešeniu. Odstrániť uvedený nedostatok umožňuje len optimalizácia prístupov a metód na základe vzájomného porovnania pri riešení vzorových príkladov a samotných úloh.

3. ŠPECIFICKÉ MOŽNOSTI MODELOVANIA

V podmienkach ČSFR nie je zatiaľ možné pristúpiť k systematickým modelovým prácam v oblasti modelovania požiarov. Príčin je niekoľko, medzi najzávažnejšie však patria:

- nedostatočné znalosti o základných požiaro-technických charakteristikách možných horľavín, (rýchlosť odhorievania materiálov, rýchlosť šírenia sa požiaru, parametre odvetrávania, prestupové koeficienty, poréznosť materiálov, a p.),
- zastaralosť skúšobných metodík a postupov (prioritnosť stavebného skúšobníctva),
- náhodný charakter experimentálneho výskumu (viacúčelnosť a technicko-odborná nepripravenosť experimentov),
- nedostatočná informačná sústava (neúplná štatistika, chýbajúce vstupné informácie),
- nedostatok finančných prostriedkov,
- chýbajúce experimentálne (výskumné) pracovisko.

Uvedený stav núti riešiteľov vychádzať pri príprave vstupov pre modelovania požiarov zo zahraničných skúseností, experimentálnych prác alebo prameňov. Neurčitosti v takto pripravených vstupoch sú značné predovšetkým z nasledovných dôvodov:

- materiálové odlišnosti
- odlišnosti v technologických a montážnych postupoch (rozdiely v pokládke a usporiadaní horľavín)
- metodické nezrovnalosti,
- rozdielnosti v skúšobných postupoch.

Tieto dôvody vytvárajú často neprestupné bariéry a nútia riešiteľov realizovať duplicitné práce, ktoré umožnia znížiť vstupné neurčitosti len za predpokladu dôsledne pripraveného opakovania.

Štátny podnik VUPEK, stredisko Bratislava v rámci riešenia úlohy ŠP RVT A-01-159-821 "Bezpečnosť JE", dielčej úlohy DÚ 09 "Požiarna bezpečnosť JE" zahájil v roku 1989 etapové práce zamerané na problematiku modelovania požiarov. Prvá etapa vychádza z predchádzajúcich prípravných prác strediska v rokoch 1985-89 zameraných na identifikáciu metód a skúšobných i experimentálnych postupov. Špecifičnosť situácie v ČSFR v tejto oblasti viedla riešiteľov k prijatiu redundantných riešení umožňujúcich upresňovanie vstupov pre modelové analýzy.

Redundantnosť spočíva v:

- realizácii opakovaných modelových experimentov umožňujúcich upresňovať podmienky inicializácie požiaru a mapovať teplotné polia [1],
- aplikácii metodiky DIMEHORP (Diagnostická metóda hodnotenia rizika požiaru) s jej špecifickým fyzikálnym modelom na tieto experimenty [2],
- realizácii výpočtových prác pomocou počítačového programu COMPBRN III. [3].

Pri rozhodovaní sa o prístupe k modelovým experimentom pre

výber veľkorozmerového modelovania riešiteľmi vo VUPEK-u zavážila predovšetkým vyššia výpovedná schopnosť týchto experimentov, existencia experimentálneho pracoviska s modelovým kanálom v rezorte energetiky (skúšobňa horľavosti VVÚU Ostrava-Radvanice) a dobré referencie zo zahraničných skúseností.

Vzhľadom na jednostranne orientovanie veľkorozmerových modelových experimentov na káblové priestory, ako najkritickejšie miesto požiarnej bezpečnosti JE bolo možné upresniť niektoré základné charakteristiky požiarov v týchto priestoroch [1, 5].

Získané výsledky modelových experimentálnych prác boli porovnané s výsledkami výpočtov, ktoré sa realizovali pre skutočné káblové priestory na JE. Variantnosť výpočtov umožnila určiť kritické miesta, v ktorých hrozí rozšírenie sa požiaru za predpokladu zlyhania represívneho zásahu.

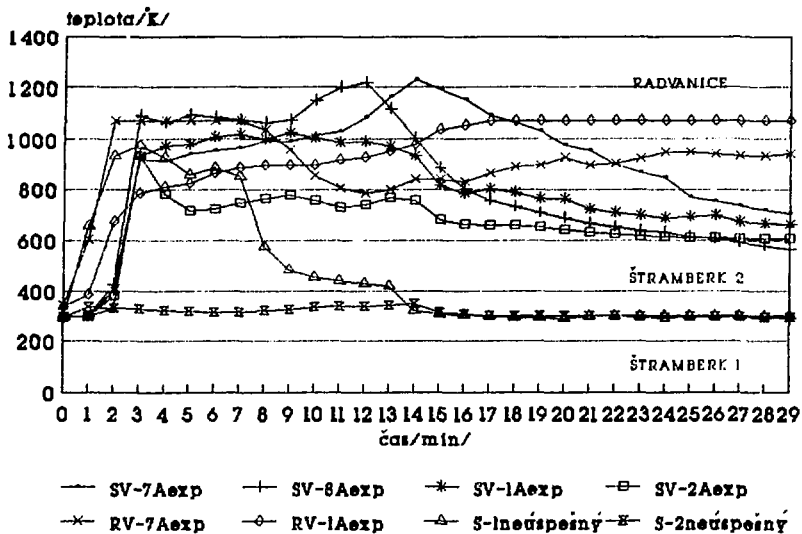
Tieto kritické miesta potom vstupovali do záverečného hodnotenia vplyvu požiarnej bezpečnosti na jadrovú bezpečnosť. Príkladom konkrétneho použitia tohto postupu je analýza požiarnej bezpečnosti pre rekonštrukciu JE V-1 [4].

4. VÝSLEDKY MODELOVÝCH PRÁC

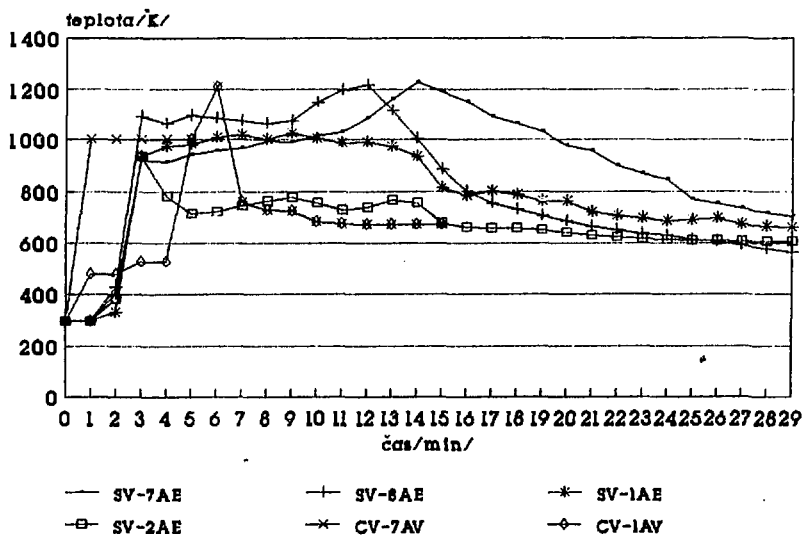
Časová náročnosť matematicko-fyzikálneho modelovania a jeho značná štatistická i výpočtová neurčitost' je dôsledkom i neurčitosti v experimentálnom modelovaní. Aj pri správne vytýčených cieľoch a dôkladne pripravenom experimente vzhľadom na stochastičnosť požiaru nie je možné dosiahnuť reálny obraz procesu bez niekoľkonásobného opakovania, čo výrazne zvyšuje finančnú náročnosť modelových prác.

Vzhľadom k rozsahu referátu sú na nasledujúcich obr. 1-4 zachytené niektoré zaujímavé výsledky experimentálnych a výpočtových prác, ktoré boli realizované v ČSFR.

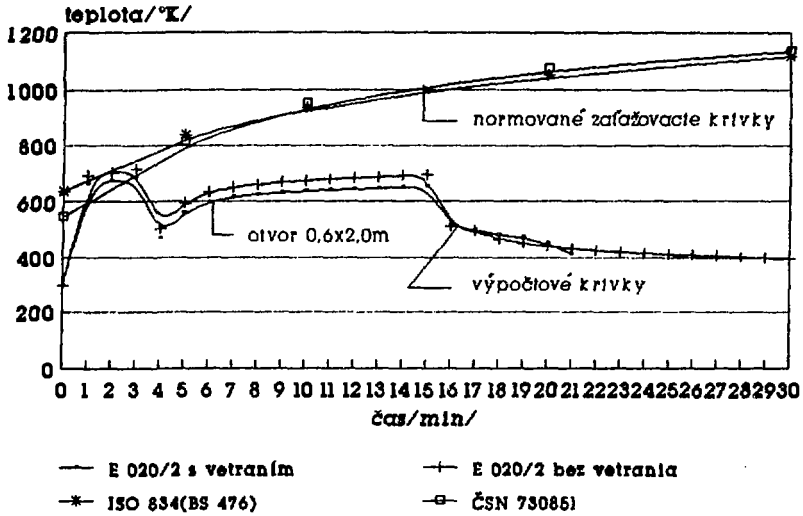
Na obr. 1 a obr. 2 sú výsledky porovnaní teplotných kriviek



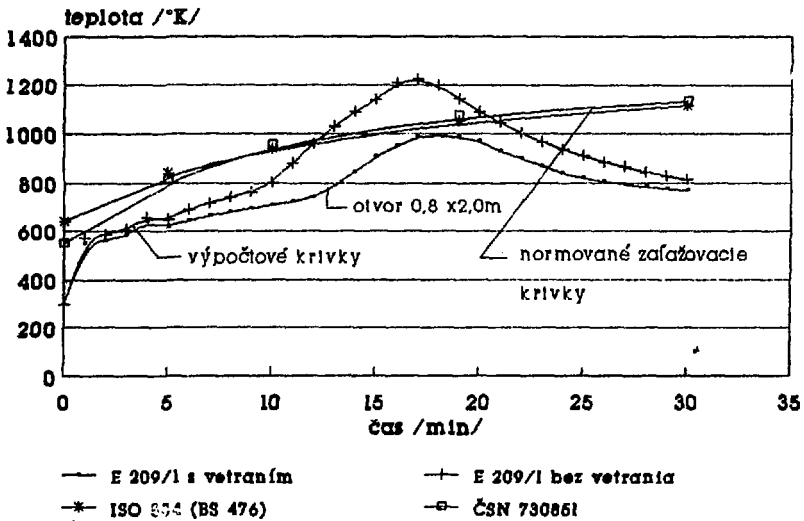
Obr.1 Porovnání teplotních křivek modelových požárů vkušobní hořlavosti Radvanice a štólni Štrambersk



Obr.2 Porovnání výsledkov modelového experimentu v štólni Štrambersk a výpočtu pomocou programu COMPBRN III



Obr. 3 Porovnanie teplotných kriviek modelového požiaru v priestore E 020/2 s normovanými zaťažovacími krivkami



Obr.4 Porovnanie teplotných kriviek modelového požiaru v priestore E 209/1 s normovanými zaťažovacími krivkami

pri experimentoch v skúšobnej štôle VVÚU Ostrava-Radvanice, štôlni v Štramberku a pri výpočte pomocou programu COMPBRN III. Výrazná diferenciacia hodnôt pri modelových experimentoch je zrejme dôsledkom rozdielov medzi tepelne izolovanou štôlou v Radvaniciach (šamotový obklad) a štôlnou v Štramberku (vápen-cový lom).

Obr. 3, 4 zachytávajú výsledky výpočtov teplotných pomerov pri možných požiaroch vo vybraných káblových priestoroch JE V-1 v porovnaní s normovanými teplotnými zaťažovacími krivkami platnými v ČSFR (ČSN 730851 - Stanovenie požiarnej odolnosti stavebných konštrukcií) a medzinárodne (ISO 834, tiež BS 476 - "Skúšky požiarnej odolnosti - Súčasti stavebných konštrukcií").

Pre predpokladaný reálny zdroj požiaru (vznietenie sa PVC izolácie elektrických káblov po skrate alebo v dôsledku zapálenia horiacimi druhotnými horľavinami) boli uvažované dve možné cesty jeho rastu a šírenia sa. Pri výpočtoch bez možnosti odvetrávania požiarom zasiahnutého priestoru, t. j. pri správne uzatvorených vstupoch, dosiahnuté teploty sú vyššie než v prípade výpočtov s uvažovaním odvetrania (otvorené dvere). Zatiaľ čo v káblových kanáloch (E 020/2) dosiahnuté maximálne teploty sa pohybujú hlboko pod teplotami dosiahnutými v skúšobnej peci, v káblových priestoroch (E 209/1) sa maximálne teploty v priebehu požiaru dostávajú nad normované zaťažovacie krivky, čo je dôsledok ich vyššej objemovej požiarnej záťaže.

Zohľadnením získaných výsledkov v analýzach požiarneho rizika môžu byť upresnené hodnoty funkčieschopnosti (požiarnej odolnosti) požiarnych prepážok a tým aj možnosti ďalšieho šírenia sa požiaru z postihnutého požiarneho úseku.

5. ZÁVER

Modelovanie vzniku a šírenia sa požiaru na JE výrazne napomáha rozvoju požiarneho inžinierstva v ČSFR a umožňuje upresniť

nielen základné požiarne charakteristiky materiálov použitých na JE ale taktiež získať informácie o vzťahu požiarnej a jadrovej bezpečnosti.

LITERATÚRA

- [1] ŠKVARKA, P., KANDRÁČ, J.: Experimentálne overenie fyzikálnych vlastností a požiaruvzdornosti materiálov pri požiaroch v modelovom káblovom priestore, VS VÚPEK č. 807-05-02-4/2, Bratislava, september 1986
- [2] KANDRÁČ, J., ŠKVARKA, P.: Metodika hodnotenia rizika požiaru na jadrovej elektrárni, VS VÚPEK č. 823-02-01-4/2 Bratislava, november 1989
- [3] ZMAJKOVIČ, I. a kol.: Manuál programu COMPBRN III, VS VÚPEK č. 823-02-01-4/1, Bratislava, november 1989
- [4] ŠKVARKA, P. a kol.: Požiarne bezpečnosť JE V-1 časť novelizovanej bezpečnostnej správy, VS VÚPEK č. 890-40-17-9, Bratislava, jún 1990
- [5] KANDRÁČ, J. a kol.: Technicko-ekonomické zhodnotenie súčasného stavu protipožiarneho zabezpečenia káblového hospodárstva JE Dukovany z hľadiska zaistenia jadrovej bezpečnosti, VS VÚPEK č. 890-30-01-9/01, Bratislava, máj 1988

Ing. Ján KANDRÁČ, CSc., VUPEK, štátny podnik, výskumný, inžiniersky a poradenský ústav, Výskumné stredisko Bratislava, 827 52 Bratislava, Bajkalská 27