

Moderní pohled na havárii v Záluží 1974

Michal Vitík, Miloš Ferjenčík, Ústav energetických materiálů, Fakulta chemicko-technologická, Univerzita Pardubice, michal.vitik@student.upce.cz, milos.ferjencik@upce.cz

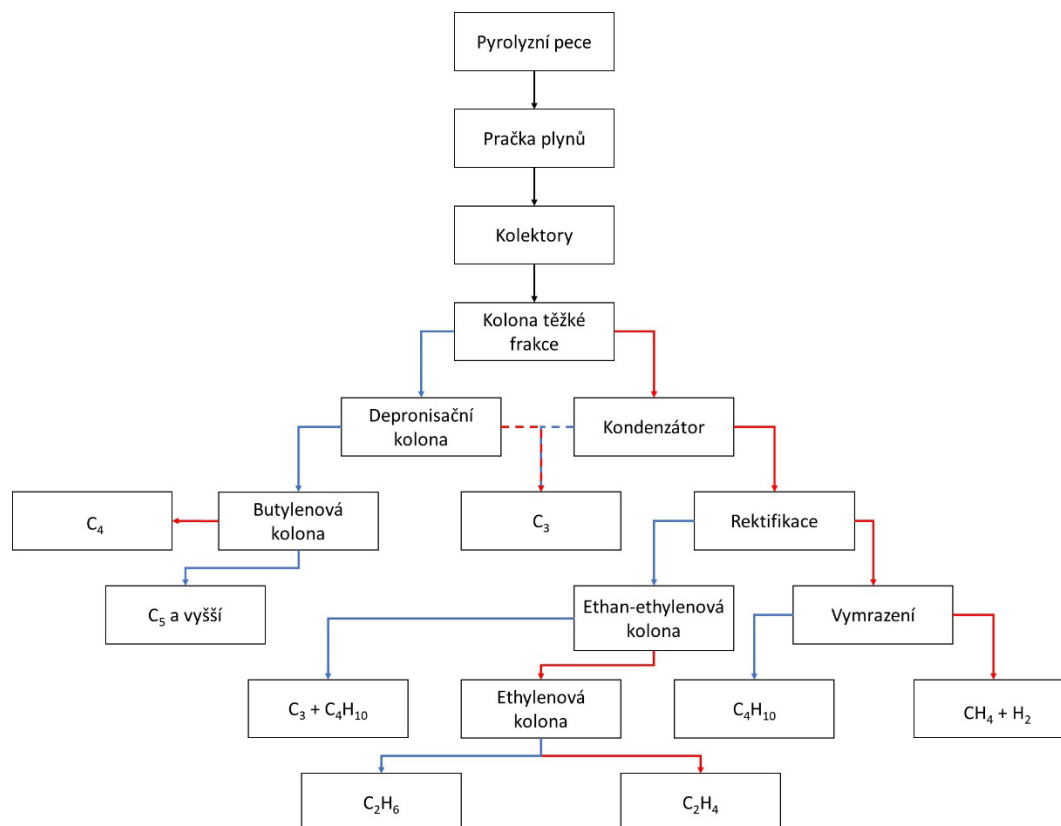
Souhrn

Před 50 lety došlo v Záluží u Litvínova k nejtragičtější průmyslové nehodě v naší historii. Následkem výbuchu ve výrobě syntetického lihu zahynulo 17 lidí, 129 osob bylo zraněno a celková škoda dosáhla jedné miliardy československých korun.[1] Sestavená vyšetřovací komise se zabývala několika verzemi vzniku úniku plynů z uhlovodíků ze systému. Na základě výsledků znaleckých posudků bylo jako primární místo výronu uhlovodíků označeno koleno č. 69b na spojovacím potrubí mezi ethylenovou kolonou a příslušným vařákem.[2] Po nehodě byli odsouzeni tři zaměstnanci podniku. Tato práce má za cíl se podívat na původní výsledky vyšetřování moderním pohledem a zjistit, zda by dnešní vyšetřování vedlo k jiným závěrům. Dále se zaměřuje na analýzu rizik původní technologie pomocí současných metod s cílem zjistit, zda by bylo možné tuto technologii dnes postavit.

Klíčová slova: Záluží, IPICA, IOI

Stručný popis havarované technologie

Cílem havarované technologie byla primárně výroba čistého ethylenu, který sloužil jako vstupní surovina pro výrobu syntetického lihu. Na začátku celého procesu stálo pět pyrolýzních pecí. Tři pece sloužily k pyrolýze benzínu a dvě pece k pyrolýze plynu. Získané pyrolýzní plyny byly vedeny do pračky plynů, kde byl roztok NaOH používán k eliminaci přítomného H_2S . Odsířený plyn byl následně separován na jednotlivé složky, nejčastěji pomocí rektifikací. Některé vedlejší produkty byly prodávány, zbytek byl použit zpět ve výrobě. Například směs propanu a propylenu byla používána jako chladicí médium.[1] K představě o propojenosti jednotlivých kroků slouží Obrázek 1.

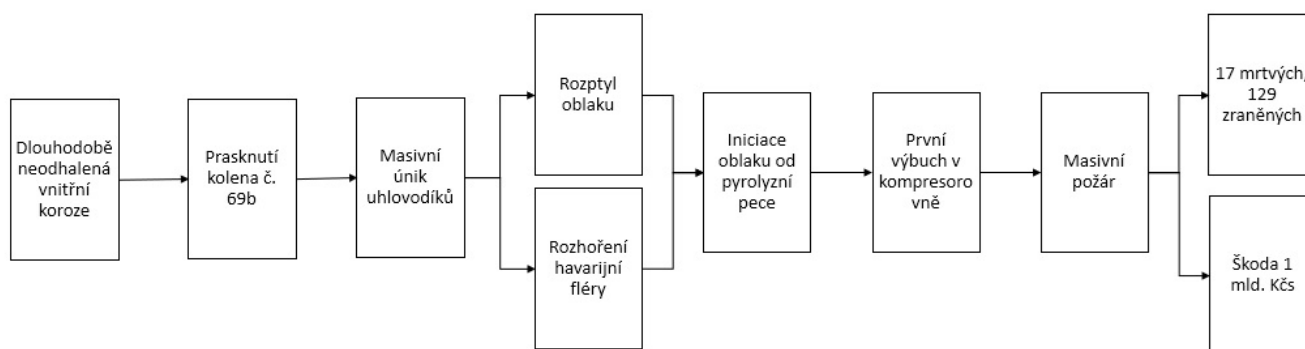


Obrázek 1 Zjednodušené schéma výroby, červená šipka = plynná frakce, modrá šipka = kapalná nebo pevná frakce

Zkoumání odhalilo silnou vnitřní korozi způsobenou vysokým obsahem síry, která pronikala skrz pračku plynů.[2]

Závěry původního vyšetřování

Vyšetřovací komise označila za příčinu nehody silný výron plynných uhlovodíků v prostoru mezi oblastí rektifikace, kompresorovnou a technologickým mostem 74. Závěry znaleckých posudků se jednoznačně shodují na závěru, že místem prvotního úniku bylo prasklé koleno č. 69b mezi ethylenovou kolonou a vařákem. Následoval rozptyl směrem k pyrolýzním pecím, iniciace oblaku a první výbuch v suterénu kompresorovny, následovaný dalším výbuchem a masivním požárem. Hluboká vnitřní koroze byla způsobena dlouhodobým pronikáním sirných sloučenin skrz nesprávně navrženou pračku plynů. Zároveň během údržby nedošlo k včasnému odhalení problému a následnou výměnu zpozdily problémy s komunikací a vydáváním dílů.[2] Zjednodušený průběh nehody znázorňuje Obrázek 3.

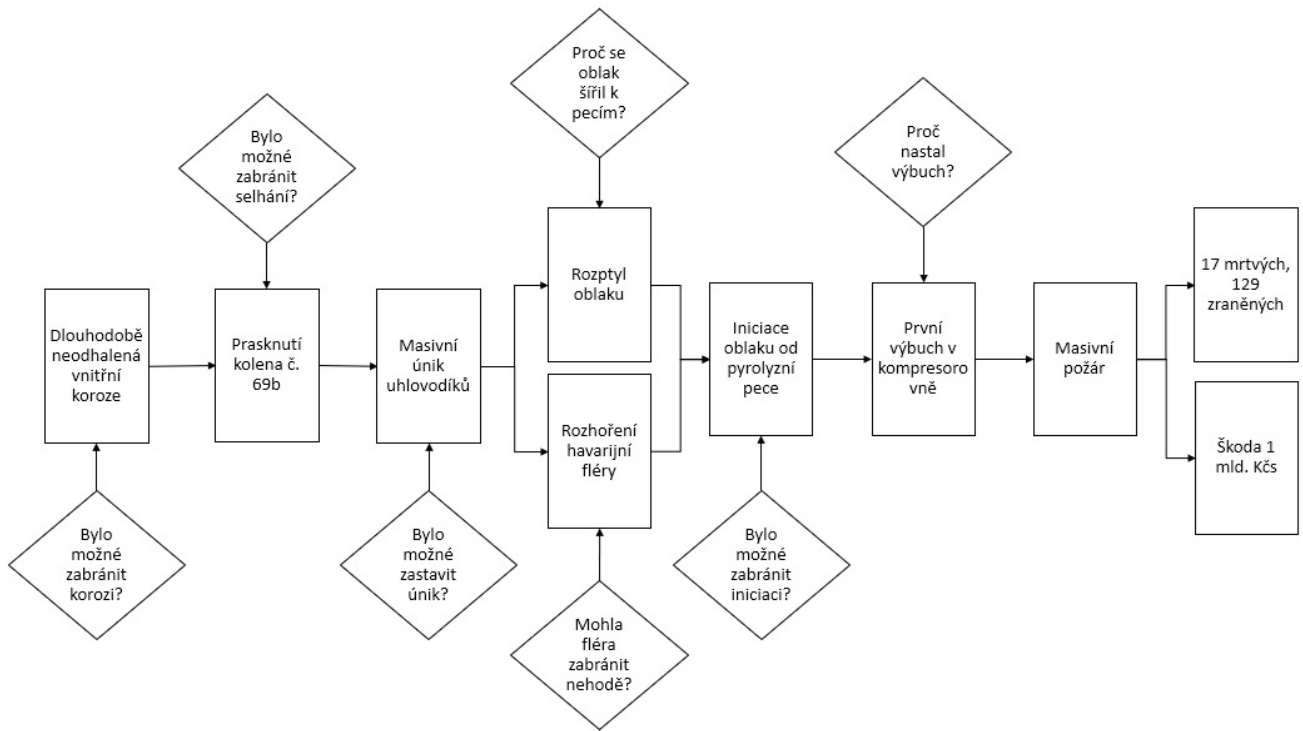


Obrázek 3 Zjednodušený průběh nehody

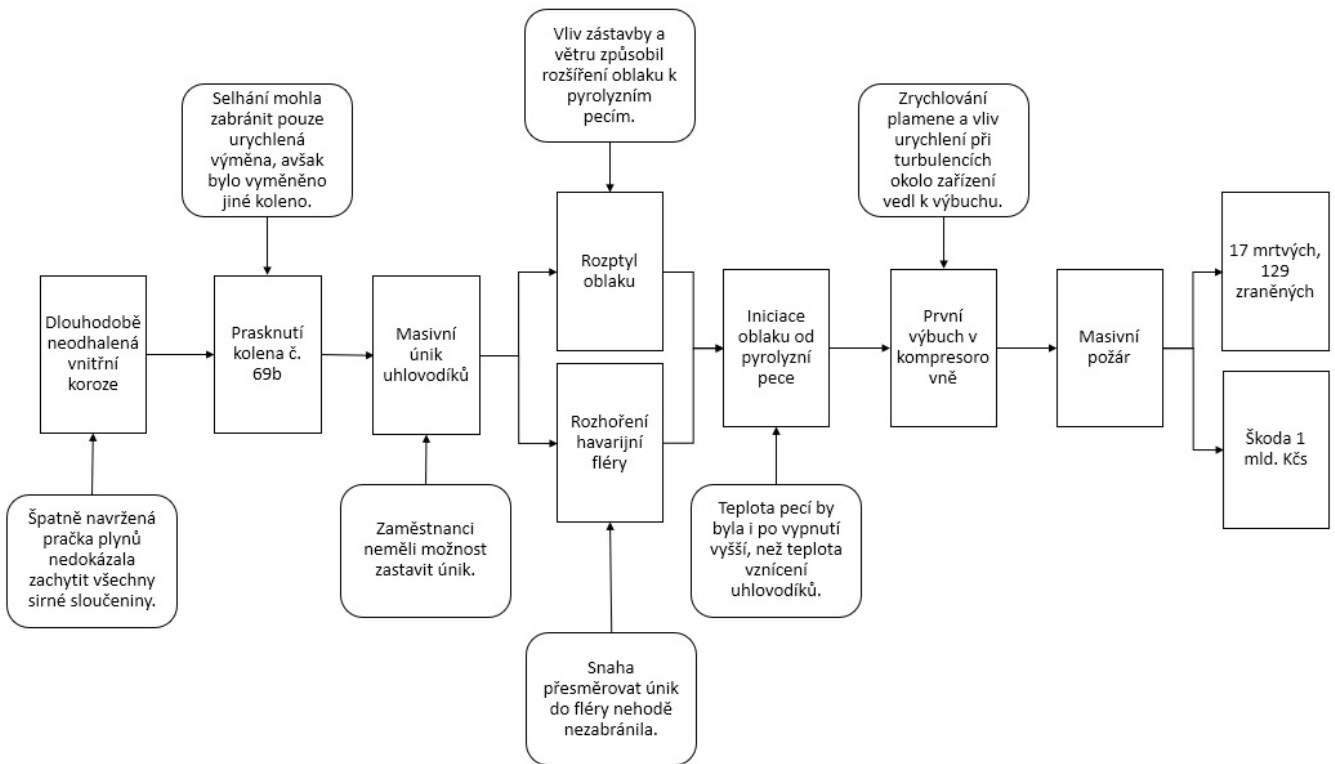
Využití metody IPICA k odhalení hlubších příčin vzniku nehody

Metoda IPICA představuje rozšíření analýzy kořenových příčin.[3] Nejprve postupuje obvyklým způsobem. Konstruuje chronologický diagram vzniku události a usiluje o to, aby diagram co nejuplněji zachytil průběh nehody. V diagramu se identifikují příčinné faktory, tedy dílčí události, bez nichž by rozsah nebo pravděpodobnost výsledné nehody byly menší. Nalezením těchto zjevných příčinných faktorů končí první fáze analýzy. Druhá fáze předpokládá, že každá nežádoucí dílčí událost může být přímo způsobena selháním hierarchicky nadřazeného procesu. Za těmito selháními stojí skryté příčinné faktory v systému řízení bezpečnosti. Ty jsou nejbližší cíli analýzy, kterým je odhalit nejhlubší možné příčiny vzniku nežádoucí události. Při pátrání v hierarchii procesů se předpokládají celkem 4 úrovně příčin. IPICA využívá předdefinované mapy. Základem jsou čtyři pilíře bezpečnosti vycházející z Bezpečnosti provozu založené na riziku (RBPS).[4] První pilíř s označením C představuje přijetí závazku za bezpečnost procesu. Druhý pilíř U se zabývá porozuměním zdrojům rizika námi provozovaného procesu. Dále pilíř M popisuje oblast řízení zdrojů rizik a poslední pilíř L značí poučení se z předchozích zkušeností.

Prvním krokem první fáze využití IPICA metody bylo položení otázek, zda bylo možné souběh události vedoucích k nehodě nějak zastavit. Následovalo hledání odpovědí na položené otázky v dostupných materiálech a jejich znázornění v podobě důležitých okolností dílčích událostí. Postup zobrazuje Obrázek 4 a Obrázek 5.

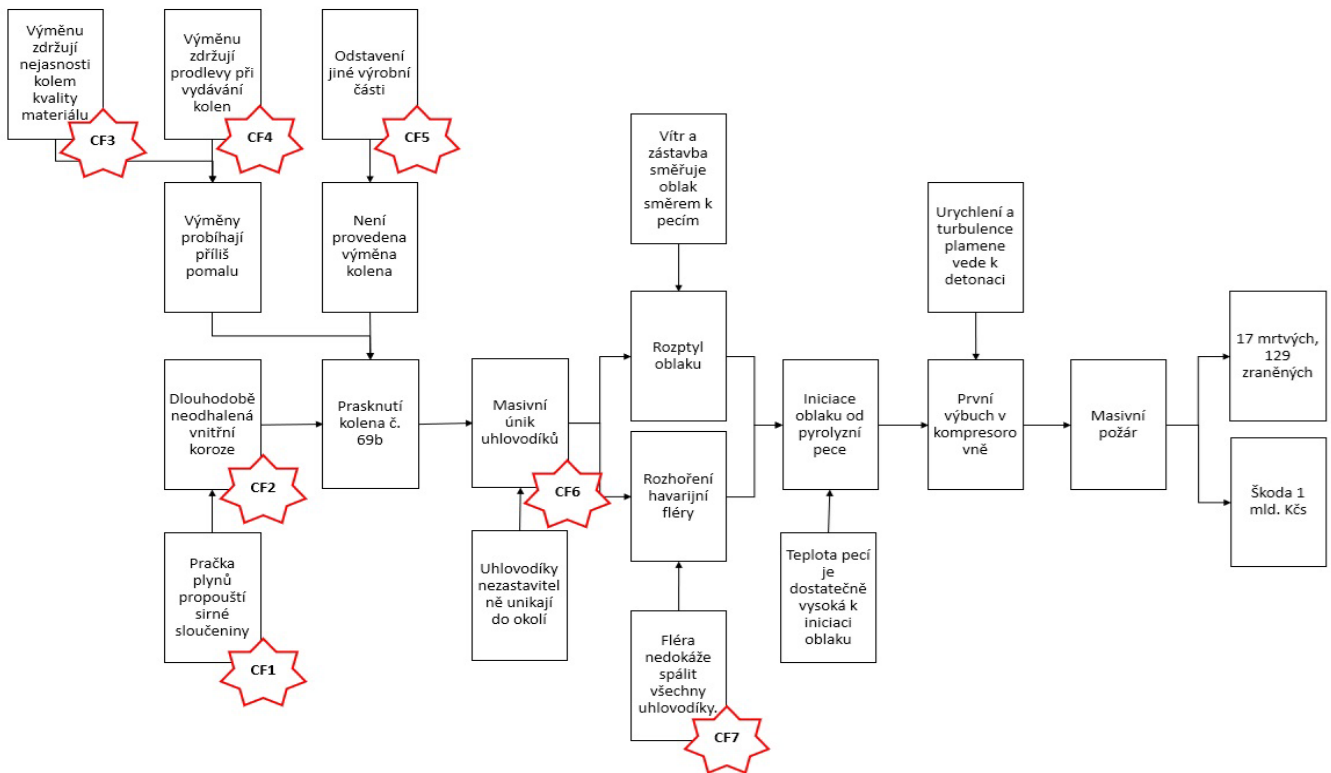


Obrázek 4 Průběh nehody rozšířený o otázky



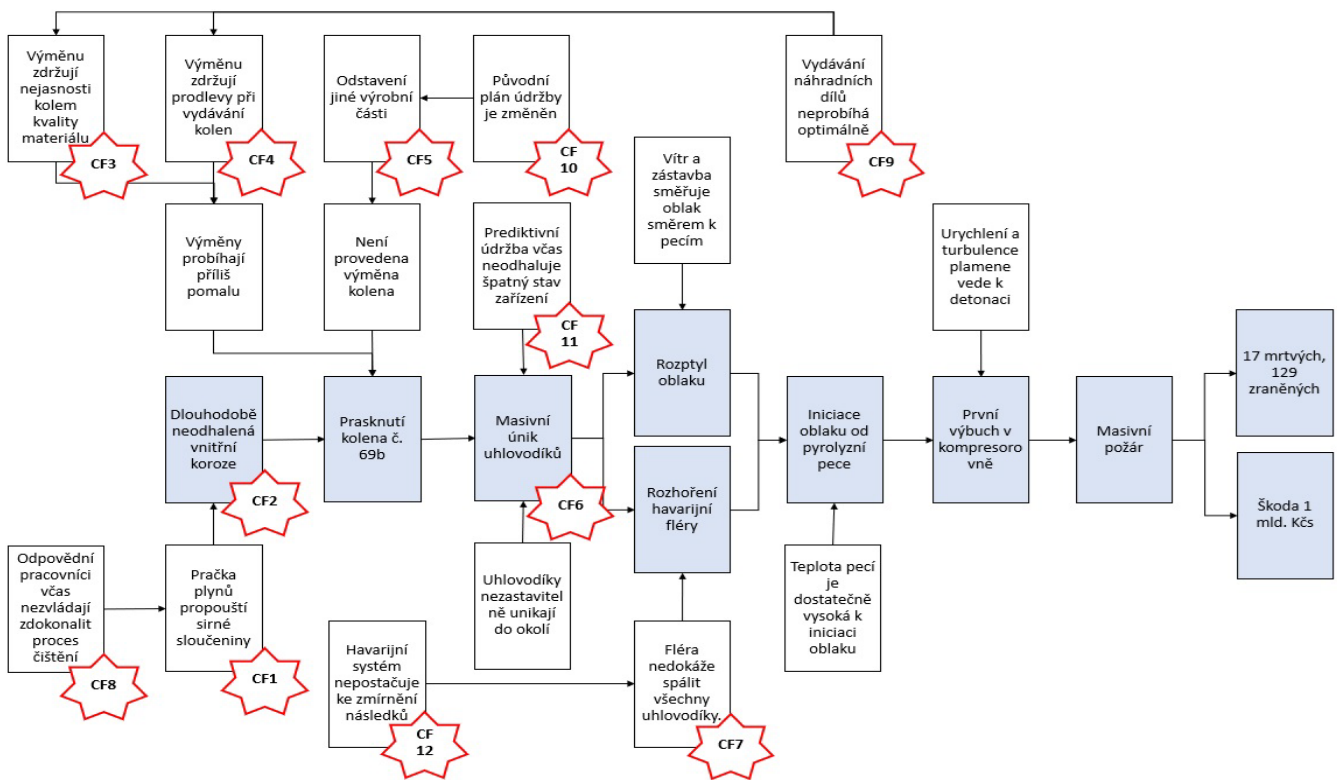
Obrázek 5 Nalezení odpovědi na otázky

Okolnosti - odpovědi na otázky jsou převedeny do podoby jednotlivých navazujících událostí a pak je možné určit zjevné příčinné faktory vzniku nehody, jak znázorňuje Obrázek 6.



Obrázek 6 Určení prvních příčinných faktorů

Zjištěné příčinné faktory jsou následně analyzovány a ve druhé fázi rozšiřovány pomocí metody IPICA. Výsledkem je odhalení celkem dvanácti příčinných faktorů, které stály za vznikem nehody. Finální podobu představuje Obrázek 7.



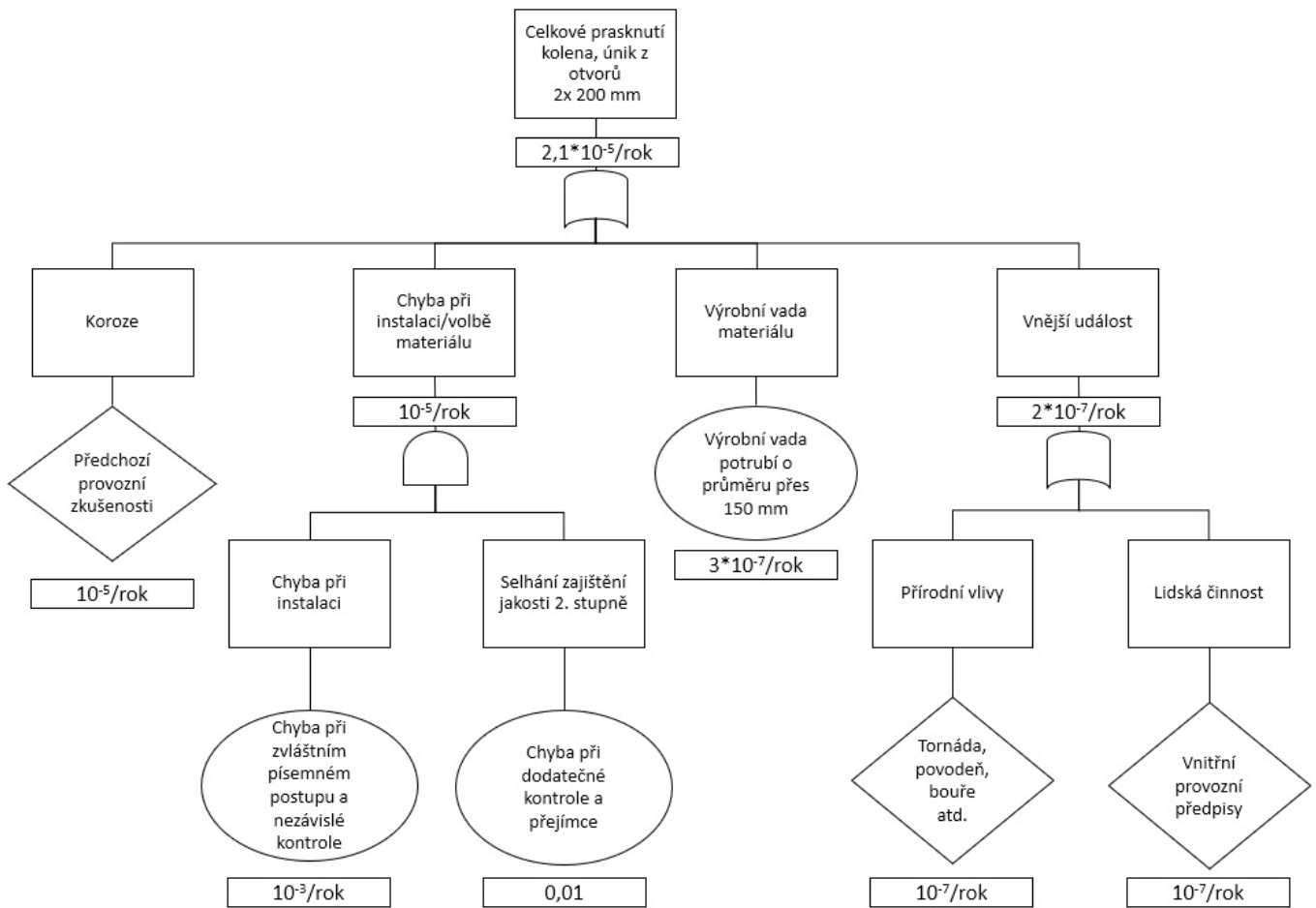
Obrázek 7 Finální průběh nehody pomocí metody IPICA

Analýza rizik pro nejhorší předpokládaný scénář

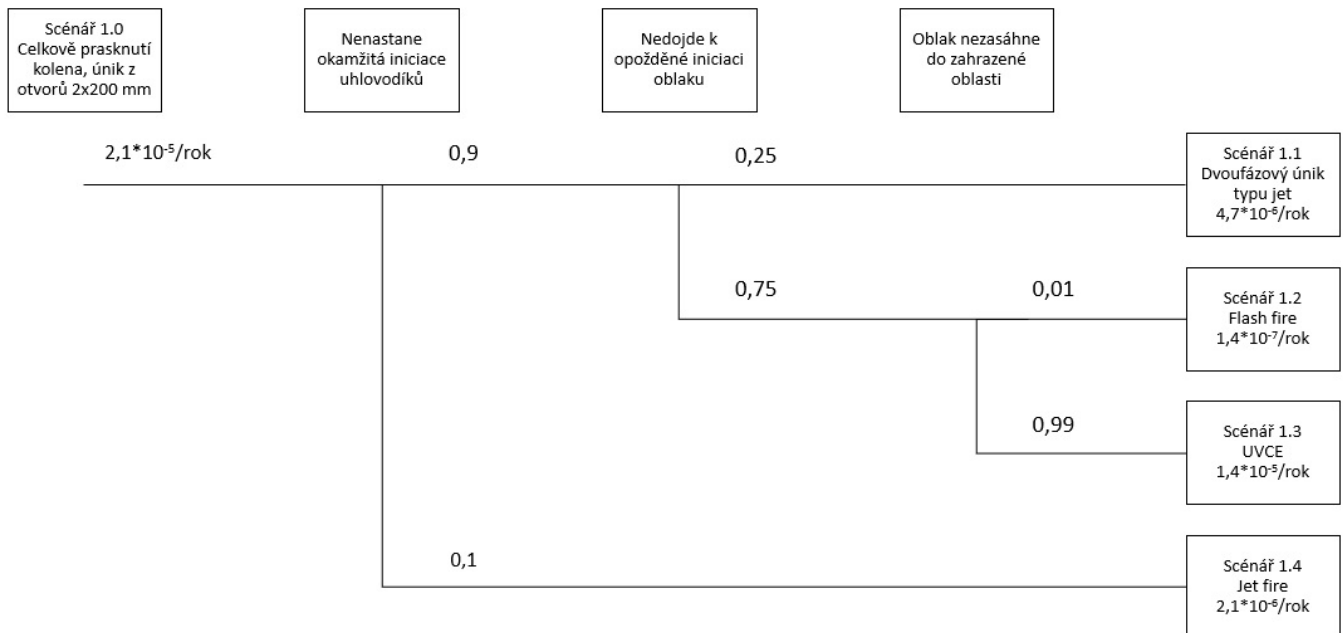
V rámci zkoumání nehody byla řešena i otázka, jak by v současné době mohly vyhlížet výsledky posouzení rizik. Nebylo možné udělat toto posouzení pro celou technologii ethylenové jednotky. Pozornost se soustředila jen na část, kde nejpravděpodobněji nastal havarijný únik dne 19. 7. 1974.

Za nejhorší předpokládaný scénář je považováno celkové prasknutí kolena č. 69b spojené s únikem směsi ethanu a ethylenu při tlaku 25 atp ze dvou otvorů o průměru 200 mm. Následuje migrace středu oblaku a vznik UVCE v prostoru nedaleké administrativní budovy. Množství uniklé látky je stanoveno jako celkové množství uvnitř ethylenové kolony zvětšené o 10 min přítok. Celkem by došlo k úniku 16,34 t směsi.[1] K posouzení následků výbuchu je použita metoda IOI. Jedná se o jednoduchou metodu určenou k odhadu škod průmyslových nehod s přítomností hořlavých látek. Tato metoda je rozšířena například mezi pojišťovnami. IOI rozděluje hořlavé látky do tří skupin z hlediska jejich nebezpečnosti. Pro každou skupinu je následně sestavena tabulka s množstvím uniklé látky a zónami škod. Škody se dělí do zón se 100% poškozením, 80% poškozením a 40% poškozením. Zároveň tato metoda zvažuje definovanou migraci středu hořlavého oblaku před iniciací za účelem zjištění maximálních možných škod. Interpolací hodnot pro látky skupiny ethylenu jsou pro únik 16,34 t směsi určeny následující hodnoty.[5] Poloměr pro 100% škody je vypočten na 52 m. Pro 80% škody je poloměr 94 m a pro 40% škody 189 m od středu oblaku. V zóně 100% škod se předpokládá úmrtí všech osob bez ohledu na skutečnost, zda se nachází uvnitř budov nebo mimo budovy. V zóně 80% škod dojde k úmrtí 25 % osob uvnitř budov a k přežití všech osob mimo budovy. 40% zóna představuje úmrtí 5 % osob v budovách a přežití všech osob mimo budovy.[6] V zóně 100% škod se nachází celá administrativní budova podniku. Na základě hrubého odhadu počtu lidí uvnitř je určen počet obětí na hodnotu 720. Po započtení obětí z okolních budov, které se nachází v dosahu zón poškození, dostáváme celkový počet obětí 726.

Přijatelná frekvence vzniku popsané nehody je vypočtena pomocí vzorce z Certifikované metodiky, od VÚBP.[7] Pro počet obětí 726 je vypočtena přijatelná frekvence vzniku $1,9 \cdot 10^{-9}$ /rok. K odhadu skutečné frekvence vzniku scénáře UVCE slouží strom poruch a následně strom událostí. Cílem stromu poruch je určit frekvenci situace, která povede k celkovému prasknutí kolena. K této události bude podle použitých bodových odhadů docházet s frekvencí $2,1 \cdot 10^{-5}$ /rok. Vypočtená frekvence pro celkové prasknutí kolena je následně použita jako vstupní hodnota pro strom událostí, který má za cíl stanovit frekvenci vzniku jednotlivých scénářů. Nejhorší předpokládaný scénář v podobě UVCE bude vznikat s frekvencí $1,4 \cdot 10^{-5}$ /rok. Frekvence vzniku je tedy o čtyři řády vyšší, než by bylo přípustné. Oba zmíněné stromy ukazuje Obrázek 8 a Obrázek 9.



Obrázek 8 Strom poruch pro celkové prasknutí kolena



Obrázek 9 Strom událostí pro celkové prasknutí kolena

Závěr

Tato práce měla za cíl podívat se moderním pohledem na nejtragičtější průmyslovou nehodu naší historie. Nejprve bylo nutné seznámit se s průběhem nehody a závěry původního vyšetřování. Bylo zjištěno, že vyšetřování stanovilo jako příčinu vzniku nehody dlouhodobý průnik sirných sloučenin skrz pračku plynů, následnou dlouhodobou vnitřní korozi a selhání údržby, která nedokázala problém včas odhalit a vyřešit. V rámci moderního postupu vyšetřování byla aplikována metoda IPICA k odhalení hloubkových příčinných faktorů, které vyústily ve vznik této nehody. Celkem bylo odhaleno 12 příčinných faktorů. Tyto faktory jsou zastoupeny v oblasti lidského faktoru v podobě problematické komunikace mezi zaměstnanci a špatné evidence dílů. Dále v oblasti samotného návrhu výrobního zařízení, jelikož zařízení neobsahovalo dostatečně účinné havarijní systémy, které by dokázaly zabránit nehodě. A problémy nastaly také v oblasti úpravy provozního zařízení v podobě přidání pračky plynů, která však nedokázala spolehlivě odstranit všechny sirné sloučeniny. Neboli, jak ukazují příčinné faktory 8 až 12, příčiny tkvěly hlouběji v systému řízení bezpečnosti než v pouhém selhání tří osob.

Jako postup, který představuje moderní analýzu rizika byla v omezeném rozsahu použita Certifikovaná metodika, Metodika přístupu k identifikaci zdrojů rizik, analýze rizik a hodnocení rizik průmyslových havárií pro posouzení rizik v rámci prevence závažných havárií společně s metodou IOI. Analyzován je nejhorší předpokládaný scénář v podobě UVCE působící ve směru na hlavní administrativní budovu podniku. Při tomto průběhu nehody lze očekávat až 726 obětí na životech. Vypočtená frekvence vzniku této nehody je $1,4 \cdot 10^{-5}$ /rok, avšak přijatelná frekvence při tomto počtu obětí je $1,9 \cdot 10^{-9}$ /rok. Z moderního pohledu se tedy jedná o nepřijatelnou míru rizika a bylo by nutné provedení podrobnější analýzy rizik za účelem stanovení organizačních a technických opatření ke snížení tohoto rizika. K ověření snížení míry rizika by byla následně provedena opětovná analýza rizik.

Seznam použité literatury

- [1] Urban J., Domalíp V., Maxa J., Flek P., Fišer F., Kandr F., Zpráva o prošetření příčin havárie a hromadného úrazu v provozu syntetického lihu dne 19.července 1974, Chemické závody ČSSP, n.p., Záluží v Krušných horách, 1974
- [2] Autor neuveden, Komplexní znalecký posudek k případu havárie v n.p. CHEZA Záluží u Mostu ze dne 19.7.1974, Ministerstvo vnitra ČSSR, Federální správa VB, Kriminalistický ústav, 1974
- [3] Ferjenčík M., IPICA_Lite—Improvements to root cause analysis. Online. Reliability Engineering & System Safety. 2014, roč. 131, s. 1-13. ISSN 09518320. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.ress.2014.06.004>.
- [4] Center for Chemical Process Safety (CCPS). Guidelines for Risk Based Process Safety. New York: American Institute of Chemical Engineers; 2007.
- [5] Estimated maximum loss from explosion and/or fire. Fourth edition. London: International Oil Insurers, 1992.
- [6] Methods for the Determination of Possible Damage to People and Objects Resulting from Releases of Hazardous Materials (Green Book), 1st edition 1992
- [7] Výzkumný ústav bezpečnosti práce, v.v.i., TLP, spol. s.r.o. Certifikovaná metodika, Metodika přístupu k identifikaci zdrojů rizik, analýze rizik a hodnocení rizik průmyslových havárií pro posouzení rizik v rámci prevence závažných havárií. Praha, 2015.