

MODELOVANIE REŤAZCOV UDALOSTÍ

&

BANSKÁ BYSTRICA
2015

FAKULTA PRÍRODNÝCH
VIED UNIVERZITY
MATEJA BELA

JÁN ZELENÝ
IVETA MARKOVÁ

UNIVERZITA MATEJA BELA V BANSKEJ BYSTRICI
FAKULTA PRÍRODNÝCH VIED

Ján ZELENÝ – Iveta MARKOVÁ

MODELOVANIE REŤAZCOV UDALOSTÍ

Vedecká monografia

2015

© prof. Ing. Ján Zelený, CSc., doc. RNDr. Iveta Marková, PhD.

Recenzenti : prof. Ing. Anton Osvald, CSc.
prof. Ing. Karol Balog, CSc.
Ing. Marián Lovič

Vydavateľ: © Belianum. Vydavateľstvo Univerzity Mateja Bela v Banskej Bystrici

Vydanie: prvé

Vydané: 2015

Rozsah: 168 strán

Formát: CD

Náklad: 100 kusov

Tlač: Equilibria, s.r.o., Košice

Táto monografia je určená študentom študijného odboru Bezpečnosť a ochrana zdravia pri práci a študijného odboru Environmentálny manažment. Môžu ju však využiť aj odborníci zaoberajúci sa problematikou manažérstva rizika v spoločenskej praxi.

Monografia bola schválená edičnou komisiou Fakulty prírodných vied Univerzity Mateja Bela v Banskej Bystrici

Všetky práva vyhradené. Žiadna časť tejto publikácie nesmie byť reprodukováaná a/alebo distribuovaná v akejkoľvek forme a akýmkoľvek prostriedkami či uchovávaná v databáze alebo systéme vyhľadávania bez predchádzajúceho súhlasu vydavateľa a autora.

ISBN 978-80-557-0640-5

V spoločenskej praxi sa veľmi často vyskytujú dva zaujímavé typy situácií.

Prvou z nich je situácia, ktorá od subjektu (človeka, združenia, organizácie, ...) vyžaduje rozhodnutie či, a keď, tak ako vojsť do interakcie s potenciálne nebezpečným procesom alebo objektom. Napríklad či sa má použiť tá alebo oná technológia, ten alebo onen postup, či sa má zakúpiť to alebo iné zariadenie, či sa vzhľadom na možné environmentálne ohrozenia „má alebo nemá vydať povolenie“ na ten alebo onen zámer, či vzhľadom na možné riziká organizovať alebo neorganizovať určité podujatie a pod.

Druhou z nich je situácia, v ktorej subjekt už je v interakcii s potenciálne nebezpečným procesom alebo objektom a teda už je istým spôsobom jeho súčasťou. V tomto prípade subjekt musí hľadať a nájsť taký spôsob koexistencie s rizikom vyplývajúcim z daného procesu alebo objektu, ktorý by jemu a ne-zriedka aj jeho okoliu garantoval istú všeobecne akceptovanú mieru bezpečnosti. Napríklad vytvorenie a implementácia bezpečného spôsobu obsluhy zariadenia predstavujúceho istý potenciál ohrozenia zdravia človeka, vytvorenie a implementácia systému ochrany pred únikom nebezpečných látok do okolia organizácie, výber spôsobu organizovania a zabezpečenia určitého podujatia a pod.

Či v prvom, alebo v druhom type uvedených situácií sa môžu ako „sprievodné javy“ objaviť náhle a neplánovane vznikajúce udalosti zvyčajne generujúce negatívne dopady a vplyvy. Ich identifikácia, predchádzanie ich vzniku, ale aj ich komplexné zvládanie, keď už nastanú predstavuje obrovský, mnohovýrobný problém.

Manažérstvo rizika, ako komplexný systém, ktorý je v organizáciách najrôznejších typov a veľkostí, alebo pri organizovaní rôznych podujatí reprezento-

vaný navzájom prepojenými systémami prevencie a havarijnej pripravenosti v podstate „stojí“ na troch hlavných pilieroch:

- **legislatíva,**
vytvárajúca pre celý proces systémové a špecifické „pravidlá“,
- **ochrana,**
predstavujúca systém „garantovania“ všeobecne akceptovateľnej miery ohrozenia zdravia a životov ľudí, majetku organizácie a okolitých subjektov a životného prostredia, vrátane pracovného prostredia,
- **ekonomika,**
zameraná na dosiahnutie efektívnosti, účelnosti a hospodárnosti celého systému manažérstva rizika.

Lenže v spoločenskej praxi sa analýza rizika v kontexte pojmu **ochrana** veľmi často vykonáva preto, lebo tak stanovil zákon a proces realizácie analýzy rizika sa (na škodu veci) skôr považuje za úlohu, ktorú je v duchu zákona potrebné splniť, než za prostriedok dosiahnutia iného, významnejšieho cieľa. Hlavným cieľom v každej organizácii, alebo pri organizovaní akéhokoľvek podujatia predsa musí byť vytvorenie takých komplexných podmienok, ktoré by v súvislosti s nimi zaručovali všeobecne prijateľnú mieru ohrozenia. Proces analýzy rizika vytvára pre dosiahnutie tohto cieľa neoceniteľnú východiskovú platformu. Je teda zrejmé, že komplexný proces analýzy, posudzovania a hodnotenia závažnosti rizika musí byť plánovaný, realizovaný a riadený vždy v kontexte s účelom, pre ktorý bude uskutočnený. Pokiaľ tento proces bude len samoučelným splnením istej úlohy, bez znalosti toho, k čomu jeho výsledky budú slúžiť, nemôže v podstate poskytnúť garanciu toho, že bude komplexný a kompletný. A ak na báze takejto platformy bude následne vytvorený systém „garantovania“ všeobecne akceptovateľnej miery ohrozenia zdravia a životov ľudí, majetku organizácie a okolitých subjektov a životného prostredia, vrátane pracovného prostredia, je s vysokou pravdepodobnosťou možné predpokladať, že bude obsahovať slabé miesta a čo je horšie „neriešené“ miesta, pretože nekomplexná analýza rizika ich nepostrehla, alebo jednoducho nezobrala do úvahy.

Pohnútky, ktoré viedli autora k vytvoreniu vedeckých monografií

IDENTIFIKÁCIA A MODELY REŤAZCOV UDALOSTÍ

a

MODELOVANIE REŤAZCOV UDALOSTÍ

vychádzali z rokmi v praxi overenej skúsenosti:

**S DOSTATOČNOU PRAVDEPODOBNOŠŤOU VEDIEŤ ODKIAL' A KEDY
JE MOŽNÉ OČAKÁVAŤ ISTÉ OHROZENIA, POZNAŤ ICH PODSTATU
A POZNAŤ MIERU TÝCHTO OHROZENÍ JE PRVÝM PREDPOKLADOM
VEDIEŤ, AKO SA IM ÚČINNE A EFEKTÍVNE BRÁNIŤ**

V tomto kontexte si však autor bol vedomý aj faktu, že žiadna publikácia, nech už by mala akýkoľvek rozsah, sa nemôže v potrebnej hĺbke a šírke zaoberať takou zložitou, rozsiahlou a komplexnou problematikou, akú predstavuje spoznávanie rizík súvisiacich s realizáciou ľudských činností a hľadanie spôsobov koexistencie s nimi na úrovni všeobecne akceptovateľnej miery ohrozenia.

Pri koncipovaní monografií bol preto vytýčený užší, ale splniteľnejší cieľ. Stala sa ním snaha podať určitý systémový pohľad na problematiku identifikácie, analýzy, posudzovania a hodnotenia závažnosti rizík vychádzajúci z princípov modelovania. Monografie boli pritom koncipované tak, aby ich mohli využívať nielen poslucháči vysokoškolského štúdia v študijných programoch orientovaných na manažérstvo rizika, ale aby v nich mohli nájsť inšpirujúce podnety aj pracovníci odbornej praxe.

ZOZNAM OBRÁZKOV A TABULIEK.....	9
ÚVOD.....	11
1. PREDSTAVENIE PROBLEMATIKY.....	16
1.1 VÝCHODISKÁ.....	16
1.2 PRINCÍP INDUKCIE.....	18
1.3 PRINCÍP DEDUKCIE.....	20
1.4 IDENTIFIKÁCIA A MODELOVANIE REŤAZCOV UDALOSTÍ – PODSTATA.....	21
2. IDENTIFIKÁCIA A MODELOVANIE REŤAZCOV UDALOSTÍ, PRINCÍP DEDUKCIE – METÓDA FTA.....	32
2.1 POSUDZOVANÝ SYSTÉM.....	32
2.2 ETAPA IDENTIFIKÁCIE A POSUDZOVANIA DOPADOV.....	33
2.3 ETAPA IDENTIFIKÁCIE A MODELOVANIA REŤAZCOV UDALOSTÍ.....	39
2.3.1 Symboly.....	40
2.3.2 Základný postup.....	46
2.3.3 Boolove vzťahy.....	53
2.3.4 Ďalšie vzťahy udalostí.....	61
2.4 PRÍPADOVÁ ŠTÚDIA.....	65
2.4.1 Východisková situácia.....	65
2.4.2 Cieľ.....	66
2.4.3 Postup.....	66
3. IDENTIFIKÁCIA A MODELOVANIE REŤAZCOV UDALOSTÍ, PRINCÍP INDUKCIE – METÓDA WHAT IF?.....	72
3.1 ÚČEL.....	72
3.2 PRINCÍP.....	72
3.3 POSTUP.....	73
3.4 PRÍPADOVÁ ŠTÚDIA.....	75
3.4.1 Východisková situácia.....	75
3.4.2 Proces.....	75
3.4.3 Cieľ.....	76
3.4.4 Postup.....	76

4. IDENTIFIKÁCIA A MODELOVANIE REŤAZCOV UDALOSTÍ, PRINCÍP INDUKCIE – METÓDA WHAT IF?	85
4.1 ÚČEL	85
4.2 PRINCÍP	85
4.3 POSTUP	86
4.4 PRÍPADOVÁ ŠTÚDIA	86
4.4.1 Východisková situácia	86
4.4.2 Proces	87
4.4.3 Cieľ	87
4.4.4 Postup	88
5. INDUKTÍVNO-DEDUKTÍVNY SPÔSOB SEKVENČNÉHO MODELOVANIA REŤAZCOV UDALOSTÍ, PRÍPADOVÁ ŠTÚDIA 1	94
5.1 VÝCHODISKOVÁ SITUÁCIA	95
5.2 PROCES	95
5.3 CIEĽ	96
5.4 POSTUP	96
6. INDUKTÍVNO-DEDUKTÍVNY SPÔSOB SEKVENČNÉHO MODELOVANIA REŤAZCOV UDALOSTÍ, PRÍPADOVÁ ŠTÚDIA 2	108
6.1 VÝCHODISKOVÁ SITUÁCIA	108
6.2 PROCES	109
6.3 CIEĽ	111
6.4 POSTUP	112
6.4.1 Humánne riziká	112
6.4.2 Environmentálne riziká	121
7. ÚNIK NEBEZPEČNÝCH LÁTKY DO PROSTREDIA, INDUKTÍVNO- SEKVENČNÝ SPÔSOB MODELOVANIA REŤAZCOV UDALOSTÍ	128
7.1 AKÉ NEBEZPEČNÉ LÁTKY MÔŽU UNIKNÚŤ?	128
7.1.1 Nebezpečné látky	128
7.1.2 Klasifikácia a označovanie nebezpečných látok a zmesí	131
7.2 ODKIAĽ MÔŽU UNIKNÚŤ?	159
7.3 KOĽKO MÔŽE UNIKNÚŤ?	161
7.4 KAM MÔŽE UNIKNÚŤ?	163
ZÁVER	166
LITERATÚRA	167

ZOZNAM OBRÁZKOV A TABULIEK

- Obr. 0.1** Kvalifikácia a kvantifikácia rizika
- Obr. 0.2** Reťazce udalostí – základná schéma
- Obr. 0.3** Reťazec udalostí – Domino efekt
- Obr. 0.4** Reťazec udalostí – základné miesta zaobchádzania s rizikom
- Obr. 1.1** Reťazec udalostí – základné časti
- Obr. 1.2** Bloková schéma vývoja udalostí
- Obr. 1.3** Hlavné časti reťazca udalostí
- Obr. 1.4** Princíp indukcie
- Obr. 1.5** Princíp dedukcie
- Obr. 1.6** Induktívny versus deduktívny prístup
- Obr. 1.7** Reťazce udalostí
- Obr. 1.8** Reťazce udalostí
- Obr. 1.9** Podstata princípu indukcie
- Obr. 1.10** Podstata princípu dedukcie
- Obr. 2.1** Modelová situácia
- Obr. 2.2** Logický člen AND
- Obr. 2.3** Logický člen AND s udaním priorít
- Obr. 2.4** Logický člen OR
- Obr. 2.5** Logický člen EXCLUSIVE OR
- Obr. 2.6** Sumačný člen
- Obr. 2.7** Inhibičný člen
- Obr. 2.8** Logický súčet
- Obr. 2.9** Logický súčet logických súčinov
- Obr. 2.10** Modelová situácia
- Obr. 2.11** Princíp postupu analýzy
- Obr. 2.12** Strom poruchových stavov – udalosť 2
- Obr. 2.13** Strom poruchových stavov – udalosť 1a
- Obr. 2.14** Základný strom poruchových stavov

- Obr. 2.15** Stromy poruchových stavov – udalosti U11 a U12
- Obr. 2.16** Stromy poruchových stavov – udalosti U21 a U22
- Obr. 2.17** Strom poruchových stavov – udalosť U31
- Obr. 2.18** Stromy poruchových stavov – udalosti U41, U43 a U42
- Obr. 2.19** Strom udalostí
- Obr. 2.20a** Strom poruchových stavov
- Obr. 2.20b** Strom poruchových stavov
- Obr. 2.21** Strom poruchových stavov
- Obr. 2.22** Strom poruchových stavov.
- Obr. 2.23** Elektrický systém
- Obr. 2.24a** Strom poruchových stavov – prvá časť
- Obr. 2.24b** Strom poruchových stavov – druhá časť
- Obr. 2.24c** Strom poruchových stavov – tretia časť
- Obr. 2.24d** Strom poruchových stavov – štvrtá časť
- Obr. 3.1** Východisková situácia
- Obr. 3.2** Východisková situácia - detail
- Obr. 4.1** Princíp metódy ETA
- Obr. 4.2** Východisková situácia
- Obr. 7.1** Reťazec udalostí – prvá sekvencia
- Obr. 7.2** Reťazec udalostí – druhá sekvencia
- Obr. 7.3** Reťazec udalostí – tretia sekvencia

Tab. 1.1 Viac a menej akceptovateľné riziko

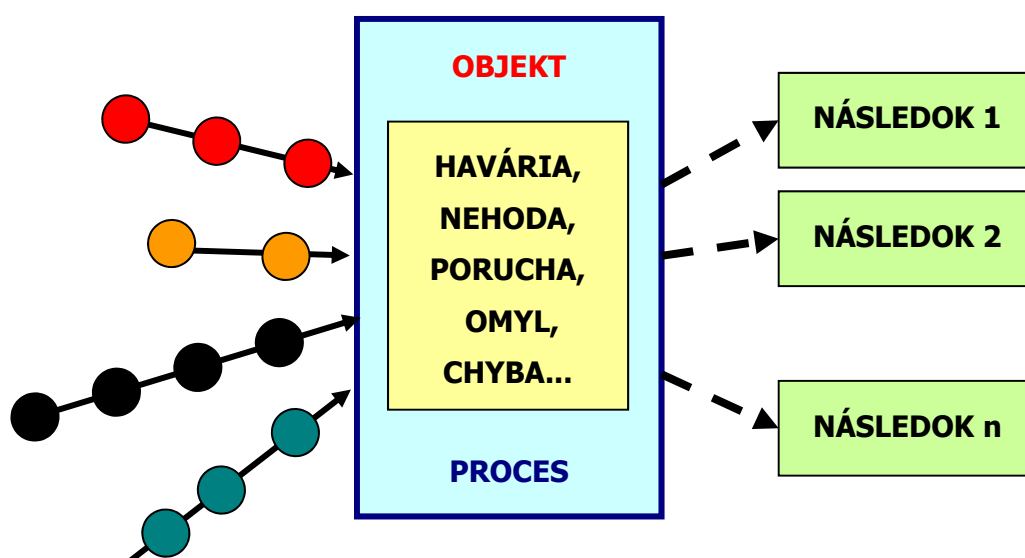
Riziko je principiálne definované kombináciou pravdepodobnosti vzniku neželanej neplánovanej udalosti a jej negatívnych následkov (2). Obe dimenzie rizika však môžu byť kvalifikované a kvantifikované rôznymi spôsobmi (8).

Objektívna pravdepodobnosť stanovená na báze opakovaných a opakujúcich sa javov a udalostí	OBJEKTÍVNE STANOVENÉ RIZIKO
Následky, ktoré sú priamo pozorovateľné a merateľné	
Syntetizovaná pravdepodobnosť odvodená na báze hodnotenia podobných javov a udalostí - nemeraná	RIZIKO STANOVENÉ MODELOVANÍM
Následky, ktoré sú odvodené na báze pozorovania a porovnávania s udalosťami, ktoré už v minulosti nastali	
Pravdepodobnosť stanovená na báze kvalifikovaného odhadu alebo analýzy malého počtu udalostí, ktoré sa už stali	SUBJEKTÍVNE STANOVENÉ RIZIKO
Subjektívne stanovené	

Obr. 0.1 Kvalifikácia a kvantifikácia rizika

Objektívnymi metódami kvalifikované a kvantifikované následky a pravdepodobnosť ich vzniku definujú objektívne stanovenú úroveň rizika. Lenže v praxi obyčajne nie je k dispozícii dostatočné množstvo spoľahlivých podkladov na to, aby riziko mohlo byť stanovené objektívne. Ak sa teda chceme vyhnúť čisto subjektívnemu spôsobu stanovenia rizika, zostáva nám už len možnosť riziko stanoviť modelovaním. Ako ale „modelovať riziko“?

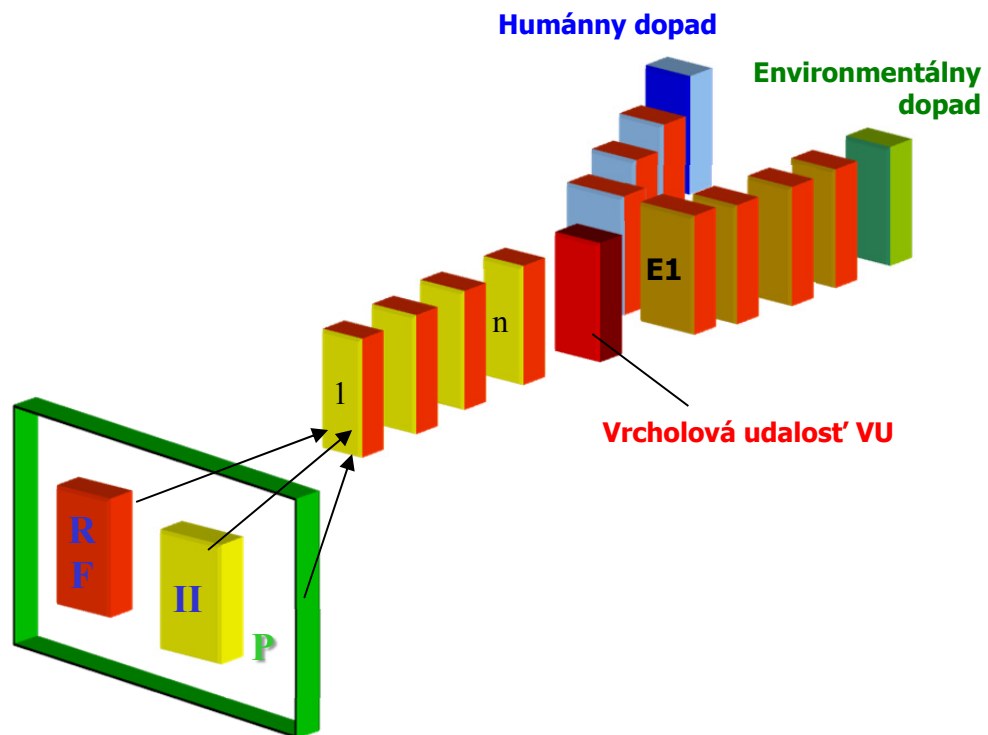
Všeobecný scenár vzniku a priebehu negatívnych následkov je možné znázorniť základnou schémou, centrom ktorej je blok neželaných, neplánovaných, náhodne vznikajúcich udalostí – vrcholových udalostí. Tie sú na jednej strane na konci reťazca, alebo niekoľkých už či nezávislých, alebo vzájomne súvisiacich reťazcov udalostí vedúcich k ich vzniku, no na druhej strane sami môžu generovať reťazce udalostí, na konci ktorých sa môžu objaviť neželané, neakceptovateľné negatívne dopady, teda sú na začiatku týchto reťazcov.



Obr. 0.2 Reťazce udalostí – základná schéma

Nech bol v súvislosti s vykonávaním určitých aktivít vopred stanoveného objektu identifikovaný reťazec udalostí, ktorý naznačuje, že za určitých podmienok P môže s určitou pravdepodobnosťou dôjsť k interakcii rizikového faktora RF a iniciačného impulzu II, čo môže privodiť vznik vrcholovej udalosti VU. Táto s určitou pravdepodobnosťou môže generovať určitý humánny dopad a určitý environmentálny dopad.

Nech je tento reťazec udalostí znázornený v podobe dominových kociek naskladaných v rade tak, ako by udalosti mali nasledovať jedna za druhou, pričom každá kocka nech reprezentuje jednu udalosť (7).

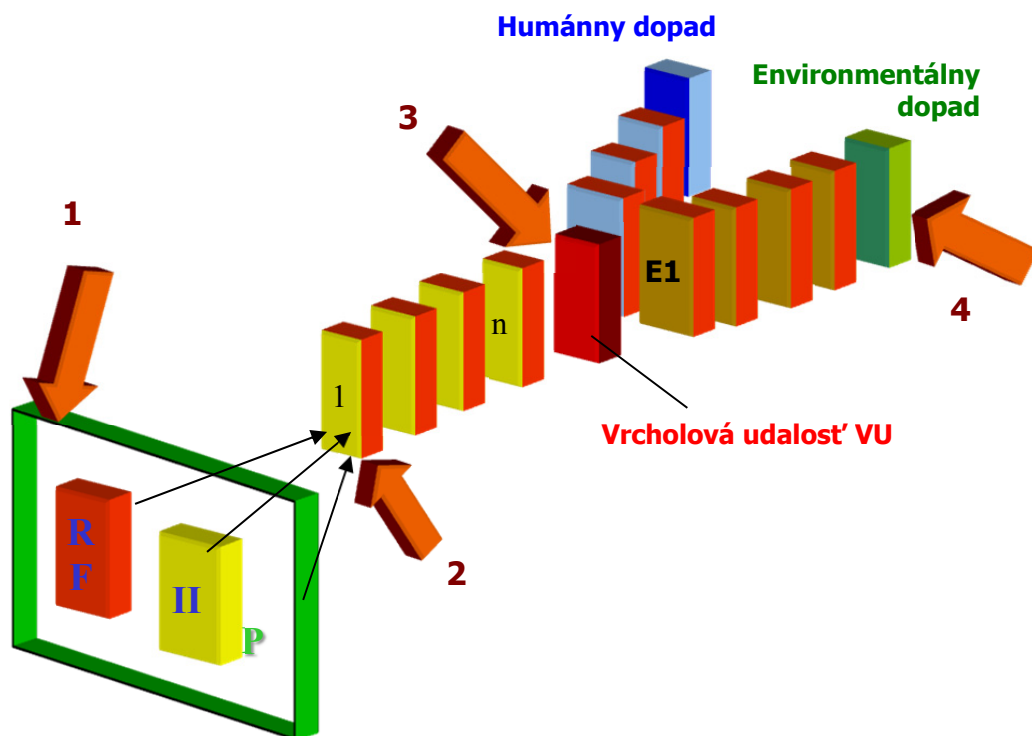


Obr. 0.3 Reťazec udalostí – Domino

Interakcia $RF \leftrightarrow II \leftrightarrow P$ môže vyvolať „zvalenie“ kocky číslo 1. Tá môže vyvolať „zvalenie“ ďalšej kocky, tá ďalšej a pod., až po kocku „n“, ktorá môže vyvolať vznik vrcholovej udalosti VU. Priebeh vrcholovej udalosti – „zvalenie kocky VU“ môže naraz „zvaliť“ kocky E1 a H1. Ich „zvalenie“ môže naštartovať ďalšie „váľanie“ kociek teraz už vo dvoch separátnych smeroch až po „zvalenie“ posledných kociek reprezentujúcich vznik neželaných dopadov – humánneho a environmentálneho.

Základným poslaním systému riadenia rizík je buď negatívnym dopadom predchádzať, alebo ich aspoň na všeobecne akceptovateľnú úroveň znížiť. V kontexte identifikovaného reťazca udalostí reprezentovaného sústavou dominových kociek podľa uvedenej schémy to znamená buď zabrániť tomu, aby sa „posledné kocky zvalili“, alebo aby ich „zvalenie obrazne povedané čo najmenej bolelo“. Aké však máme principiálne možnosti urobiť tak a kde sú miesta, v ktorých by to bolo možné najefektívnejšie a najúčinnnejšie vykonať?

V nasledovnej schéme sú naznačené štyri základné miesta.



Obr. 0.4 Retazec udalostí – základné miesta zaobchádzania s rizikom

Miesto číslo 1

Reprezentuje všetky možnosti, ktoré je tak z hľadiska reálnosti, ako aj ekonomickej efektívnosti možné zrealizovať a tým zablockovať vznik, priebeh a ukončenie interakcie $RF \leftrightarrow II \leftrightarrow P$. Ak sa totiž uvedená interakcia nenaplní, nemôže dôjsť k naštartovaniu celého reťazca udalostí.

Miesto číslo 2

Reprezentuje všetky možnosti, ktoré je tak z hľadiska reálnosti, ako aj ekonomickej efektívnosti možné zrealizovať a tým zablockovať naštartovanie celého reťazca udalostí. Vo svojej podstate vlastne predstavuje všetky možnosti eliminácie interakcie $RF \leftrightarrow II \leftrightarrow P$ okamžite po jej nastaní.

Miesto číslo 3

Reprezentuje všetky možnosti, ktoré je tak z hľadiska reálnosti, ako aj ekonomickej efektívnosti možné zrealizovať a tým zablockovať vznik, priebeh a ukončenie vrcholovej udalosti. Vychádza z princípu – nie je vrcholová udalosť, nie je negatívny dopad.

Miesto číslo 4

Reprezentuje všetky možnosti, ktoré je tak z hľadiska reálnosti, ako aj ekonomickej efektívnosti možné zrealizovať a tým zmierniť následky „zvalenia posledných kociek“.

V kontexte takto chápaných a ponímaných reťazcov udalostí je **orientácia monografie**, ktorej sa práve teraz venujete a ktorá je pokračovaním monografie **IDENTIFIKÁCIA A MODELY REŤAZCOV UDALOSTÍ** koncentrovaná najmä na:

- identifikáciu základných princípov a metód hlavne ex ante prístupu kreovania modelov reťazcov udalostí,
- predstavenie spôsobov ich praktickej aplikácie na báze reálne riešených prípadových štúdií

tak, aby takto vytvorené modely reťazcov udalostí poskytovali dostatočné penzum hodnoverných informácií a podkladov tak pre tvorbu programov prevencie, ako aj programov pripravenosti na zdolávanie mimoriadnych situácií a minimalizovanie ich negatívnych dopadov.

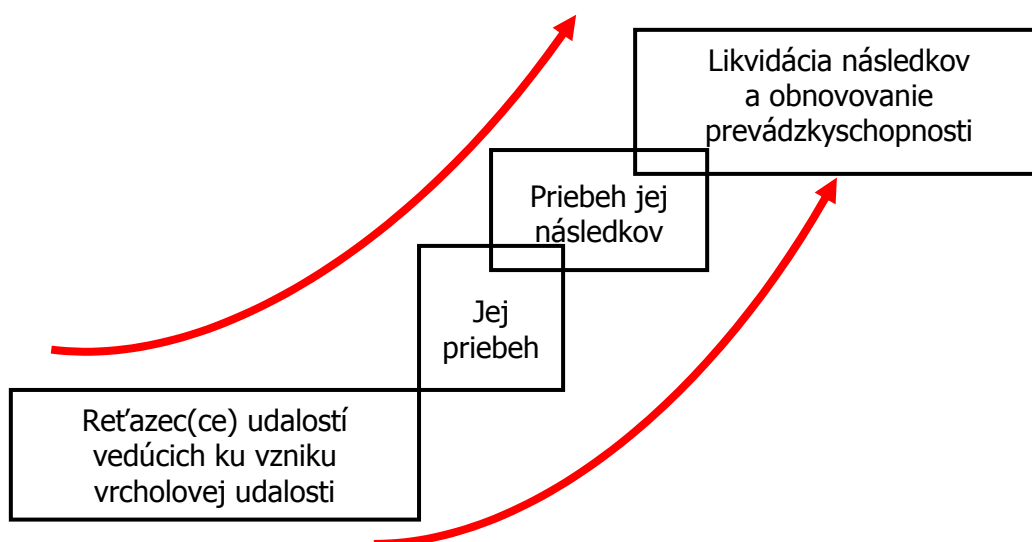
Cieľom monografie nebolo predstavenie „kompletného zoznamu metód“ a postupov modelovania reťazcov udalostí – tie sa neustále vyvíjajú a menia – ale predstavenie a vysvetlenie princípov, procesov a účelu modelovania reťazenia udalostí generujúcich hlavne environmentálne, humánne, čiastočne aj vecné, či hospodárske negatívne dopady.

1. kapitola

PREDSTAVENIE PROBLEMATIKY

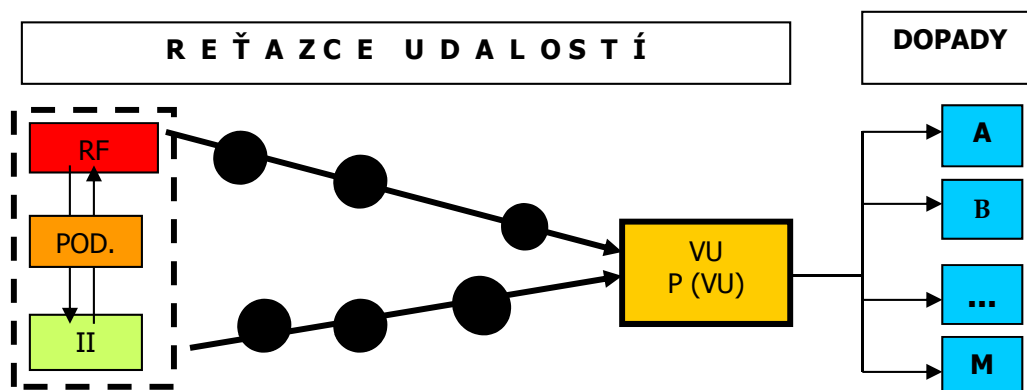
1.1 VÝCHODISKÁ

Za východisko našich úvah zoberme základný tvar reťazca udalostí zobrazujúci jeho základné časti, resp. bloky udalostí, (obr. 1.1) a pokúsme sa tento základný tvar určitým spôsobom skonkretizovať.



Obr. 1.1 Ret'azec udalostí – základné časti

Je všeobecne známy fakt, že ak dôjde k iniciácii rizikového faktora adekvátnym iniciačným impulzom, a ak sú pri tom splnené potrebné podmienky, interakcia rizikový faktor – iniciačný impulz môže naštartovať odvíjanie reťazca, resp. reťazcov logicky po sebe nasledujúcich neplánovaných a neriadených udalostí končiacich vznikom negatívnych dopadov, vid' obr. 1.2.

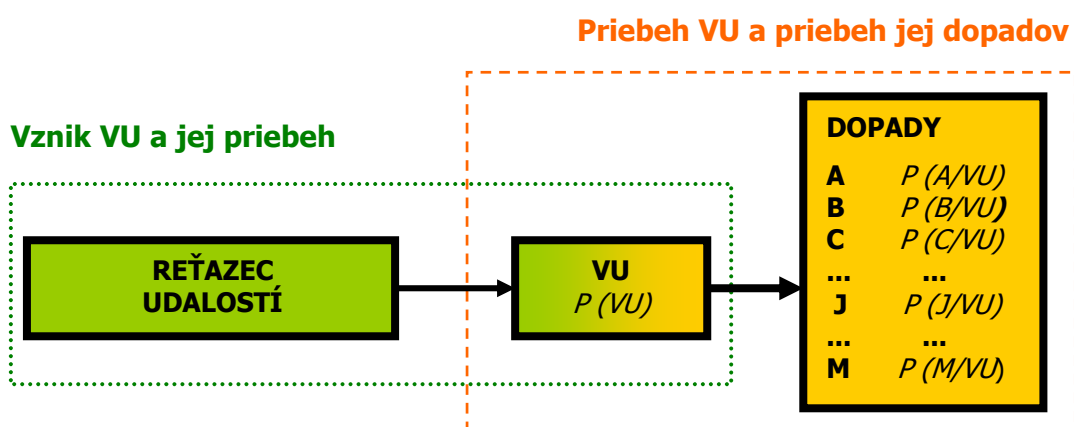


Obr. 1.2 Bloková schéma vývoja udalostí. RF – rizikové faktory, POD. – podmienky, II – iniciačné impulzy, VU vrcholová udalosť

Keďže je tiež známy fakt, že:

- určitá vrcholová udalosť môže byť „na konci“ rôzneho počtu navzájom závislých alebo nezávislých udalostí alebo reťazcov udalostí a
- jedna vrcholová udalosť môže spôsobiť rôzne navzájom závislé alebo nezávislé následky,

je možné obr. 1.2 znázorniť v inej podobe, vid' obr. 1.3.



Obr. 1.3 Hlavné časti reťazca udalostí

Práve tvar reťazca udalostí v zmysle obr. 1.3 umožní lepšie sústrediť pozornosť na tri základné atribúty identifikácie ľubovoľného reťazca udalostí:

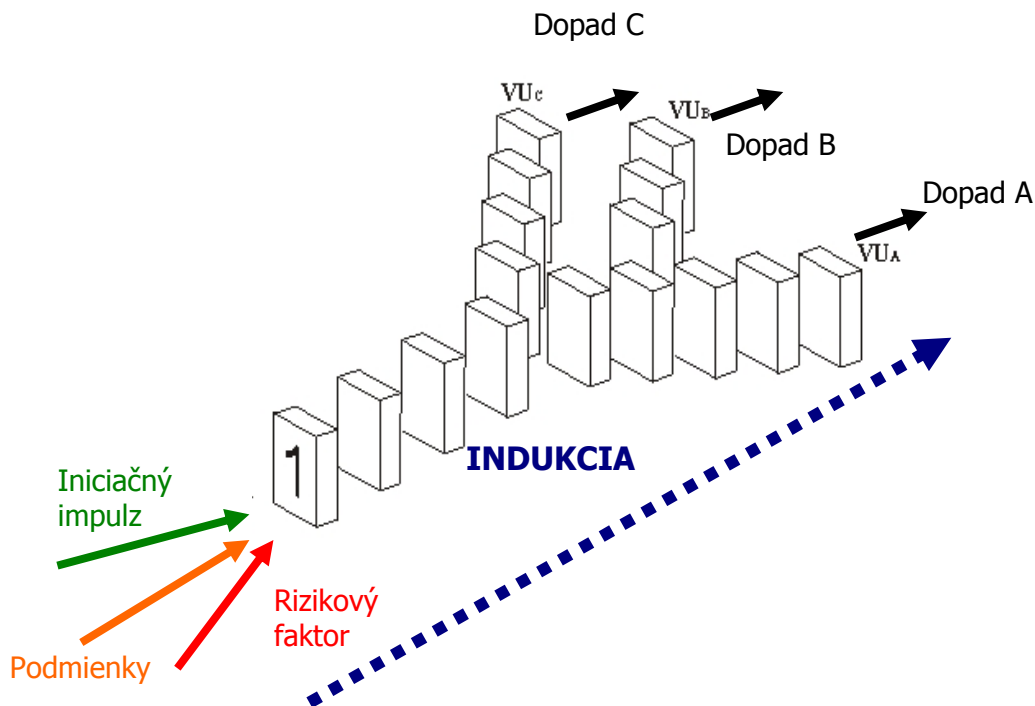
1. mechanizmus vzniku VRCHOLOVEJ UDALOSTI s pravdepodobnosťou $P(VU)$ tohto vzniku;
2. mechanizmus vzniku dopadov VRCHOLOVEJ UDALOSTI s pravdepodobnosťou vzniku jednotlivých dopadov $P(A)$ až $P(M)$;
3. súvislosti a väzby týchto dvoch navzájom previazaných častí reťazca udalostí.

V zmysle obr. 1.2 je zrejmé, že každý reťazec udalostí musí obsahovať tak udalosti, resp. elementy, ktoré jeho vznik priamo iniciovali a generovali, ako aj udalosti, ktoré stáli na jeho úplnom konci, teda udalosti, ktorými sa daný reťazec udalostí skončil. Fakt, že udalosti nadobúdajú tvar reťazca, ktorý niekde začína a niekde končí, nám umožňuje pristupovať ku skúmaniu a identifikovaniu akéhokoľvek reťazca udalostí buď zo strany jeho vzniku, alebo zo strany jeho dopadov.

1.2 PRINCÍP INDUKCIE

V prípade, že k poznávaniu reťazca udalostí budeme pristupovať zo strany jeho začiatku, pričom sa určitými logickými úvahami a postupmi budeme snažiť identifikovať ako reťazec udalostí pravdepodobne prebehne a aký bude jeho potenciálny koniec, teda aké potenciálne dopady môže spôsobiť, tak vo svojej podstate zvolíme princíp indukcie (1).

Slovník cudzích slov pod pojmom **indukcia** uvádza: „typ úsudku a metóda skúmania, keď sa z jedinečných výrokov usudzuje na všeobecný záver; postup od zvláštneho ku všeobecnému; od prvku ku globálu – opak dedukcie“.



Obr. 1.4 Princíp indukcie

Aplikácia induktívneho prístupu začína identifikáciou všetkých možných udalostí a elementov reálne sa vyskytujúcich v posudzovanom systéme, interakcia ktorých by za určitých podmienok mohla „naštartovať“ proces odvíjania sa reťazca, resp. reťazcov udalostí. Aplikáciou rôznych metód a postupov je následne možné dospieť k predstave, aké reťazce logicky po sebe nasledujúcich nekontrolovaných a neriadených udalostí môžu z tej ktorej interakcie vzniknúť a akou udalosťou a s akými reálne možnými negatívnymi dopadmi môže ten ktorý reťazec skončiť.

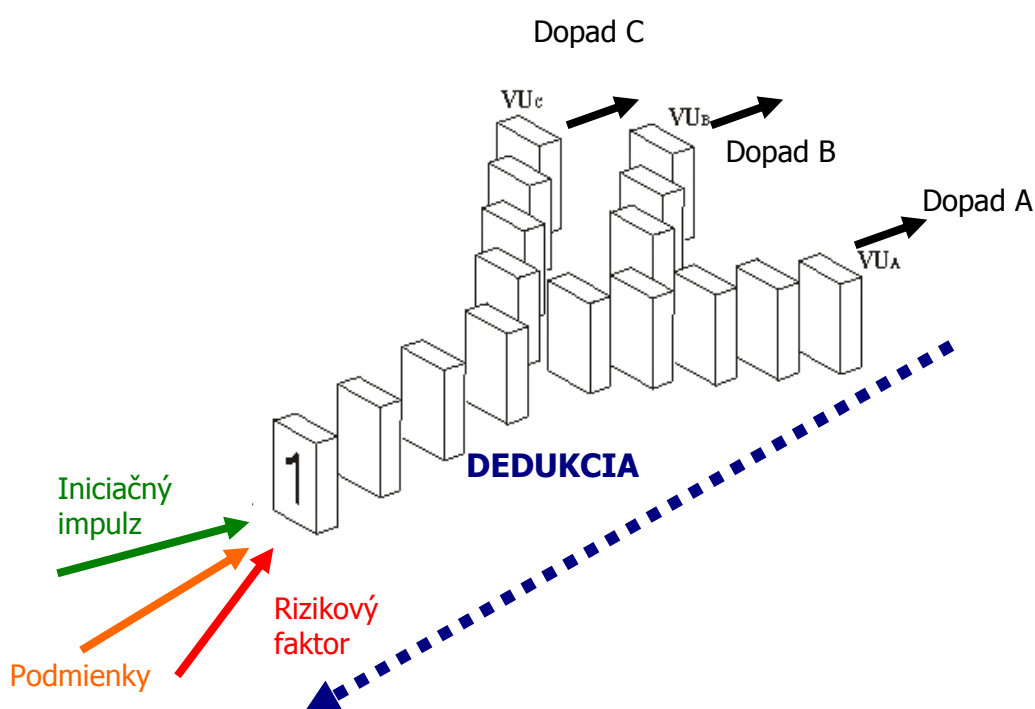
Induktívny prístup teda prioritne vychádza z tých udalostí a elementov posudzovaného objektu, resp. procesu, interakcia ktorých je za určitých podmienok schopná generovať vznik reťazcov logicky po sebe nasledujúcich nekontrolovaných a neriadených udalostí. Možné negatívne dopady rezultujúce z toho ktorého reťazca udalostí v tomto prípade predstavujú len určitú „škálu výstupov“ tejto interakcie. Pozitívom induktívneho prístupu je jeho výrazná orientácia na identifikáciu všetkých reálnych nebezpečenstiev, ohrození a elementov, interakcia

ktorých by mohla v končnom dôsledku spôsobiť vrcholovú udalosť s negatívnymi následkami.

1.3 PRINCÍP DEDUKCIE

V prípade, že k poznávaniu reťazca udalostí budeme pristupovať zo strany jeho konca, pričom sa určitými logickými úvahami a postupmi budeme snažiť identifikovať aké reálne možné reťazce udalostí ho mohli spôsobiť, tak vo svojej podstate zvolíme princíp dedukcie (1).

Slovník cudzích slov pod pojmom **dedukcia** uvádza: „typ úsudku a metóda skúmania, keď sa z prijatých výrokov dospieva k novému tvrdeniu, záveru, dôsledku; postup od všeobecného k jednotlivému – opak indukcie“.



Obr. 1.5 Princíp dedukcie

Princíp dedukcie snád' najlepšie vystihuje štýl detektívok – stal sa neželaný, negatívny čin a je potrebné odhaliť páchateľa a motív jeho činu. Inými slovami

povedané – existuje neželaná udalosť a je potrebné odhaliť čo ju zapríčinilo a prečo, resp. následkom čoho táto udalosť vznikla. Aplikácia tohto prístupu začína definovaním všetkých reálne možných negatívnych dopadov, ktoré sú vo väzbe na posudzovaný objekt, resp. proces a všetko, čo s nimi súvisí neakceptovateľné. Na základe určitých logických postupov je následne možné odhaliť všetky reálne možné udalosti, ich väzby a následnosť od negatívneho dopadu až po prvotné udalosti, ktoré to všetko iniciovali a spôsobili.

Deduktívny prístup teda prioritne vychádza z konkrétnych negatívnych dopadov a až následne sa sústreďuje na identifikáciu príčin ich vzniku. Jeho pozitívom je fakt, že konkrétny negatívny dopad neberie len ako možný „produkt, resp. sekundárny výstup“ napr. poruchy prvku alebo neprimeraného konania človeka, ale naopak, prioritne ich stavia na úroveň neželaného východiskového stavu a následnou analýzou sa snaží určiť prečo, kedy, za akých podmienok a v dôsledku čoho mohlo, resp. môže k týmto stavom dôjsť. Druhým výrazným pozitívom deduktívneho prístupu je fakt, že môže byť použitý nielen ako „nástroj vyšetrovania a zisťovania“ príčin vzniku skutočnej konkrétnej udalosti alebo konkrétneho následku, teda javu, ktorý sa už stal, ale aj ako nástroj „zisťovania“ príčin vzniku „fiktívneho javu“, teda konkrétnej udalosti alebo konkrétneho následku, ktorý sa ešte nestal, ale ktorý ani nechceme, aby sa v súvislosti s posudzovaným objektom, resp. procesom objavil.

1.4 IDENTIFIKÁCIA A MODELOVANIE REŤAZCOV UDALOSTÍ – PODSTATA

Základný rozdiel v modelovaní reťazcov udalostí na báze indukčného alebo deduktívneho princípu spočíva v poradí ich hlavných činností. Kým v indukčnom prístupe je riziko najprv analyzované a až potom sa stanoví jeho prijateľnosť alebo neprijateľnosť, v deduktívnom prístupe sa najprv stanovujú neprijateľné dopady a až potom sa analyzujú udalosti, ktoré ich môžu spôsobiť alebo ich už spôsobili (obr. 1.6).

INDUKTÍVNY PRÍSTUP

Posudzovaný systém

Analýza rizika

Posúdenie rizika

Nápravné opatrenia

DEDUKTÍVNY PRÍSTUP

Posudzovaný systém

Neželané negatívne dopady

Analýza príčin ich vzniku

Nápravné opatrenia

Obr. 1.6 Induktívny versus deduktívny prístup (8)

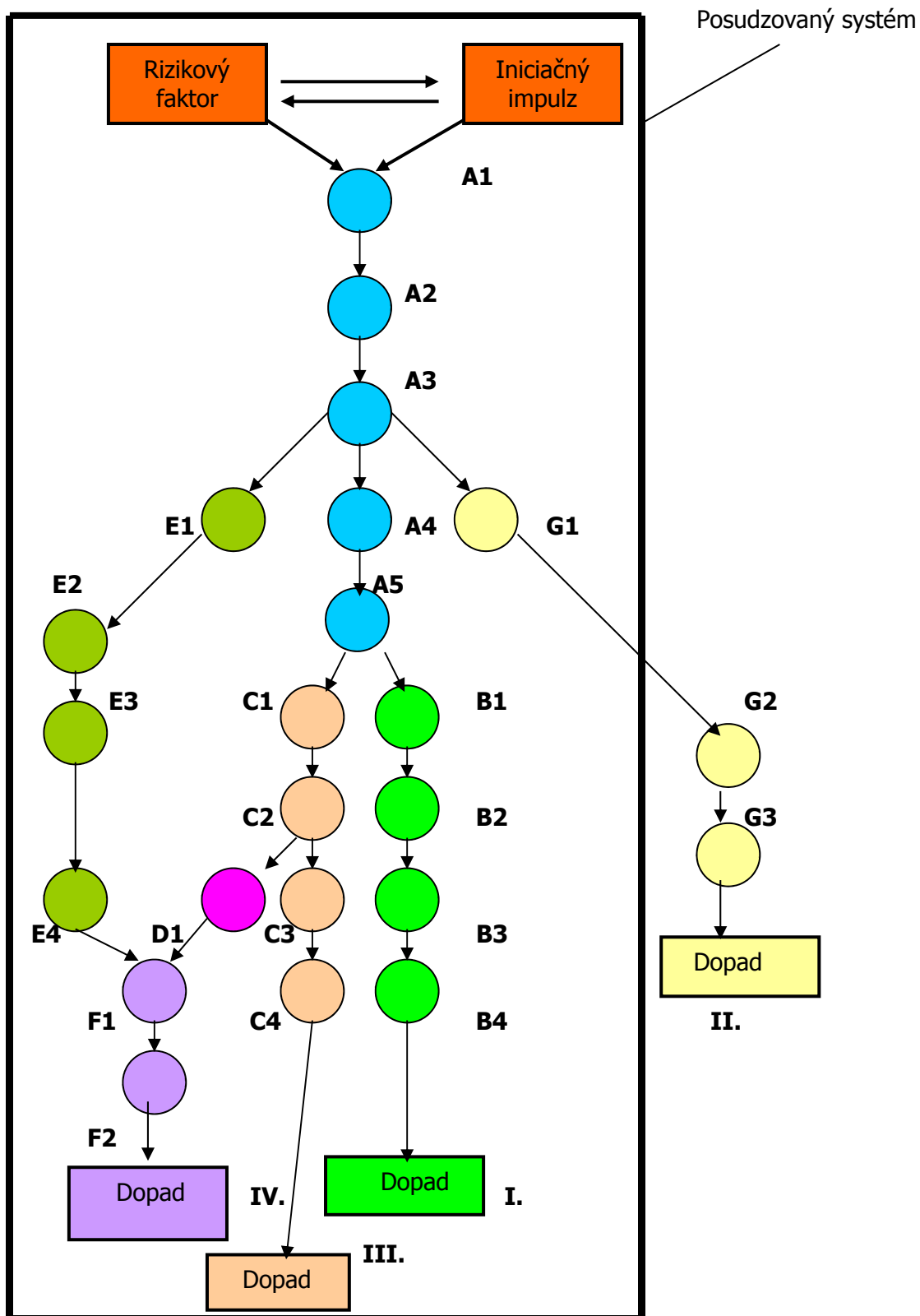
Predpokladajme, že interakcia rizikového faktora a iniciačného stimulu spustila „lavínu“ logického sledu neželaných nekontrolovaných udalostí podľa obr. 1.7. Tieto udalosti vytvorili niekoľko buď samostatných alebo navzájom previazaných reťazcov.

REŤAZEC I. – Predstavuje samostatný reťazec udalostí A1 – A5 a B1 – B4 ukončený vznikom dopadu I.

REŤAZEC II. – predstavuje samostatný reťazec udalostí A1 – A3 a G1 – G3 ukončený vznikom dopadu II. na objekty mimo posudzovaného systému.

REŤAZEC III. – Predstavuje samostatný reťazec udalostí A1 – A5 a C1 – C4 ukončený vznikom dopadu III.

REŤAZEC IV. – Predstavuje zložený reťazec udalostí vetiev (A1 – A5; C1 – C2 a D1) a (A1 – A3 a E1 – E4) pokračujúce vetvou (F1 – F2) ukončený vznikom dopadu IV.



Obr. 1.7 Ret'azce udalostí

Vznik každého z týchto reťazcov je reálne možný. Úlohou metód induktívneho prístupu analýzy a posudzovania rizika je najmä:

- identifikovať uvedené reťazce,
- stanoviť pravdepodobnosť ich reálneho výskytu v určitom časovom intervale,
- stanoviť akceptovateľnosť alebo neakceptovateľnosť možných dopadov,
- poskytnúť dostatočné množstvo vierohodných podkladov pre vytvorenie účinného systému prevencie proti týmto udalostiam a ich dôsledkom.

Paradoxne aj v samotnom induktívnom procese analýzy a posudzovania rizika je niekoľko rizikových miest, resp. činností, v ktorých je určitá pravdepodobnosť omylu s bohužiaľ vysokými a ťažkými následkami. Medzi najfrekvencovanejšie miesta omylov alebo chybných činností patria (8):

- Prehliadnutie, podcenenie a nezriedka až ignorovanie možného nebezpečenstva, ktoré je zvyčajne skrytou vlastnosťou posudzovaného objektu. Tento spôsob nielenže nevytvára podklady pre systém prevencie, ale celý posudzovaný objekt vystavuje riziku, že práve toto „zabudnuté“ nebezpečenstvo sa raz prejaví a keďže systém naň nie je pripravený môže spôsobiť veľké škody.
- Nevhodné konštruovanie logickej postupnosti udalostí spočívajúce najmä v nerozpoznaní „miest“ rozdeľovania alebo spájania sa reťazcov udalostí.
- Kvantifikácia rizika. Keďže v bežnej praxi je zvyčajne nedostatok kvalitných a vierohodných údajov umožňujúcich stanoviť a ohodnotiť riziko objektívnym matematickým spôsobom, pomerne často sa v tomto procese aplikuje metóda kvalifikovaného odhadu. Subjektívny pohľad potom môže spôsobiť, že analyzované riziko je buď podcenené alebo precenené. Tabuľka 1.1 výrečným spôsobom prezentuje rozdielny pohľad na to isté riziko, na to isté ohrozenie.
- Kvalifikácia a kvantifikácia možných dopadov, v ktorej sa veľmi často objavujú tendencie tak podceňovania, ako aj preceňovania dopadov alebo sa objavujú problémy s vyčíslením niektorých typov dopadov (smrť človeka, poškodenie ovzdušia a pod.).
- Výber a kreovanie sústavy kritérií posudzovania prijateľnosti alebo neprijateľnosti analyzovaného rizika.

- Pomerne zložitý odhad dopadov správania sa ľudí počas priebehu neželanej udalosti a v etape aktivít zameraných na obmedzovanie a znižovanie následkov týchto udalostí.

Tab. 1.1 (8)

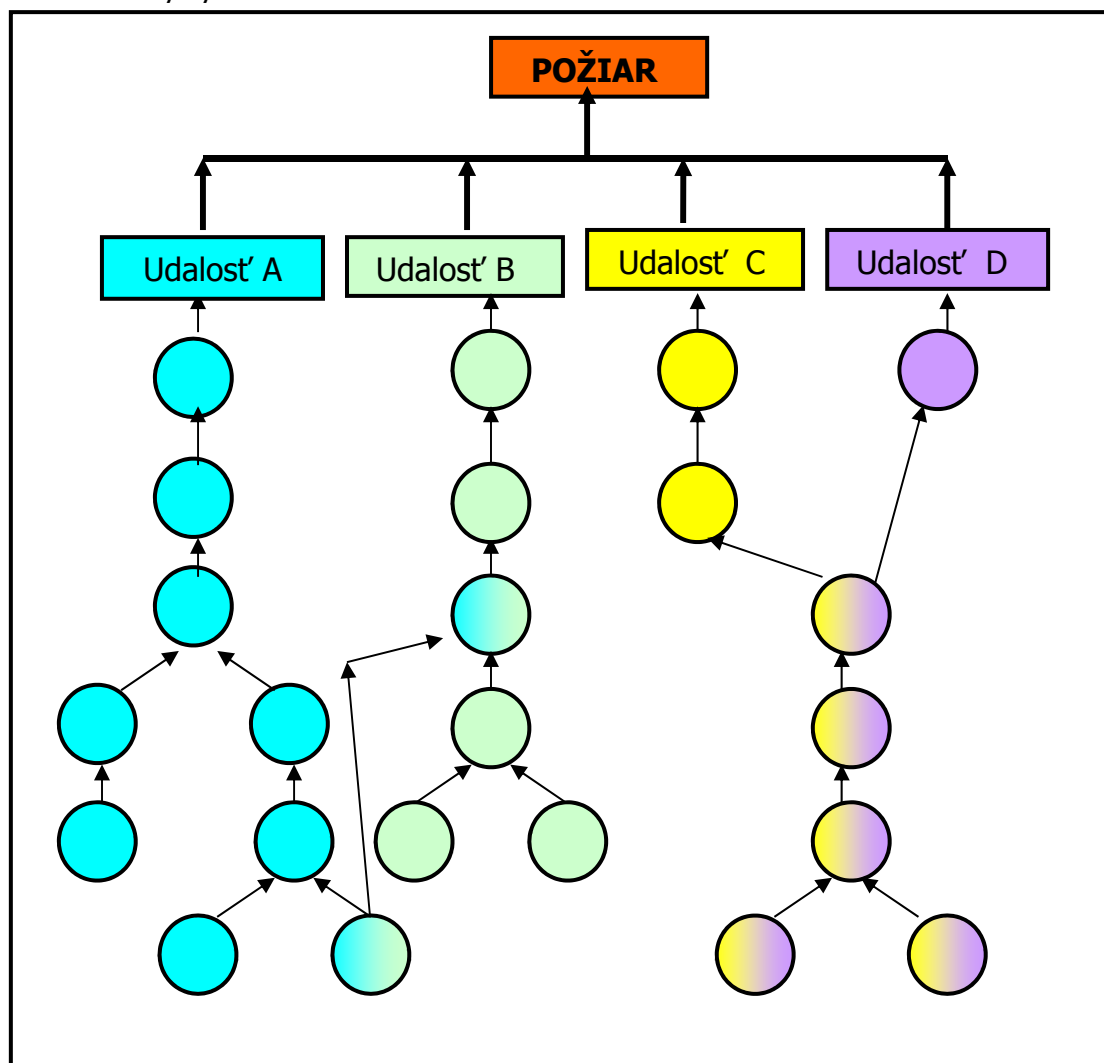
Viac akceptovateľné riziko	Menej akceptovateľné riziko
Dobrovoľné	Nedobrovoľné
Ak jeho zdrojom je príroda	Ak jeho zdrojom je ľudská činnosť
Kontrolovateľné	Nekontrolovateľné
So spozdeným dopadom	S okamžitým dopadom
Týkajúce sa iných	Týkajúce sa mňa
Mimopracovné	Pracovné
Očakávané	Neočakávané
Ak jeho zdroj je poznateľný	Ak jeho zdroj je nepoznatel'ný
S priamym dopadom	Alternatívne dopady
Hodnotiteľné	Nehodnotiteľné
Známe	Neznáme, tušené
Bežné	Zriedkavý typ ohrozenia
S bežnými dopadmi	S dramatickým dopadom
Definované	Nedefinované
Ak sa týka oblastí známych	Ak sa týka oblastí nám neznámych
Ak s jeho zvládnutím máme dobré skúsenosti	Ak s jeho zvládnutím máme negatívne skúsenosti
Ak sa týka zábavy a hobby	Ak sa týka práce

Nespornou výhodou induktívneho prístupu je možnosť odhalenia skoro nehôd a domino efektu.

Predpokladajme, že bol stanovený negatívny dopad, ktorý v súvislosti s posudzovaným systémom je absolútne neprijateľný – napr. dlhodobé prerušenie hlavnej podnikateľskej činnosti. Po vylúčení príčin tohto prerušenia, ako dôsledkov zlyhania systémov logistiky, organizácie a riadenia a pod. boli

stanovené nasledovné bezprostredné udalosti, ktoré môžu spôsobiť uvedené prerušenie – havária vybraných technických zariadení a požiar v priestoroch organizácie. Obr. 1.8 znázorňuje sústavy reálne možných reťazcov udalostí, z ktorých každá môže za určitých podmienok privodiť požiar.

Posudzovaný systém



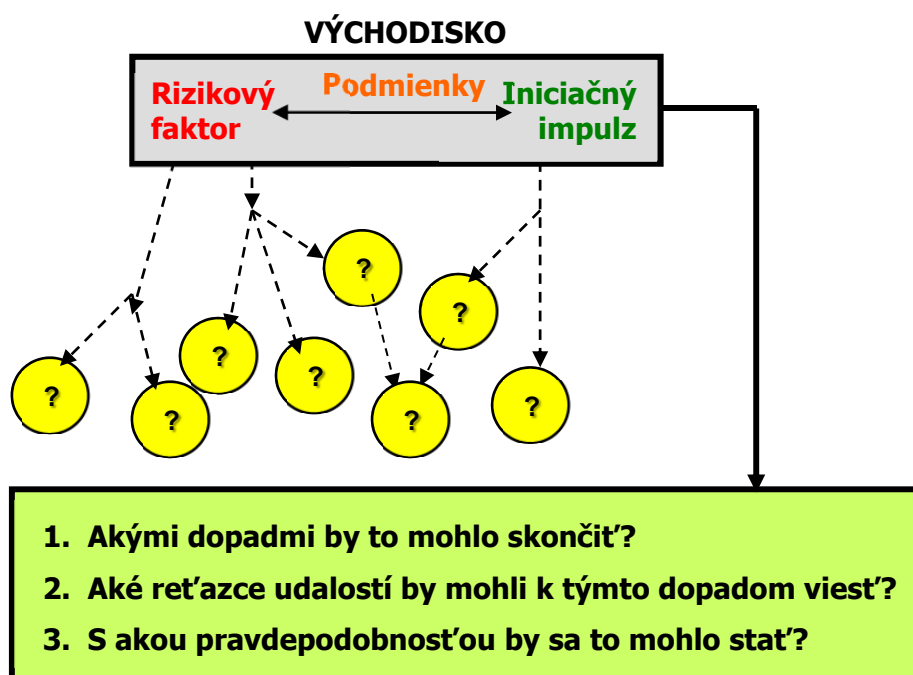
Obr. 1.8 Reťazce udalostí

Tak, ako v procese analýzy a posudzovania rizík induktívnym prístupom, tak aj v procese deduktívneho prístupu je možné nájsť niekoľko rizikových miest.

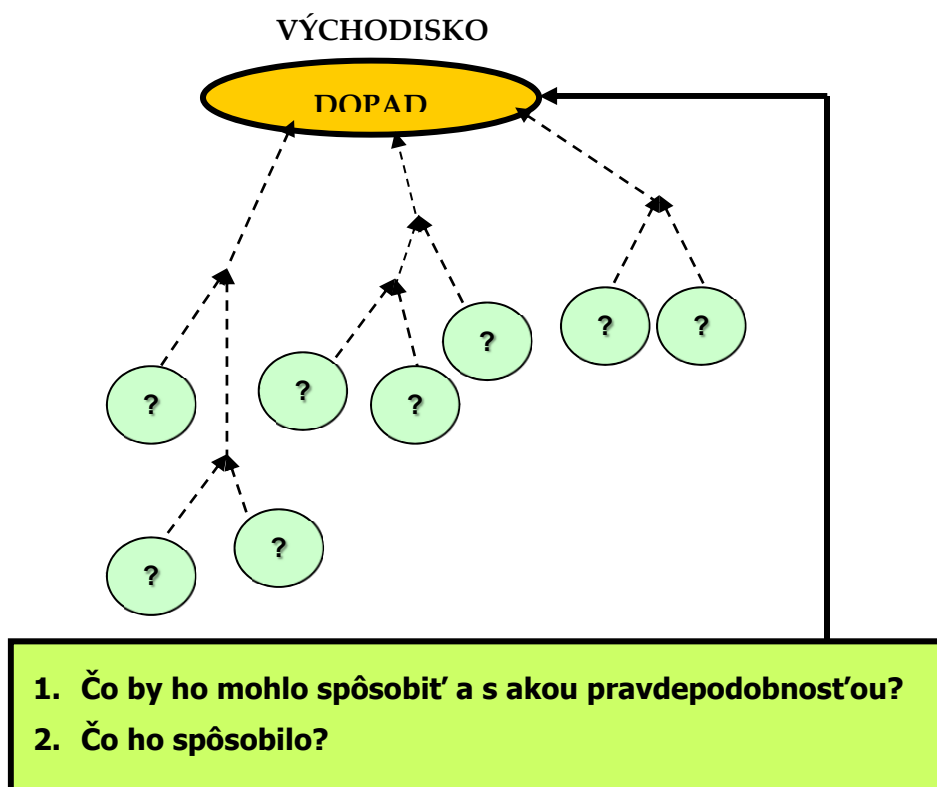
- Prehliadnutie, podcenenie, ba až ignorovanie možných bezprostredných udalostí vedúcich priamo ku vzniku vrcholovej neželanej udalosti.
- Zlá konštrukcia reťazca udalostí spočívajúca najmä v
 - definovaní nekompletnej sústavy udalostí (na niektoré sa neprišlo, iné sa zabudli a pod.)
 - v zlom odhade vzťahov a väzieb medzi jednotlivými udalosťami.
- Vytvorenie kompletných, ale zložitých, až neprehľadných stromov udalostí.
- Zložitejšie odhaľovanie nebezpečných udalostí (skoronehôd) a domino efektu.

Nespornou výhodou deduktívneho postupu je fakt, že napr. úraz alebo haváriu neberie len ako možný „produkt“ napr. poruchy prvku alebo neprimeraného konania človeka. Naopak, prioritne ich berie za neželaný východiskový stav a analýzou sa snaží určiť prečo, kedy, za akých podmienok a v dôsledku čoho môže, resp. mohlo k týmto udalostiam dôjsť.

Zhrňme s istou dávkou zjednodušenia podstatu indukcie a dedukcie.



Obr. 1.9 Podstata princípu indukcie



Obr. 1.10 Podstata princípu dedukcie

Ak podrobnejšie preskúmame 5 otázok sústredených v spodných rámčekom obrázkov 1.9 a 1.10 zistíme, že tvoria dve skupiny.

Do prvej skupiny je možné zaradiť nasledovné otázky:

- Akými dopadmi **by to mohlo skončiť?**
- Aké reťazce udalostí **by mohli** k týmto dopadom **viest?**
- S akou pravdepodobnosťou **by sa to mohlo stať?**
- Čo **by ho mohlo spôsobiť** a s akou pravdepodobnosťou?

Druhú skupinu tvorí len jedna otázka:

- Čo **ho spôsobilo?**

Spoločným znakom otázok prvej skupiny je fakt, že odpovede na ne vlastne predstavujú pohľad do budúcnosti. Hľadanie týchto odpovedí preto bude musieť byť postavené na schopnostiach vytvárať reťazce udalostí takých vlastností, ktoré by s určitou istotou viedli k odpovediam na dané otázky. **Vo svojej**

podstate teda pôjde o identifikáciu a modelovanie toho, čo by v budúcnosti s istou mierou pravdepodobnosti mohlo byť realitou.

Naopak odpoveď, resp. odpovede na otázku druhej skupiny predstavujú pohľad do minulosti. Ich hľadanie preto bude musieť byť postavené na schopnostiach rozpoznať reťazce udalostí, ktoré sa už stali. **Pôjde teda o proces odhaľovania, resp. vyšetrovania toho, čo a prečo sa v minulosti už stalo.**

V ďalšom našu pozornosť sústredíme na hľadanie odpovedí na otázky prvej skupiny. Proces ich hľadania vychádza z dvoch kľúčových pojmov **identifikácia** a **modelovanie**. Všeobecný encyklopedický slovník pre tieto pojmy uvádza:

IDENTIFIKÁCIA

Metodológia, ktorá z vonkajších parametrov veličín na rozhraní systému dovoľuje určiť štruktúru a funkčné bloky vnútri systému, ako aj proces prebiehajúci v systéme.

MODEL

Schéma, zjednodušenie javu alebo predmetu slúžiace na jeho preskúmanie.

MODELOVANIE

Proces vytvárania modelu uvedenej schémy alebo predmetu.

Pri implementácii deduktívneho, alebo induktívneho princípu identifikácie, ale aj tvorby (modelovania) reťazcov udalostí sa vo všeobecnosti aplikujú dva základné prístupy – kvalitatívny a kvantitatívny.

KVALITATÍVNY PRÍSTUP

Jeho hlavným poslaním je identifikácia udalostí a ich logickej postupnosti, teda reťazcov udalostí, na konci ktorých sa daný dopad objavil, resp. môže objaviť.

KVANTITATÍVNY PRÍSTUP

Jeho hlavným poslaním je kvantifikácia rizika prostredníctvom kvantifikácie pravdepodobnosti, s akou môže ten ktorý negatívny dopad nastať a kvantifikácie rozsahu a vážnosti tohto dopadu.

Aplikácia deduktívneho a induktívneho princípu v kombinácii s kvantitatívnym, alebo kvalitatívnym prístupom identifikácie alebo modelovania reťazcov udalostí by mal smerovať k dosiahnutiu nasledovných výstupov.

PRINCÍP DEDUKCIE - VÝSTUPY

kvalitatívny výstup

výstupom kvalitatívneho prístupu musí byť identifikácia:

- tvaru reťazca(ov) udalostí, schopných „vygenerovať“ vopred stanovený, skúmaný negatívny dopad;
- jednotlivých článkov, resp. elementov, z ktorých sa ten ktorý reťazec udalostí skladá, resp. môže skladať;
- radenia, resp. následnosti jednotlivých článkov v reťazci udalostí;

kvantitatívny výstup

výstupom kvantitatívneho prístupu musí byť identifikácia pravdepodobnosti, s akou ten ktorý reťazec udalostí môže aj reálne nastať.

PRINCÍP INDUKCIE - VÝSTUPY

kvalitatívny výstup

výstupom kvalitatívneho prístupu musí byť identifikácia:

- tvaru reťazca(ov) udalostí;
- jednotlivých článkov, resp. elementov, z ktorých sa ten ktorý reťazec udalostí skladá, resp. môže skladať;
- radenia, resp. následnosti jednotlivých článkov v reťazci udalostí;
- negatívnych dopadov, ktoré sa na jeho konci môžu reálne objaviť.

kvantitatívny výstup

výstupom kvantitatívneho prístupu musí byť identifikácia:

- pravdepodobnosti, s akou ten ktorý reťazec udalostí môže aj reálne nastať.

Identifikácia a výber princípu kreovania reťazcov udalostí predstavuje len jednu stranu mince. Jej druhú stranu musia predstavovať metódy jeho praktickej aplikácie. A práve táto strana mince je nesmierne dôležitá. Aj ten najlepší princíp bude „k ničomu“, ak nebude dôkladne realizovaný. Inými slovami pove-

dané, ak v procese identifikácie a modelovania reťazcov udalostí nebudú postrehnuté všetky reálne možné potenciálne udalosti, potom je možné očakávať, že aj systém prevencie vychádzajúci z identifikovaných reťazcov udalostí bude nespoľahlivý a bude mať nedostatky, ktoré môžu spôsobiť ďalekosiahle negatívne dopady. Snád' najlepšie môže vysvetliť podstatu týchto slov racionálne jadro niekoľkých z Murphyho zákonov:

**AK SA NARAZ MÔŽE POKAZIŤ NIEKOĽKO VECÍ, JE ISTÉ, ŽE SA
POKAZÍ TÁ, KTORÁ SPÔSOBÍ NAJVIAC ŠKODY**

**PRAVDEPODOBNOŠŤ, ŽE CHLIEB SPADNE LEKVÁROVOU STRANOU
NA KOBEREC JE PRIAMO ÚMERNÁ CENE KOBERCA**

**VŽDY, KEĎ UŽ POZNÁŠ ODPOVEDE NA VŠETKY OTÁZKY, VYMENIA
OTÁZKY**

**KLADIVO PADAJÚCE Z LEŠENIA VŽDY PADÁ TAK, ABY NAROBIL
ČO MOŽNO NAJVIAC ŠKODY**

2. kapitola

IDENTIFIKÁCIA A MODELOVANIE REŤAZCOV UDALOSTÍ, PRINCÍP DEDUKCIE – METÓDA FTA

2.1 POSUDZOVANÝ SYSTÉM

Aplikovať princíp dedukcie pri tvorbe modelov reťazcov udalostí znamená realizovať činnosti dvoch relatívne samostatných ale navzájom prepojených etáp:

- etapy identifikácie negatívnych dopadov, ktoré sú vo väzbe na posudzovaný systém neželané a neprijateľné;
- etapy identifikácie a modelovania všetkých reálne možných reťazcov neriadenej, neplánovanej a nekontrolovanej udalostí, na konci ktorých je, resp. môže byť reálna možnosť objavenia sa uvedených dopadov.

Prv, než sa začneme zoznamovať s problematikou modelovania reťazcov udalostí na báze princípu dedukcie, je najprv v zmysle definície pojmu **zdroj rizika** (prvok, ktorý sám osebe alebo v kombinácii má vnútorný potenciál vyvolať riziko) potrebné tento zdroj definovať. Použijeme na to analógiu s osobným automobilom a položíme si otázku: Čo môže byť príčinou nehody, ktorá sa môže stať počas jeho používania? Odpoveďou môžu byť štyri principiálne odlišné príčiny:

- nevyhovujúci technický stav auta, (zodraté pneumatiky, nerovnomerne brzdiace kolesá a pod.);
- neprispôsobenie vedenia tohto auta stavu a podmienkam prevádzky na ceste, (neprimeraná rýchlosť, alkohol za volantom a pod.);
- iné auto napríklad tým, že jeho vodič pochybí a nedá prednosť v jazde;
- iný, vonkajší vplyv, napríklad pád odlomenej vetvy stromu na auto pri jazde počas prudkého vetra;
- alebo ich kombinácia.

Z uvedeného príkladu vyplýva, že je možné definovať dva relatívne samostatné, ale navzájom veľmi úzko súvisiace prvky – samotné auto a procesy súvisiace

s jeho používaním, na ktoré by mal byť proces modelovania zameraný. Ide o dva kľúčové prvky:

OBJEKT

Predstavuje sústavu tvorenú človekom, resp. ľuďmi, mechanickými a elektrickými prvkami, faktormi prostredia a pod., ktoré sú poprepájané tokmi hmoty, energie a informácií.

PROCES

Predstavuje sústavu cielených, zákonitých, postupne na seba nadväzujúcich a vnútorne vzájomne prepojených zmien javov, vecí a systémov určitým spôsobom súvisiacich s relevantným objektom.

2.2 ETAPA IDENTIFIKÁCIE A POSUDZOVANIA DOPADOV

Princíp dedukcie nachádza svoje praktické uplatnenie v dvoch hlavných prípadoch:

- v prípadoch, v ktorých je potrebné **vyšetrit'** prečo a za akých okolností vznikol reálny negatívny neželaný dopad, teda **dopad, ktorý už nastal;**
- v prípadoch, v ktorých je potrebné **zistiť potenciálne príčiny** a okolnosti vzniku fiktívnych negatívnych neželaných dopadov, teda **dopadov, ktoré ešte nenastali, ale by mohli nastať.**

V prvom prípade sa proces modelovania sústreďí na odhalenie všetkých reťazcov udalostí, ktoré predchádzali a v podstate viedli ku vzniku analyzovaného dopadu. V druhom prípade sa proces modelovania naopak sústreďí na odhalenie tých reťazcov udalostí, ktoré by reálne mohli nastať a viesť ku vzniku analyzovaného dopadu, resp. dopadov.

Pri identifikácii negatívnych neželaných dopadov je potrebné vychádzať zo sústavy objekt/proces a jeho okolie. V kontexte tejto sústavy je možné identifikovať tri oblasti negatívnych dopadov:

- dopady, ktoré prevádzka objektu/procesu môže privodiť, resp. už privodila samotným prvkom objektu/procesu a ktoré sú pre daný objekt/proces neprijateľné;
- dopady, ktoré prevádzka objektu/procesu môže privodiť, resp. už privodila prvkom ich okolia a ktoré sú pre tieto prvky a okolie objektu/procesu neprijateľné;
- dopady, ktoré objektu/procesu môže spôsobiť, resp. už spôsobilo jeho okolie a pre objekt/proces sú tieto dopady neprijateľné.

Vo všetkých troch oblastiach môžu byť identifikované nasledovné základné skupiny dopadov.

- **Dopady na životy a zdravie, humánne dopady:**
 - ľudí v priestoroch, v ktorých objekt vykonáva svoju činnosť, resp. prebieha určitý proces; napríklad stavenisko, les, pole a pod.;
 - ľudí v priestoroch vonkajšieho okolia objektu, resp. prebiehajúceho procesu.
- **Environmentálne dopady**, t.j. dopady:
 - na vody a vodné živočíchy;
 - na ovzdušie;
 - na pôdu;
 - na flóru;
 - na faunu a pod.
- **Vecné dopady**, t.j. dopady:
 - na vecnú podstatu objektu;
 - na vecnú podstatu jeho okolia.
- **Iné dopady**
 - prerušenie telekomunikačných systémov;
 - prerušenie dodávok plynu, pitnej vody, elektrickej energie, tepla a pod.;
 - prerušenie dopravy;
 - dopady spojené s evakuáciou;
 - dopady spojené s likvidačnými prácami a pod.

V prípade menších, technicky, priestorovo alebo organizačne nie veľmi zložitých objektov je definovanie negatívnych dopadov a následná identifikácia udalostí, ktoré ich bezprostredne spôsobili alebo môžu spôsobiť menej náročnou záležitosťou. Jej náročnosť, ale i zložitosť a neprehľadnosť však budú rásť so zvyšujúcou sa zložitou objektu, resp. objektov. Je zrejmé, že ak vytvorený model má napríklad poskytnúť kvalitné podklady pre vypracovanie systému prevencie alebo riadenia rizík, nesmie posudzovaný objekt/proces prekročiť určitú únosnú hranicu tak zložitosti, ako aj počtu prvkov, z ktorých sa skladá. Túto požiadavku je možné dosiahnuť účelnou hierarchizáciou a rozdelením posudzovaného objektu/procesu na menšie, menej zložité časti. Toto rozdelenie však musí byť doplnené dôkladným popisom väzieb medzi takto vzniknutými časťami. Je niekoľko spôsobov delenia a hierarchizácie posudzovaného objektu/procesu. Medzi najčastejšie používané patria (3):

Delenie na základe fyzického ohraničenia

Najčastejším fyzickým ohraničením je ohraničenie stenami, podlahou a stropom. Napríklad sa analyzujú samostatné budovy, samostatné poschodia alebo samostatné lode, resp. miestnosti, ako časti väčších výrobných hál, či iným spôsobom fyzicky ohraničené priestory, napr. voľne priestranstvá ohraničené plotom, cestou, chodníkom a pod. V každom prípade však musia byť dôkladne popísané spôsoby ich prepojenia, napr. schodištia, výtahové šachty, potrubné mosty, káblové kanály a šachty, potrubia systémov vykurovania a klimatizácie, pneumatická doprava, chodby, okná, dvere, svetlíky, dopravné trasy, prepady, sklzy a pod.

Delenie na základné hierarchického postavenia

Toto delenie využíva nasledovnú hierarchiu systémov:

- prevádzka;
- pracovisko;
- subsystémy pracoviska.

Keďže v tomto prípade väčšinou nejde o fyzické hranice, väzby sú popísané na základe tokov hmoty, energie a informácií.

Delenie podľa účelu, resp. funkcie

V tomto prípade je posudzovaný systém rozdelený na jednotlivé ucelené pod-systémy. Napríklad podsystém vnútro závodnej dopravy; zdrojov, transformácie a rozvodov energie; riadenia; údržby; monitoringu a varovania; požiarnej ochrany a pod.

Delenie na základe stupňa ohrozenia alebo nebezpečnosti

Kritériami tohto delenia sú povaha a množstvá jednotlivých skladovaných, prepravovaných alebo spracúvaných vstupov, poloproduktov, produktov, odpadov, pomocných materiálov a pod. Iným kritériom môže byť napríklad doterajší vývoj úrazovosti, požiarov, skoronehôd a pod.

Delenie na základe priorít

Podľa vžitých pravidiel je uprednostňovaná implementácia systémov ochrany skupiny ľudí, pred ochranou jednotlivca, alebo určitých systémov pred inými, napr. rozvody energie pred systémom dopravy a pod.

Delenie na základe druhu, výšky a rozsahu predpokladaných škôd

V posudzovanom systéme sa vyčlenia tie jeho časti, havária ktorých by mohla spôsobiť neúnosné škody; väčšinou ani nie tak škody na majetku samotného systému, ako škody na objektoch mimo neho alebo na životnom prostredí.

Delenie podľa verejnej mienky

V posudzovanom systéme sa vyčlenia tie jeho časti, havária ktorých by mohla spôsobiť verejnosťou neakceptovateľné dopady a škody.

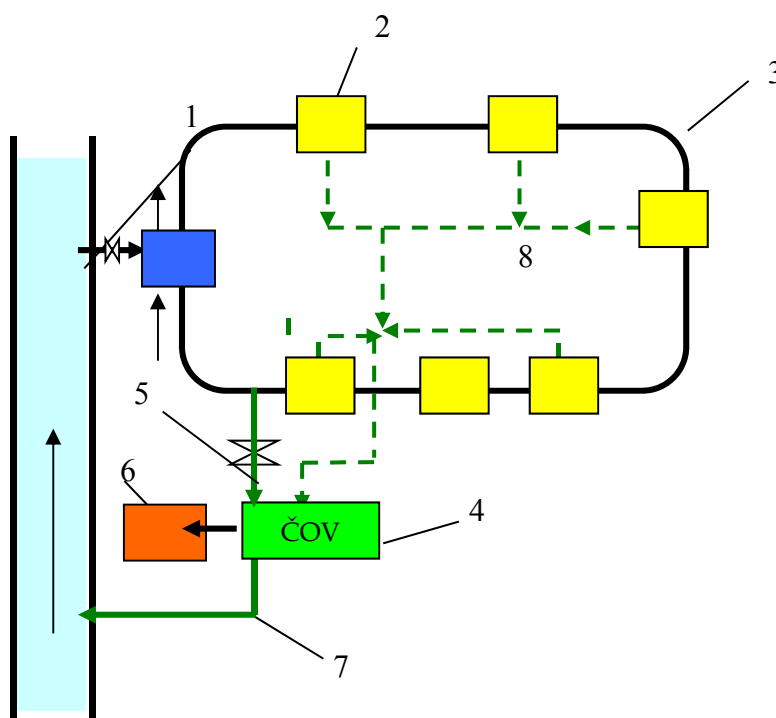
Iné dôvody

Napr. podmienky vyplývajúce z rokovaní o poistení majetku organizácie a jej zamestnancov a pod.

Praktický spôsob aplikácie tejto etapy modelovania je zrejmý z nasledovného prípadu. Nech je posudzovaným objektom produkčný systém, v ktorom je transportným ale aj technologickým médiom voda. Nech v tomto systéme funguje technologický proces v polo uzatvorenom okruhu vôd (obr. 2.1).

Z recipienta je zariadením (1) odoberaná voda, ktorá je po určitej úprave prepúšťaná do okruhu (3). Tento okruh tvoria rôzne pracoviská (2), cez ktoré

voda preteká. Jej funkcia je tak technologická, ako aj transportná. Časť vody je z okruhu vypúšťaná (5) a po vyčistení v ČOV (4) je cez zariadenia (7) vypúšťaná späť do recipienta. Vodám škodlivé látky separované v ČOV sú vypúšťané do nádrže (6), odkiaľ sú autami odvážané na ďalšie spracovanie. Kanalizácia (8) celého objektu je tiež zaústená do ČOV. Nádrž (6) a zariadenia (1, 7, 8) sú podzemné. Všetky ostatné uzly a zariadenia sú nadzemné.



Obr. 2.1 Modelová situácia

Úlohou je identifikovať kľúčové fiktívne environmentálne negatívne dopady, ktoré by uvedený objekt mohol počas svojej prevádzky spôsobiť. Na základe analýzy boli identifikované štyri situácie, z ktorých by každá sama o sebe, teda nezávisle od ďalších troch situácií mohla vygenerovať negatívne environmentálne dopady na vody a na pôdu.

Negatívne dopady na vody by mohol spôsobiť buď únik nevyčistených vôd do recipienta, alebo únik separovaných vodám škodlivých látok do recipienta.

Negatívne dopady na pôdu by mohol spôsobiť buď únik nevyčistených vôd do pôdy, alebo únik separovaných vodám škodlivých látok do recipienta.

Identifikácia neželaných negatívnych dopadov však predstavuje len prvú časť. Druhou časťou musí byť identifikácia vrcholovej udalosti, resp. udalostí.

VRCHOLOVÁ UDALOSŤ

Je tá udalosť, ktorá priamo a bezprostredne vyvolala, alebo by mohla vyvolať neželaný negatívny dopad.

Pre identifikáciu vrcholových udalostí bola následne použitá otázka, napríklad: „ČO MÔŽE BYŤ BEZPROSTREDNOU PRÍČINOU ÚNIKU NEVYČISTENÝCH VÔD DO RECIPIENTA?“

V prípade negatívneho dopadu „únik nevyčistených vôd do recipienta“ boli identifikované nasledovné vrcholové udalosti:

- znefunkčnenie zariadení (4);
- preplnenie zariadení (4) nad kritickú hodnotu.

Pri negatívnom dopade „únik separovaných vodám škodlivých látok do recipienta“ bola identifikovaná vrcholová udalosť:

- rozvodnenie recipienta, čím môže dôjsť k „vyplaveniu“ nádrže (6).

Pri negatívnom dopade „únik nevyčistených vôd do pôdy“ bola identifikovaná vrcholová udalosť:

- netesnosť zariadení (8).

Pri negatívnom dopade „únik separovaných vodám škodlivých látok do pôdy“ bola identifikovaná vrcholová udalosť:

- netesnosť nádrže (6).

Každá z takto definovaných vrcholových udalostí už predstavuje samostatné východisko procesu zisťovania príčin jej vzniku.

Je zrejmé, že proces identifikácie, charakterizovania a posudzovania prijateľnosti a neprijateľnosti dopadov neželaných situácií je potrebné realizovať s najvyššie možnou mierou objektivity s potláčaním pôsobenia faktora subjektivismu. V reálnej praxi sa totiž neraz stáva, že dopady, ktoré organizácia spôsobuje, resp. by mohla spôsobovať svojmu okoliu sú ňou samotnou posudzované ako prijateľné, ale dotknutým okolím ako krajne neprijateľné.

2.3 ETAPA IDENTIFIKÁCIE A MODELOVANIA REŤAZCOV UDALOSTÍ

Pre túto etapu sa v praxi najviac využíva metóda stanovená **STN IEC 01 0676 Analýza stromu poruchových javov**. Norma je postavená na princípoch metódy **FTA Fault Tree Analysis – Analýza poruchových stavov**.

Metóda **FTA** sa zaoberá identifikáciou a analýzou podmienok a faktorov, ktoré spôsobujú alebo prispievajú k vzniku definovaných neželaných dopadov. Metóda predstavuje jeden z najviac používaných nástrojov analýzy sústavy javov a udalostí, ktoré môžu vzniknúť v hodnotenom systéme. Metóda štrukturalizuje vzťahy medzi javmi a udalosťami v systéme prostredníctvom Boolových logických modelov. Štrukturalizuje ich tak, že vyúsťujú do špecifikovaného výstupu. Špecifikovaný výstup je označovaný ako vrcholová udalosť.

Všeobecne sa uvádzajú štyri výhody metódy FTA oproti iným metódam analýzy.

1. Metóda je priamo zameraná na vrcholovú udalosť (napr. únik nebezpečnej látky do prostredia). Deduktívny prístup predpokladá vznik tejto udalosti v systéme, resp. objekte a skúma všetky možné predchádzajúce javy a udalosti a ich možné kombinácie, ktoré môžu viesť ku vzniku už špecifikovanej vrcholovej udalosti.
2. Grafické vyjadrenie vzťahov medzi jednotlivými javmi a udalosťami až po vznik vrcholovej udalosti je výhodným nástrojom manažérstva. U zložitejších systémov je prehľadnosť grafov nižšia, čo je možné riešiť vhodným hierarchizovaním systému.
3. Metóda poskytuje možnosti najmä kvalitatívnej, ale aj kvantitatívnej analýzy.
4. Logické vzťahy medzi jednotlivými možnými javmi a udalosťami a ich popisielen umožňujú, ale priamo núti analytikov vidieť hodnotený systém aj vo väzbe na jeho okolie.

2.3.1 SYMBOLY

Grafické znázornenie udalostí pomocou štruktúr Boolových logických modelov je základom metódy FTA. Pri analýze sa postupuje od jednej možnej udalosti k druhej a skúmajú sa nielen príčiny ich vzniku ale aj ich vzájomné vzťahy, ktoré sú následne znázorňované v diagrame. Symboly používané v diagramoch teda musia poskytovať údaje nielen o type udalostí ale aj o logických väzbách medzi nimi.

Symboly udalostí

Metóda FTA využíva nasledovné symboly pre znázornenie štyroch základných typov udalostí:

- porucha, znefunkčnenie;
- základná udalosť;
- nerozvíjaná udalosť;
- normálna udalosť.

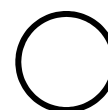
Obdĺžnikom je znázorňovaná udalosť, akou je **porucha, chyba prvku a pod.,**



jednoducho ujma na funkčnosti. Táto udalosť nikdy nemôže byť

udalosťou na konci vetvy, ale musí byť ďalej popísaná v podobe udalostí, ktoré ju spôsobili. Ak v procese analýzy vznikne požiadavka aj na kvantifikáciu, potom základné udalosti musia byť doplnené údajmi o ich výskyte a ak sú opakované, údajmi o možnostiach ich opakovania.

Základná udalosť je znázorňovaná kruhom. Je tiež konečnou udalosťou, pretože už nebude, resp. nemôže byť ďalej rozvíjaná, resp. delená.



Nerozvíjaná udalosť je znázorňovaná kosoštvorcom. Predstavuje udalosť, ktorá vzhľadom na svoju komplexnosť vyžaduje ďalšiu analýzu, no momentálne sa v jej analýze nepokračuje. Ukážkovým prípadom takejto

udalosti je vznik havárie napr. vďaka tomu, že človek v stanovenom čase nevykonával určitú činnosť. Táto udalosť sa v diagrame označí kosoštvorcom, čo znamená, že uvedený fakt je zaznamenaný ako udalosť, ktorá bola zobrať do úva-

hy, no zároveň ako udalosť, ktorá si bude vyžadovať ďalšiu analýzu, napr. dôvodov, prečo obsluha plánovaných činností nevykonala.

Normálna udalosť je udalosť, ktorá sa buď stala (stane) alebo nestala (nestane). Pravdepodobnosť jej vzniku je buď 1,0 alebo 0,0.



Udalosť, ktorá určite nastala, alebo nastane



Udalosť, ktorá nemôže nastať, alebo nenastala



V niektorých menej častých prípadoch sa používajú aj nasledovné znaky, majúce význam „**analyzované inde**“. Označuje sa nimi ukončenie vetvy, ktorá by si vzhľadom na svoju

komplexnosť vyžadovala ďalšiu analýzu, pre ktorú sú aj vytvorené predpoklady, no v momentálnej fáze analýzy nie je vhodné, resp. nutné ďalej pokračovať týmto smerom napr. z dôvodu prílišného rozsahu systému, finančných obmedzení a pod.



Elipsou sa označuje **podmienka**, ktorá musí byť prítomná, aby zabránila vzniku chyby, resp. poruchy. Môže znázorňovať aj sústavu podmienok pôsobiacich počas určitej časovej periódy, počas ktorej sa predpokladá vznik chyby.

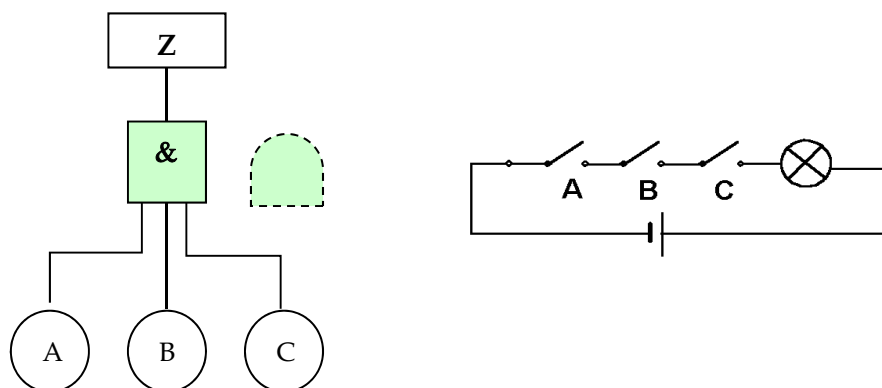


Trojuholník nepredstavuje udalosť samotnú, je skôr znakom ďalšieho postupu. Ak napr. v procese analýzy resp. syntézy potrebuje analytik vziať do úvahy udalosť obsiahnutú v inej vetve a potom v nej pokračovať, trojuholníkom ukončí pôvodnú vetvu a pokračuje v novej. Niekedy je trojuholník použitý aj ako znak pre pokračovanie diagramu na inej strane.

Symbole vzťahov

FTA definuje aj logické vzťahy medzi udalosťami. V zásade sú používané dva základné vzťahy, pričom každý z nich môže mať ešte rôzne modifikácie.

Logický člen AND (v slovenskej literatúre niekedy označovaný A) popisuje vzťahy udalostí na základe logického súčinu. Jeho grafické znázornenie je na obr. 2.2.



Obr. 2.2 Logický člen AND

Zo schémy zapojenia troch vypínačov a žiarovky vyplýva, že k rozsvieteniu žiarovky (udalosť Z) dôjde len vtedy, keď budú zapnuté všetky tri vypínače (udalosti A, B, C), pravda za predpokladu, že okruh bude pod adekvátnym napätím. Udalosť Z teda môže vzniknúť len vtedy, ak súčasne budú pôsobiť udalosti A, B a C. Prerušovanou čiarou je naznačený grafický znak logického súčinu, ktorý sa už nepoužíva, ale v množstve najmä staršej literatúry je možné sa s ním ešte stretnúť.

Už v úvode bolo spomenuté, že FTA definuje logické vzťahy medzi udalosťami. Vzťahy udalostí podľa obrázka 2.2 je teda možné definovať pomocou matematického zápisu vo forme

$$Z = A \cap B \cap C$$

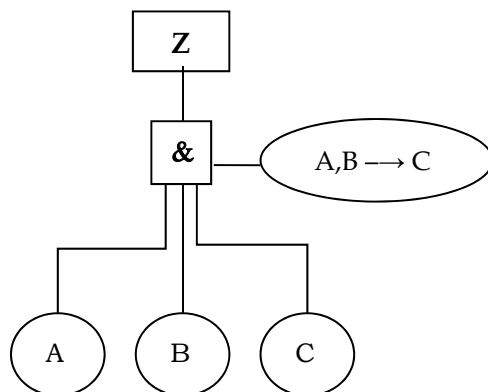
V praxi sa však viac používa technický zápis vo forme

$$Z = A \cdot B \cdot C = ABC,$$

aj napriek tomu, že je svojím spôsobom nepresný, pretože pre popis vzťahov medzi udalosťami vlastne využíva znamienka používané pri operáciách s číslami, čo nie vždy presne vystihuje podstatu vecí.

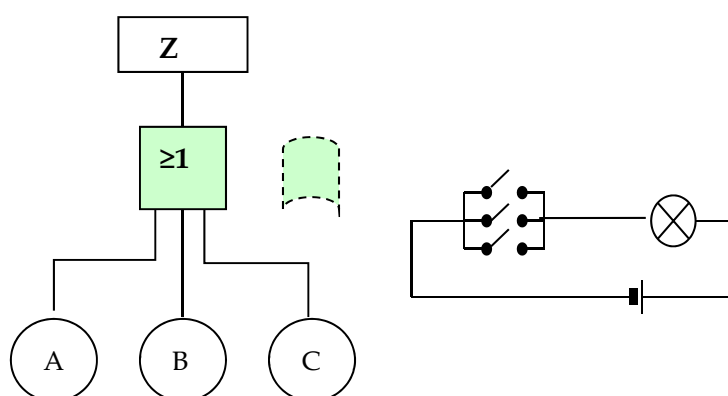
Špeciálnym prípadom člena AND je člen **AND s udaním priorit**. Znamená, že udalosť Z nastane, ak nastanú všetky udalosti A, B, C, pričom je stanovený určitý postup vzniku týchto udalostí. V tomto prípade vznikla udalosť A a počas jej pô-

sobenía aj udalosť B. Udalosti A a B pôsobia súbežne, čím vyvolajú udalosť C. Následkom ich spoločného pôsobenia je udalosť Z.



Obr. 2.3 Logický člen AND s udaním priorít

Logický člen OR (v slovenskej literatúre niekedy označovaný ALEBO) popisuje vzťahy udalostí na základe logického súčtu. Jeho grafické znázornenie je na obr. 2.4.



Obr. 2.4 Logický člen OR

Zo schémy zapojenia troch vypínačov a žiarovky vyplýva, že k rozsvieteniu žiarovky (udalosť Z) dôjde vtedy, keď bude zapnutý ktorýkoľvek z vypínačov A, alebo B, alebo C. Ktorýkoľvek z členov A, B, C, resp. udalostí A, B, C môže spôsobiť výstup Z, resp. udalosť Z.

Matematický zápis vzťahu udalostí je vo forme

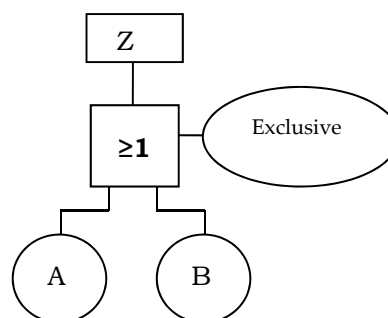
$$\mathbf{Z = A \cup B \cup C}$$

a technický zápis vo forme

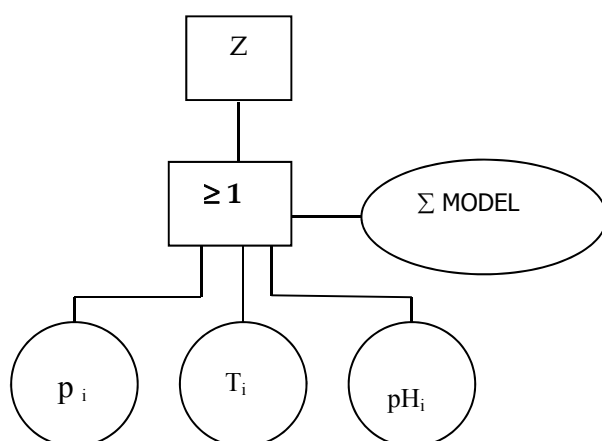
$$Z = A + B + C$$

Špeciálnym prípadom člena OR je člen EXCLUSIVE OR. Aj keď ide o zriedkavejšie sa vyskytujúcu formu logického vzťahu udalostí, v praxi sa najčastejšie používa v tvare podľa obrázka 2.5.

Udalosť Z môže spôsobiť buď udalosť A, alebo udalosť B. Ak by však udalosti A a B nastali naraz, udalosť Z by v tomto prípade už nenastala.



Obr. 2.5 Logický člen EXCLUSIVE OR



Komplexnejšiu formu člena OR predstavuje tzv. **„sumačný člen“**. Používa sa na identifikáciu vzťahov udalostí vyžadujúcich stanovenie určitých parametrov týchto udalostí vedúcich k výslednej udalosti, napríklad k úniku nebezpečnej látky do prostredia.

Obr. 2.6 Sumačný člen

Je na ňom znázornený model, v ktorom určité úrovne tlaku, teploty a pH môžu v istom zariadení spôsobiť únik nebezpečnej látky zo zariadenia do ovzdušia. Zariadenie teda môže za istých okolností predstavovať reálny zdroj ohrozenia. V podstate môžu vzniknúť nasledovné kombinácie.

- a) hodnota parametra, ktoréhokoľvek člena (tlak, teplota, pH) presiahne kritickú úroveň, následkom čoho spôsobí udalosť Z – už spomínaný únik nebezpečnej látky do prostredia,

$$p_i \geq p_k \rightarrow Z \quad T_i \geq T_k \rightarrow Z \quad pH_i \geq pH_k \rightarrow Z$$

kde index k označuje kritickú hodnotu.

- b) hodnoty parametrov ktorejkoľvek dvojice členov (tlak, teplota, pH) sa zvýšia nad normál a aj keď nedosiahnu hodnoty udávané ako kritické v prípade „a“, vo vzájomnej kombinácii môžu spôsobiť udalosť Z.

$$\begin{array}{ccc} \begin{array}{c} p_n \leq p_{i1} < p_k \\ T_n \leq T_{i1} < T_k \end{array} & & \begin{array}{c} p_n \leq p_{i1} \leq p_k \\ pH_n \leq pH_{i1} \leq pH_k \end{array} \\ \underbrace{\hspace{1.5cm}} & & \underbrace{\hspace{1.5cm}} \\ Z & & Z \end{array}$$

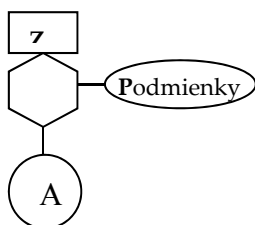
$$\begin{array}{c} T_n \leq T_{i1} \leq T_k \\ pH_n \leq pH_{i1} \leq pH_k \end{array}$$

$\underbrace{\hspace{1.5cm}}$
Z

- c) hodnoty parametrov všetkých vstupných členov sa môžu zvýšiť a aj keď tieto hodnoty budú nižšie ako v prípade „b“, vo vzájomnej kombinácii môžu viesť ku vzniku udalosti Z.

$$\left. \begin{array}{l} p_n \leq p_{i2} \leq p_{i1} \\ T_n \leq T_{i2} \leq T_{i1} \\ pH_n \leq pH_{i2} \leq pH_{i1} \end{array} \right\} Z$$

Špeciálnu formu predstavuje tzv. **inhibičný člen**. Nech je skúmaným prvkom gumové tesnenie. Udalosť A predstavuje zvýšenie tlaku. K poruche tesnenia s následným únikom napr. plynu (udalosť Z) by nemalo dôjsť, ak budú dodržané určité podmienky. Ak ale počas pôsobenia tlaku na tesnenie dôjde na určitý čas k zníženiu teploty (podmienky), môže to mať za následok stratu pružnosti tesnenia s následným únikom plynu.



Obr. 2.7 Inhibičný člen

2.3.2 ZÁKLADNÝ POSTUP

Majme systém človek – signalizačné zariadenie, ktorý zlyhal, následkom čoho došlo k havárii s tragickými následkami. Naším záujmom je zistiť tú kľúčovú udalosť, ktorá bola bezprostrednou príčinou zlyhania systému. Metóda FTA v hierarchii udalostí rozlišuje dva druhy udalostí - poruchy a omyly. V súvislosti s tým je možné definovať nasledovných päť základných príčin vzniku zlyhania systému človek – signalizačné zariadenie:

PRIMÁRNA PORUCHA

Je spojená s poruchou prvku systému. Jej dôvodom je zlyhanie vnútornej štruktúry prvku. Opravou je možné uviesť prvok znova do funkčného stavu.

Príklad: **vypálená žiarovka v signalizačnom zariadení.**

SEKUNDÁRNA PORUCHA

Je spojená s poruchou prvku systému. Jej dôvodom je pôsobenie vonkajších faktorov (vibrácie, otrasy a pod.) na prvok.

Príklad: **zvonku rozbitá žiarovka v signalizačnom zariadení.**

PRIMÁRNÝ OMYL, RESP. CHYBA

Tento typ udalostí predstavuje chyby spôsobené technikou alebo človekom. Nie sú viazané na prvok.

Príklad: **človek vlastnou vinou prehliadol signalizačné zariadenie.**

SEKUNDÁRNÝ OMYL, RESP. CHYBA

Predstavuje chyby určitým spôsobom generované vonkajšími vplyvmi, napr. omyly obsluhy spôsobené jej vysokou psychickou záťažou (stres) alebo nadmerným hlukom a pod.

Príklad: **človek vinou svetelných podmienok nebol schopný rozlíšiť farbu svetla v signalizačnom zariadení.**

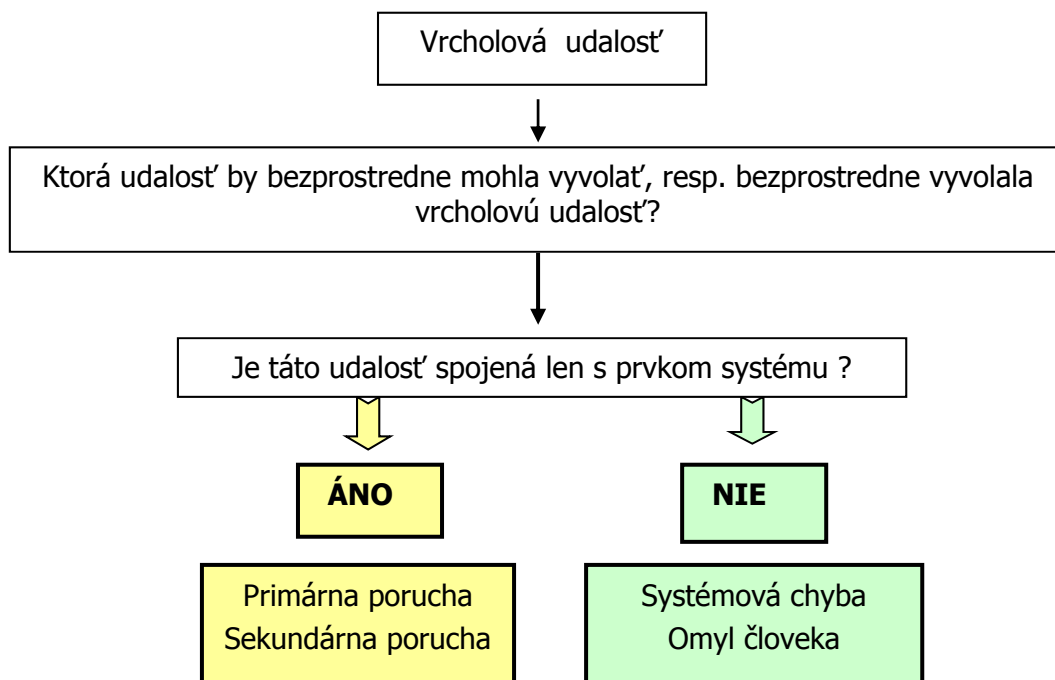
CHYBNÝ PRÍKAZ

Môže byť definovaný poruchou alebo chybou, ktoré vznikli následkom chybného vonkajšieho príkazu. Za vonkajší príkaz je považovaný príkaz vydaný akýmkoľvek zdrojom, ktorý nepatrí do posudzovaného systému.

Príklad: **signalizačné zariadenie podávalo zmätočnú informáciu.**

Každá z uvedených možností zlyhania systému človek – signalizačné zariadenie by mohla spôsobiť rovnaký negatívny dopad. No každá z uvedených možností bude vyžadovať iný návrh opatrení garantujúcich, že k tej ktorej možnosti zlyhania už v budúcnosti nedôjde.

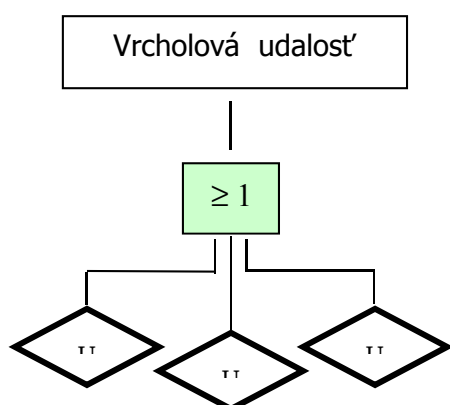
Postup je zrejmý z nasledovnej schémy.



Po vyjasnení základných príčin vzniku vrcholovej udalosti musí nasledovať stanovenie ich početnosti a vzájomných väzieb. Znamená to, že všetky udalosti, ktoré by mohli vyvolať vrcholovú udalosť musia byť rozdelené na dve základné skupiny:

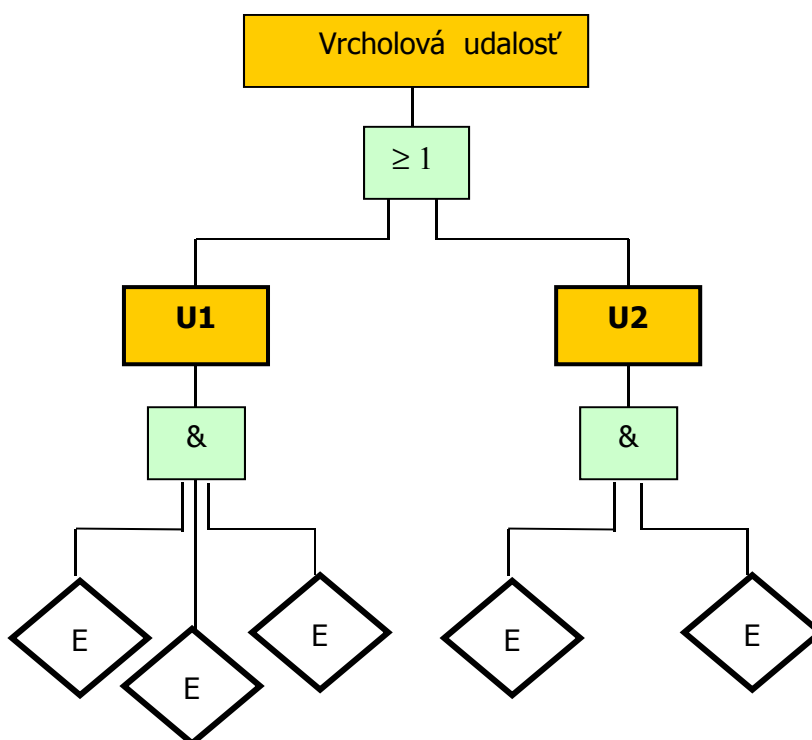
- skupinu udalostí, z ktorých by každá z nich sama o sebe, t.j. bez časovej súčinnosti s ktoroukoľvek inou udalosťou bola schopná vrcholovú udalosť vyvolať,
- skupinu udalostí, z ktorých ani jedna sama o sebe nie je schopná vrcholovú udalosť vyvolať, ale minimálne dve a viac z nich sú schopné vo vzájomnej časovej súčinnosti vrcholovú udalosť vyvolať.

Príkladom prvej skupiny udalostí nech sú udalosti označené ako U1, U2 a U3, pričom každá z nich je schopná sama o sebe vyvolať vrcholovú udalosť. Pre grafické znázornenie je preto zvolený princíp logického súčtu a základný tvar stromu poruchových javov potom znázorňuje obrázok 2.8.



Obr. 2.8 Logický súčet

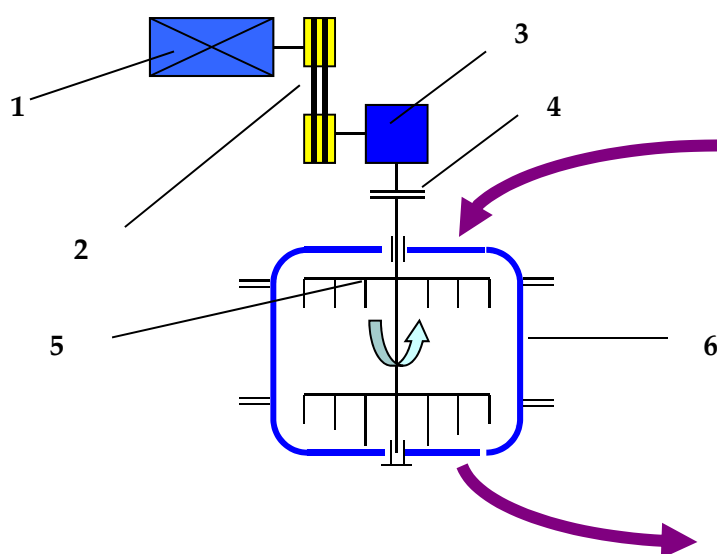
Príkladom druhej skupiny udalostí nech sú udalosti označené ako E1 až E5, pričom vrcholovú udalosť môžu vyvolať len nasledovné kombinácie vzájomne súčinných udalostí - E1, E2, E4, alebo E2, E5. Základný tvar stromu poruchových javov potom znázorňuje obrázok 2.9.



Obr. 2.9 Logický súčet logických súčinov

Praktický postup tvorby stromu poruchových stavov je zrejmý z nasledovnej modelovej situácie.

Majme zariadenie na miešanie niekoľkých vstupných látok predpísaným spôsobom. Miešacie zariadenie pozostáva z elektromotora (1), ktorý prostredníctvom klinových remeňov (2) a závitovkovej prevodovky (3) otáča hriadeľom s hrablicami (5) uloženom priamo v uzatvorenom telese miešacieho zariadenia (6). Výstupný hriadeľ prevodovky (3) a hriadeľ s hrablicami sú navzájom spojené prostredníctvom spojky (4).



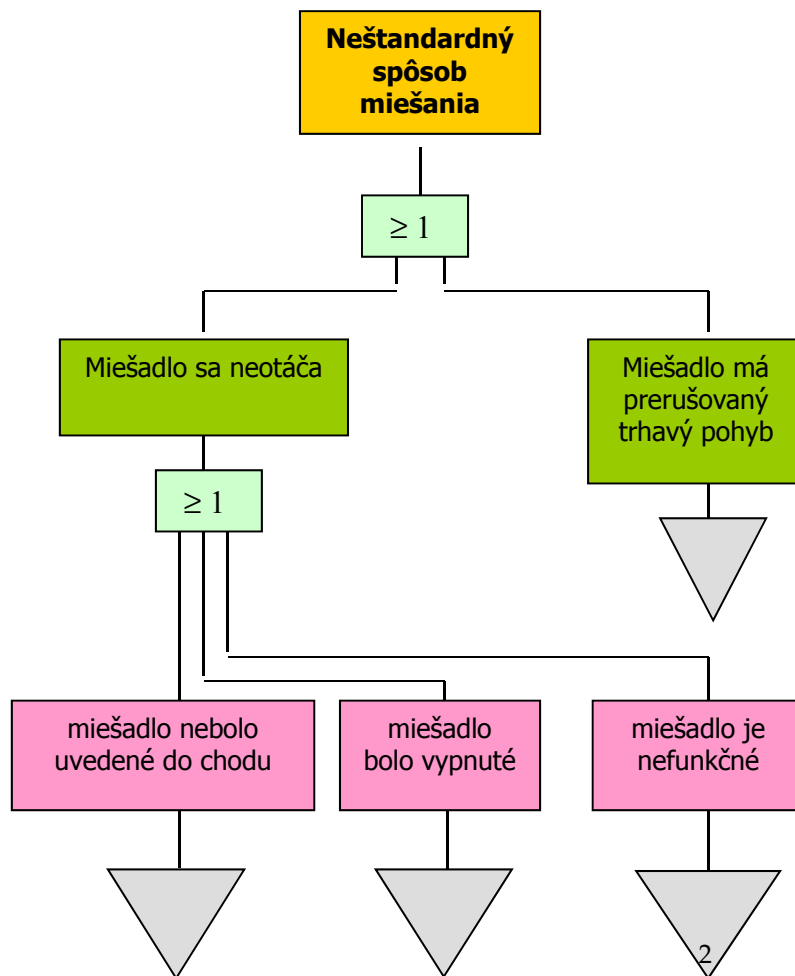
Obr. 2.10 Modelová situácia

Keďže miešanie musí prebiehať štandardným spôsobom a bez zbytočného prerušovania, úlohou analýzy je identifikovať reťazce udalostí, ktoré by mohli spôsobiť neštandardný priebeh procesu miešania.

Je zrejmé, že neštandardný priebeh miešania môže byť spôsobený len tým, že:

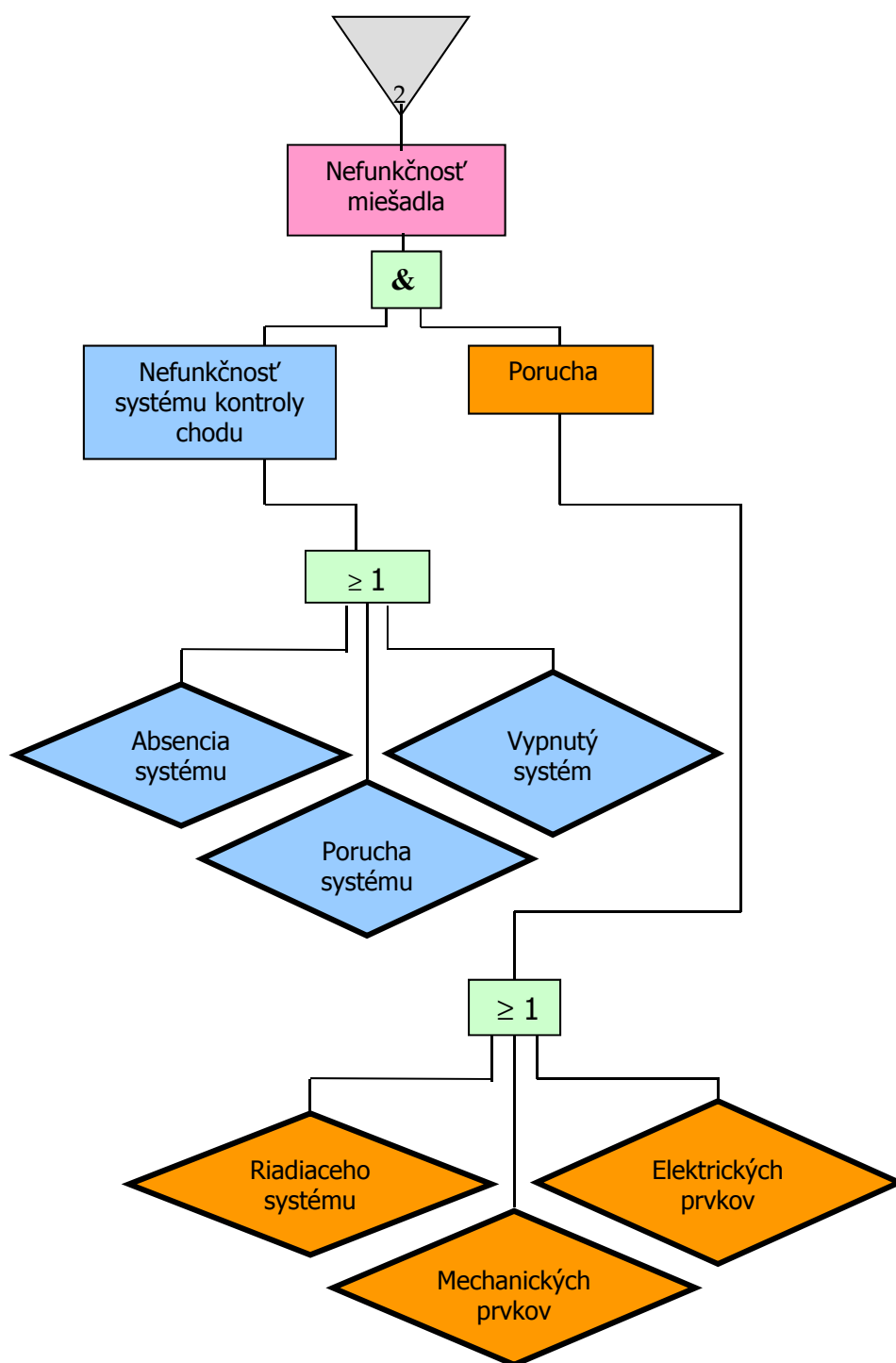
- miešadlo (5) sa vôbec neotáča, alebo
- miešadlo sa otáča, ale má nepravidelný, trhavý chod.

Tento predpoklad je východiskom nasledovnej konštrukcie stromu poruchových stavov (obr. 2.11).



Obr. 2.11 Princíp postupu analýzy

Ďalším krok bude predstavovať vytváranie štyroch nezávislých stromov poruchových stavov, pričom vrcholovými udalosťami sa stanú udalosti 1a, 1b, 2 a 3. Príklady stromov poruchových stavov pre udalosti 1a a 2 sú na obrázkoch 2.12 a 2.13.

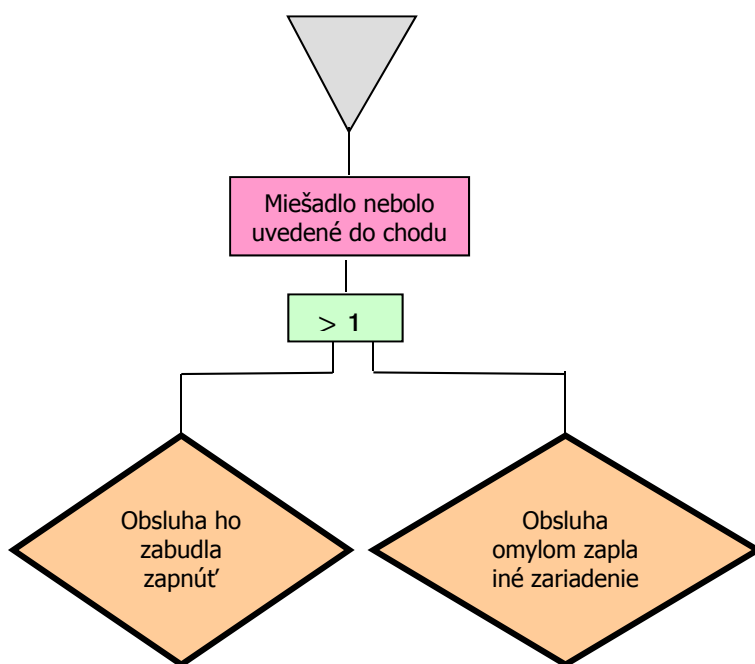


Obr. 2.12 Strom poruchových stavov – udalosť 2

To, že v procese miešania miešadlo „vypadlo“, teda sa stalo nefunkčným, mohlo spôsobiť len súčasné pôsobenie dvoch udalostí – samotnej poruchy miešadla a nespozorovania tejto poruchy.

Nespozorovanie poruchy miešadla môže byť zapríčinené buď tým, že systém monitorovania výskytu porúch vôbec neexistuje, alebo existuje, ale je momentálne nefunkčný (napríklad kvôli jeho poruche), alebo existuje, je funkčný, ale z istých príčin je vypnutý (napríklad kvôli jeho príliš vysokej alebo príliš nízkej citlivosti a z toho vyplývajúcej „zmätočnej“ signalizácie porúch).

Poruchu – nefunkčnosť – miešadla môže spôsobiť porucha buď jeho systému riadenia, alebo porucha niektorého prvku jeho mechanickej sústavy, alebo porucha niektorého prvku jeho elektrickej sústavy.



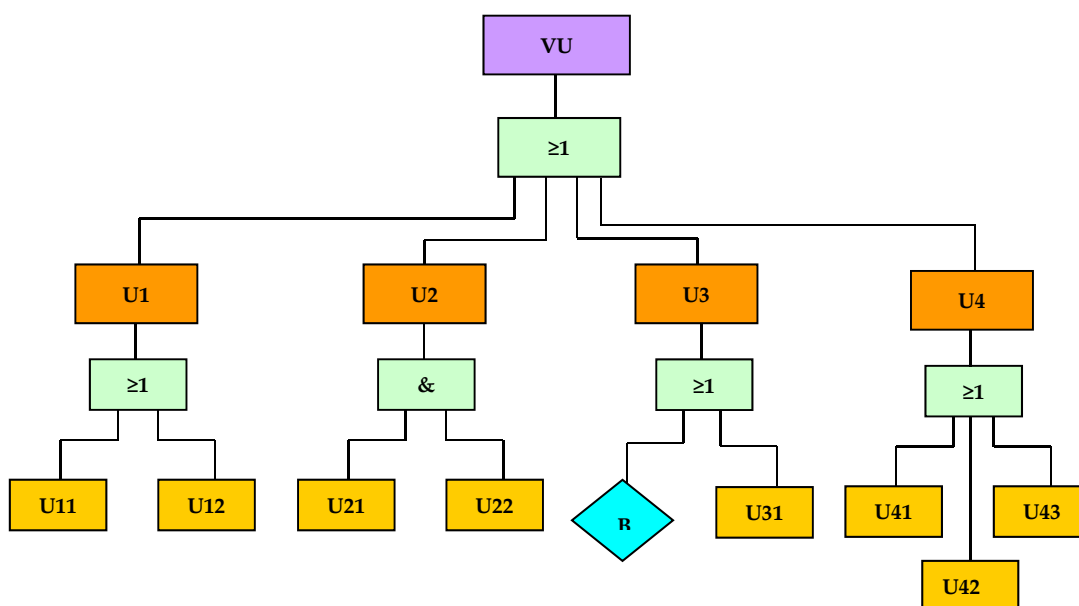
Obr. 2.13 Strom poruchových stavov – udalosť 1a

To, že miešadlo nebolo uvedené do chodu mohlo spôsobiť len to, že ho obsluha jednoducho zabudla zapnúť, alebo omylom miesto neho uviedla do chodu iné zariadenie.

2.3.3 BOOLOVE VZŤAHY

Význam a použitie Boolovej algebry v ďalšej etape práce so stromami poruchových stavov bude vysvetlený na praktickom príklade.

Nech bol analýzou istej vrcholovej udalosti VU vytvorený základný strom poruchových stavov (obr. 2.14).



Obr. 2.14 Základný strom poruchových stavov

Popíšme teraz pomocou základných vzťahov platných pre logický súčet a súčin vzťahy medzi jednotlivými udalosťami.

Pre vrcholovú udalosť VU platí:

$$\mathbf{VU = U1 + U2 + U3 + U4} \text{ (logický súčet), kde}$$

pre udalosť U1 platí

$$\mathbf{U1 = U11 + U12}$$

pre udalosť U2 platí

$$\mathbf{U2 = U21 \cdot U22} \text{ (logický súčin)}$$

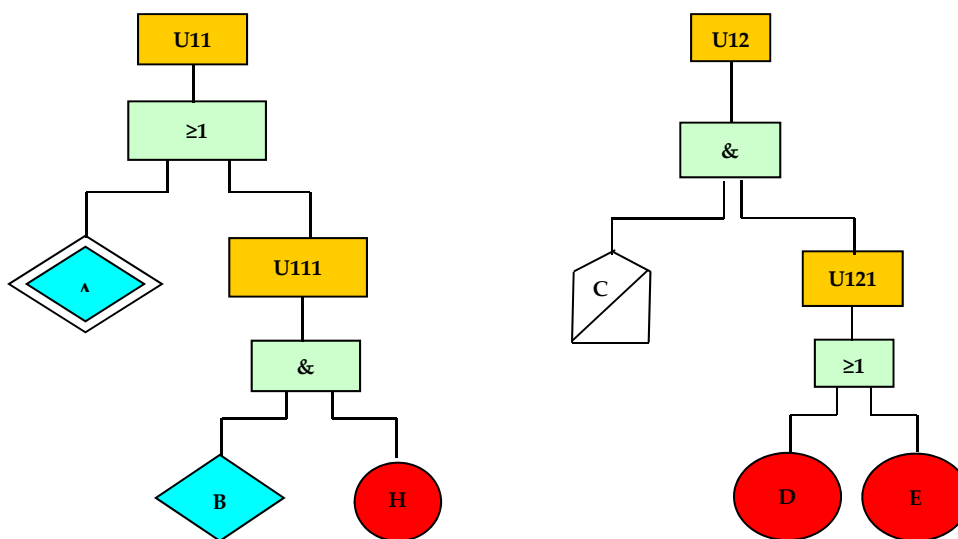
pre udalosť U3 platí

$$U3 = B + U31$$

pre udalosť U4 platí

$$U4 = U41 + U42 + U43$$

V ďalšom kroku boli analýzou udalostí U11 a U12 vytvorené stromy poruchových stavov, vid' obrázok 2.15.



Obr. 2.15 Stromy poruchových stavov – udalosti U11 a U12

Pre udalosť U11 platí

$$U11 = A + U111$$

Následne pre udalosť U111 platí

$$U111 = B \cdot H$$

Po dosadení do predchádzajúceho vzťahu dostaneme

$$U11 = A + BH$$

Pre udalosť U12 platí

$$U12 = C \cdot U121$$

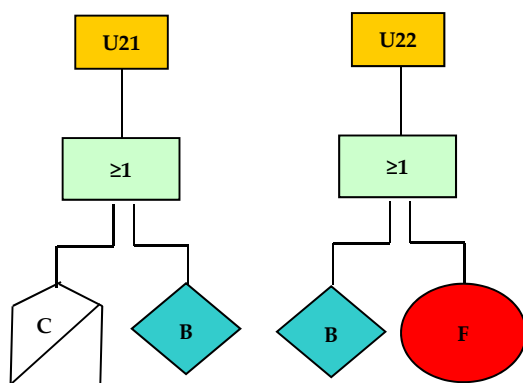
Následne pre udalosť U121 platí

$$U_{121} = D + E$$

Po dosadení do predchádzajúceho vzťahu dostaneme

$$U_{12} = C \cdot (D + E)$$

V ďalšom kroku boli analýzou udalostí U21 a U22 vytvorené stromy poruchových stavov, vid' obrázok 2.16.



Obr. 2.16 Stromy poruchových stavov – udalosti U21 a U22

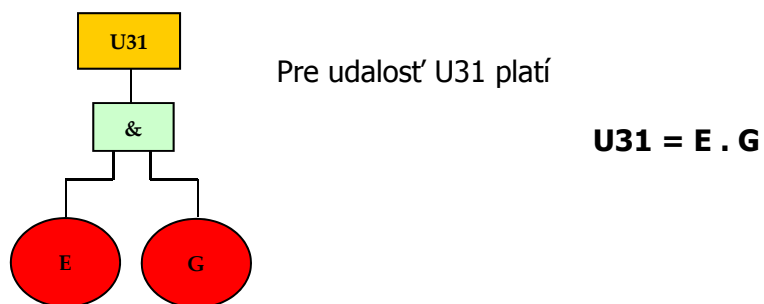
Pre udalosť U21 platí

$$U_{21} = C + B$$

A pre udalosť U22 platí

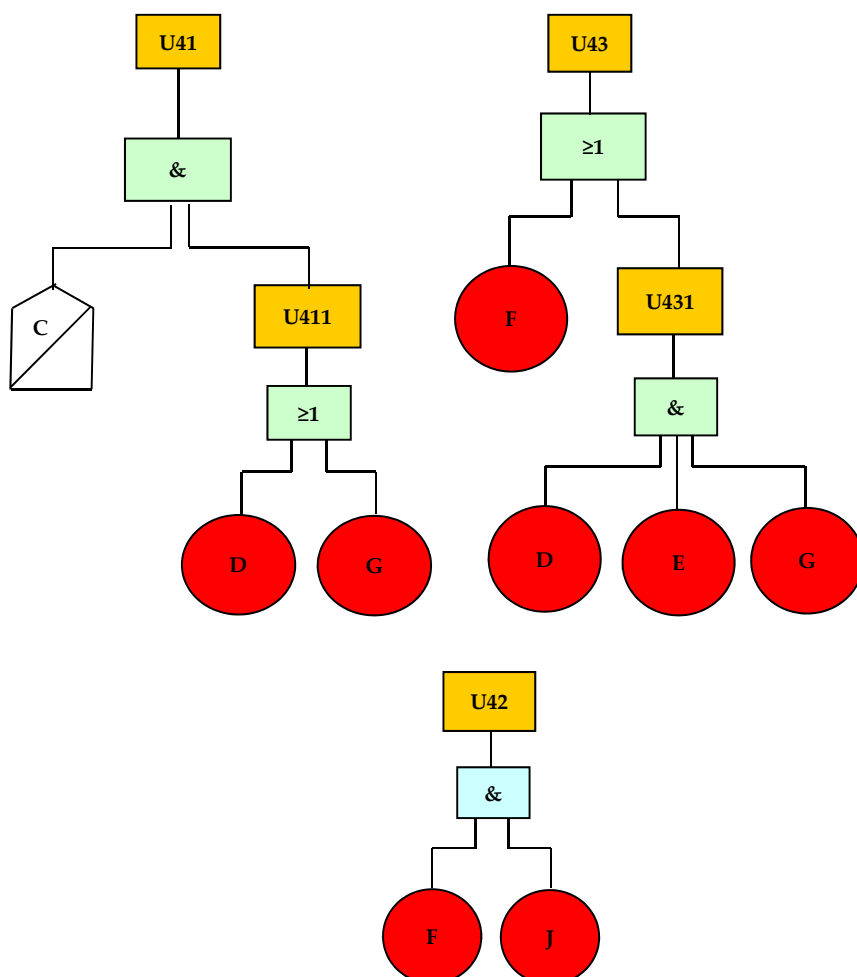
$$U_{22} = B + F$$

V ďalšom kroku bol analýzou udalosti U31 vytvorený strom poruchových stavov, vid' obrázok 2.17.



Obr. 2.17 Strom poruchových stavov – udalosť U31

V poslednom kroku boli analýzou udalostí U41, U42 a U43 vytvorené stromy poruchových stavov, vid' obrázok 2.18.



Obr. 2.18 Stromy poruchových stavov – udalosti U41, U43 a U42

Pre udalosť U41 platí

$$\mathbf{U41 = C \cdot U411}$$

Následne pre udalosť U411 platí

$$\mathbf{U411 = D + G}$$

Po dosadení do predchádzajúceho vzťahu dostaneme

$$\mathbf{U41 = C \cdot (D + G)}$$

Pre udalosť U42 platí

$$U42 = F \cdot J$$

Pre udalosť U43 platí

$$U43 = F + U431$$

Následne pre udalosť U431 platí

$$U431 = D \cdot E \cdot G$$

Po dosadení do predchádzajúceho vzťahu dostaneme

$$U43 = F + DEG$$

Po celkovom dosadení čiastkových vzťahov pre vrcholovú udalosť VU dostaneme vzťah:

$$VU = A + BH + [C \cdot (D + E)] + [(C + B) \cdot (B + F)] + B + EG + \\ + [C \cdot (D + G)] + FJ + F + DEG$$

V uvedenom vzťahu sa v rôznych kombináciách vyskytuje až 9 rôznych udalostí. Na jednej strane je dobré vedieť, ktoré udalosti sami o sebe a v akých vzájomných kombináciách môžu spôsobiť vrcholovú udalosť, no na druhej strane je veľmi výhodné poznať tzv. „zlatý rez“, t.j. základné udalosti a ich vzájomné kombinácie, ktoré môžu a naopak, ktoré nemôžu spôsobiť vrcholovú udalosť. Aby sme zlatý rez získali je potrebné použiť adekvátne pravidlá zo sústavy pravidiel Boolovej algebry vytvorených tak pre logický súčet, ako aj logický súčin. Každému pravidlu pre logický súčin zodpovedá obdobné pravidlo pre logický súčet.

V tabuľkách sú uvedené technické, nie matematické formy ich zápisu!!!

Pravidlá o neutrálnosti a agresívnosti konštánt

Číslo	Súčin	Súčet
1.	$A \cdot 1 = A$	$A + 0 = A$
2.	$A \cdot 0 = 0$	$A + 1 = 1$

Pravidlá absorpcie, pohltienia

Číslo	Súčin	Súčet
3.	$A \cdot A = A$	$A + A = A$

Pravidlá komutatívne, asociatívne a distributívne

Číslo	Súčin	Súčet
4.	$AB = BA$	$A + B = B + A$
5.	$ABC = A(BC) = AB(C) = AC(B)$	$A + B + C = A + (B + C) = A + (B + C) = (A + C) + B$
6.	$A(B + C) = AB + AC$	$A + BC = (A + B)(A + C)$ <u>nemá obdobu v algebre čísel !!!</u>

Z rozšírenia pravidla absorpcie vyplývajú aj vzťahy:

	Súčin	Súčet
7.	$A(A + B) = A$	$A + AB = A$

Použijeme niektoré z uvedených pravidiel a upravíme vzťah definujúci vrcholovú udalosť vzniknutý aplikáciou základných vzťahov pre logický súčet a logický súčin.

$$VU = A + BH + \underline{[C \cdot (D + E)]} + [(C + B) \cdot (B + F)] + B + EG + \underline{[C \cdot (D + G)]} + FJ + F + DEG$$

V prvom kroku budeme na podčiarknuté členy vzťahu aplikovať pravidlo číslo 6 pre súčin, čím dostaneme:

$$VU = A + BH + CD + CE + [(C + B) \cdot (B + F)] + B + EG + CD + CG + FJ + F + DEG$$

S uplatnením pravidla číslo 6 pre súčet na člena v hranatej zátvorke môžeme napísať:

$$VU = A + BH + CD + CE + B + CF + B + EG + CD + CG + FJ + F + DEG$$

S uplatnením pravidla číslo 3 pre súčet duplicitných členov môžeme napísať:

$$\mathbf{VU = A + BH + CD + CE + B + CF + EG + CG + FJ + F + DEG}$$

Upravme vzťah do nasledovného tvaru

$$\mathbf{VU = A + B(1 + H) + F(1 + C + J) + CD + CE + CG + DEG}$$

S uplatnením pravidla číslo 2 pre súčet a následne pravidla číslo 1 pre súčin na podčiarknuté členy môžeme napísať:

$$\mathbf{VU = A + B + F + CD + CE + CG + DEG,}$$

teda „zlatý rez“ bude mať konečnú podobu vo forme:

$$\mathbf{VU = A + B + F + DEG + C(D + E + G)}$$

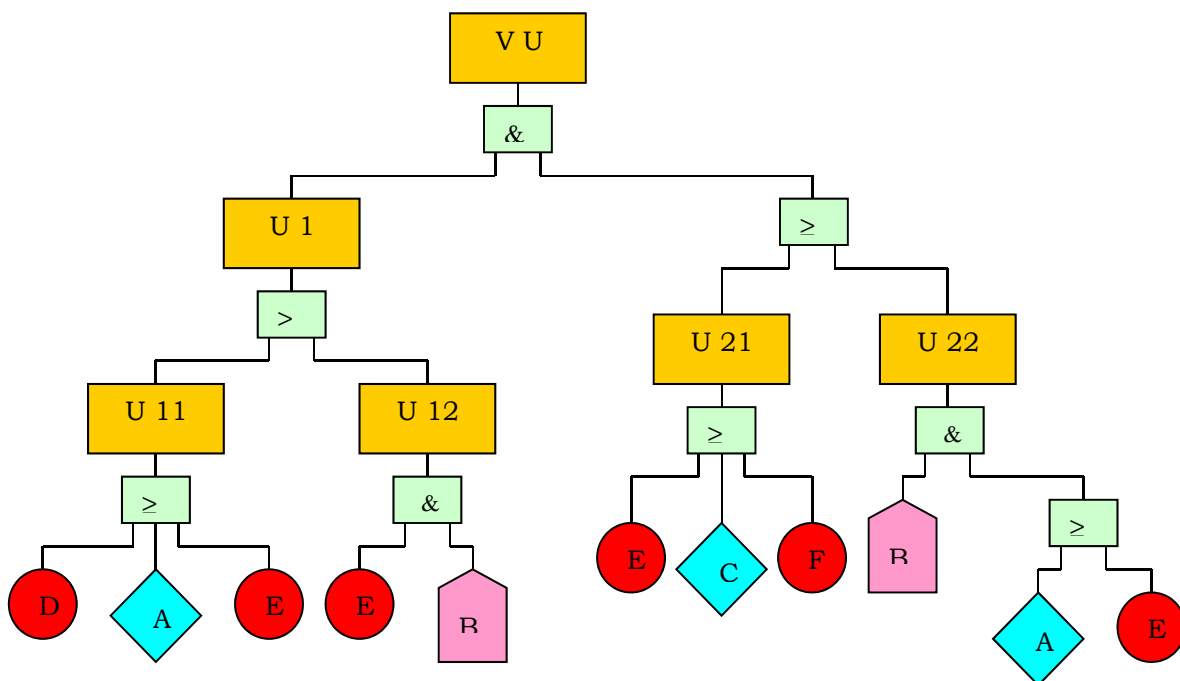
Z tvaru zlatého rezu vyplýva, že vrcholovú udalosť VU môže spôsobiť len:

- samotná udalosť A, alebo
- samotná udalosť B, alebo
- samotná udalosť F, alebo
- súčasne prebiehajúce udalosti D, E a G, alebo
- udalosť C súčasne prebiehajúca s udalosťou D, alebo s udalosťou E, alebo s udalosťou G.

Vrcholovú udalosť VU nemôže spôsobiť:

- samotná udalosť C, alebo
- samotná udalosť D, alebo
- samotná udalosť E, alebo
- samotná udalosť G, alebo
- samotná udalosť H, alebo
- samotná udalosť J.

Nech bol analýzou inej vrcholovej udalosti vytvorený strom poruchových stavov (obr. 2.19).



Obr. 2.19 Strom udalostí

Pre vrcholovú udalosť VU platí,

$$\mathbf{VU = U1 \cdot (U21 + U22)}$$

kde pre U_1 platí

$$\mathbf{U1 = U11 + U12 = (D + A + E) + EB}$$

pre U_{21} platí

$$\mathbf{U21 = E + C + F}$$

a pre U_{22} platí

$$\mathbf{U22 = B \cdot (A + E)}$$

Celkove

$$\begin{aligned} \mathbf{VU} &= \mathbf{(A + D + E + EB) \cdot [(E + C + F + B \cdot (A + E))]} \\ &= \mathbf{(A + D + E + EB) \cdot (E + C + F + AB + BE)} \\ &= \mathbf{(AE + DE + E + EB) + (AC + DC + CE + CEB) + (AF + DF + EF +} \\ &\quad \mathbf{BEF) + (AB + ABD + ABE + ABE) + (ABE + DBE + BE + BE)} \\ &= \mathbf{E + AB + AC + AF + BE + CE + DE + DF + EF + ABD + ABE + BCE} \\ &\quad \mathbf{+ BEF + BDE} \end{aligned}$$

Po úprave je pre VU možné napísať:

$$\begin{aligned} \mathbf{VU} &= \mathbf{E (1 + A + B + C + D + F + AB + BC + BF + BD) + AB + AC + AF} \\ &\quad \mathbf{+ DF + ABD} \\ &= \mathbf{E + AB + AC + AF + DF + ABD} \end{aligned}$$

Po ďalšej úprave je možné napísať:

$$\mathbf{VU = E + AB (1 + D) + AC + AF + DF,}$$

čím dostaneme výsledný tvar

$$\mathbf{VU = E + AB + AC + AF + DF,}$$

resp.

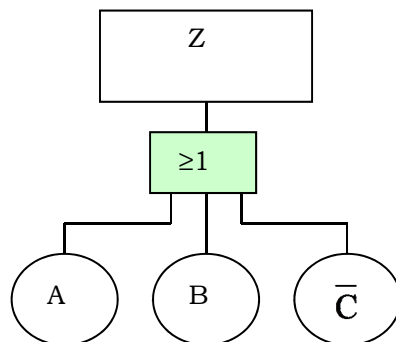
$$\mathbf{VU = E + A(B + C + F) + DF,}$$

Vrcholovú udalosť teda môže spôsobiť:

- samotná udalosť E, alebo
- udalosť A súčasne prebiehajúca s udalosťou B, alebo C, alebo F, alebo
- súčasne prebiehajúce udalosti D a F.

2.3.4 ĎALŠIE VZŤAHY UDALOSTÍ

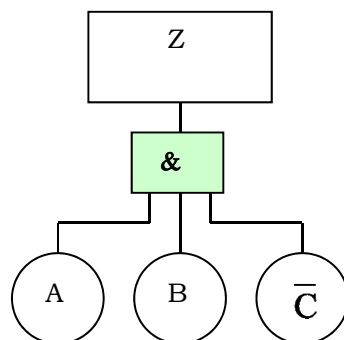
V metóde FTA sa pomerne často využívajú aj vzťahy obsahujúce negáciu udalostí. Nech je jav, pri ktorom udalosť A nastala označený symbolom A. Nech je jav, pri ktorom udalosť A nenastala označený symbolom $\overline{A}$. Týmto spôsobom je následne veľmi jednoduché zapísať rôzne kombinácie udalostí A, B, C, a udalosti Z, napríklad pre logický súčet



Zápis v tvare

$$\mathbf{Z = A \cup B \cup \bar{C}},$$

znamená, že udalosť Z nastane v dôsledku udalosti A alebo B, alebo v dôsledku toho, že udalosť C nenastane, napríklad človek si nevšimol výstražné zariadenie.

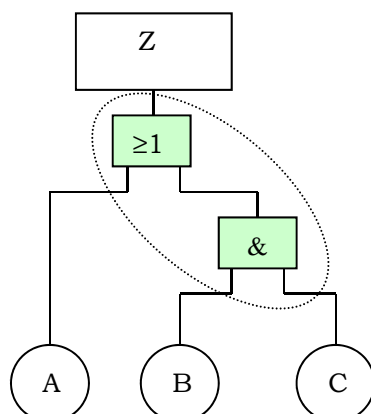


Pre logický súčin zápis v tvare

$$\mathbf{Z = A \cap B \cap \bar{C}}$$

znamená, že udalosť Z nastane vtedy, keď súčasne nastanú udalosti A a B a nenastane udalosť C, napríklad obsluha nesplnila určitú úlohu, v dôsledku čoho nenastala udalosť C.

Najmä v staršej literatúre je možné sa stretnúť so spôsobom konštruovania stromov poruchových javov podľa obrázka 2.20a.



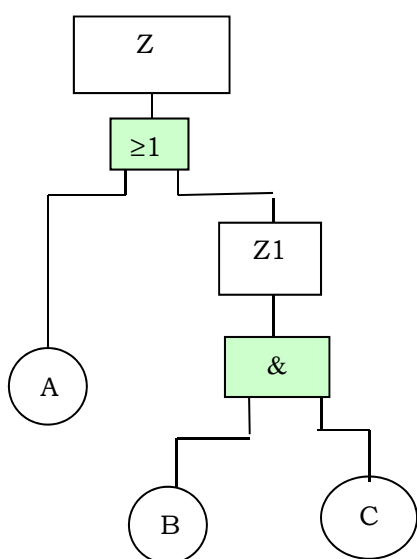
Obr. 2.20a Strom poruchových stavov

Vzťahy udalostí A, B a C je možné zapísať v tvare

$$\mathbf{Z = A \cup (B \cap C),}$$

Znamená to, že udalosť Z nastane, vtedy, keď nastane udalosť A, alebo súčasne nastanú udalosti B a C.

Podľa novších pravidiel je však neprípustné používať dva symboly logických vzťahov udalostí za sebou bez toho, aby medzi nimi nenachádzala patričná udalosť. Strom poruchových stavov podľa obrázka 2.20a by teda mal byť znázornený v zmysle obrázka 2.20b.

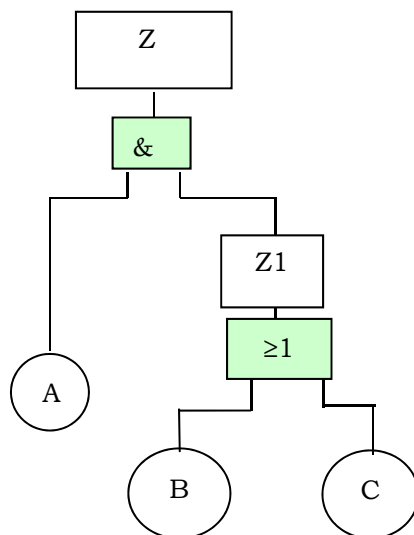


Obr. 2.20b Strom poruchových stavov

Ak by v obrázku 2.20b boli použité symboly $\bar{A}$ a $\bar{C}$, potom zápis v tvare

$$Z = \bar{A} \cup (B \cap \bar{C})$$

naznačuje, že udalosť Z nastane, keď nenastane udalosť A, napríklad A je mimo prevádzky, alebo súčasne nastane udalosť B a nenastane udalosť C, prvok C je mimo prevádzky.



Obr. 2.21 Strom poruchových stavov

Schému podľa obrázka 2.21 je možné zapísať vzťahom

$$Z = A \cap (B \cup C)$$

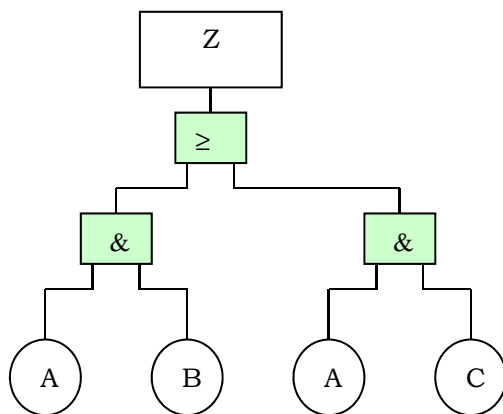
Udalosť Z nastane vtedy, keď súčasne nastane udalosť A a jedna (je jedno ktorá) z udalostí B alebo C.

Ak by v obrázku 2.21 bol použitý symbol $\bar{C}$, potom zápis v tvare

$$Z = (A \cap B) \cup (A \cap \bar{C}),$$

znamená, že udalosť Z nastane vtedy, keď súčasne nastanú udalosti A a B, alebo súčasne nastane udalosť A a nenastane udalosť C – C je mimo prevádzky.

V staršej literatúre je tiež pomerne často používaný tvar stromu poruchových stavov v zmysle obrázka 2.22.



Obr. 2.22 Strom poruchových stavov.

Zápis v tvare

$$\mathbf{Z = (A \cap B) \cup (A \cap C)}$$

znamená, že udalosť Z nastane, keď súčasne nastanú udalosti A a B, alebo súčasne udalosti A a C.

Ak by v obrázku 2.22 bol použitý symbol $\bar{A}$, potom zápis tvare

$$Z = (\bar{A} \cap B) \cup (\bar{A} \cap C)$$

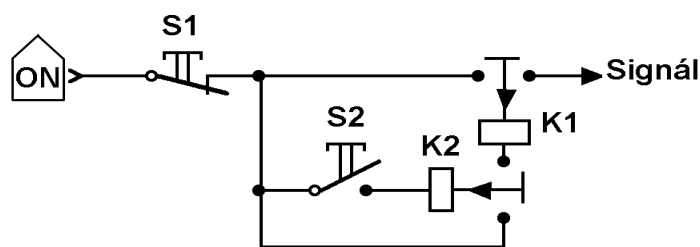
znamená, že udalosť Z nastane, keď súčasne nastane udalosť B a nenastane udalosť A, alebo súčasne nastane udalosť C a nenastane udalosť A. Znamená to, že keď A bude mimo prevádzky a vtedy nastane udalosť B alebo C, nastane udalosť Z.

2.4 PRÍPADOVÁ ŠTÚDIA

2.4.1 VÝCHODISKOVÁ SITUÁCIA

Majme jednoduchý obvod tlačidlového ovládania systému (obr. 2.23) s prednosťou vypínacieho tlačidla S1, v praxi často označovaného červenou farbou a

nadpisom CENTRAL STOP. Systém je ovládaný obsluhou, ktorá ho spúšťa zatlačením tlačidla S1, čím elektrický systém „dostane pod prúd“. Zatlačenie tlačidla S2 – ON dá signál na zopnutie kontaktov K2 a K1. Opätovným zatlačením tlačidla S2 – OFF sa kontakty K1 a K2 rozopnú. Zatlačenie tlačidla S1 – CENTRAL STOP, napríklad v prípade vzniku nebezpečnej situácie, vypne celý elektrický systém.



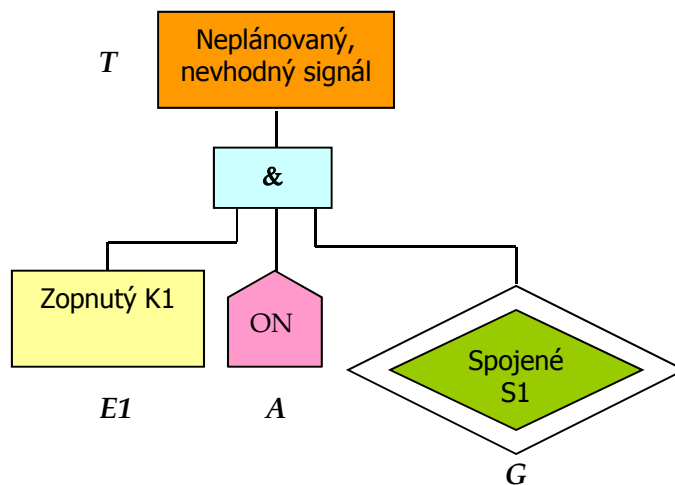
Obr. 2.23 Elektrický systém

2.4.2 CIEĽ

Je potrebné identifikovať všetky reálne možné stavy, ktoré by mohli spôsobiť vyslanie neplánovaného nevhodného signálu a tým uvedenie celého systému do neželaného chodu.

2.4.3 POSTUP

Na otázku, či dôvodom pre vyslanie takéhoto signálu môže byť len porucha niektorého z prvkov musí byť odpoveď NIE, pretože tlačidlá S1 a S2 ovláda obsluha. Zostavovanie stromu poruchových stavov je teda potrebné začať logickým členom AND (obr. 2.24).



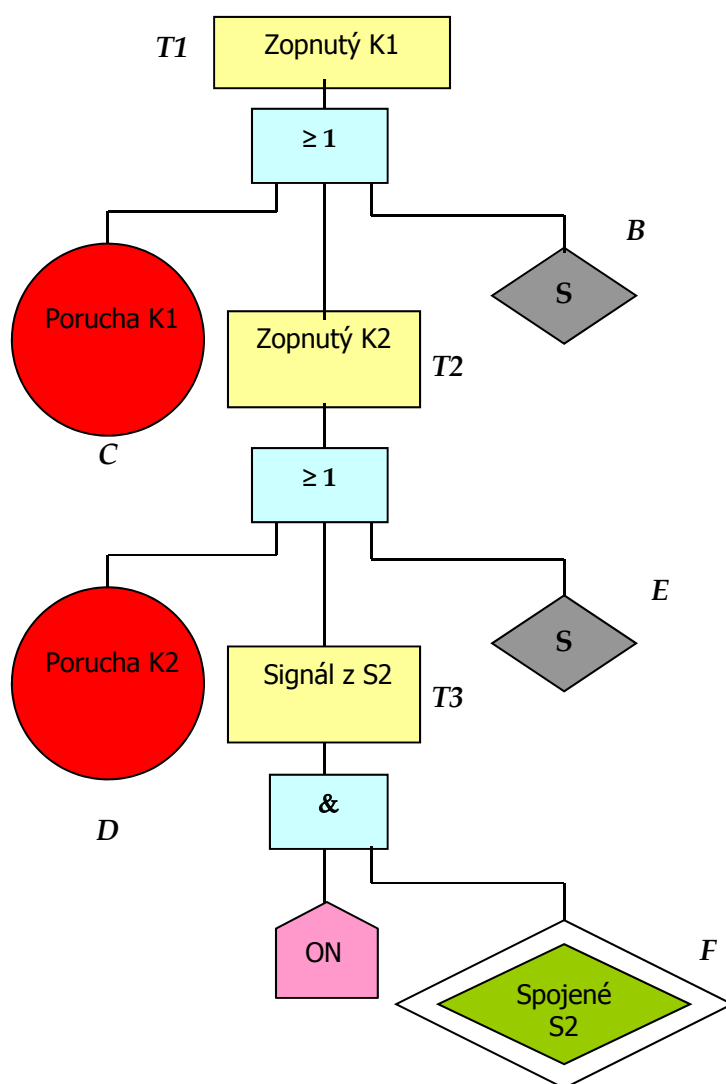
Obr. 2.24a Strom poruchových stavov – prvá časť

Z obr. 2.24a vyplýva, že signál môže byť vyslaný len v prípade, že:

- v obvode je adekvátny prúd a napätie;
- tlačidlo S1 je spojené;
- kontakt K1 je zopnutý.

Tieto tri aktivity sú bezprostredne potrebné na to, aby signál mohol byť vyslaný. Z toho dôvodu v prvej úrovni stromu poruchových stavov nie sú zahrnuté prvky S2 a K2.

V ďalšom sa budeme venovať udalosti „Zopnutý K1“ a položíme si otázku: V dôsledku čoho by mohlo dôjsť k neželanému zopnutiu kontaktu K1? Zo schémy vyplýva, že jeho zopnutie by mohla vyvolať buď jeho porucha, alebo neželané zopnutie kontaktu K2, alebo vonkajší vplyv, napríklad nadmerné otrasy alebo vibrácie zariadenia. Obdobným spôsobom budeme postupovať aj v prípade vyšetrovania neželaného zopnutia kontaktu K2 a položíme si otázku: V dôsledku čoho by mohlo dôjsť k neželanému zopnutiu kontaktu K2? Zo schémy vyplýva, že jeho zopnutie by mohla vyvolať buď jeho porucha, alebo vonkajší vplyv, napríklad nadmerné otrasy alebo vibrácie zariadenia, alebo neželaný signál z tlačidla S2. Lenže ten sa môže objaviť len za predpokladu, že systém bude „pod prúdom“ a súčasne bude neželaným spôsobom spojené tlačidlo S2 (obr. 2.24b).

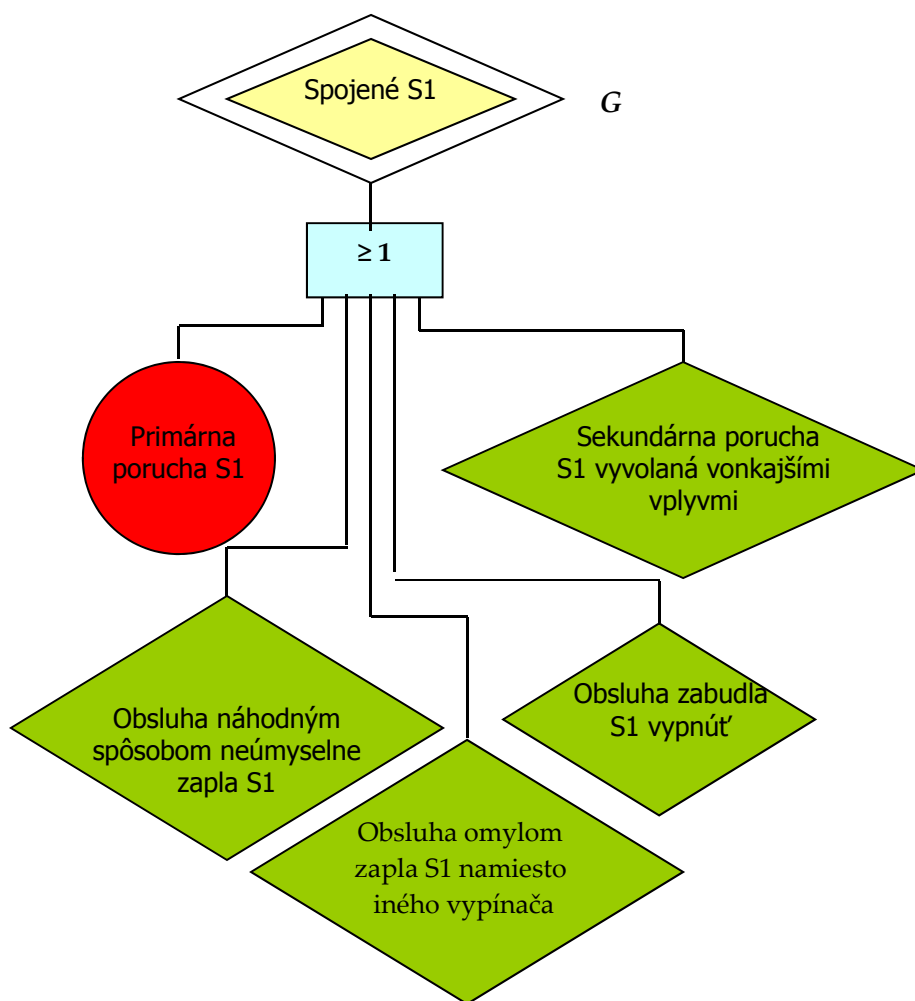


Obr. 2.24b Strom poruchových stavov – druhá časť

Zo stromov poruchových stavov na obrázkoch 2.24a a 2.24b vyplýva, že je ešte potrebné vyšetriť, čo by mohlo spôsobiť, že tlačidlá S1 a S2 budú spojené a teda umožnia, že cez systém bude prechádzať elektrický prúd.

Spojené S1

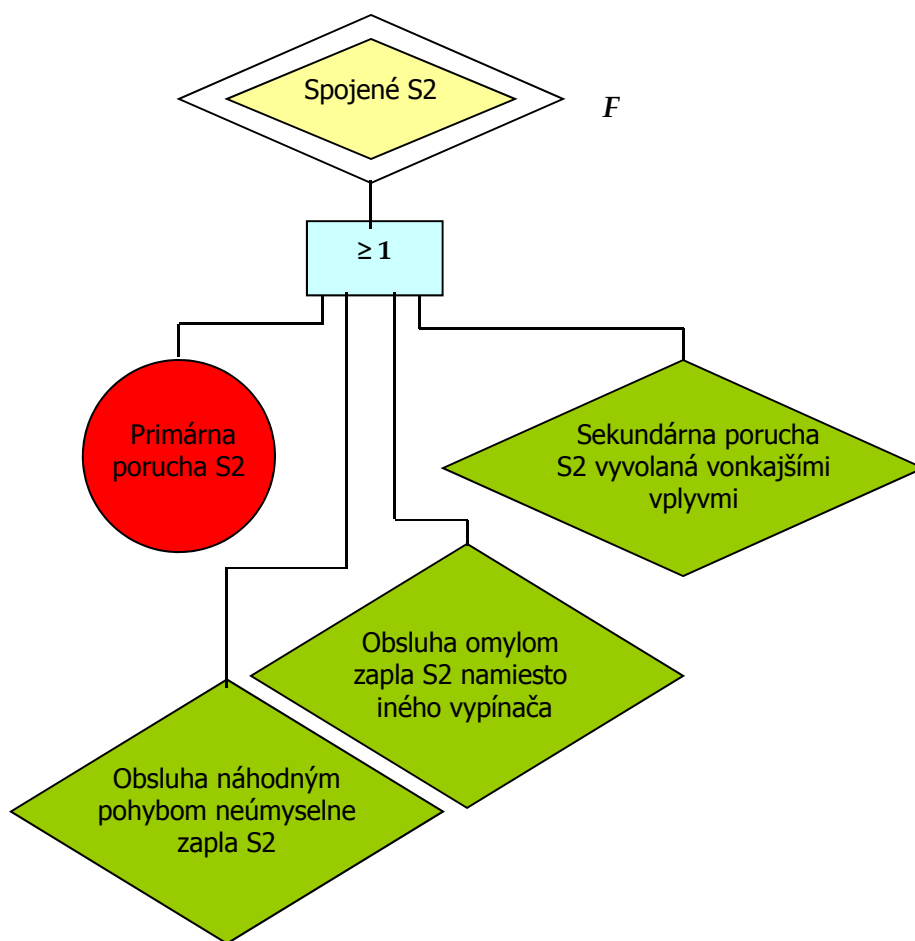
Položme si otázku: Aké udalosti by mohli spôsobiť, že tlačidlo S1 by bolo spojené aj vtedy, keď by jeho spojenie nebolo plánované a želané? Do úvahy pripadajú možnosti, v zmysle obr. 2.24c.



Obr. 2.24c Strom poruchových stavov – tretia časť

Spojené S2

Položme si otázku: Aké udalosti by mohli spôsobiť, že tlačidlo S2 by bolo spojené aj vtedy, keď by jeho spojenie nebolo plánované a želané? Do úvahy pripadajú možnosti, v zmysle obr. 2.24d.



Obr. 2.24d Strom poruchových stavov – štvrtá časť

Aplikujme vzťahy Boolovej algebry na stromy poruchových stavov na obrázkoch 2.24a a 2.24b.

Pre T môžeme písať:

$$T = (T1) \cdot (A) \cdot (G)$$

V ďalšom stanovíme vzťahy pre T1 a dosadíme ich do predchádzajúceho vzťahu.

Pre E1 platí:

$$T1 = C + B + T2,$$

$$T2 = D + E + T3$$

$$T3 = (A) \cdot (F),$$

$$T1 = C + B + D + E + AF$$

Následne môžeme písať

$$T = (B + C + D + E + AF) \cdot (A) \cdot (G),$$

alebo v tvare

$$T = (AG) \cdot (B + C + D + E + F)$$

Z výsledného vzťahu vyplýva, že ku vzniku neočakávaného nevhodného signálu môže dôjsť len vtedy, keď systém bude „pod prúdom“ (udalosť A) a tlačidlo S1 bude spojené (udalosť G) a súčasne nastane:

- udalosť B – zopnutie K1 vonkajšími vplyvmi, alebo
- udalosť C – zopnutie K1 v dôsledku jeho poruchy, alebo
- udalosť D – zopnutie K2 v dôsledku jeho poruchy, alebo
- udalosť E – zopnutie K2 vonkajšími vplyvmi, alebo
- udalosť F – spojenie tlačidla S2.

Ak sa správne vedenou údržbou a opravami dokážeme vyhnúť vzniku primárnych porúch prvkov daného elektrického systému a ak tento elektrický systém dokážeme vhodným spôsobom „odizolovať“ od pôsobenia tých vonkajších vplyvov, ktoré by mohli generovať vyvolané, teda sekundárne poruchy prvkov tohto systému, potom zostane už len vyriešiť spôsob eliminovania negatívnych vplyvov obsluhy – vid' obrázky 2.24c a 2.24d. Navyše – a tento fakt v uvedených schémach nie je zaznačený – bude najlepšie technickými opatreniami potrebné vylúčiť možnosti už či úmyselného, alebo neúmyselného spojenia tlačidiel S1 a S2 „tretou osobou“, teda človekom, ktorý nemá oprávnenie obsluhovať dané zariadenie.

3. kapitola

IDENTIFIKÁCIA A **M**ODELOVANIE **R**EŤAZCOV **U**DALOSTÍ, **P**RINCÍP **I**NDUKCIE – **M**ETÓDA **W**HAT **I**F?

3.1 ÚČEL

Metóda predstavuje pomerne jednoduchý, ale užitočný nástroj identifikácie udalostí a ich logickej postupnosti. Je využiteľná najmä ako nástroj aplikácie kvalitatívneho prístupu modelovania reťazcov udalostí, na konci ktorých sa očakáva negatívny dopad.

3.2 PRINCÍP

Základným princípom je neustále kladenie otázky **Čo sa stane, keď...?** a hľadanie odpovedí na túto otázku (1). Prostredníctvom opakovania systému otázka - odpoveď je možné indukovať logickú postupnosť a priebeh udalostí, ktoré:

- môžu vyvolať interakciu rizikový faktor $\rightleftharpoons$ iniciačný impulz;
- sa môžu udiť od okamžiku ich stretnutia až po udalosť považovanú za konečnú, t.j. za konečný stav (napr. únik nebezpečnej látky, úraz a pod.);
- sa môžu udiť od okamžiku vzniku neželanej udalosti (napr. únik nebezpečného plynu), až po okamžik neželaného zasiahnutia konkrétneho objektu, resp. objektov.

Výhodou tohto postupu modelovania reťazcov udalostí je jeho veľmi dobrá možnosť odhalenia Domino efektu pomocou otázky **Je to konečný stav?** Ak je odpoveď **ÁNO**, dospelo sa k definovaniu konečnej udalosti v reťazci logicky sa odvíjajúcich udalostí. Ak je odpoveď **NIE**, musí opätovne nasledovať otázka **Čo sa stane, keď...?**

3.3 POSTUP

Východiskovým dokumentom procesu modelovania môže byť tzv. CHECK LIST - PREHĽAD OHROZENÍ. V tomto prehľade je pre každý posudzovaný objekt, resp. proces podrobne uvedený:

- zoznam a popis rizikových faktorov;
- zoznam a popis iniciačných impulzov reálne schopných „odštartovať“ proces premeny toho ktorého rizikového faktora na neželanú udalosť;
- zoznam a popis podmienok potrebných na realizáciu spomínaného procesu premeny;
- reálna možnosť vzniku Domino efektu.

Základom jeho vytvorenia je identifikácia všetkých reálne možných rizikových faktorov súvisiacich s posudzovaným objektom/procesom. Tieto sa môžu navzájom veľmi líšiť už či zo strany charakteru a zložitosti štruktúry objektov a procesov v nich prebiehajúcich, alebo zo strany postavenia človeka v nich a pod. Aj napriek týmto odlišnostiam sa v posudzovaných objektoch/procesoch objavujú rizikové faktory tvoriace určité charakteristické skupiny. Poznanie týchto skupín môže uľahčiť identifikáciu konkrétnych rizikových faktorov. Najčastejšie sa vyskytujúce skupiny rizikových faktorov sú faktory vyplývajúce z:

- nezhody fyzického stavu posudzovaného objektu/procesu so stavom, aký by mal byť v zmysle platnej legislatívy a technických noriem;
- povahy a vlastností používaných materiálov;
- používaných technologických postupov a postupov práce;
- povahy a vlastností používanej techniky a stavebných prvkov;
- kvality ľudských zdrojov a stupňa ich zapracovanosti;
- povahy, vlastností a spôsobu využívania rôznych druhov energie a systémov zabezpečujúcich toky energie;
- systémov zabezpečujúcich tok informácií;
- dopravných, manipulačných a skladovacích systémov,
- systémov kontroly kvality a odberov vzoriek;
- systémov údržby a stavu fyzického opotrebovania zariadení;
- systémov odlučovania, spracovania a skladovania sekundárnych hmotných výstupov;

- systémov kontroly a dodržiavania pracovnej a technologickej disciplíny;
- systémov kontroly a dodržiavania čistoty a poriadku na pracovisku;
- systémov zabezpečovania podmienok pracovného prostredia;
- nekompatibility prvkov a systémov navzájom;
- lokalizácie technologických pracovísk a pracovných postov;
- fyzickej, psychickej a senzorickej záťaže ľudí;
- vonkajšieho prostredia posudzovaného objektu;
- možnosti zásahu nepovolanou osobou;
- priestorových možností a obmedzení;
- z množstva a rozloženia nebezpečných látok v priestoroch organizácie a pod.

Pre každý reálny rizikový faktor je následne potrebné identifikovať reálny iniciačný impulz a zároveň identifikovať spôsob, akým je tento impulz schopný „naštartovať“ transformovanie rizikového faktora na neželanú udalosť. V tomto kontexte je potrebné si uvedomiť dva fakty:

- jeden impulz môže naraz „naštartovať“ aj viac rizikových faktorov;
- jeden impulz môže spustiť tzv. Domino efekt.

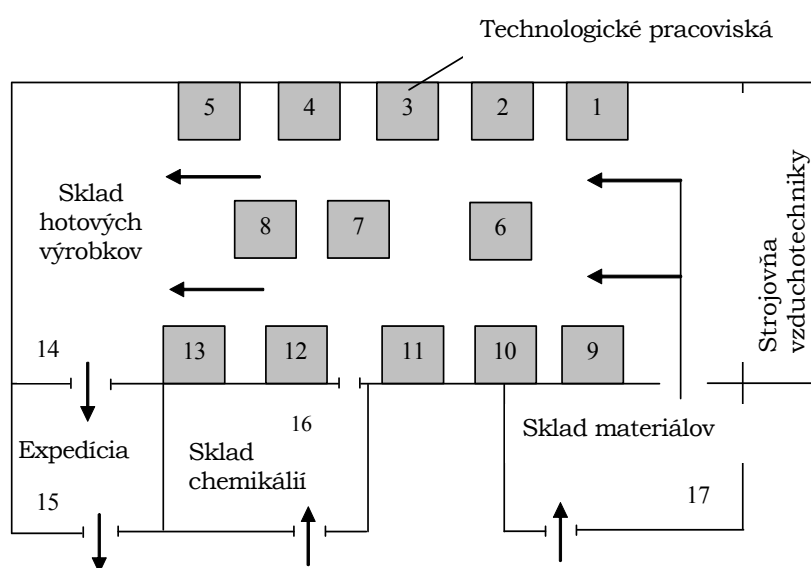
Podobne, ako v prípade rizikových faktorov, je aj v prípade iniciačných impulzov možné stanoviť ich určité charakteristické skupiny. Medzi najčastejšie sa vyskytujúce skupiny iniciačných impulzov patria:

- neprimerané konanie človeka zvyčajne reprezentované jeho nekonaním vtedy, keď konať mal alebo konaním nesprávnym spôsobom vtedy, keď konať mal;
- nesprávny, resp. žiadny príkaz v správnom čase alebo správny príkaz v nesprávnom čase;
- pracovné podmienky (osvetlenie, hluk, čistota ovzdušia a pod.);
- vonkajšie vplyvy (otrasy, vibrácie, zmena teploty...);
- porucha prvku;
- preťaženie systému;
- nepredvídateľná náhoda a pod.

3.4 PRÍPADOVÁ ŠTÚDIA

3.4.1 VÝCHODISKOVÁ SITUÁCIA

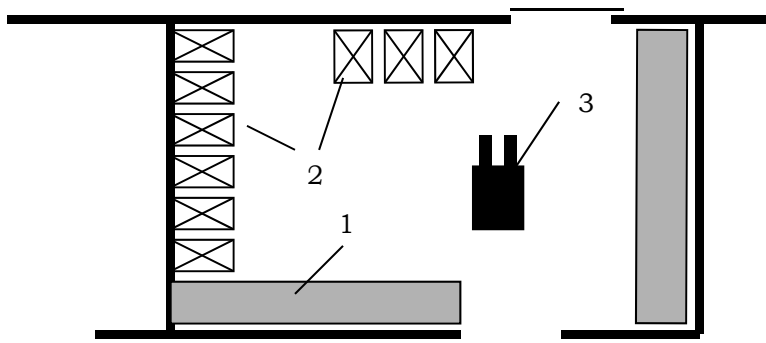
Posudzovaným systémom je objekt obsahujúci 17 technologických pracovísk tvorených systémom človek – stroj a jedno bez obslužné technologické pracovisko – strojovňu vzduchotechniky, v ktorej sú sústredené vzduchové filtre. Ventilátory a gravitačné odlučovače sú umiestnené na streche budovy.



Obr. 3.1 Východisková situácia

3.4.2 PROCES

V sklade chemikálií sú rôzne chemikálie uložené v rôznych typoch balenia na oceľových regáloch (1) a na paletách položených na zemi (2). Manipulácia s nimi je buď ručná, alebo pomocou čelného vysokozdvížného vozíka (3).



Obr. 3.2 Východisková situácia - detail

Rizikovými faktormi sú pomerne stiesnené priestory skladu a zručnosť obsluhy vysokozdvížneho vozíka. Iniciačným impulzom je neadekvátne konanie obsluhy vyplývajúce z jej prudkej výbušnej povahy. Výsledkom „stretu“ týchto faktorov môže byť vznik niektorej z nasledovných reálnych východiskových situácií:

- narazenie vozíkom do regálu;
- preťaženie regálu;
- narušenie celistvosti obalov chemikálií pri manipulácii s nimi;
- nedovolená manipulácia s otvoreným ohňom;
- chemikálie voľne rozsypané, resp. rozliate na podlahe alebo na policiach regálu, neporiadok na pracovisku.

3.4.3 CIEĽ

Je potrebné identifikovať všetky reálne možné „nenormálne“ stavy, do ktorých sa posudzovaný objekt môže za určitých podmienok dostať. Následne bude potrebné vytvoriť predstavu toho, čo by ten ktorý nenormálny stav mohol spôsobiť; t.j. kde by sa mohli prejaviť negatívne dopady tohto stavu a aká bude ich veľkosť, resp. účinok.

3.4.4. POSTUP

Sústava otázok a odpovedí môže mať nasledovnú podobu:

Otázka:

Čo sa stane, keď obsluha pri neprimeranej manipulácii narazí vozíkom do konštrukcie regálu?

Odpoveď:

Môže dôjsť k narušeniu pevnosti, no nie celistvosti regálu.

Otázka: je to konečný stav?

Odpoveď:

Nie. Pri vyššom zaťažení regálu môže dôjsť k jeho zrúteniu. (To isté platí aj pri preťažení regálu).

Otázka:

Čo sa stane, keď sa regál vplyvom vyššieho zaťaženia (preťaženia) zrúti?

Odpoveď:

1. **Môže dôjsť k zasiahnutiu obsluhy, ak sa táto bude v inkriminovanom čase nachádzať v priestore pádu regálu.**
2. **Obaly s chemikáliami uloženými na policiach spadnú z výšky na betónovú podlahu.**
3. **Časti oceľového regálu môžu zasiahnuť obaly s chemikáliami uloženými na paletách na zemi.**

V tomto momente sme získali tri odpovede, preto ďalší postup bude vedený tromi samostatnými vetvami, pričom bude potrebné sledovať aj vzájomné väzby medzi týmito vetvami.

Vetva č. 1

Otázka:

Čo sa stane, keď obsluhu zasiahne padajúci regál?

Odpoveď:

- A) dôjde k poraneniu obsluhy, no táto sa vlastnými silami dostane mimo priestor skladu chemikálií.

B) dôjde alebo nedôjde k poraneniu obsluhy , pričom táto nie je schopná sa dostať z priestoru skladu chemikálií.

Otázka k odpovedi A: je to konečný stav?

Odpoveď AA:

Áno. Obsluha upovedomila inú osobu o tom, čo sa stalo a začali likvidačné práce. **(Konečný stav).**

Odpoveď AB:

Nie. Obsluha sa síce dostala z priestoru skladu, no vznik tejto udalosti nikomu neoznámila.

Otázka k odpovedi AB: je to konečný stav?

Odpoveď:

Nie. Situácia sa v sklade chemikálií sa bude vyvíjať ďalej – vid' vetvy č. 2 a 3.

Otázka k odpovedi B: je to konečný stav?

Odpoveď:

Nie. Obsluha nie je schopná sa vlastnými silami dostať z priestoru skladu a oznámiť vznik tejto udalosti a situácia sa v sklade chemikálií sa bude vyvíjať ďalej – vid' vetvy č. 2 a 3.

Vetva č. 2

Otázka:

Čo sa stane, keď obaly s chemikáliami uloženými na policiach spadnú z výšky na betónovú podlahu?

Odpoveď:

U niektorých dôjde k narušeniu celistvosti a vyliatiu, resp. rozsypaniu ich obsahu na zem.

Otázka:

Čo sa stane po ich rozptýlení na zemi?

Odpoveď:

A) nič. Chemikálie pri styku so vzduchom, ani navzájom nereagujú. **(Konečný stav).**

B) môže dôjsť k ohrozeniu zdravia obsluhy, pretože jedna z rozptýlených chemikálií pri priamom kontakte silne dráždi sliznice očí.

Otázka k odpovedi B: je to konečný stav?

Odpoveď:

Nie. Situácia sa v sklade chemikálií bude logicky vyvíjať ďalej – vid' vetvu č.3.

Vetva č. 3

Otázka:

Čo sa stane, keď časti padajúceho regálu zasiahnu obaly s chemikáliami uloženými na paletách na zemi?

Odpoveď:

U niektorých dôjde k narušeniu ich celistvosti a rozsypaniu ich obsahu na zem.

Otázka: je to konečný stav?

Odpoveď: Nie.

Otázka:

Čo sa stane po ich rozptýlení na zemi?

Odpoveď:

Začnú reagovať so zmesou chemikálií rozptýlených na zemi (vid' situácia z vetvy č. 2).

Otázka: je to konečný stav?

Odpoveď: Nie.

Otázka:

Čo sa stane, keď uvedené chemikálie začnú spolu reagovať?

Odpoveď:

Bude sa vyvíjať bezfarebný plyn s dusivými účinkami a teplo.

Otázka: je to konečný stav?

Odpoveď: Nie.

Otázka: čo sa stane, keď sa bude vyvíjať dusivý plyn?

Odpoved' A:

môže zapríčiniť usmrtenie obsluhy. **(Konečný stav).**

Odpoved' B:

začne unikať z priestoru skladu chemikálií.

Otázka: je to konečný stav?

Odpoved': Nie.

Otázka:

Čo sa stane, keď dusivý plyn začne unikať z priestoru skladu chemikálií?

Odpoved' A:

Únik bude spozorovaný pracovníkmi susednej prevádzky a začnú likvidačné práce.

(Konečný stav).

Odpoved' B:

Únik nebude spozorovaný a situácia sa v sklade chemikálií bude vyvíjať ďalej.

Otázka:

Čo sa stane, keď sa bude vyvíjať teplo?

Odpoved':

Dôjde k zapáleniu papierových a plastových obalov chemikálií a k postupnému rozvoju požiaru.

Otázka: je to konečný stav?

Odpoved': Nie.

Otázka:

Čo sa stane, keď rozvíjajúci sa požiar bude v tejto etape spozorovaný?

Odpoved':

Začne hasenie požiaru. **(Konečný stav je poškodenie skladu chemikálií, až jeho totálne zničenie).**

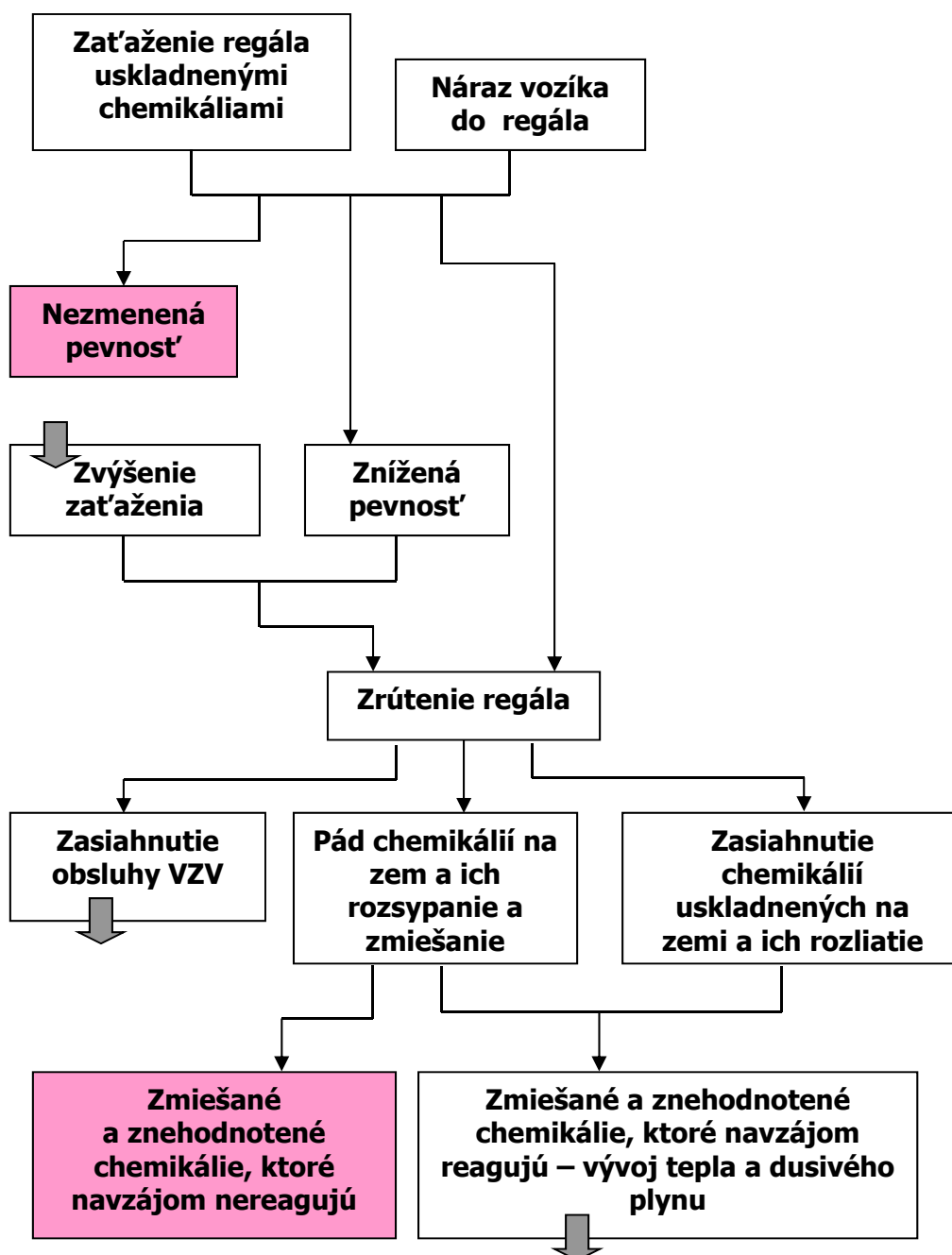
Otázka:

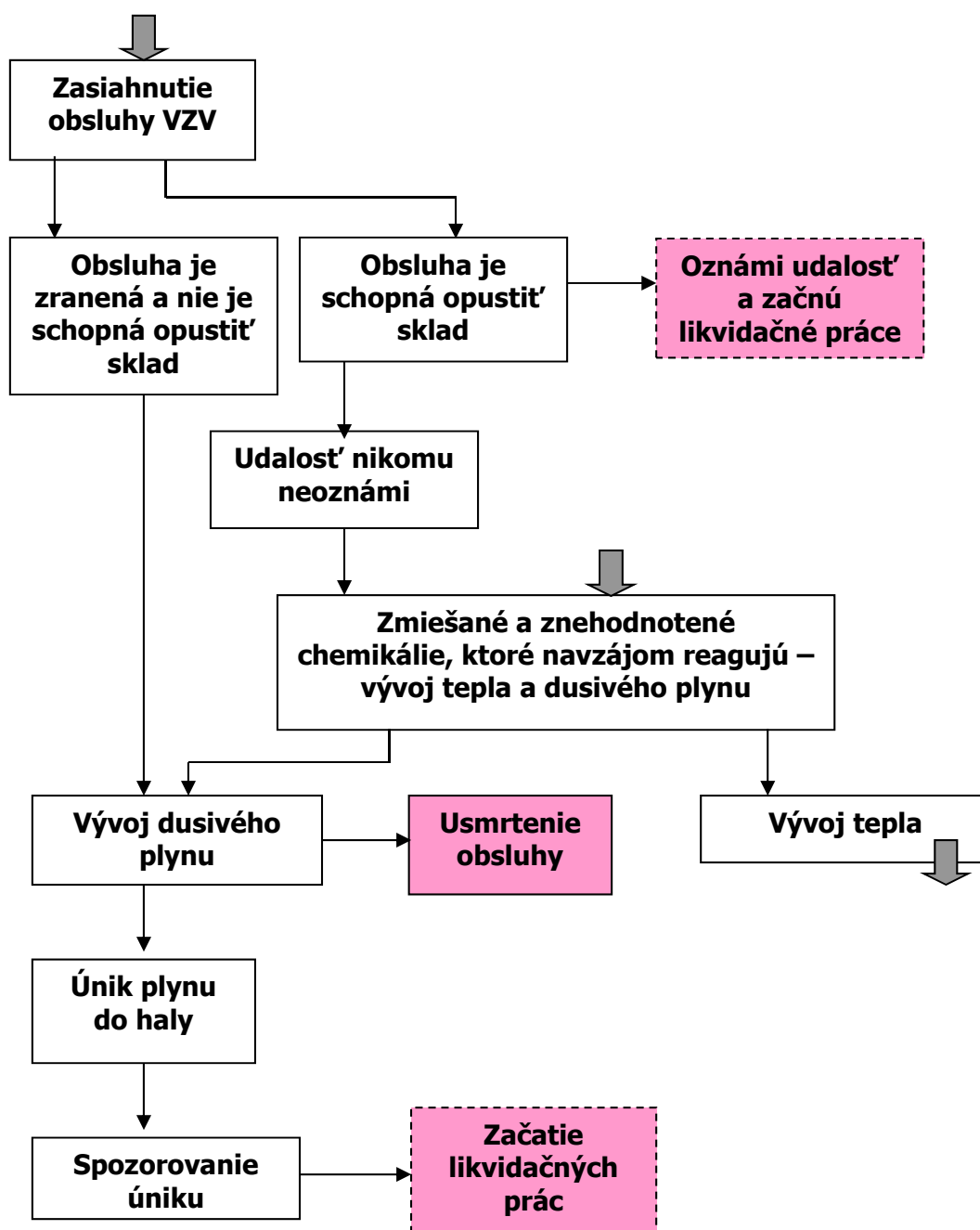
Čo sa stane, ak rozvíjajúci sa požiar nebude spozorovaný?

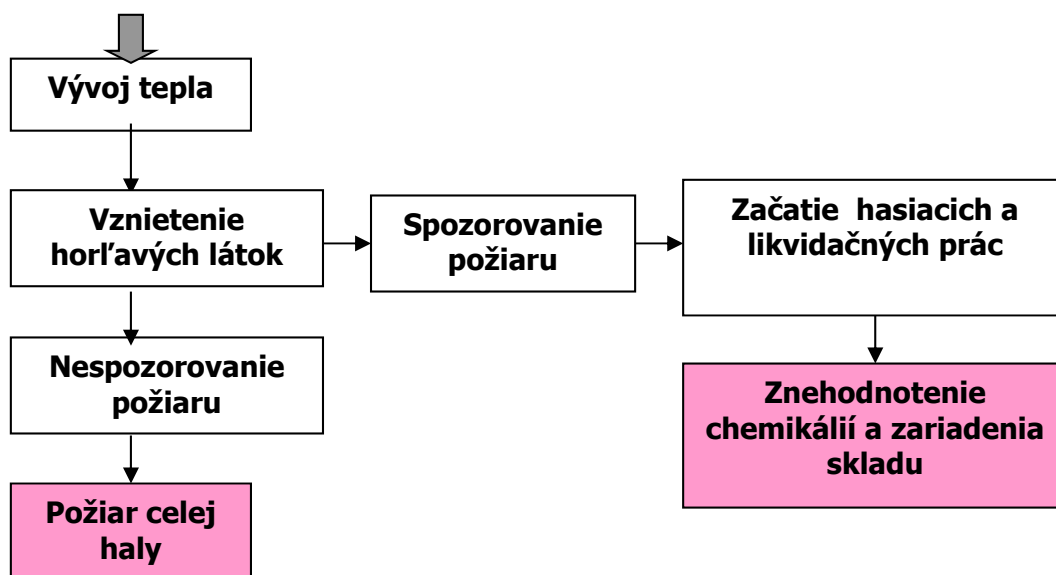
Odpoveď:

Môže dôjsť k požiaru celej výrobnjej haly. **(Konečný stav).**

Na základe uvedenej analýzy, zámerne podanej v zjednodušenej skrátenej forme je možné zostaviť reťazce kľúčových udalostí. Farebne označené udalosti predstavujú konečné stavy.







Podrobnejšou analýzou identifikovaných konečných stavov je možné odhadnúť predpokladané negatívne dopady, ktorými môže skončiť náraz VZV do regála plného uskladnených chemikálií.

Ohrozenie obsluhy VZV	• Ľahké zranenia • Ťažké zranenia • Usmrtenie
Ohrozenie majetku	• Znehodnotenie regálu a znehodnotenie chemikálií • Poškodenie VZV • Strata skladu chemikálií • Strata celej výrobnéj haly
Ohrozenie životného prostredia	• Zhoršenie kvality ovzdušia v prípade úniku dusivého plynu • Zhoršenie kvality ovzdušia v prípade požiaru v sklade • Zhoršenie kvality spodných vôd v dôsledku hasenia požiaru

Podobným spôsobom vedenou analýzou je možné vytvoriť scenáre vývoja logického sledu udalostí „štartujúcich“ aj z iných východiskových stavov:

- preťaženie regálu nad únosnú mieru,
- poškodenie celistvosti obalu chemikálií nesprávnou manipuláciou,
- použitie otvoreného ohňa v sklade chemikálií,

- neporiadok na pracovisku a porušovanie technologickej a pracovnej disciplíny.

Ako už bolo spomenuté, modelovanie reťazcov udalostí s využitím princípov metódy What if? predstavuje aplikáciu kvalifikačného prístupu. Na jeho základe je možné identifikovať nielen potenciálne možné reťazce udalostí, ale aj potenciálne možné negatívne dopady, ako predpokladané koncové stavy toho ktorého identifikovaného reťazca udalostí. Pre stanovenie pravdepodobnosti, s akou by ten ktorý reťazec udalostí mohol reálne aj nastať a pravdepodobnosti, s akou by mohol spôsobiť ten ktorý negatívny dopad je potrebné aplikovať ďalšiu metódu, ale už postavenú na báze kvantifikačného prístupu.

4. kapitola

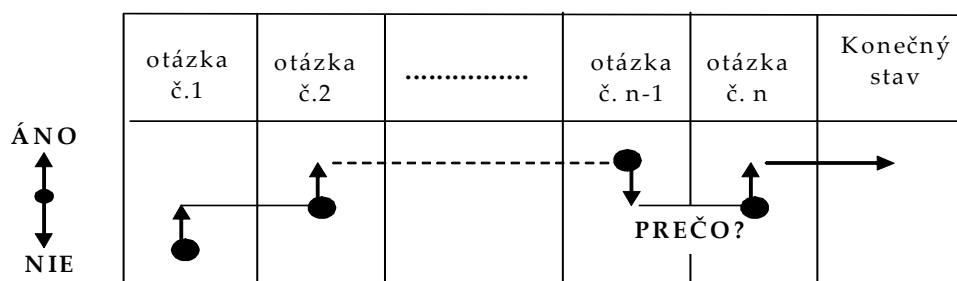
IDENTIFIKÁCIA A MODELOVANIE REŤAZCOV UDALOSTÍ, PRINCÍP INDUKCIE – METÓDA ETA

4.1 ÚČEL

Analýza stromu udalostí – Event Tree Analysis (ETA) patrí do skupiny metód analýzy rizík fungujúcich na báze kvalifikačného prístupu. Často je používaná najmä pri identifikácii reťazcov udalostí v oblasti únikov nebezpečnej látky do prostredia. Východiskovým bodom analýzy je zvyčajne nehoda, ktorá tento únik spôsobila. V niektorých prípadoch je používaná aj pri analýze a hodnotení následkov, ktoré môžu byť pozorované na zasiahnutých objektoch (6).

4.2 PRINCÍP

Proces identifikácie a modelovania reťazca udalostí je postavený na princípe otázka → odpoveď. Hlavnou zásadou však je kreovanie otázok takým spôsobom, aby na ne existovala len odpoveď **ÁNO** alebo **NIE**. Iný typ odpovede nie je prípustný (1). V prípade odpovede **NIE** zvyčajne nasleduje otázka **PREČO?** Odpoveď na ňu však už nie je len áno, alebo nie. Sústavou takto kladných otázok a odpovedí je možné získať model časovo vecného priebehu neželanej udalosti.



Obr. 4.1 Princíp metódy ETA

4.3 POSTUP

Základnou udalosťou je vo väčšine prípadov neželaný nekontrolovaný únik prvkov hmotnej povahy do prostredia, pričom štartovacou situáciou je začiatok tohto úniku. Jednotlivé otázky, teda ich obsah a postupnosť musia byť volené tak, aby pomocou odpovedí na ne spôsobom Áno/Nie bolo možné identifikovať a popísať priebeh tohto úniku. Obsah a postupnosť otázok musí súčasne umožniť vytvoriť časovú predstavu tohto vývoja. Výsledkom procesu kladenia otázok a hľadania odpovedí by mali byť napríklad údaje o tom:

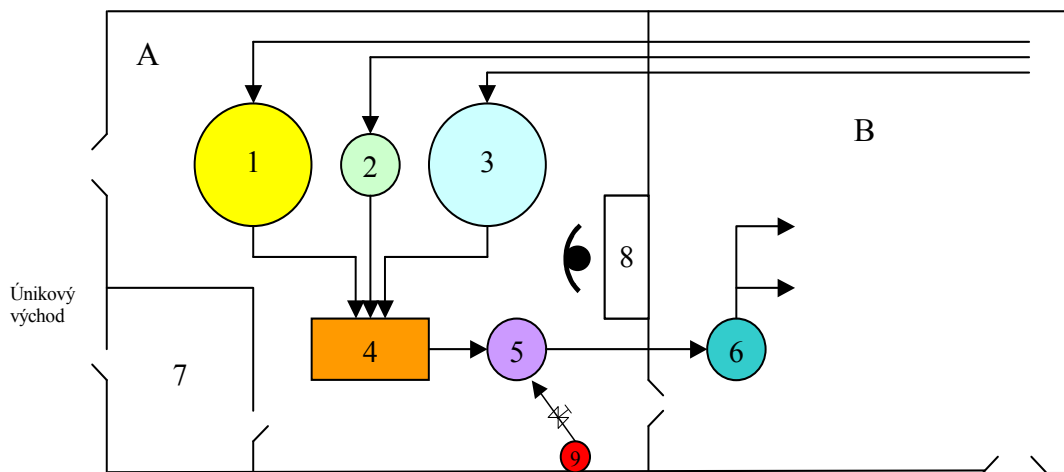
- Kedy a v dôsledku čoho predpokladaný únik skončí?
- Koľko látky pravdepodobne unikne?
- Kam bude, resp. môže uniknutá látka smerovať?
- Na ktoré aktivity bude treba sústrediť pozornosť pri tvorbe systému obmedzovania následkov úniku? A pod.

Veľkou výhodou tohto prístupu je fakt, že môže brať do úvahy aj vplyvy systémov prevencie a ochrany pred účinkami neželanej udalosti.

4.4 PRÍPADOVÁ ŠTÚDIA

4.4.1 VÝCHODISKOVÁ SITUÁCIA

Je daný systém, ktorý sa skladá z časti A – prípravne a časti B – výrobné haly (obr. 4.2). V zásobných nádržiach (1, 2, 3) sú skladované tri druhy chemických látok. Pomocou navažovacieho zariadenia (4) je vytváraná presne stanovená zmes týchto látok, ktorá je transportovaná do miešadla (5). Tu látky navzájom reagujú, zmes sa premiešava a zohrieva na potrebnú teplotu. Pripravená dávka je potom prečerpaná do nádrže (6), odkiaľ je distribuovaná k jednotlivým praco-
viskám. Zariadenia pracujú v automatickom režime a sú ovládané z velína (7). Obsluha vo velíne nastavuje riadiaci program a na pracovnom stole (8) manuálnym spôsobom pripravuje ďalšie komponenty, ktoré pomocou paletového vozíka prepravuje do výrobné haly B. Všetky zásobníky (1, 2, 3, 5, 6) sú uzatvorené.



Obr. 4.2 Východisková situácia

4.4.2 PROCES

Vzhľadom na charakter používanej technológie existuje určitá možnosť, že proces prebiehajúci v miešadle (5) nie vždy prebehne podľa plánu, v dôsledku čoho sa v miešadle (5) môže začať vytvárať nebezpečný plyn. Z toho dôvodu je nad ním inštalovaný detektor tohto plynu. Na základe signálu z detektoru sa automaticky zo zásobníka (9) nadávačuje do zásobníka (5) určité množstvo látky, ktorá zastaví prebiehajúcu reakciu a tým aj vývoj plynu, ale zároveň sa znehodnotí obsah miešadla (5). Súčasne sa preruší celý proces miešania a spustí sa odvetrávanie prípravne. Priebeh tohto procesu je signalizovaný vo velíne (7). Velín je z tohto dôvodu vybavený dýchacím prístrojom.

4.4.3 CIEĽ

Neželanou udalosťou je vymknutie sa procesu miešania spod kontroly sprevádzané vznikom nebezpečného plynu a jeho únikom z miešadla do priestoru prípravne. Je potrebné identifikovať všetky reálne možné udalosti, ktoré by vzniknutý únik plynu mohol generovať a ich následnosť spôsobom, ktorý by

poskytoval potrebné podklady pre vytvorenie programu zvládania tejto nebezpečnej situácie.

4.4.4 POSTUP

Sústava otázok a odpovedí môže mať nasledovnú štruktúru.

Otázka 1:

Je v prípravni inštalovaný monitorovací systém schopný zaregistrovať unikajúci plyn?

Odpoveď: **ÁNO.**

Otázka 2:

Je funkčnosť systému pravidelne kontrolovaná a testovaná?

Odpoveď: **NIE;**

Otázka: Prečo?

Odpoveď: **Systém bol nespoľahlivý a často spúšťal „planý poplach“, výsledkom ktorého bolo zbytočné znehodnocovanie zmesi v miešadle (5) a následné prerušovanie výroby vo výrobnej hale B. Dávkovanie zo zásobníka (9) bolo prerobené na manuálny spôsob ovládania ventilu. Automatický systém bol odstavený.**

Otázka 3:

Je človek svojimi zmyslami schopný zaregistrovať tento druh plynu?

Odpoveď: **ÁNO.**

Otázka 4:

Vyvolá tento plyn v koncentrácii, v akej je človek ho schopný zaregistrovať, negatívne vplyvy na človeka?

Odpoveď: **ÁNO; podráždenie sliznice očí a silný kašeľ, vo väčšej dávke – dlhšej expozícii dýchacie problémy.**

Otázka 5:

Je dýchací prístroj spoľahlivou ochranou obsluhy?

Odpoveď: **ÁNO.**

Otázka 6:

Je obsluha oboznámená so spôsobom jeho používania?

Odpoveď: **ÁNO.**

Otázka 7:

Bola obsluha preskúšaná zo znalosti a zručnosti používania dýchacieho prístroja?

Odpoveď: **NIE.**

Otázka: **Prečo?**

Odpoveď: **?????**

Otázka 8:

Bola preskúšaná funkčnosť dýchacieho prístroja?

Odpoveď: **ÁNO.**

Otázka 9:

Je obsluha po zaregistrovaní plynu schopná bez dýchacieho prístroja odstaviť vyhrievanie miešadla (5) a nadávkovať látku zo zásobníka (9) do miešadla (5)?

Odpoveď: **NIE.**

Otázka: **Prečo?**

Odpoveď: **Čas potrebný na vykonanie týchto operácií predstavuje nebezpečný čas styku človeka a plynu, z ktorého rezultuje dávka pre človeka nebezpečná.**

Otázka 10:

Je obsluha po zaregistrovaní plynu schopná dostať sa do veľína?

Odpoveď :

1. **ÁNO** – ak je v priestoroch prípravne a tam zaregistruje únik plynu.
2. **ÁNO** – ak je v priestoroch mimo prípravne, napr. výrobná hala, fajčiareň, WC, jedáleň a pod. a tam zaregistruje únik plynu; v tomto prípade je ale už koncentrácia plynu v prípravni nebezpečne vysoká a do veľína sa môže dostať len zvonku cez únikový východ, ktorý sa zvonku dá otvoriť kľúčom uloženým v presklenej skrinke pri dverách.

Keďže otázka číslo 10 priniesla dve odpovede, analýza musí pokračovať dvomi vetvami.

VETVA 1. – východisková situácia

Obsluha je vo veľíne, má podráždené oči, občas kaše. K dispozícii má funkčný dýchací prístroj, ktorý teoreticky vie použiť ale prakticky to nikdy neskúšala. Ísť do priestoru prípravne bez dýchacieho prístroja by znamenalo vedome sa vystaviť nebezpečenstvu.

Otázka 1a:

Je obsluha schopná len na základe teoretických poznatkov správne použiť dýchací prístroj?

Odpoveď: 1a - **ÁNO**

1b – **NIE**

Prakticky môže nastať aj jedna, aj druhá situácia.

Dve odpovede priniesli ďalšie delenie VETVY 1.

VETVA 1a

Otázka 1aa:

Je obsluha vybavená dýchacím prístrojom schopná dostať sa k zariadeniam (5, 9)?

Odpoveď : **ÁNO**

Otázka 1ab:

Vie obsluha, čo má v danej situácii robiť?

Odpoveď : **ÁNO.**

Otázka 1ac:

Je schopná to urobiť?

Odpoveď : **ÁNO.**

Otázka 1ad:

Umožňuje technický stav ventilu priemerne fyzicky zdatnej obsluhe ho otvoriť a tým dávkovať látku zo zásobníka (9) do miešadla (5)?

Odpoveď : **ÁNO.**

Otázka 1ae:

Umožňuje technický stav ventilov priemerne fyzicky zdatnej obsluhe ich zatvoriť a tým vypnúť ohrievanie miešadla (5)?

Odpoveď : **ÁNO.**

Otázka 1af:

Je obsluha po vykonaní týchto úkonov schopná opustiť priestor prípravne?

Odpoveď : **ÁNO.**

Otázka 1ag:

Bol vývoj plynu v miešadle (5) zastavený?

Odpoveď: **ÁNO.**

Touto odpoveďou sa získala koncová situácia. Keďže je technicky možné stanoviť čas, ktorý uplynul od okamžiku začatia úniku plynu, až po identifikovanú koncovú situáciu, je možné pomerne presne stanoviť množstvo uniknutého plynu.

VETVA 1b

Otázka 1ba:

Vie obsluha čo má robiť v prípade, že nevie použiť dýchací prístroj a vzniknutú situáciu nie je schopná vyriešiť vlastnými silami?

Odpoveď: ÁNO. Upovedomí vedúceho zmeny a rozbehnú sa práce v zmysle vypracovaného havarijného plánu. Unikanie plynu zastaví privolaná havarijná skupina.

Aj v tomto prípade sa získala koncová situácia a aj teraz je možné stanoviť čas, ktorý uplynul od okamžiku začatia úniku plynu, až po zastavenie jeho úniku. Je zrejmé, že pôjde o dlhší časový interval a teda aj množstvo uniknutého plynu bude väčšie.

Dianie vo vetve 1a však môže mať úplne iný vývoj. Nech je ponechaná platnosť otázok a odpovedí číslo 1aa – 1af a nech je položená znovu otázka 1ag.

Otázka1ag:

Bol vývoj plynu v miešadle (5) zastavený?

Odpoveď : NIE.

Otázka: **Prečo?**

Odpoveď: Zlyhal systém kontroly a zásobník (9) bol prázdny!!

Otázka1ah:

Existuje spôsob okamžitého zistenia takto vzniknutého stavu?

Odpoveď : NIE.

Otázka: **Prečo?**

Odpoveď: Technický systém detekcie tohto stavu neexistuje a pracovníci prípravne a výrobné haly opustili svoje pracoviská v presvedčení, že vývoj a unikanie plynu bolo zastavené.

V tomto prípade vznikla úplne iná situácia, pretože reakcia v miešadle (5) prebieha naďalej, aj keď vzhľadom na odstavené vyhrievanie zásobníka menšou intenzitou, ale bez akejkoľvek kontroly a riadenia.

Podobným spôsobom by bolo možné konštruovať aj VETVU 2. Podobne, ako vo VETVE 1 by aj v tomto prípade jej konštrukcia „skončila“ vo dvoch typoch koncovej situácie

- ukončenie vývoja a úniku plynu;
- naďalej prebiehajúca reakcia v miešadle (5).

Určité rozdiely by boli v časových okamžikoch, v ktorých by tie ktoré koncové situácie vznikli a teda v množstvách uniknutého plynu.

Aby proces modelovania bol kompletný, bude ešte nutné urobiť model priebehu nekontrolovanej a neriadenej reakcie v miešadle (5). Existujú najmenej štyri dôvody, prečo je túto analýzu potrebné urobiť.

- je potrebné definovať akou koncovou situáciou táto nekontrolovaná reakcia môže skončiť:
 - výbuchom?
 - požiarom?
 - vyvretím zmesi z miešadla (5)?
 - samovoľným ukončením reakcie?
 - iným spôsobom?;
- je potrebné definovať parametre priebehu nekontrolovanej reakcie s odhadom časového údaju vzniku koncovej situácie;
- je potrebné definovať, či vznik a likvidácia následkov koncovej situácie (napríklad hasenie) nespôsobia neželanú emisiu ďalších nebezpečných látok do prostredia;
- je potrebné definovať časovo-objemový priebeh týchto emisií

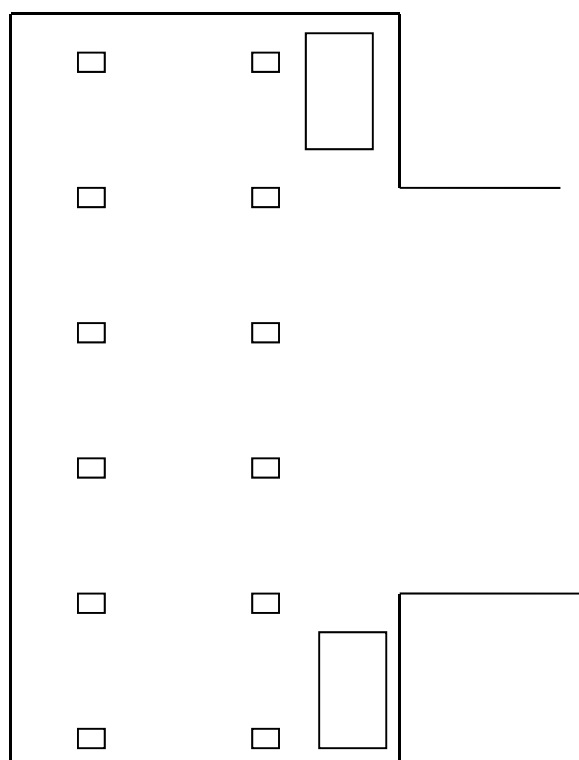
Bez znalosti uvedených údajov totiž nie je možné stanoviť očakávané škody. Je zrejmé, že ani jedna modelom získaných koncových udalostí nie je pre organizáciu prijateľná, ale naopak. Nebude teda až také dôležité stanoviť, s akou pravdepodobnosťou môže tá ktorá koncová udalosť vzniknúť – hoci aj to je zaujímavé, ale omnoho dôležitejšie bude zistiť, ktoré prvky, postupy, aktivity a pod. sú krucálnymi momentmi, ktoré ovplyvnia vývoj reťazca udalostí a teda aj jeho koniec a tým v konečnom dôsledku rozsah a charakter škôd. Tieto momenty potom musia byť nosnými momentmi systému prevencie a likvidácie následkov.

5. kapitola

INDUKTÍVNO – **D**EDUKTÍVNY **S**PÔSOB **S**EKVENČNÉHO **M**ODELOVANIA **R**EŤAZCOV **U**DALOSTÍ, **P**RÍPADOVÁ **Š**TÚDIA **1**

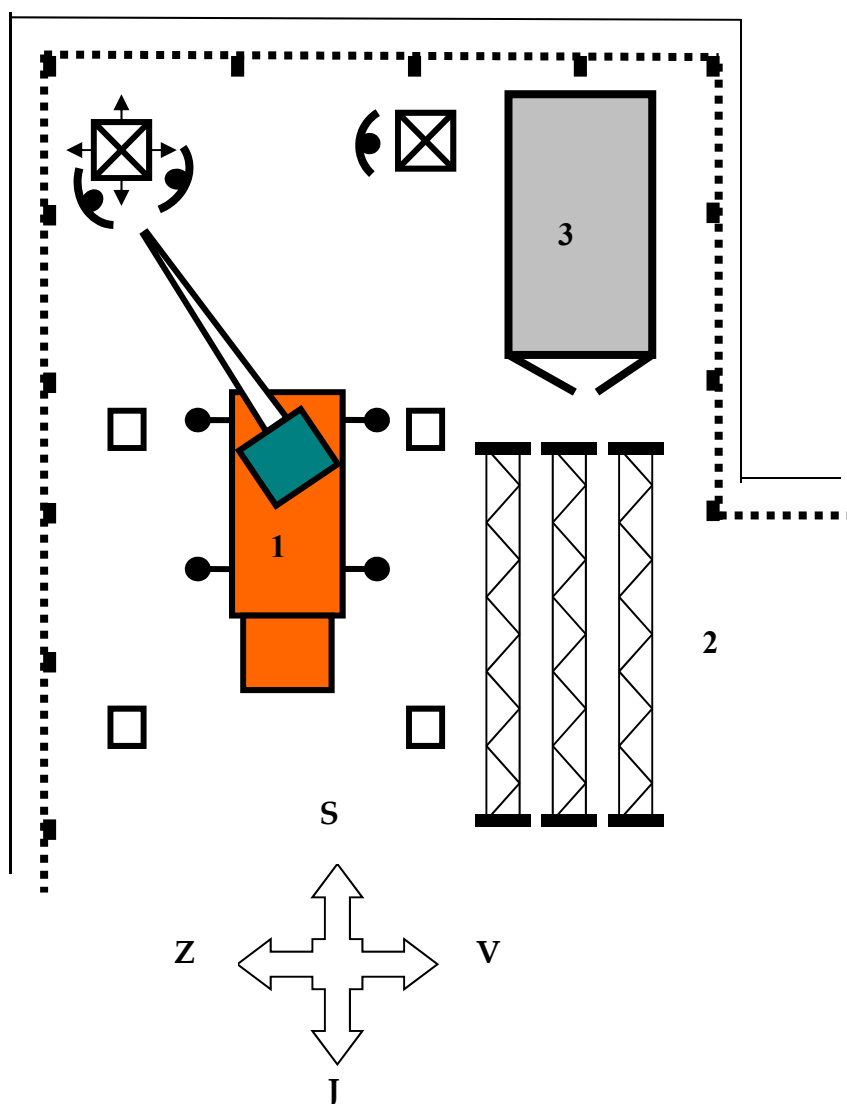
5.1 VÝCHODISKOVÁ SITUÁCIA

Posudzovanú sústavu tvorí oplatená betónová plocha so zabetónovanými základovými pätkami pre stĺpy skeletu budúcej haly. Osová vzdialenosť pätiiek je 4 metre. Stĺpy (2) dĺžky 5 metrov pripravené na montáž sú uložené na dvoch skládkach po 6 stĺpov pred skladoom (3) pri plote na betónovej ploche. V sklade umiestnenom v rohu plochy je uskladnených desať 200 litrových sudov s horľavinou.



5.2 PROCES

Montáž stĺpov vykonávajú štyria ľudia – žeriavnik a traja montéri, pričom zaužívaný postup montáže je nasledovný. Montéri pomocou autožeriava (1) vztýčia stĺp a zafixujú jeho polohu. Jeden z nich zostane pri stĺpe a dokončuje jeho upevnenie. Ďalší dvaja medzitým vztýčia ďalší stĺp a zafixujú jeho polohu a postup sa opakuje pokiaľ nie je vztýčených a upevnených všetkých 12 stĺpov.



5.3 CIEĽ

Vďaka súhre niekoľkých faktorov, napríklad porušenie pracovnej a technologickej disciplíny, chyby v materiáloch, nesústredenosť na prácu, poveternostné podmienky a pod. existuje pravdepodobnosť $P(U) = 2 \times 10^{-3}$, že stĺp počas jeho montáže na základ spadne. Uvedená hodnota vypovedá o tom, že pri vztyčovaní 500 stĺpov môže jeden spadnúť. Pád stĺpa počas jeho montáže teda reprezentuje nehodu. Je potrebné vykonať analýzu rizika montáže stĺpov tak, aby bolo možné zhodnotiť potenciálne ohrozenia a preventívne prijať potrebné opatrenia.

5.4 POSTUP

Keďže je daná nehoda a cieľom je identifikácia a kvantifikácia nielen možných dopadov z nej, ale aj spôsobov a priebehu ich vzniku, ako optimálnou sa javí aplikácia indukčného prístupu. V našom prípade pôjde o aplikáciu metódy WHAT IF?

Dôležitým momentom je stanovenie štartovacieho bodu tvorby modelu reťazcov udalostí. Z celkového popisu je možné za štartovací bod určiť nasledovnú krízovú situáciu:

- stĺp číslo 1 je už vztyčený, ale ešte nie je úplne ukončená fixácia jeho polohy, z toho dôvodu stĺp ešte stále môže spadnúť;
- súčasne s fixáciou stĺpa číslo 1 prebieha vztyčovanie stĺpa číslo 2.

Štvorcová základňa stĺpa vlastne predurčuje, že stĺp číslo 1 môže spadnúť len v jednom z naznačených smerov. Zjednodušený súbor otázok analýzy tejto krízovej situácie je v nasledujúcich tabuľkách.

Otázka číslo 1:

Čo sa stane keď stĺp číslo 1 spadne?

Odpoveď	Je to konečný stav ?	Predpokladaný dopad
Vzhľadom na smer pádu dopadne:		
- na plot (smer S,Z)	áno	Poškodenie plota a stĺpa
- na základ stĺpa číslo 3 (smer J)	áno	Poškodenie základu a stĺpa
- na stĺp číslo 2 (smer V)	nie	Zasiahnutie človeka pri stĺpe číslo 1

Prvé dve odpovede znamenajú koniec analýzy, pretože ak stĺp spadne smerom S, Z, alebo J, vždy dopadne na zem, kde jeho pád skončí. V prípade pádu smerom V stĺp číslo 1 nespadne na zem, ale na stĺp číslo 2, čo nie je možné považovať za konečný stav. Nasleduje preto otázka číslo 2.

Otázka číslo 2:

Čo sa stane keď stĺp číslo 1 dopadne na stĺp číslo 2?

Odpoveď	Je to konečný stav ?	Predpokladaný dopad
- stĺp číslo 2 odolá a stĺp číslo 1 zostane o neho opretý,	áno	
- stĺp číslo 2 neodolá a stĺp číslo 1 ho strhne so sebou a spolu dopadnú na sklad s uskladnenou horľavinou	nie	Poškodenie dvoch stĺpov

Otázka číslo 3:

Čo sa stane keď stĺpy číslo 1 a 2 spolu dopadnú na sklad horľaviny?

Odpoveď	Je to konečný stav ?	Predpokladaný dopad
- poškodia sklad, ale nepoškodia celistvosť sudov,	áno	Poškodenie dvoch stĺpov a skladu
- poškodia sklad a poškodia aj celistvosť sudov	nie	

Otázka číslo 4:

Čo sa stane keď z poškodených sudov začne nekontrolovane vytekať horľavá kvapalina?

Odpoveď	Je to konečný stav ?	Predpokladaný dopad
- pretečie cez podlahu skladu na betónovú plochu a do pôdy, pričom sa nevznieti	áno	Poškodenie dvoch stĺpov, skladu, strata uniknutej látky a kontaminácia pôdy
- pretečie cez podlahu skladu na betónovú plochu a do pôdy, pričom sa vznieti	nie	

Otázka číslo 5:

Čo sa stane keď sa vznieti vytečená horľavá kvapalina?

Odpoveď	Je to konečný stav ?	Predpokladaný dopad
- požiar sa podarí včas uhasiť	áno	Poškodenie skladu, až jeho úplná strata
- požiar sa nepodarí včas uhasiť	nie	

Otázka číslo 6:

Čo sa stane keď sa požiar nepodarí včas uhasiť?

Odpoveď	Je to konečný stav ?	Predpokladaný dopad
- sklad zhorí a požiar sám zanikne	áno	Totálna deštrukcia skladu
- výbuch skladu	???	

Výbuch skladu predstavuje udalosť, efekty ktorej môžu „naštartovať“ tri reťazce udalostí:

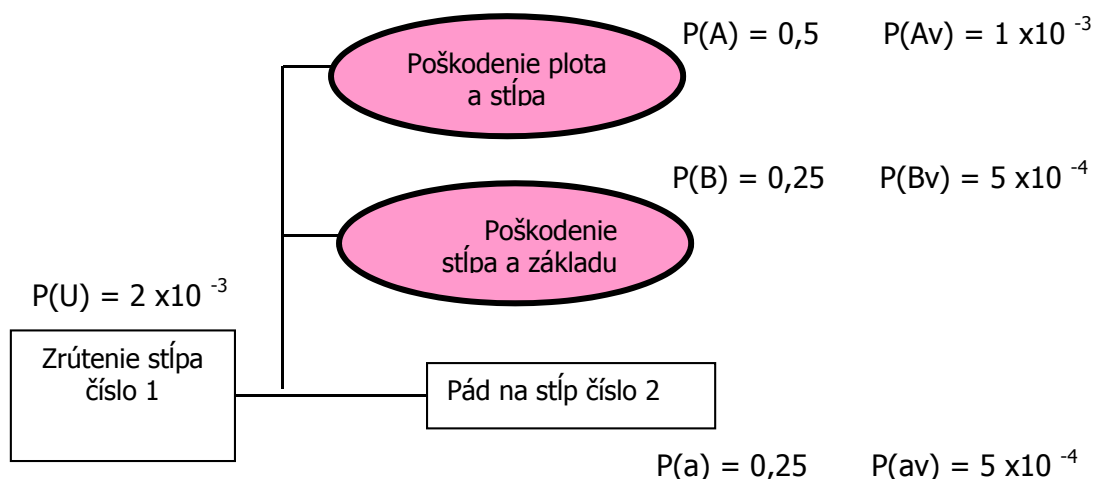
- pôsobením tlakovej vlny výbuchu;
- pôsobením trosiek, ktoré výbuch vymrští do priestoru;
- pôsobením výbuchom uvoľneného tepla.

Uvedené tabuľky predstavujú východiskový materiál pre aplikáciu sekvenčného spôsobu modelovania, teda identifikácie a kvantifikácie reťazcov udalostí (4). Keďže sa v tabuľke objavili tri druhy negatívnych dopadov – na majetok, environmentálny a na zdravie ľudí, každý z nich bude analyzovaný zvlášť.

Analýza vecných dopadov

Prvú sekvenciu predstavuje otázka číslo 1, ktorá môže byť premietnutá do nasledovného tvaru reťazca.

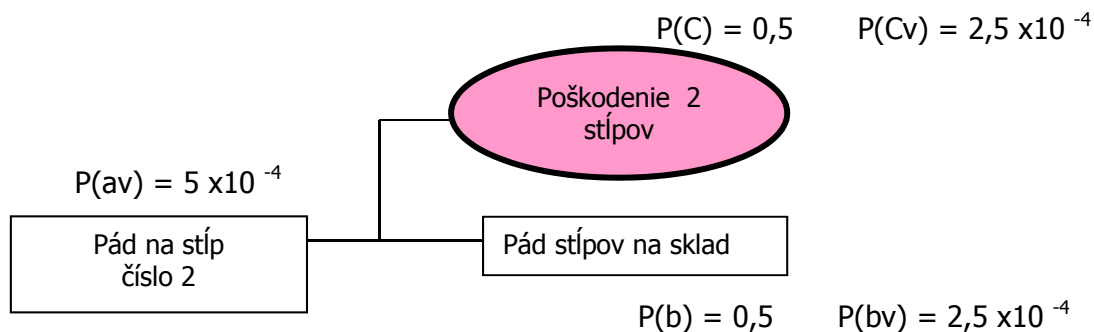
Sekvencia číslo 1



Keďže stĺp číslo 1 sa môže zrútiť len na jednu zo štyroch strán, pričom jeho pád severným a západným smerom bude mať rovnaký dopad, sú javy **a**, **A** a **B** navzájom nezlučiteľné a nezávislé a tvoria úplný systém javov, v ktorom súčet pravdepodobností vzniku jednotlivých javov musí byť rovný 1.

Druhá sekvencia vychádza z udalosti **a** – pád stĺpa na stĺp číslo 2

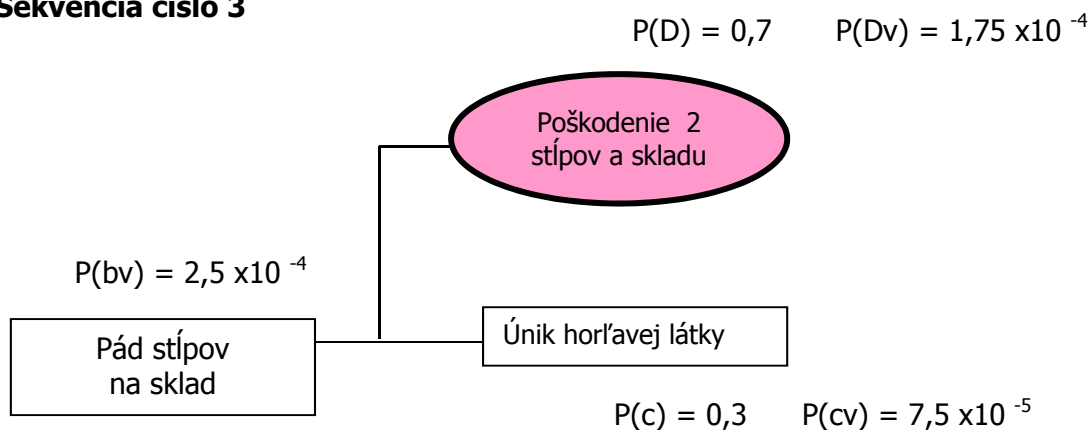
Sekvencia číslo 2



Aj v tomto prípade sú javy **C a b** navzájom nezlučiteľné a nezávislé, tvoria teda úplný systém javov. Súčet pravdepodobností ich vznikov je preto rovný 1.

Tretia sekvencia vychádza z udalosti **b**

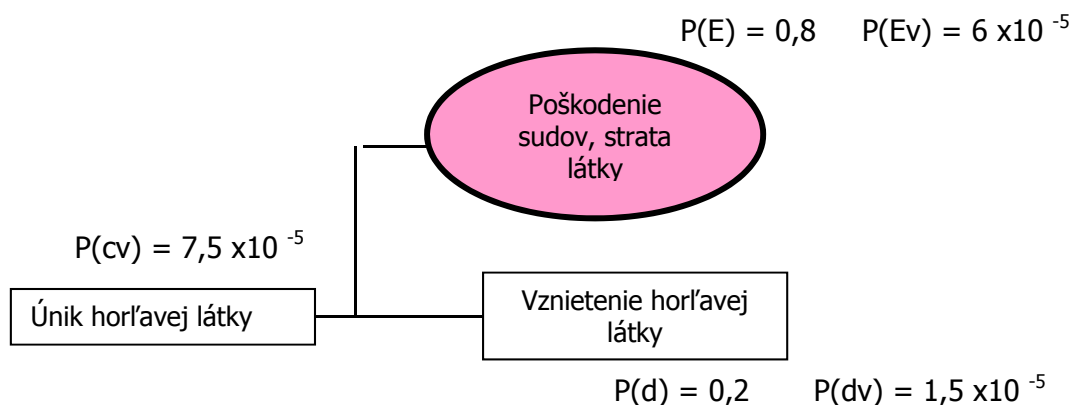
Sekvencia číslo 3



Zo situácie vyplýva, že celistvosť sudov buď zostane neporušená, alebo dôjde k jej porušeniu. Javy **D, c** sú navzájom nezlučiteľné a nezávislé, tvoria teda úplný systém javov. Súčet pravdepodobností ich vznikov je preto rovný 1.

Štvrtá sekvencia vychádza z udalosti **c**.

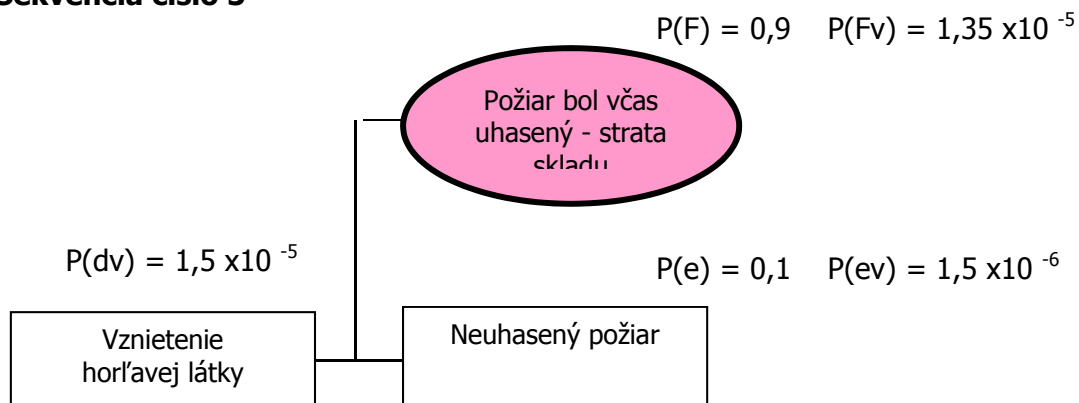
Sekvencia číslo 4



Aj v tomto prípade ide o rovnaký vzťah javov **E, d**. Horľavá látka sa buď nevznieti (E), alebo vznietí (d).

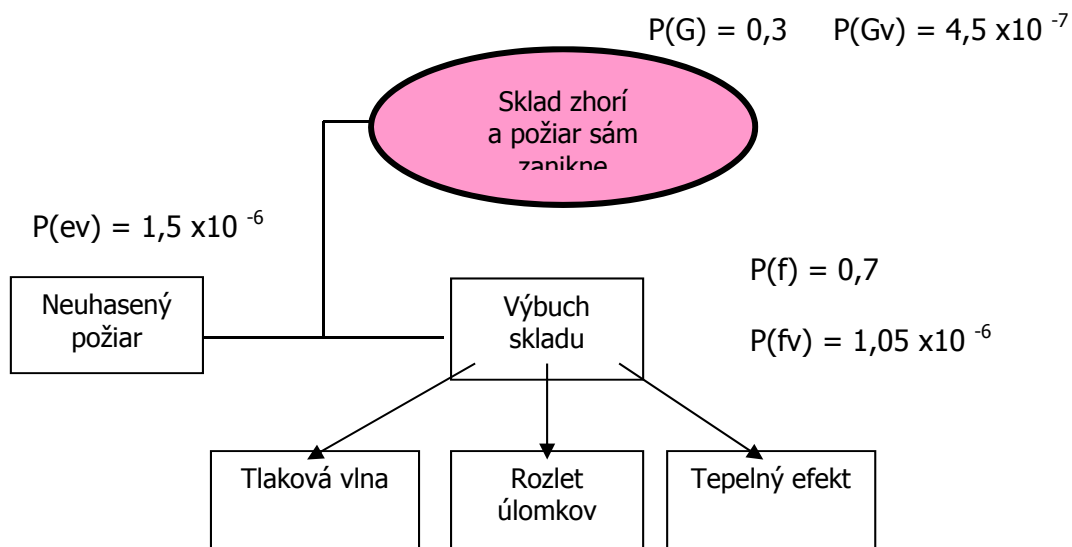
Piata sekvencia vychádza z udalosti **d**.

Sekvencia číslo 5



Šiesta sekvencia vychádza z udalosti **e**.

Sekvencia číslo 6



Analýza environmentálnych dopadov

Prvá časť analýzy začína odpoveďou na otázku číslo 4 „**Čo sa stane, keď začne horľavá látka vytekať z poškodených sudov, pričom nedôjde k jej vznieteniu?**“

Na otázku je možné formulovať nasledovné odpovede:

1. pretečie cez podlahu skladu na betónovú plochu, kde bude zozbieraná a do pôdy neprenikne;
2. pretečie cez podlahu skladu na betónovú plochu a z nej prenikne do pôdy.

Ak budeme vytečenie látky považovať za nehodu, potom pravdepodobnosť jej nastania je možné zo štvrtej sekvencie kvantifikovať hodnotou $P(Ev) = 6 \times 10^{-5}$.

Nech je pravdepodobnosť nastania alternatív 1 a 2 stanovená nasledovnými hodnotami $P(A1) = 0,6$ a $P(A2) = 0,4$. K úniku látky do pôdy teda dôjde s celkovou pravdepodobnosťou

$$P(A2v) = 6 \times 10^{-5} \times 0,4 = 2,4 \times 10^{-5}$$

Druhá časť analýzy poukazuje na možnosť kontaminácie pôdy ako následku hasenia požiaru skladu (viď piata sekvencia). Pravdepodobnosť nastania tejto možnosti je stanovená hodnotou

$$P(Fv) = 1,35 \times 10^{-5}$$

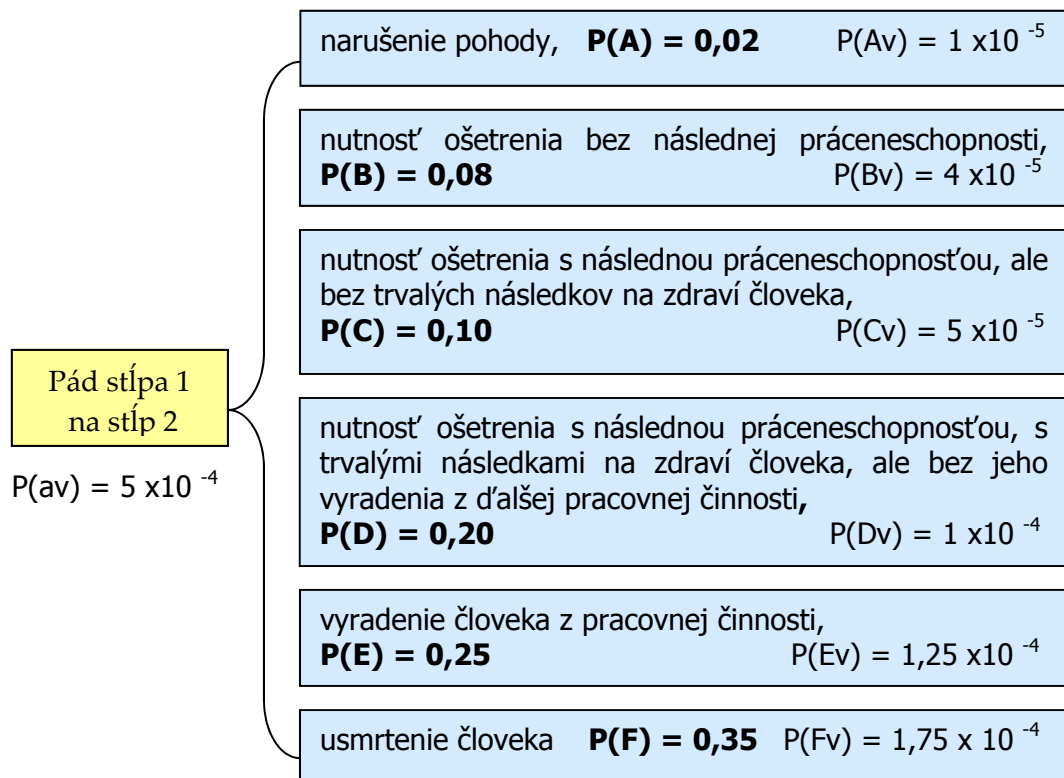
Tretia časť analýzy vyplýva zo šiestej sekvencie, podľa ktorej s pravdepodobnosťou $P(fv) = 1,05 \times 10^{-6}$ dôjde k výbuchu skladu a k následnému rozletu a vyliatiu uvedenej látky a tým ku kontaminácii pôdy.

Analýza humánnych dopadov

Ukazuje sa potreba analýzy dvoch kritických miest, resp. situácií:

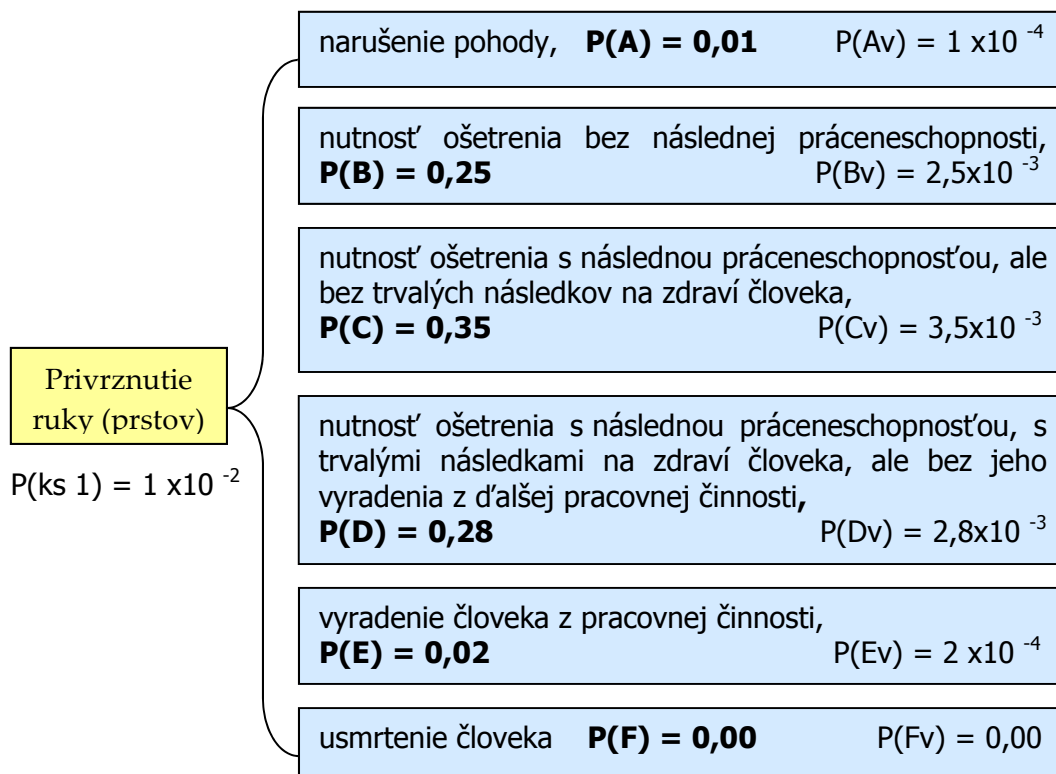
- pád stĺpa 1 na stĺp 2;
- ustanovenie a presné polohovanie stĺpa kývajúceho sa na ramene autožeriavu na základ stĺpa.

Analýza prvého kritického miesta bude vychádzať z prvej sekvencie, pričom udalosť pád stĺpa 1 na stĺp 2 bude považovaná za východiskovú, štartovaciu udalosť. Pád môže človekovi pracujúcemu pri päte stĺpa 2 spôsobiť niektorý z nasledovných možných spôsobov poškodenia jeho zdravia.

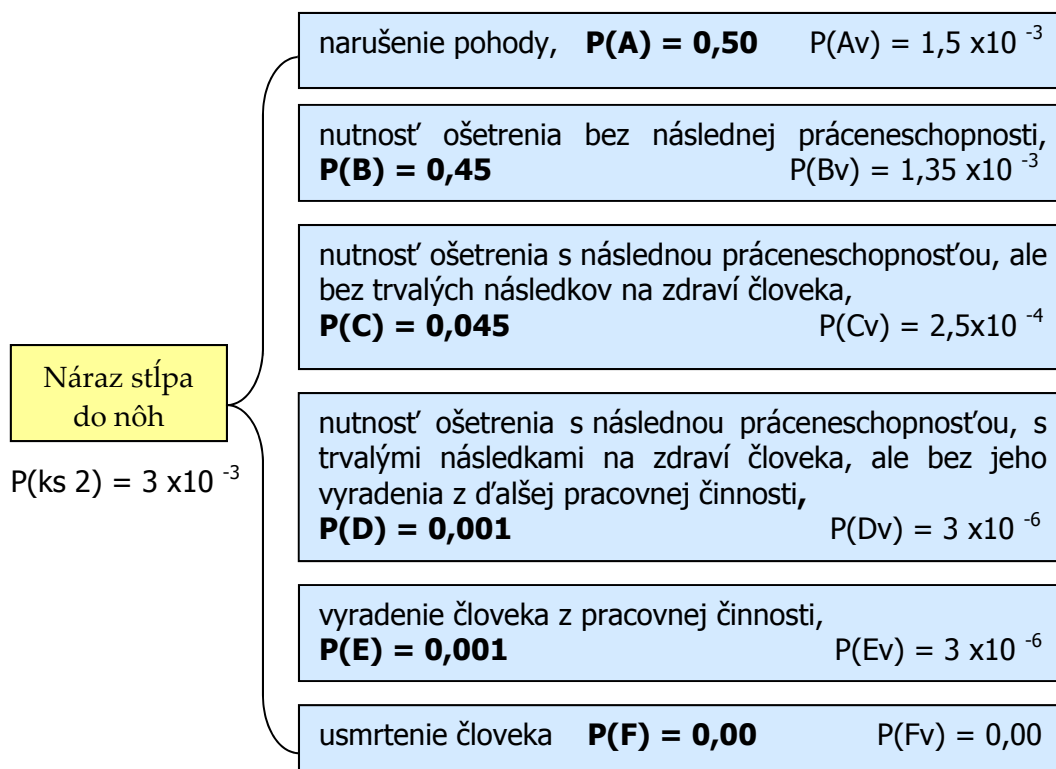


Pri analýze druhého kritického miesta budeme vychádzať z pracovného postupu. Keď sa stĺp pomocou autožeriavu dostane nad montážne miesto (základ), montéri sa snažia visiaci stĺp polohovať do správnej polohy voči kotviacim prvkom. Poškodenie zdravia pritom môže spôsobiť buď privrznutie ruky (prstov) medzi stĺp a základ stĺpa – kolízna situácia 1, predpoklad nastania vyjadruje pravdepodobnosť $P(ks1) = 1 \times 10^{-2}$ alebo náraz kývajúceho sa stĺpa do nôh – kolízna situácia 2, predpoklad nastania ktorej vyjadruje pravdepodobnosť $P(ks2) = 3 \times 10^{-3}$.

Pre kolíznu situáciu 1 predpokladáme nasledovné poškodenie zdravia



Pre kolíznú situáciu 2 predpokladáme nasledovné poškodenie zdravia



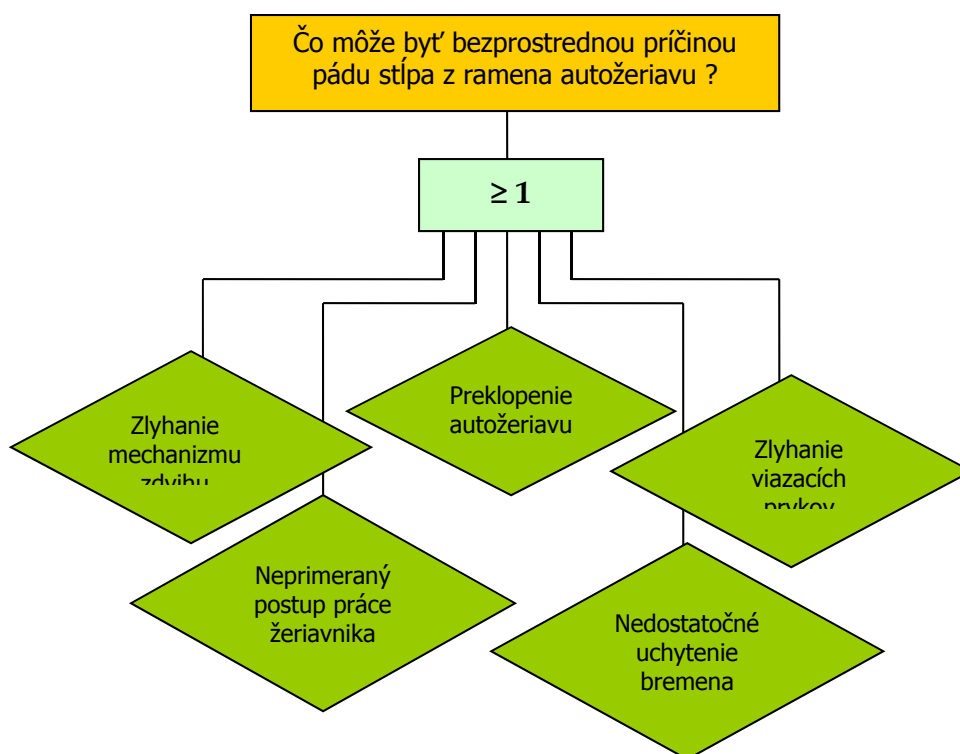
V záujme komplexnejšieho pohľadu nech je pripojená aj analýza iných možných vecných dopadov.

Analýza vecných dopadov – sekvencia číslo 2

V tomto prípade je zdrojom vecného dopadu v podobe poškodenia stĺpa súbor činností predstavujúci presun stĺpa pomocou autožeriavu zo skládky stĺpov, až na miesto jeho montáže. Na rozdiel od predchádzajúcej analýzy, túto krízovú situáciu sa javí výhodnejšie analyzovať deduktívnym prístupom.

Východiskovou situáciou je pád stĺpa z ramena autožeriavu a analýza bude vykonaná metódou FTA.

Na otázku „**Čo môže byť bezprostrednou príčinou pádu stĺpa z ramena autožeriavu?**“ je možné dať odpoveď nasledovným stromom poruchových stavov



Zo stromu poruchových stavov je zrejmé, že ani jedna z možných udalostí nepredstavuje koncovú udalosť. Každú z možností je preto potrebné ďalej analyzovať, až po úroveň koncovej udalosti. Napríklad na otázku **Čo môže byť bezprostrednou príčinou neprimeraného postupu autožeriavníka?** môžeme dostať niekoľko odpovedí:

- požitie alkoholu;
- porušenie pracovnej a technologickej disciplíny;
- práca so žeriavom bez osvedčenia;
- neprehľadnosť pracoviska a pod.

Každá z odpovedí je vlastne podnetom pre vypracovanie opatrení zaručujúcich, že sa daná situácia v budúcnosti už nebude opakovať (riešenie ex post), alebo že nenastane (riešenie ex ante).

Analýza humánnych dopadov – sekvencia číslo 2

Vo väzbe na analyzovanú krízovú situáciu sa ukazuje potreba analýzy štyroch kritických činností:

- **uväzovanie bremana**, kde môže dôjsť k ohrozeniu zdravia človeka v dôsledku jeho pádu pri pohybe po skládke stĺpov alebo v dôsledku neopatrnnej manipulácie s viazacími prvkami;
- **pohyb bremana**, kde môže dôjsť k zasiahnutiu človeka rozkývaným bremenom (stĺpom), alebo k jeho pritlačeniu o inú pevnú časť;
- **pád bremana**, kde môže dôjsť k zasiahnutiu človeka stĺpom padajúcim z ramena autožeriavu;
- **pohyb autožeriavu a jeho prestavovanie**, kde môže dôjsť k ujme na zdraví pri vykonávaní uvedených činností.

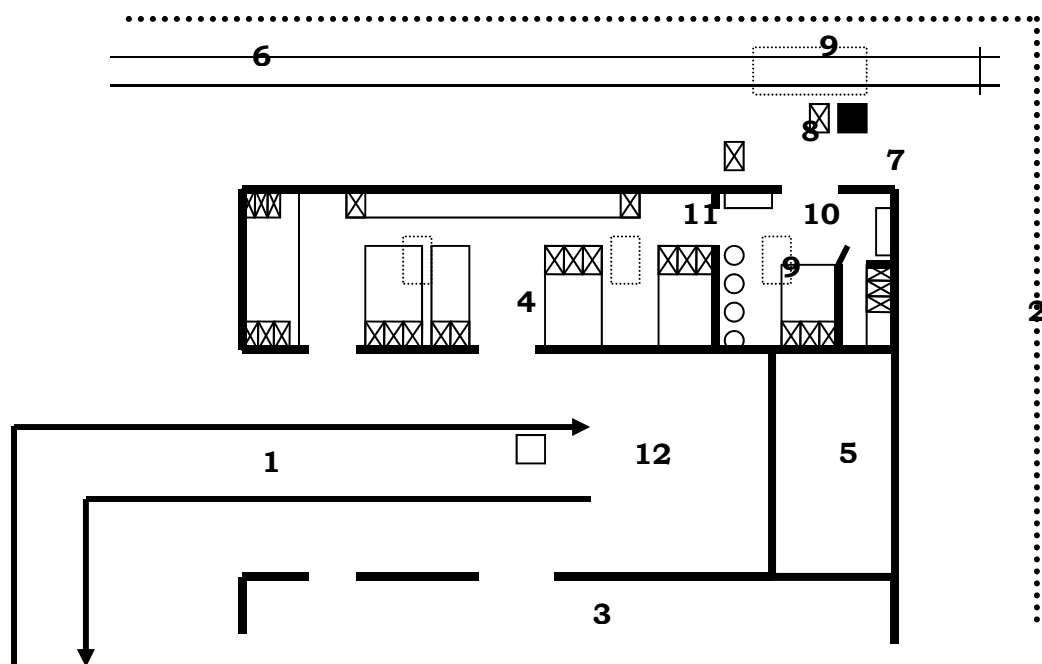
Základom analýzy je stanovenie pravdepodobnosti nastania danej situácie ohrozujúcej zdravie, resp. život človeka a následné stanovenie pravdepodobností nastania jednotlivých druhov dopadov. Postup je zrejmý z predchádzajúcej časti analýzy.

6. kapitola

INDUKTÍVNO – DEDUKTÍVNY SPÔSOB SEKVENČNÉHO MODELOVANIA REŤAZCOV UDALOSTÍ, PRÍPADOVÁ ŠTÚDIA 2

6.1 VÝCHODISKOVÁ SITUÁCIA

Prvky posudzovanej sústavy a ich rozmiestnenie je zrejmé z nasledovného obrázku.



Posudzovaným systémom je distribučný sklad chemikálií. Jeho hlavnou úlohou je príjem chemikálií od dodávateľov, ich uskladňovanie a distribúcia odberateľom. Lokalizovaný je v areály, ktorý tvorí spevnená asfaltovaná plocha (1) ohradená plotom (2). Na ploche sú do tvaru U postavené tri budovy vytvárajúce jeden celok. Zateplený nevykurovaný sklad „pevnej chémie“ (3), v ktorom sú uskladnené chemikálie v pevnom skupenstve, zateplený nevykurovaný sklad „tekutej

chémie" (4), v ktorom sú uskladnené chemikálie v tekutom skupenstve a administratívno-sociálna budova (5). Priestor medzi budovami tvorí pracovný dvor, ktorý je odkanalizovaný (12).

„Pevná chémie“ je od dodávateľov dovážaná nákladnými autami. Smer dopravy je znázornený šípkami. Chemikálie sú balené v papierových, jutových alebo PE vreciach po 20, 25 a 30 kg a uložené na drevených paletách po cca 1000 kg. Palety sú balené do fólie. Zamestnanci distribučného skladu pomocou vysoko zdvižných vozíkov - VZV vykladajú autá a palety zakladajú do oceľových regálov v sklade (3).

„Tekutá chémie“ je od dodávateľov dodávaná dvomi spôsobmi. Autami sú privážané chemikálie v 30 a 50 l bandaskách, resp. kanistroch uložených na paletách stiahnutých páskou, v 200 l sudoch alebo v 600, resp. 1000 l plastických kontajneroch pevne spojených s paletou. Železničnými cisternami o objeme 40 m³ sú vlečkou (6) privážané kyseliny sírová, fosforečná a dusičná a hydroxid sodný. Z cisterien sú chemikálie stáčacím zariadením (7) stáčané do 600 alebo 1000 l plastických kontajnerov (8). Chemikálie sú uskladňované v sklade (4). Stáčacia stanica aj sklad (4) sú vybavené nepriepustnou podlahou, v ktorej sú zapustené havarijné zberné nádrže (9). Hydroxid sodný je v 600 l kontajneroch uskladňovaný vo vyhrievanej časti skladu (10). V uzamknutých regáloch (11) je v 50 l súdkoch uskladňovaná kyselina fluorovodíková. Palety s bandaskami a kontajnery sú v sklade ukladané po 2, až 3 kusy na sebe.

6.2 PROCES

Odberateľom sú chemikálie dodávané len autami, ktoré sú nakladané pomocou VZV na dvore. Obsluhu skladu tvoria 4 pracovníci a 3 manažéri logistiky. Podľa požiadaviek zákazníkov sa chemikálie „pevnej chémie“ vydávajú buď ako celé palety alebo len jednotlivé vrecia požadovaných chemikálií. Dodávka menšieho množstva, ako 1 vrece nie je možná, chemikálie nie sú rozvažované. Obdobne aj chemikálie „tekutej chémie“ sa vydávajú len ako celé kontajnery alebo jednotlivé bandasky požadovaných druhov tekutej chémie. Dodávka menšieho

množstva, ako spomínané balenie nie je možná. U stálych odberateľov je praktizovaný systém výmeny prázdnych obalov za plné. Prázdne obaly a palety sú uskladňované v iných skladovacích priestoroch.

V sklade pevnej chémie je naraz uskladňovaných priemerne cca 200 ton chemikálií. V tomto objeme sa nachádza aj nasledovné množstvo vybraných nebezpečných látok. Chemické vlastnosti látok boli stanovené z databázy fy MERCK, 2003, preto sú v tabuľke uvedené vtedy platné R vety a nie súčasne platné P vety..

Uskladnený materiál	kg	Označ. nebezp. vlastností	R – vety	Kategorizácia podľa zák. 261/2002 Z.z.
---------------------	----	---------------------------	----------	--

Chlorid nikelnatý	250	T,N	25,43,50/53	2
Hydrogénsulfid sodný, tech.	3000	T,C	25,32,34	2
Chlorid zinočnatý	500	C,N	34,40, 51/ 53	9
Kys. amidosulfonová, prach.	1000	Xi	36/38,52/53	9
Síran železnatý	5000	Xn	22,36/38, 50/53	9
Síran zinočnatý	1000	Xi,N	36/38,52/53	9
Sulfid sodný, šup. tech.	2300	C,N	31,34,50	9
Dusičnan draselný, potr.	1000	O	8	3
Dusičnan draselný, tech.	100	O	8	3
Chlórové vápno, stabil.	5000	C,N,O	8,22,34,50	3,9
Dusitan sodný, tech.	200	O,T,N	8,25,50	2,3,9
Oxid chrómový	100	N,C,O,T	49,8,E25, 35,43, 50/53	2,3,9

V sklade tekutej chémie je priemerne uskladňovaných cca 120 ton chemikálií. V tomto objeme sa nachádza aj nasledovné množstvo vybraných nebezpečných látok. Chemické vlastnosti látok boli stanovené z databázy fy MERCK, 2003

Uskladnený materiál	kg	Označ. nebezp. vlastností	R – vety	Kateg. podľa 261/2002 Z.z.
Kys. fluorovodíková	4500	T+,C	26,27,28/35	1
Tetrafluórboritan olovnatý	1000	T,N	61,20/22,33, 50/53,62	2
Formaldehyd	50	T	23,24, 25/34/39/25/40 /43	2
Solanka R	260	T,Xi	36,40,49	2
Kys. dusičná	15000	C	8,35	3
Peroxid vodíka, 35%	2300	C	8,34	3
Perchlóretylén	660	Xn,N	40, 51/53	9
Syntefix TE	60	Xn,N	22,43,51/53	9
Amoniaková voda	1800	C,N	34,50	9
Trichlóretylén	880	T,Xi, Mut – 3kat.	45/36,38/52, 53-67-68	2,9

6.3 CIEĽ

Sú stanovené dva ciele:

- vykonať analýzu rizík s dopadmi na zdravie ľudí,
- vykonať analýzu rizík s environmentálnymi dopadmi,

a na jej základe vypracovať scenáre očakávaného priebehu reálne možných reprezentatívnych havárií pre potreby kreovania havarijných plánov.

Posudzovaným objektom bude celý systém manipulácie a skladovania „tekutej chémie“.

6.4 POSTUP

6.4.1 HUMÁNNE RIZIKÁ

Na základe fyzickej prehliadky posudzovaného systému boli vytipované nasledovné činnosti, resp. zdroje ohrozenia, ktoré by obsluhu mohli spôsobiť ujmu na zdraví:

- stáčanie chemikálií z cisterny do kontajnerov;
- manipulácia s kontajnermi a paletami pomocou VZV;
- stohované kontajnery, resp. palety;
- likvidácia uniknutých vytečených látok;
- dopravné trasy (autá a vlečka).

Stáčanie chemikálií z cisterny do kontajnerov

Popis činností



Stáčanie vykonávajú dvaja ľudia, obsluha stáčacej stanice v ochrannom odevu a obsluha VZV. Po prisunutí cisterny a jej zaistení proti svojvoľnému posunutiu obsluha stáčacej stanice vylezie na plošinu a otvorí vrchný príklop cisterny. Hadicou prepojí stáčacie zariadenie s cister-

nou. Obsluha VZV prisunie na váhu stáčacieho zariadenia prázdny kontajner a vzdiali sa. Obsluha stáčacej stanice vloží hadicu stáčacieho zariadenia do otvoru kontajnera a zaistí jej polohu. Na riadiacom paneli nastaví množstvo (hmotnosť) látky, ktorá má byť do kontajnera nadávkovaná, a spustí samotné stáčanie. Po naplnení kontajnera nastaveným množstvom látky sa stáčanie automaticky vypne, obsluha vyberie hadicu, kontajner uzavrie a skontroluje jeho stav. Ak z kontajnera nevyteká chemikália privolá obsluhu VZV. Touto je kontajner odsunutý do skladu a na váhu je prisunutý nový prázdny kontajner a cyklus sa

opakuje až do vyprázdnenia celej cisterny. Po skončení stáčania obsluha prepláchne stáčacie zariadenie a uzavrie cisternu.

V zmysle popísaných činností bolo vytipovaných 5 základných neželaných udalostí, ktoré by mohli spôsobiť negatívne dopady na zdravie obsluhujúceho personálu:

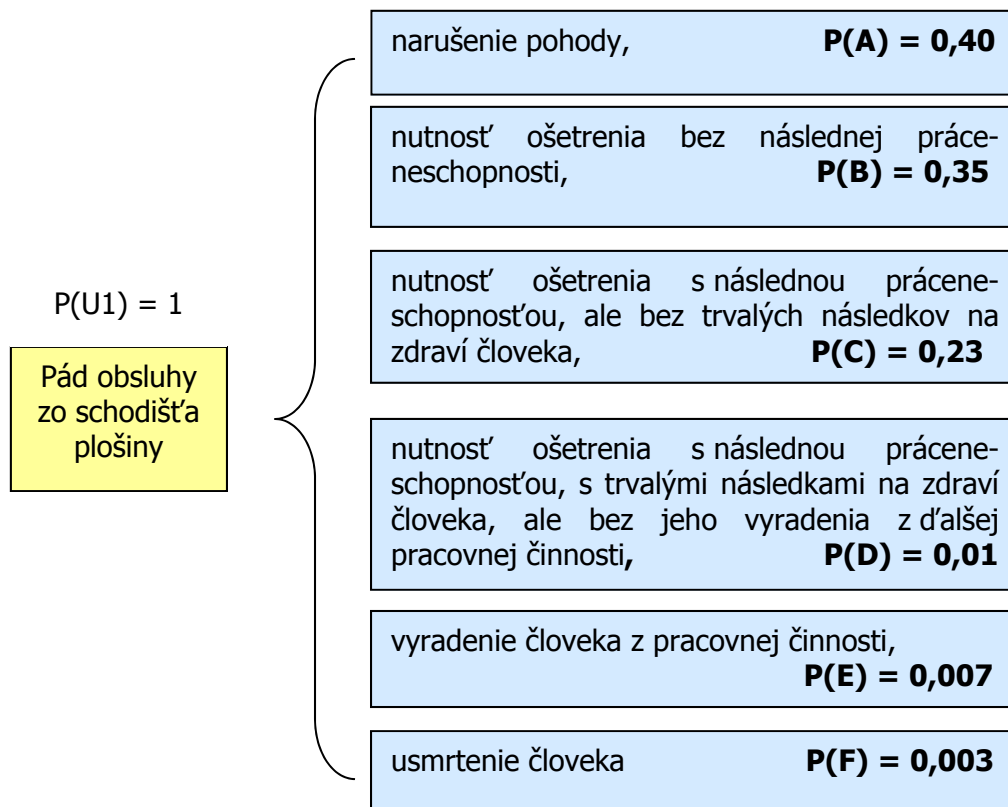
- U1 - pád obsluhy zo schodišťa obslužnej plošiny;
- U2 - privrznutie prstov pri pripájaní hadice stáčacieho zariadenia k cisterne, resp. odpájanie od cisterny;
- U3 - kontakt pohybujúceho sa VZV s obsluhou;
- U4 - pád kontajnera zo stohu kontajnerov pri jeho stohovaní;
- U5 - zasiahnutie obsluhy VZV náhodne vyšplechnutou chemikáliou.

Udalosť 1 – pád obsluhy zo schodišťa obslužnej plošiny.

Keďže ochranný odev na jednej strane chráni obsluhu pred kontaktom s nebezpečnou chemickou látkou, ale na druhej strane do určitej miery obmedzuje pohyblivosť a zorné pole obsluhy, existuje reálna možnosť pádu obsluhy zo schodišťa plošiny. Vzhľadom na konštrukciu plošiny, jej fyzický stav, zapracovanosť obsluhy, doterajší vývoj a evidenciu úrazov a iné parametre sústavy, bola odhadnutá možnosť pádu hodnotou 1 pád na cca 400 pobytov na plošine, vrátane výstupov na ňu a zostupov z nej. Hodnoteným obdobím bude životnosť stáčacej stanice stanovená na 10 rokov.

Pri bežnej prevádzke sú za dva týždne prijaté a stočené priemerne 3 cisterny, čo za jeden rok predstavuje pri jednozmennej prevádzke cca 75 cisterien. Za 10 rokov je predpoklad prijať a stočiť cca 750 cisterien. Vzhľadom na predpokladanú možnosť pádu (1 :400) sa dá skonštatovať, že v danom období môže dôjsť k jednému, až dvom pádom obsluhy zo schodišťa plošiny. Udalosť 1 v kontexte východiskových podmienok analýzy je preto možné považovať za istý jav s pravdepodobnosťou jeho vzniku $P(U1) = 1$.

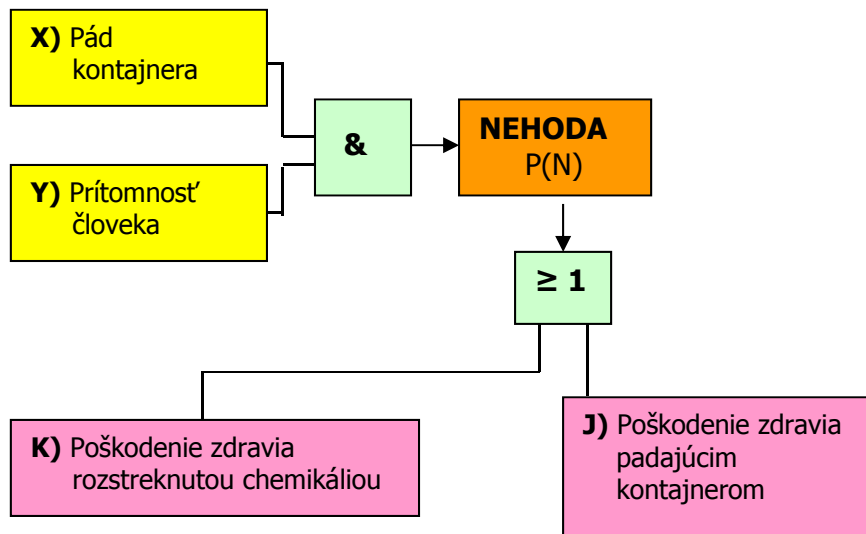
V prípade pádu obsluhy zo schodišťa plošiny predpokladáme nasledovné dopady na zdravie obsluhy:



Podobným spôsobom je možné postupovať aj pri analýze udalostí U2 a U3.

Udalosť 4 - pád kontajnera zo stohu kontajnerov pri jeho stohovaní.

Pád kontajnera zo stohu kontajnerov môže mať dva druhy dopadov na zdravie zamestnancov. Dopady priamo spôsobené padajúcim kontajnerom a dopady spôsobené chemikáliou, k rozstreknutiu ktorej môže dôjsť po páde kontajnera a následnom porušení jeho celistvosti. Základná štruktúra udalostí môže mať nasledovný tvar.



Pre pravdepodobnosť vzniku nehody platí

$$P(N) = P(X) \cdot P(Y),$$

pričom udalosti X a Y sú navzájom nezávislé.

Udalosť X – pád kontajnera



Plné 600 a 1000 l kontajnery sú v sklade ukladané do stohov po 2, až 3 kusy na sebe. Len prázdne kontajnery je možné ukladať do stohov po 4 kusy na sebe. Používajú sa dva typy kontajnerov s kovovou nosnou klieťkou - vyrobenou z trubiek a vyrobenou z kovovej mriežky. Trubková nosná klieťka, obzvlášť ak je zoslabená pôsobením chemikálií má tendenciu sa pri vysokom tlakovom zaťažení skrútiť, čím môže narušiť stabilitu na nej uložených kontajnerov, v krajnom prípade

môže dôjsť až k zrúteniu celého stohu. Z toho dôvodu má obsluha zákaz ukladať kontajnery s trubkovou klieťkou ako spodné, alebo ako druhé v poradí do stohu kontajnerov. Tieto kontajnery môžu byť položené buď ako vrchné v stohu

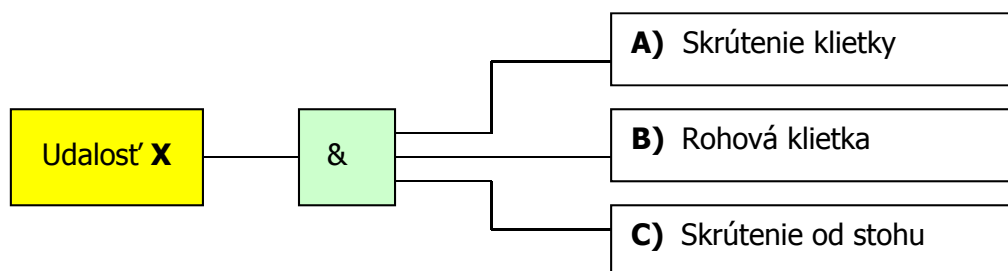
kontajnerov alebo len samostatne na zem. Pomerne často sa však stáva, že pre momentálny nedostatok kontajnerov s mriežkovou kľetkou a vzhľadom na zaplnenie skladu sú aj „trubkové“ kontajnery stohované po 3 na sebe, čo vytvára reálne nebezpečenstvo narušenia stability tohto stohu. Jednotlivé stohy kontajnerov majú medzi sebou cca 10 cm medzery.

Východiskovou udalosťou analýzy bude preto skrútenie kľetky spodného kontajnera s narušením stability trojkontajnerového stohu. Ku skrúteniu kľetky dochádza najmä - ale nie len u 1000 l kontajnerov v priemere 3 razy za rok (údaj je odvodený z počtu vyradených kontajnerov z tohto titulu). Je predpoklad, že tento typ kontajnerov sa bude používať ešte 4 roky. K zrúteniu stohu kontajnerov, resp. horného kontajnera na zem môže dôjsť len vtedy, keď po skrútení kľetky spodného kontajnera dôjde k vychýleniu celého stohu, pričom sa vychýlený stoh nemôže „oprieť“ o susedný stoh, ktorý by vychýľovanie zastavil a tým zamedzil aj pádu horného kontajnera na zem. V podstate ide len o rohové stohy v jednotlivých blokoch stohov v sklade, pričom k pádu horného kontajnera dôjde len vtedy, keď sa kľetka spodného kontajnera skrúti smerom od stohu – teda tak, že stoh bude vytočený od celého bloku stohov a nebude sa môcť oprieť o susedný stoh. Opačný smer skrútenia kľetky bude mať za následok vytočenie stohu smerom do celého bloku stohov, čím sa vytočený stoh oprie o susedný stoh a k pádu nedôjde.

Otázkou teda je s akou pravdepodobnosťou nastane udalosť X, t.j.:

- s akou pravdepodobnosťou vôbec dôjde ku skrúteniu kľetky?
- zároveň ku skrúteniu kľetky práve v rohovom stohu?
- zároveň ku skrúteniu kľetky práve smerom od stohu?

Uvedenú väzbu udalostí je možné znázorniť nasledovnou schémou



Keďže udalosti A, B a C sú vo vzťahu vzájomnej nezávislosti, t.j. môžu vzniknúť nezávisle na sebe, platí

$$P(X) = P(A) \cdot P(B) \cdot P(C)$$

Udalosť A – skrútenie kletky

V sklade sa naraz v priemere nachádza cca 160 kontajnerov zvyčajne uložených do cca 20 dvojkontajnerových a cca 40 trojkontajnerových stohov. Pri priemernej dobe skladovania 10 - 12 dní sa tento počet „vymení“ cca 22 ráz, teda v sklade počas roka „uskladní a vyskladní“ cca 1900 kontajnerov objemu 1000 l a cca 1600 kontajnerov objemu 600 l. Keďže u dvojkontajnerových stohov ku skrúteniu kletky nedochádza, budeme sa v ďalšom zaoberať len trojkontajnerovými stohmi. Z pohľadu obrátkovosti kontajnerov je predpoklad, že v priebehu roka bude vytvorených cca 880 takýchto stohov. Vzhľadom na pomer 1:1 kontajnerov s trubkovou a mriežkovou kletkou a vzhľadom na požiadavku nedávať kontajner s trubkovou kletkou na spodok, ale vzhľadom aj na kapacitné, priestorové a manipulačné možnosti a úroveň technologickej disciplíny je možné očakávať, že u cca 8 – 10 % stohov sa objaví kontajner s trubkovou kletkou na spodku stohu, čo predstavuje cca 80 stohov v priebehu roka, pričom len u 3 z nich dôjde ku skrúteniu kletky spodného kontajnera. Pre hodnotu P(A) platí:

$$P(A) = \frac{3}{80} = 0,0375$$

Udalosť B – rohová kletka

Vzhľadom na systém a spôsob skladovania je možné skonštatovať, že z celkového počtu cca 880 stohov bude cca 90 rohových. Vzhľadom na požiadavku BOZP v rámci možností nerobiť rohové stohy ako trojkontajnerové, ale v kontexte už spomínaných iných podmienok je možné skonštatovať, že existuje cca 10% pravdepodobnosť, že aj rohový stoh bude postavený ako trojkontajnerový. Pre hodnotu P(B) potom platí:

$$P(B) = \frac{90}{880} \times 0,1 = 0,01$$

Udalosť C – skrútenie od stohu

Keďže sa klieťka môže s rovnakou pravdepodobnosťou skrútiť vľavo alebo vpravo, teda ku stohu alebo od stohu, pre hodnotu $P(C)$ platí

$$P(C) = 0,5$$

Potom pre $P(X)$ platí

$$P(X) = 0,0375 \times 0,01 \times 0,5 = 1,875 \times 10^{-3}$$

Udalosť Y – prítomnosť človeka v priestore pádu kontajnera

V zásade môže ísť o dva základné prípady pádu kontajnera:

- pád kontajnera okamžite po jeho založení do stohu kontajnerov (zasiahnutie obsluhy VZV);
- pád kontajnera s časovým posuvom (zasiahnutie náhodne sa vyskytujúceho človeka priestore pádu kontajnera).

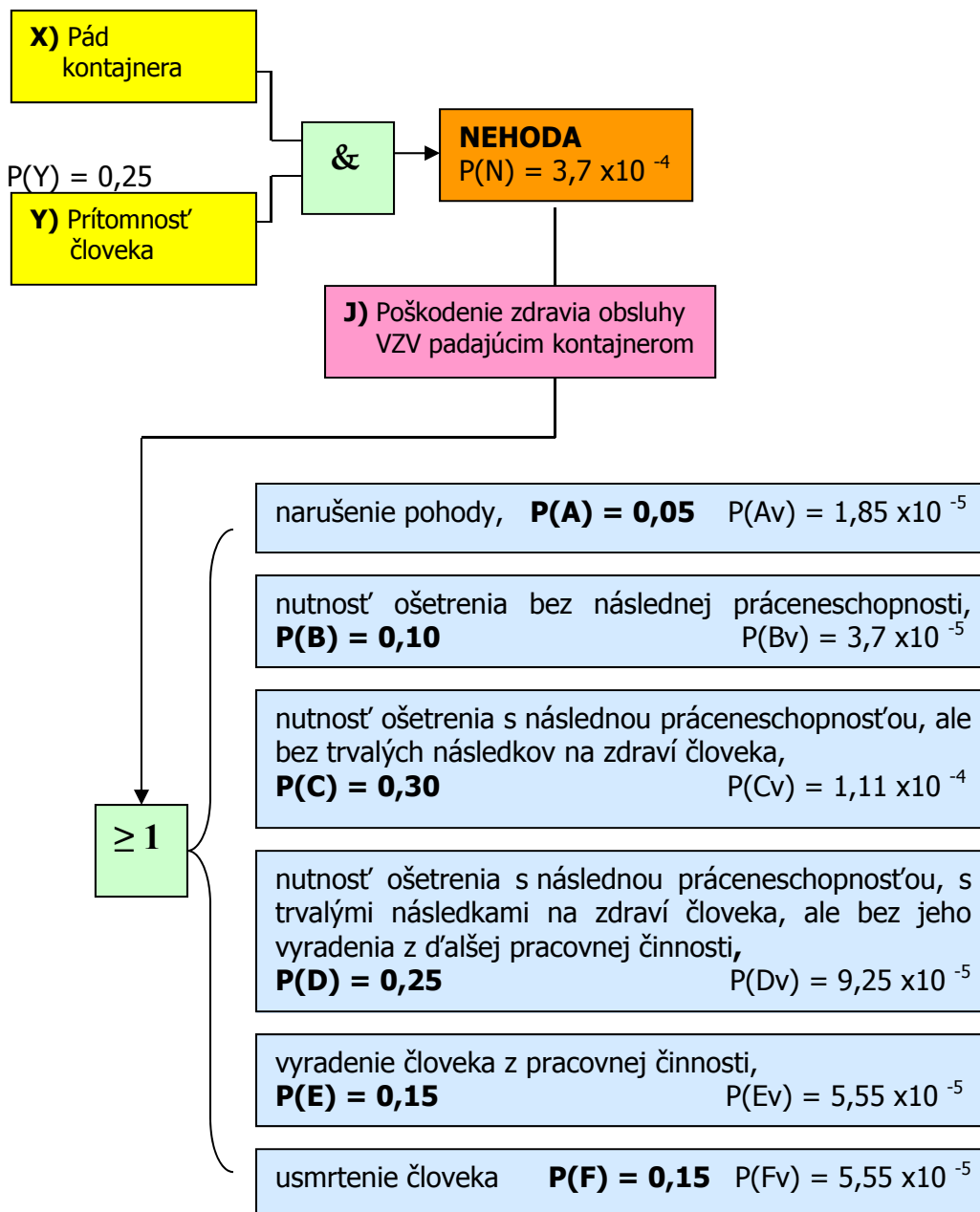
Pád kontajnera okamžite po jeho založení do stohu kontajnerov.

Obsluha pomocou VZV založí tretí kontajner do stohu kontajnerov (spodok tohto kontajnera je vo výške cca 2,8 metra) a vozíčkom cúvne. Po cúvnutí sa otočí a odchádza za ďalšou prácou. Ak ihneď po založení tretieho kontajnera dôjde ku skrúteniu klieťky spodného kontajnera a z toho titulu k pádu horného kontajnera, vďaka uvedenému pracovnému postupu existuje cca 20 - 25 % pravdepodobnosť, že by padajúci kontajner mohol zasiahnuť odchádzajúci VZV a tým aj jeho obsluhu. Pravdepodobnosť vzniku udalosti Y je teda

$$P(Y) = 0,25$$

Schému základnej štruktúry udalostí je potom možné vyjadriť nasledovne

$$P(X) = 1,875 \times 10^{-3}$$



Pád kontajnera s časovým posuvom

V tomto prípade pri založení horného kontajnera do stohu nedôjde k okamžitému skrúteniu kletky spodného kontajnera, ale k jej postupnému krúteniu. Vychýľovanie celého stohu potom bude prebiehať určitý čas, až po hranicu straty stability stohu, v dôsledku čoho dôjde k zrúteniu vrchného kontajnera na zem. Pravdepodobnosť, s akou sa práve v čase pádu kontajnera bude v tom priestore

nachádzať niektorý zo štyroch zamestnancov je možné odhadnúť len na základe úvahy. Keďže k pádu môže dôjsť v ktorýkoľvek deň a v ktorúkoľvek hodinu, pravdepodobnosť, že k pádu dôjde v priebehu pracovnej doby je pri jednozmennej prevádzke

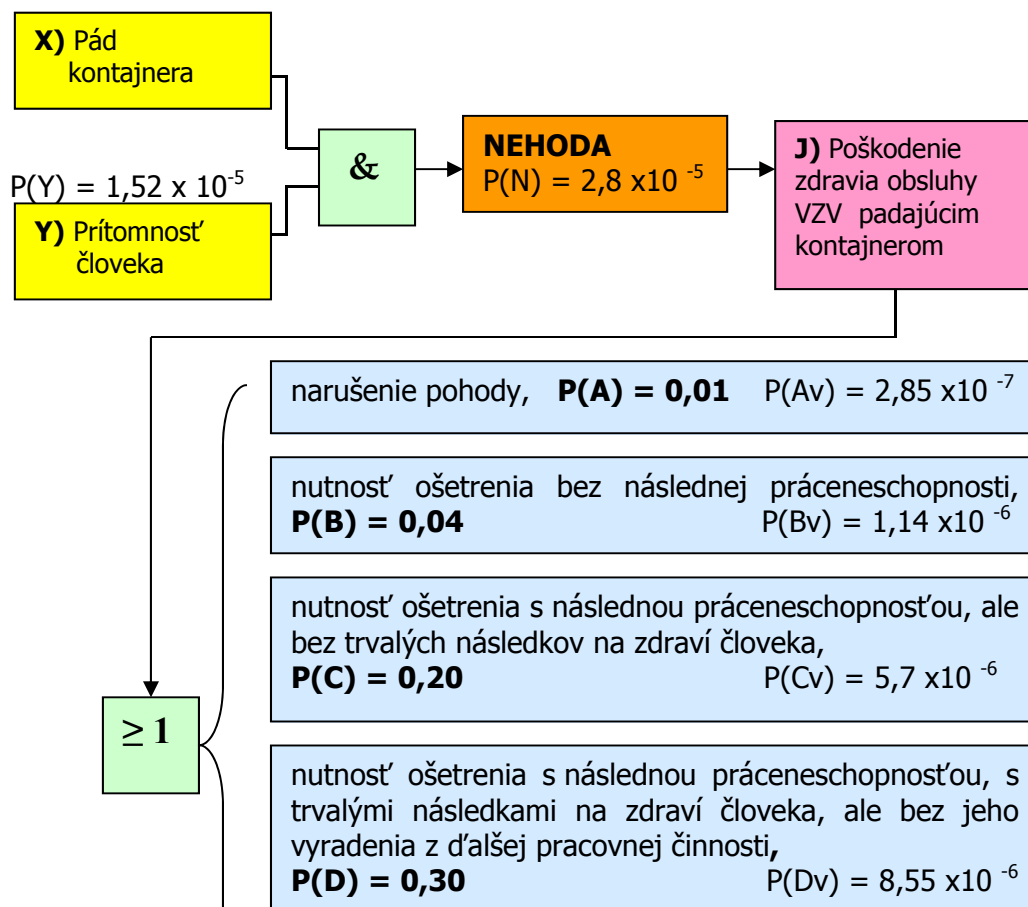
$$P(Y1) = \frac{5 \times 8,5}{7 \times 24} = 0,253$$

Keďže sa obsluha počas pracovnej doby pohybuje po celom areály distribučného skladu, nielen v sklade tekutej chémie, odhadujeme, že v čase pádu kontajnera sa môže nachádzať niektorý zo štyroch zamestnancov v inkriminovanom priestore s pravdepodobnosťou $P(Y2) = 0,06$. Pre $P(Y)$ potom platí

$$P(Y) = P(Y1) \cdot P(Y2) = 1,52 \times 10^{-2}.$$

Schému základnej štruktúry udalostí je potom možné vyjadriť nasledovne

$$P(X) = 1,875 \times 10^{-3}$$



vyraďenie človeka z pracovnej činnosti,
P(E) = 0,25 $P(Ev) = 7,125 \times 10^{-6}$

usmrtenie človeka **P(F) = 0,20** $P(Fv) = 5,7 \times 10^{-6}$

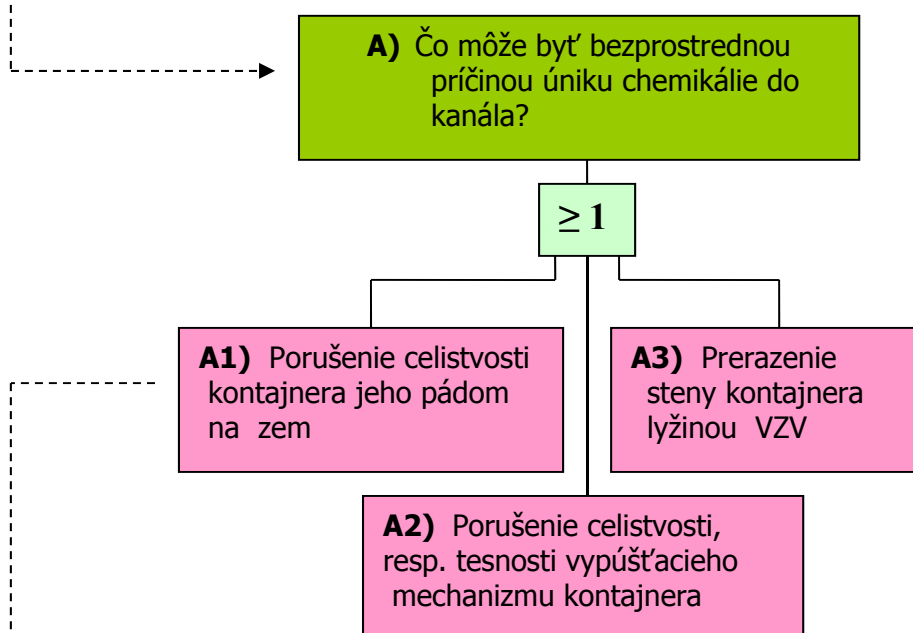
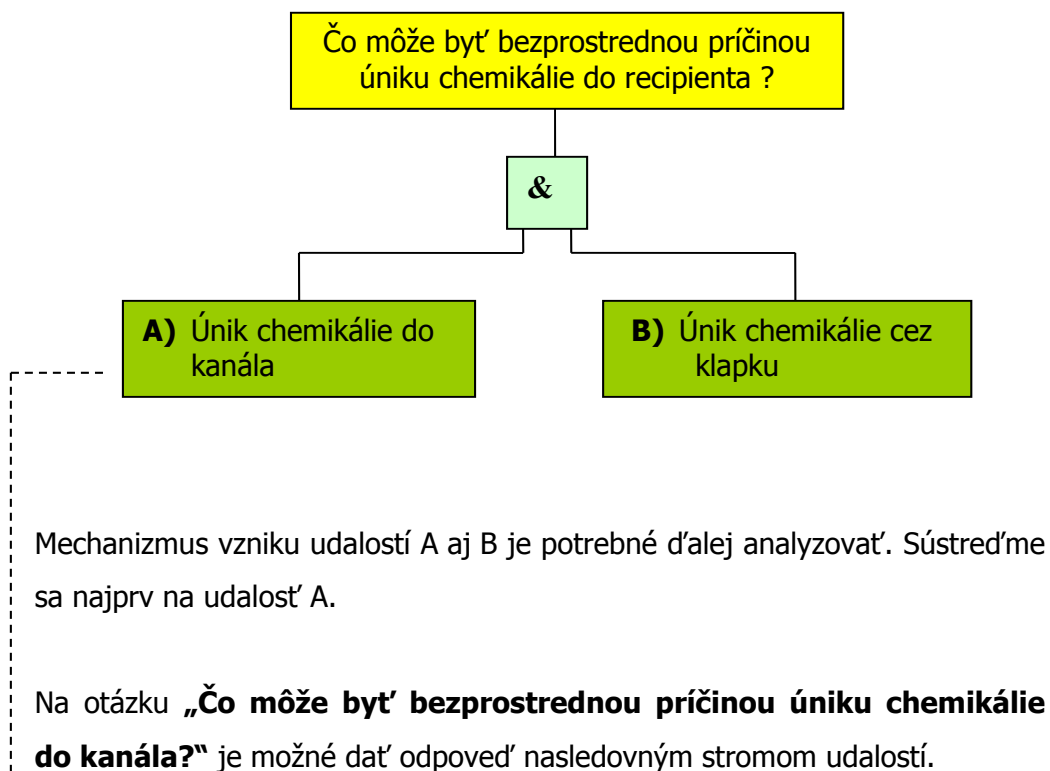
Podobným spôsobom je možné postupovať aj pri stanovení dopadov na zdraví zamestnancov z titulu udalosti K (Poškodenie zdravia rozstreknutou chemikáliou) a v ostatných prípadoch.

6.4.2 ENVIRONMENTÁLNE RIZIKÁ

Stáčacia stanica aj sklad sú vybavené nepriepustnou podlahou, v ktorej sú zapustené havarijné nádrže. V prípade úniku chemikálie buď z cisterny, alebo z kontajnerov je táto v havarijných nádržiach zachytená a nemôže spôsobiť žiadny environmentálny dopad. Iná situácia je však v priestore dvora, ktorý je vyspádovaný a odkanalizovaný. Akýkoľvek únik chemikálie na dvore teda skončí v kanáli – v jeho záchytnej časti. Záchytnú časť tvorí samotný kanál v dĺžke cca 20 metrov. Vyústenie kanála do recipienta je opatrené ocelovou nepriepustnou klapkou. Pri úniku chemikálie do kanála musí obsluha okamžite túto klapku uzavrieť. Uniknutá chemikália zadržaná v kanáli je potom obsluhou odčerpaná. Maximálne možné množstvo chemikálie, ktoré môže týmto spôsobom uniknúť je 1000 litrov, čo je obsah jedného kontajnera. Nehodou bude v tomto prípade únik 1000 litrov kyseliny sírovej alebo fosforečnej alebo dusičnej alebo hydroxidu sodného do recipienta.

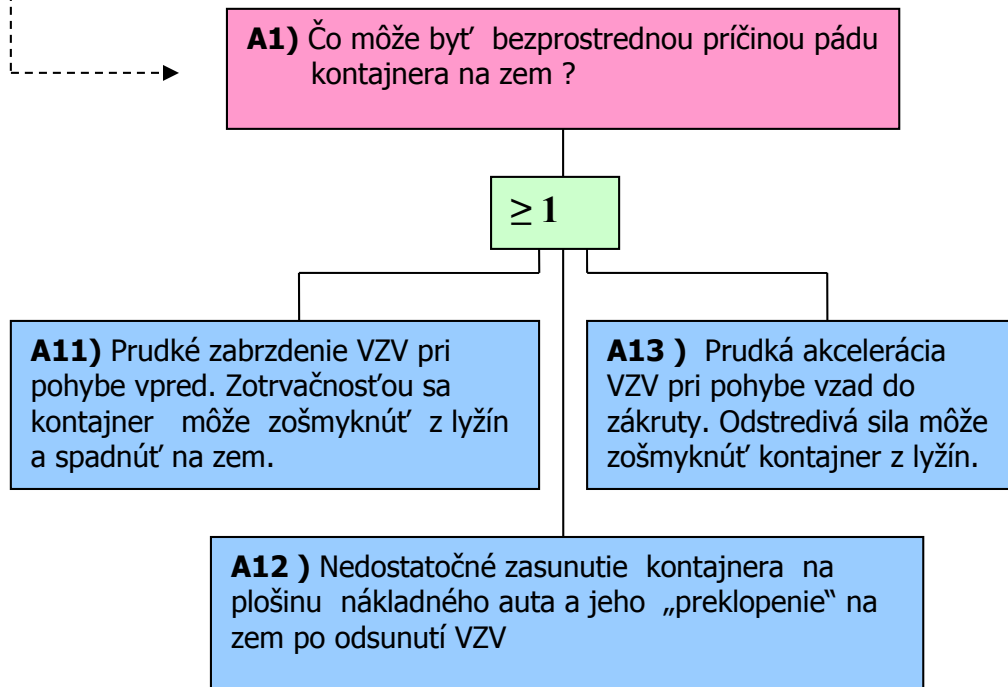
Vznik nehody

Na otázku „**Čo môže byť bezprostrednou príčinou úniku chemikálie do recipienta?**“ je možné dať odpoveď nasledovným stromom poruchových stavov.



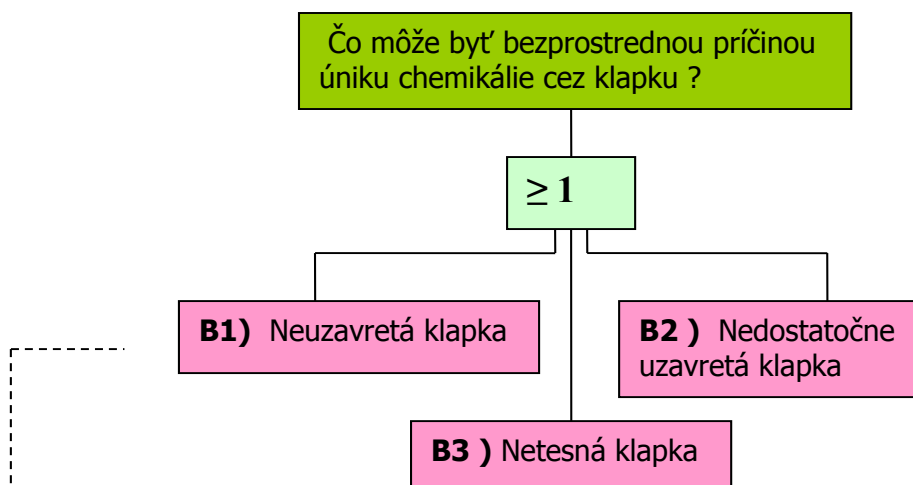
Je zrejmé, že aj mechanizmus vzniku udalostí A1 – A3 je potrebné ďalej analyzovať. Napríklad udalosť A1.

Na otázku „**Čo môže byť bezprostrednou príčinou pádu kontajnera na zem?**“ je možné dať odpoveď nasledovným grafom.

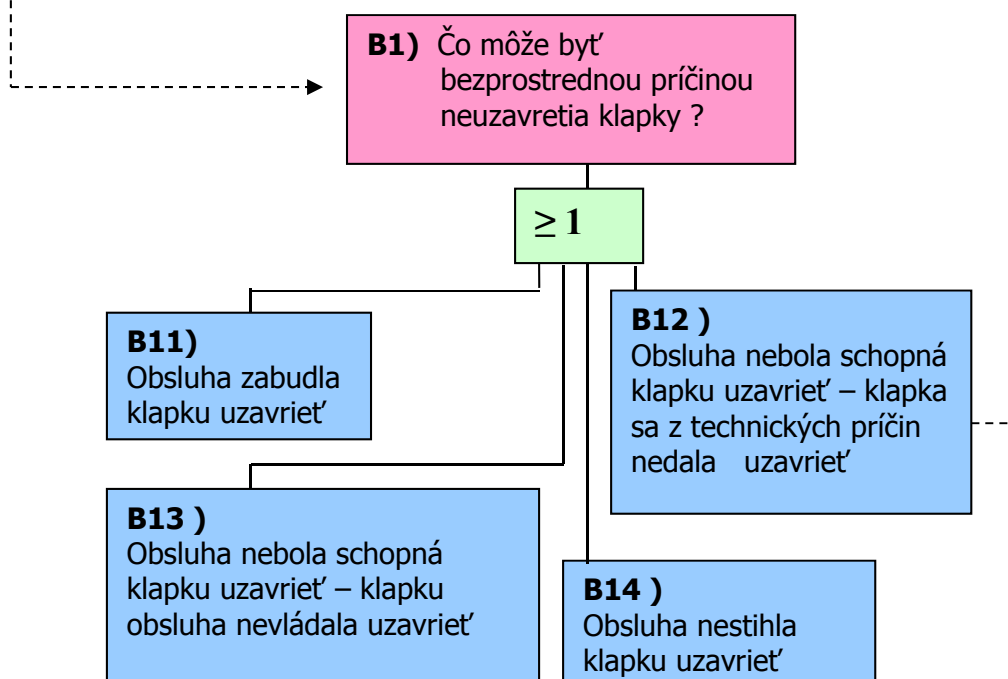


Podobne je možné analyzovať aj udalosti A2 a A3.

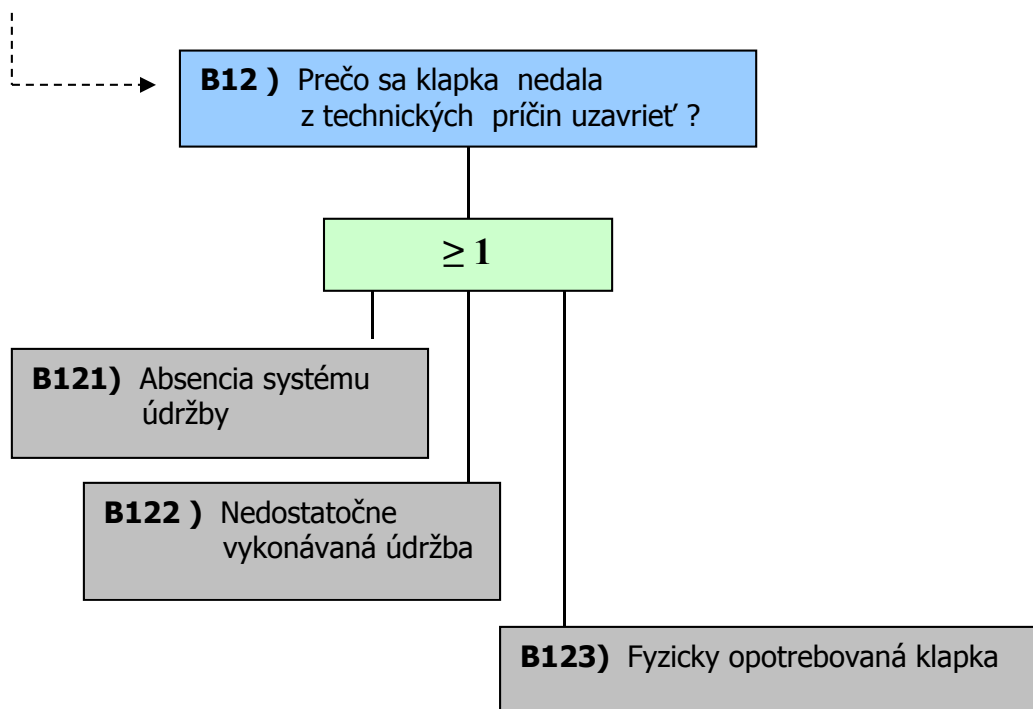
Sústredíme teraz pozornosť na udalosť B – Únik chemikálie cez klapku. Na otázku „**Čo môže byť bezprostrednou príčinou úniku chemikálie z kanála do recipienta?**“ je možné dať odpoveď nasledovným stromom udalostí.



Je zrejmé, že aj mechanizmus vzniku udalostí B1 – B3 je potrebné ďalej analyzovať. Napríklad udalosť B1. Na otázku „**Čo môže byť bezprostrednou príčinou neuzavretia klapky?**“ je možné dať odpoveď nasledovným grafom.



Odpovede na otázku „**Čo bolo bezprostrednou príčinou toho, že sa klapka nedala z technických dôvodov uzavrieť?**“ v podstate predstavujú „návod“ pre program prevencie.



B121 naznačuje, že údržbou klapky nebol nikto poverený. PREČO?

B122 naznačuje, že údržbou poverený zamestnanec zanedbal svoje povinnosti. PREČO? a PREČO NA TO NEPRIŠIEL JEHO NADRIADENÝ?

B123 poukazuje na nedostatky v systéme plánovania a vykonávania väčších opráv. PREČO?

Podobným spôsobom je možné analyzovať aj udalosti B2 a B3.

Vznik environmentálnych dopadov

Identifikácia a kvantifikácia environmentálnych dopadov je podmienená schopnosťou definovať odpovede na dve základné otázky:

- ktoré objekty nachádzajúce sa v recipiente môžu byť zasiahnuté uniknutou látkou a s akou pravdepodobnosťou budú zasiahnuté?
- aké dopady môže uniknutá látka spôsobiť tomu ktorému objektu a s akou pravdepodobnosťou bude ten ktorý dopad spôsobený?

Je zrejmé, že pôjde o analýzu dvoch základných „režimov“ úniku:

- a) včas spozorovaný únik a podniknuté opatrenia na zmiernenie jeho dopadov (napríklad norné steny);
- b) nespozorovaný, resp. „zatajený“ únik bez opatrení na zmiernenie jeho dopadov.

V konečnom dôsledku však vždy pôjde o aplikáciu nasledovného vzťahu:

$$\mathbf{P(O_j;D_i) = P(N) \cdot P(O_j) \cdot P(D_i) ,}$$

kde

$P(N)$ pravdepodobnosť vzniku úniku,

$P(O_j)$ pravdepodobnosť zasiahnutia j-teho objektu uniknutou látkou,

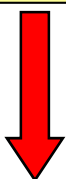
$P(D_i)$ pravdepodobnosť vzniku i-teho dopadu na j-tom objekte.

7. kapitola

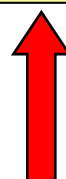
ÚNIK NEBEZPEČNÝCH LÁTK DO PROSTREDIA INDUKTÍVNO – SEKVENČNÝ SPÔSOB MODELOVANIA REŤAZCOV UDALOSTÍ

Základom kreovania systému prevencie únikov látok, resp. energie do prostredia je zvyčajne otázka (5):

Čo je potrebné vykonať a za akú cenu, aby environmentálne dopady potenciálneho úniku nebezpečnej látky, resp. energie boli všeobecne akceptovateľné?



Aby bolo možné nájsť odpoveď na uvedenú otázku, je potrebné nájsť odpovede na päť základných otázok:



1. Aké nebezpečné látky sa nachádzajú, resp. môžu vzniknúť v posudzovanom systéme? Kde a v čom sa nachádzajú a v akom množstve? – **ČO?**
2. Z ktorého objektu alebo zariadenia, z ktorého miesta a za akých podmienok môže nebezpečná látka uniknúť a s akou pravdepodobnosťou? – **ODKIAĽ?**
3. Aké maximálne množstvo látky môže uniknúť, resp. aké množstvo pravdepodobne unikne? – **KOĽKO?**
4. Kam bude uniknutá látka/energia smerovať a s akou pravdepodobnosťou? – **KAM?**
5. Ktoré objekty môžu byť únikom zasiahnuté, s akou pravdepodobnosťou a k akému najhoršiemu dopadu môže dôjsť, resp. aký bude najpravdepodobnejší dopad? – **ČO TO SPÔSOBÍ?**

Odpovede na uvedené otázky vlastne predstavujú proces modelovania havarijného scenára, pričom môže ísť o scenár :

- „katastrofický“, t.j. **scenár najhoršieho reálne možného vývoja** havarijného úniku nebezpečnej látky;
- „pravdepodobný“, t.j. **scenár najpravdepodobnejšieho priebehu vývoja** spomínaného úniku.

7.1 AKÉ NEBEZPEČNÉ LÁTKY MÔŽU UNIKNÚŤ?

7.1.1 NEBEZPEČNÉ LÁTKY

Východiskom modelovania scenárov – hľadania odpovedí na otázku číslo 1 je definovaný posudzovaný systém, v ktorom sa nachádzajú, alebo môžu vzniknúť spomínané nebezpečné látky.

V prvom prípade sa nebezpečné látky v systéme už nachádzajú a teda je potrebné identifikovať ich výskyt. Zdrojom nebezpečných látok môžu byť:

- vstupné suroviny a materiály;
- pomocné materiály a produkty;
- finálne produkty.

V druhom prípade nebezpečné látky môžu v systéme vzniknúť a teda je potrebné identifikovať spôsob a príčiny tohto vzniku a množstvo takto vzniknutých látok. Za najčastejšie zdroje, spôsoby a príčiny je možné označiť:

- vyrábané medziprodukty;
- sekundárne výstupy a odpady;
- požiar, (vznik nebezpečných látok ako produktov horenia a/alebo hasenia požiaru);
- výbuch;
- strata kontroly nad plánovaným procesom a pod.

V rámci skupiny látok nazývaných "chemické látky" platí systém právnych predpisov, ktorý vymedzuje pravidlá bezpečného balenia, označovania a manipulácie. Keďže nebezpečné látky sú používané v rámci EU, bolo potrebné nájsť spoločné pravidlá. V súčasnom prechodnom období (do roku 2015) existujú

v právnom prostredí EÚ dva systémy klasifikácie, označovania a balenia chemikálií, t.j. DSD/DPD a CLP [11].

CLP je skratka nariadenia Európskeho parlamentu a Rady (ES)č.1272/2008 o klasifikácii, označovaní a balení látok a zmesí a vychádza z Globálne harmonizovaného systému klasifikácie a označovania (GHS) pripraveného OSN.

CLP/GHS ustanovuje nové kritériá pre klasifikáciu a označovanie látok a zmesí. Vytvára podmienky na jednotnú klasifikáciu a označovanie rovnakej látky uvádzanej na trh viacerými účastníkmi dodávateľského reťazca v krajinách EÚ. Uplatňuje vedecké kritériá pri identifikácii nebezpečných vlastností chemikálií a prostredníctvom označovania informuje užívateľov o týchto vlastnostiach, ako aj o spôsobe bezpečného zaobchádzania. [11]

Zákon 67/2010 Z.z. o podmienkach uvedenia chemických látok a chemických zmesí na trh a o zmene a doplnení niektorých zákonov (chemický zákon) okrem iného ustanovuje klasifikáciu, označovanie, balenie chemických látok a chemických zmesí, testovanie látok, kartu bezpečnostných údajov a pod., vrátane podmienok uvedenia látok a zmesí na trh, vývozu a dovozu vybraných nebezpečných látok a vybraných nebezpečných zmesí a dohľadu nad dodržiavaním ustanovení tohto zákona a osobitných predpisov a ukladania a vymáhania sankcií za porušenie tohto zákona a osobitných predpisov.

Výnos Ministerstva hospodárstva Slovenskej republiky č. 3 z 15. apríla 2010, ktorým sa ustanovujú podrobnosti o všeobecných požiadavkách na klasifikáciu, označovanie a balenie nebezpečných látok a zmesí ustanovuje:

- zoznam chemických prvkov zoradených podľa atómových čísel;
- prehľadnú klasifikáciu organických látok;
- výstražné symboly a označenia nebezpečenstva pre nebezpečné látky a nebezpečné zmesi;
- zoznam označení špecifického rizika upozorňujúcich na nebezpečné vlastnosti látky a zmesí;
- zoznam označení na bezpečné používanie látky a zmesi;

- podrobnosti o všeobecných požiadavkách na klasifikáciu a označovanie nebezpečných látok a nebezpečných zmesí;
- podrobnosti o klasifikácii, balení a označovaní zmesí;
- podrobnosti o technickej špecifikácii označovania a balenia nebezpečných látok a nebezpečných zmesí.

Uvedené legislatívne úpravy vyžadujú od zamestnávateľov [11]:

- identifikovať nebezpečné látky, ktoré sú súčasťou chemických faktorov pri práci alebo na pracovisku,
- posudzovať riziká pre zdravie a bezpečnosť vyplývajúce pre zamestnancov z expozície týmto faktorom a
- prijať vhodné opatrenia na kontrolu a minimalizovanie rizík, vrátane bezpečného používania látok a zmesí, ktoré nespôsobia škodlivé účinky na zdravie ľudí a životné prostredie.

7.1.2 KLASIFIKÁCIA A OZNAČOVANIE NEBEZPEČNÝCH LÁTKO A ZMESÍ

Kľúčovým krokom pri identifikácii nebezpečných chemických látok a zmesí sú informácie poskytované dodávateľom najmä vo forme karty bezpečnostných údajov (KBÚ) a označovania.

Cieľom klasifikácie je identifikovať všetky fyzikálno-chemické, toxikologické a ekotoxikologické vlastnosti látok a zmesí, ktoré môžu predstavovať určité nebezpečenstvo pri ich bežnom používaní alebo pri používaní alebo bežnom zaobchádzaní. Za účelom ochrany užívateľa, spotrebiteľa a životného prostredia musia byť látky a zmesi po identifikácii ktorejkoľvek z nebezpečných vlastností označené tak, aby v označení boli uvedené tieto nebezpečenstvá.

Dochádza k zmene ohľadom klasifikácie nebezpečnosti. Uvedená klasifikácia bude pozostávať z 16 tried nebezpečnosti a 3 kategórii nebezpečnosti, pričom [12]:

- Trieda nebezpečnosti (CLP) je povaha fyzikálnej nebezpečnosti alebo nebezpečnosti pre zdravie alebo životné prostredie;
- Kategória nebezpečnosti (CLP) je rozdelenie kritérií v rámci každej triedy nebezpečnosti s uvedením závažnosti nebezpečnosti;

V rámci kategórií nebezpečnosti sa stanovili nasledujúce kritéria:

- Kritériá fyzikálneho a chemického nebezpečenstva
- Kritériá nebezpečenstva pre zdravie ľudí
- Kritériá nebezpečenstva pre životné prostredie

Ďalším cieľom je poskytnúť širokej laickej i odbornej verejnosti prvotné návody na získanie základných informácií o nebezpečných látkach a zmesiach. Označovanie upozorní osoby, ktoré manipulujú alebo používajú látky a zmesi a tým upozorňuje na ich prípadné nebezpečenstvo. Označovanie zahŕňa všetky možné nebezpečenstvá, ktoré sa môžu prihodiť pri bežnej manipulácii a pri používaní nebezpečných látok, ak sú však tieto v takej forme, v akej sa od výrobcu dostávajú na trh, nie však v iných formách, v ktorých sa tieto látky

následne používajú, napr. zriedené. Najzávažnejšie nebezpečenstvá sú zreteľne zvýraznené výstražnými symbolmi, ostatné riziká ako aj tie, ktoré môžu vyplývať z iných nebezpečných vlastností týchto látok, sú špecifikované v štandardných pokynoch o nebezpečenstve a bezpečnostné upozornenia poskytujú rady o povinných predbežných opatreniach.

V zmysle platnej legislatívy musia byť na obale nebezpečných látok a nebezpečných zmesí uvedené tieto údaje:

- a) názov nebezpečnej látky, resp. zmesi;
- b) obchodné meno, sídlo a telefónne číslo právnickej osoby alebo meno a priezvisko, trvalý pobyt a telefónne číslo fyzickej osoby, ktorá uvádza nebezpečnú látku, resp. zmes na trh;
 - výstražný piktogramu, ktorý má upozorniť na hroziace nebezpečenstvo
 - výstražné slovo („nebezpečenstvo" alebo „pozor")
 - výstražné upozornenie (H vety ,napr. dráždi kožu)
 - bezpečnostné upozornenie (P vety, napr. uchovávať mimo dosahu detí)

Skôr ako prejdeme k samotnej klasifikácii je potrebné zdefinovať látky na základe ich skupenstva.

Plyn je látka, ktorá má pri teplote 50°C tlak nasýtených pár vyšší ako 300 kPa (absolútny) alebo je úplne plynná pri teplote 20°C a štandardnom tlaku 101,325 kPa. [14]

Kvapalina je látka alebo zmes, ktorá má pri teplote 50°C tlak nasýtených pár do 300 kPa (3 bary), nie je úplne plynná pri teplote 20°C a štandardnom tlaku 101,325 kPa a jej teplota topenia pri štandardnom tlaku 101,325 kPa je 20°C a nižšia. [14]

Pevná látka, podľa [14] je látka alebo zmes, ktorá nespĺňa podmienky vymedzujúce kvapalinu a plyn.

Klasifikácia na základe fyzikálno-chemického nebezpečenstva

pozostáva z nasledujúcich látok, s uvedeným druhom nebezpečenstva [13]:

- a) Výbušniny
- b) Horľavé plyny
- c) Horľavé aerosóly
- d) Oxidujúce plyny
- e) Plyny pod tlakom
- f) Horľavé kvapaliny
- g) Horľavé pevné látky
- h) Samovoľne (samozápalné) reagujúce látky a zmesi
- i) Pyroforické kvapaliny
- j) Pyroforické pevné látky
- k) Samovoľne sa zahrievajúce látky
- l) Látky a zmesi uvoľňujúce v styku s vodou horľavé plyny
- m) Oxidujúce kvapaliny
- n) Oxidujúce pevné látky
- o) Organické peroxidy
- p) Látky a zmesi korodujúce kovy

Nasleduje prehľad jednotlivých nebezpečných látok s fyzikálno-chemickými nebezpečenstvami na základe prehľadu spracovanej klasifikácie podľa popisu Hettychovej [11].

Výbušniny = Výbušné látky a zmesi

- výstražný symbol „E“, s indikáciou nebezpečenstva „výbušný“,
- povinne sa označia jednou vetou označujúcou špecifické riziko R2, R3.
- ide o látky, ktoré sú samovoľne schopné chemickou reakciou uvoľňovať plyn pri takej teplote a tlaku a takou rýchlosťou, že poškodia okolité prostredie.

Do skupiny výbušných látok a výbušných zmesí patria nestabilné výbušniny, výbušniny a účelová výbušnina.

DSD/DPD		CLP		
Symbol nebezpečenstva	Rizikové vety	Piktogram a výstražné slovo	Kategória nebezpečnosti	Výstražné upozornenie
výbušný 	R2 Riziko výbuchu nárazom, trením, horením alebo inými zdrojmi zapálenia	NEBEZPEČENSTVO 	Nestabilné výbušniny	H200 Nestabilné výbušniny
			Podtrieda 1.1	H201: Výbušnina; nebezpečenstvo rozsiahleho výbuchu
			Podtrieda 1.2	H202: Výbušnina; vážne nebezpečenstvo zasiahnutia časticami
			Podtrieda 1.3	H203: Výbušnina; Nebezpečenstvo požiaru, tlakovej vlny alebo zasiahnutia časticami
	R3 Veľké nebezpečenstvo výbuchu nárazom, trením, horením lebo inými zdrojmi zapálenia	POZOR 	Podtrieda 1.4	H204: Nebezpečenstvo požiaru alebo zasiahnutia časticami
			Podtrieda 1.5	H205: Pri požiari môže spôsobiť masívny výbuch
		-	Podtrieda 1.6	Žiadny

Horľavé plyny

Horľavé plyny sú podľa DSD/DPD klasifikované ako mimoriadne horľavé. Podľa CLP sú rovnaké chemické látky a zmesi klasifikované do dvoch (2) kategórií s rôznym označovaním. Horľavý plyn má definíciu plynu obohatenú o konkrétne požiarnotechnické charakteristiky. Číže horľavý plyn kat. 1 je plyn, ktorý pri 20°C a štandardnom tlaku 101,325 kPa: môže sa vznietiť, keď sú v zmesi so vzduchom s obsahom do 13 obj.% alebo majú medze zápalnosti v zmesi so vzduchom minimálne 12 %bodov bez ohľadu na dolnú medzu zápalnosti. Kat. 2 sú iné horľavé plyny ako kat.1. [14]

DSD/DPD		CLP		
Symbol nebezpečenstva	Rizikové vety	Piktogram a výstražné slovo	Kategória nebezpečnosti	Výstražné upozornenie
MIMORIADNE HORĽAVÝ 	R12 Mimoriadne horľavý		kat. 1 Horľavý plyn	H220: Mimoriadne horľavý plyn
			kat. 2 Horľavý plyn	H221: Horľavý plyn

Horľavé aerosóly

- látky a lebo zmesi, ktoré majú horľavý obsah (tekutinu, pevnú látku alebo plyn, vrátane hnacieho plynu).
- Podľa DSD/DPD horľavé aerosóly boli klasifikované do troch kategórií (mimoriadne horľavý, vysoko horľavý a horľavý)
- podľa CLP do dvoch kategórií (kat.1 a kat.2)

Aerosól t.j. aerosólový rozprašovač je jednorázová nádoba vyrobená z kovu, skla alebo plastu a obsahujúca stlačený plyn, skvaplnený alebo rozpustený pod tlakom, s kvapalinou, pastou, práškom alebo bez kvapaliny, pasty alebo prášku, vybavená vypúšťacím zariadením, ktoré umožňuje obsah vystrieť ako tuhé alebo kvapalné častice suspendované v plyne, ako penu, pastu alebo prášok alebo v kvapalnom alebo plynnom stave [14]

DSD/DPD		CLP		
Symbol nebezpečenstva	Rizikové vety	Piktogram a výstražné slovo	Kategória nebezpečnosti	Výstražné upozornenie
MIMORIADNE HORĽAVÝ 	R12 Mimoriadne horľavý	POZOR  	kat. 1 Horľavý aerosól	H222 : Mimoriadne horľavý aerosól
	R11 Vysoko horľavý		kat. 2 Horľavý aerosól	H223: Horľavý aerosól
	R10 Horľavý			

Oxidujúce látky a zmesi

- výstražný symbol „O“, s indikáciou nebezpečenstva „oxidujúci“ ,
- povinne sa označia jednou vetou označujúcou špecifické riziko R7, R8, R9.

V rámci zmeny klasifikácie sú špecifikované nasledujúce Oxidujúce plyny a Plyny pod tlakom.

Oxidujúce plyny

- látky a zmesi, ktoré zvyšujú riziko požiaru zápalnosťou materiálov poskytujúcich im kyslík na horenie. Oxidujúci plyn je plyn alebo zmes plynov, ktoré môžu vo všeobecnosti uvoľňovaním kyslíka spôsobiť horenie alebo prispieť k horeniu iného materiálu viac ako vzduch. [14]

Plyny pod tlakom

- nová kategória podľa CLP.
- založená na tom, ako je plyn balený, nie na vnútorných nebezpečných vlastnostiach samotných látok a zmesí

DSD/DPD		CLP		
Symbol nebezpečenstva	Rizikové vety	Piktogram a výstražné slovo	Kategória nebezpečnosti	Výstražné upozornenie
OXIDUJÚCI 	R8 Pri kontakte s horľavým materiálom môže spôsobiť požiar	NEBEZPEČENSTVO 	kat. 1 Oxidujúci plyn	H270: Môže spôsobiť alebo zosilniť požiar; oxidant
Plyny pod tlakom	-	POZOR 	Stlačený plyn; Skvapal. plyn; Rozpustený plyn	H280: Obsahuje plyn pod tlakom; pri zahriatí môže vybuchnúť
			Schladený skvapal. plyn	H281: Obsahuje Schladený plyn; môže spôsobiť omrzliny alebo poškodenie chladom

Ide o všetky komerčné plyny, ktoré budú klasifikované do štyroch skupín ako je to znázornené na nasledujúcom obrázku.

Prvky označovania pre látky a zmesi klasifikované v triede nebezpečnosti "Plyny pod tlakom". [14]

Klasifikácia	Stlačený plyn	Skvapalnený plyn	Schladený skvapalnený plyn	Rozpustený plyn
Piktogramy GHS				
Výstražné slovo	Pozor	Pozor	Pozor	Pozor
Výstražné upozornenie	H280: Obsahuje plyn pod tlakom; pri zahriatí môže vybuchnúť	H280: Obsahuje plyn pod tlakom; pri zahriatí môže vybuchnúť	H281: Obsahuje schladený plyn; môže spôsobiť kryogénne popáleniny alebo poranenia	H280: Obsahuje plyn pod tlakom; pri zahriatí môže vybuchnúť
Bezpečnostné upozornenie – prevencia			P282	
Bezpečnostné upozornenie – odozva			P336 P315	
Bezpečnostné upozornenie – uchovávanie	P410 + P403	P410 + P403	P403	P410 + P403
Bezpečnostné upozornenie – zneškodňovanie				

Horľavé kvapaliny

sú kvapaliny, ktoré nemajú teplotu vzplanutia väčšiu ako 60°C. kategorizujú sa do troch kategórií.

Mimoriadne horľavé kvapaliny

- výstražný symbol „F+“, s indikáciou nebezpečenstva alebo „mimoriadne horľavý“,
- povinne sa označia špecifickým rizikom R12.
- teplota vzplanutia < 23°C a počiatočná teplota varu ≤ 35°C

Veľmi horľavé kvapaliny

- výstražný symbol „F“, s indikáciou nebezpečenstva alebo „veľmi horľavý“,
- povinne sa označia jednou vetou označujúcou špecifické riziko R11, R15, R17.
- teplota vzplanutia < 23°C a počiatočná teplota varu > 35°C

Horľavé kvapaliny

- výstražný symbol „F“, s indikáciou nebezpečenstva alebo „horľavý“,
- povinne sa označia jednou vetou označujúcou špecifické riziko R10.
- teplota vzplanutia ≥ 23°C a ≤ 60 °C. Pre uvedené účely tohto nariadenia sa do uvedenej kategórie radia plynové oleje, motorová nafta, a ľahké vykurovacie oleje s teplotou vzplanutia medzi ≥ 55°C ≤ 75 °C.

DSD/DPD		CLP		
Symbol nebezpečenstva	Rizikové vety	Piktogram a výstražné slovo	Kategória nebezpečnosti	Výstražné upozornenie
MIMORIADNE HORĽAVÝ  VEĽMI	R12 Mimoriadne horľavý	NEBEZPEČENSTVO 	kat. 1 Horľavá kvapalina	H224: Mimoriadne horľavá kvapalina a pary
	R11 Vysoko horľavý		kat. 2 Horľavá kvapalina	H225: Vysoko horľavá kvapalina a pary
HORĽAVÝ	R10 Horľavý	POZOR 	kat. 3 Horľavá kvapalina	H226: Horľavá kvapalina a pary

Horľavé tuhé látky

ide o látky, ktoré sú ľahko horľavé alebo ktoré môžu spôsobiť alebo prispieť k rozvoju požiaru trením.

Ľahko horľavé tuhé látky sú práškové, granulované alebo pastovité tuhé látky alebo zmesi, ktoré sú nebezpečné, ak sa dokážu ľahko zapáliť pri krátkom kontakte so zdrojom zapálenia ako je horiaca zápalka a ak sa plameň rýchlo šíri. [14].

Samovolne reagujúce látky a zmesi

sú tepelne nestabilné kvapalné alebo tuhé látky alebo zmesi podliehajúce silnému exotermickému rozkladu aj bez prítomnosti kyslíka (vzduchu). ich klasifikácia je vyjadrená v nasledujúcej tabuľke. [14]

Klasifikácia	Typ A	Typ B	Typ C a typ D	Typ E a typ F	Typ G
Piktogramy GHS		 			Pre túto kategóriu nebezpečnosti nie sú určené žiadne prvky označovania
Výstražné slovo	Nebezpečenstvo	Nebezpečenstvo	Nebezpečenstvo	Pozor	
Výstražné upozornenie	H240: Zahrievanie môže spôsobiť výbuch	H241: Zahrievanie môže spôsobiť požiar alebo výbuch	H242: Zahrievanie môže spôsobiť požiar	H242: Zahrievanie môže spôsobiť požiar	
Bezpečnostné upozornenie – prevencia	P210 P220 P234 P280	P210 P220 P234 P280	P210 P220 P234 P280	P210 P220 P234 P280	
Bezpečnostné upozornenie – odozva	P370 + P378 P370 + P380 + P375	P370 + P378 P370 + P380 + P375	P370 + P378	P370 + P378	
Bezpečnostné upozornenie – uchovávanie	P403 + P235 P411 P420	P403 + P235 P411 P420	P403 + P235 P411 P420	P403 + P235 P411 P420	
Bezpečnostné upozornenie – zneškodňovanie	P501	P501	P501	P501	

Samozápalné tuhé látky a kvapaliny

- látky a zmesi, ktoré môžu spôsobiť požiar v priebehu niekoľkých minút, ak sú vystavené vzduchu
- podľa DSD/DPD sú klasifikované ako veľmi horľavé
- podľa CLP sú rozdelené do dvoch kategórií nebezpečnosti.

Ide o tuhé látky alebo zmesi, ktorá je aj v malých množstvách schopná sa vznietiť v priebehu piatich minút po kontakte so vzduchom.

Samozápalné látky a zmesi (Samovoľne sa zahrievajúce látky)

Samozápalné látky a zmesi podľa Hettychovej [11] reprezentujú novú triedu nebezpečnosti uvedenú v EÚ nariadení. Ide o látky a zmesi, ktoré majú pomalú zápalnosť na vzduchu (niekoľko hodín až dní), v prípadoch ich veľkých množstvách. Niektoré z týchto látok a zmesí môžu byť klasifikované ako horľavé (DSD/DPD), niektoré klasifikované neboli.

Látky a zmesi, ktoré pri kontakte s vodou uvoľňujú horľavé plyny

reagujú s vodou a môžu uvoľňovať horľavé plyny v nebezpečných koncentráciách. Klasifikačné kritériá sú v oboch systémoch podobné, pričom v CLP sú rozdelené do troch kategórií. [11]

DSD/DPD		CLP		
Symbol nebezpečenstva	Rizikové vety	Piktogram a výstražné slovo	Kategória nebezpečnosti	Výstražné upozornenie
VELMI HORĽAVÝ 	R15 Pri kontakte s vodou uvoľňuje mimoriadne horľavé plyny	NEBEZPEČENSTVO 	kat. 1 Reagujúce s vodou	H260: Pri styku s vodou uvoľňuje horľavé plyny, ktoré sa môžu samovoľne vznietiť
			kat. 2 Reagujúce s vodou	H261: Pri styku s vodou uvoľňuje horľavé plyny
		POZOR 	kat. 3 Reagujúce s vodou	H261: Pri styku s vodou uvoľňuje horľavé plyny

Oxidujúce kvapaliny a oxidujúce tuhé látky

- Oxidujúce kvapaliny a oxidujúce tuhé látky zvyšujú (zosilňujú) nebezpečenstvo požiaru horľavých materiálov. Klasifikačné kritériá sú podobné podľa DSD/DPD a CLP, ale rozdelenie do kategórií je odlišné. [11]
- podľa CLP aj DSD/DPD identifikácia organických peroxidov je založená na chemickej štruktúre (látky s väzbou -O-O-).
- podľa DSD/DPD, organické peroxidy boli identifikované ako explozívne (E; R2 alebo R3) alebo oxidujúce (O; R7). [11]

Organické peroxidy

- podľa CLP, organické peroxidy majú svoju vlastnú triedu a sú rozdelené do siedmich kategórií podľa vnútorných vlastností a balenia. [11]

Opäť ide o kvapalné a pevné organické látky obsahujúce skupinu -O-O- a možno ich považovať za deriváty peroxidu vodíka. ide o tepelne nestabilné látky alebo zmesi, ktoré môžu podliehať samovoľnému exotermickému rozkladu a môžu mať jednu alebo viacero z nasledujúcich vlastností [15]:

- majú sklon k výbušnému rozkladu,
- prudko horia,
- sú citlivé na náraz alebo trenie,
- nebezpečne reagujú s inými látkami.

DSD/DPD		CLP		
Symbol nebezpečenstva	Rizikové vety	Piktogram a výstražné slovo	Kategória nebezpečnosti	Výstražné upozornenie
OXIDUJÚCI 	R8 Pri kontakte s horľavým materiálom môže spôsobiť požiar	NEBEZPEČENSTVO 	kat. 1 Oxidujúca kvapalina Oxidujúca tuhá látka	H271: Môže spôsobiť Požiar alebo výbuch; silný oxidant
	R8 Pri kontakte s horľavým materiálom môže spôsobiť požiar	NEBEZPEČENSTVO 	kat. 2 Oxidujúca kvapalina Oxidujúca tuhá látka	H270: Môže spôsobiť alebo zosilniť požiar; oxidant
		POZOR 	kat. 3 Oxidujúca kvapalina Oxidujúca tuhá látka	H270: Môže spôsobiť alebo zosilniť požiar; oxidant

VÝBUŠNÝ		R2 Riziko výbuchu nárazom, trením, horením alebo inými zdrojmi zapálenia	NEBEZPEČENSTVO		Typ A Organické Peroxidy	H240: Zahrievanie môže spôsobiť výbuch
		R3 Veľké Nebezpečenstvo výbuchu nárazom, trením, horením alebo inými zdrojmi zapálenia	NEBEZPEČENSTVO	 	Typ B Organické peroxidy	H241: Zahrievanie Môže spôsobiť požiar alebo výbuch
OXIDUJÚCI		R7 Môže spôsobiť požiar	NEBEZPEČENSTVO		Typ C & D Organické peroxidy	H242: Zahrievanie môže spôsobiť požiar
			POZOR		Typ E & F Organické Peroxidy	H242: Zahrievanie môže spôsobiť požiar
			-	-	Typ G Organické peroxidy	-

Korozívne látky a zmesi

- opäť ide o novú kategóriu v CLP
- Korózia /leptavosť (žieravosť) kovov je určená pre látky a zmesi, ktoré môžu korodovať (leptať ocel alebo hliník). [11]

Nová legislatíva hodnotí korozívne látky alebo zmesi korozívne pre kov chemickým poškodením poškodzuje alebo zničí kovy. Klasifikuje sa do jednej kategórie nasledovne [14]:

rýchlosť korózie na ocelových alebo na hliníkových povrchoch presahuje 6,25 mm za rok pri testovacej teplote 55°C.

DSD/DPD		CLP		
Symbol nebezpečenstva	Rizikové vety	Piktogram a výstražné slovo	Kategória nebezpečnosti	Výstražné upozornenie
-	-	POZOR 	kat. 1 Korozívna pre kovy	H290: Môže byť korozívna pre kovy

Ďalšie fyzikálno-chemické vlastnosti

Látkam a zmesiam sa môžu priradiť aj ďalšie upozornenia na nebezpečenstvo: R1, R6, R14, R18, R19 a R44.

Klasifikácia na základe nebezpečenstva pre zdravie ľudí

Klasifikácia sa týka nielen akútnych, ale aj dlhodobých účinkov látok a zmesí, či je už výsledkom jednorazového alebo opakovaného alebo dlhšieho pôsobenia. Ide o nasledujúce látky:

- a) Akútna toxicita
- b) Žieravosť/dráždivosť pre kožu
- c) Vážne poškodenie očí/podráždenie očí
- d) Respiračná alebo kožná senzibilizácia
- e) Mutagenita zárodočných buniek
- f) Karcinogenita
- g) Reprodukčná toxicita
- a ďalšia kategória pre účinky na laktáciu alebo prostredníctvom laktácie
- h) Orgánová špecifická systémová toxicita po jednej dávke
- i) Orgánovo špecifická systémová toxicita po opakovaných dávkach

j) Aspiračná nebezpečnosť

Veľmi vhodný pohľad na uvedené nebezpečenstvá sú vyjadrené v príručke hodnotenia rizík na nasledovnom obrázku. [16]

Druhy účinkov chemikálií na zdravie		
Akútny účinok krátkodobé pôsobenie	Otrava T, napríklad R23, R24, R25, R26, R27, R28, R29, R31, R32	
	poleptanie C, napríklad R34, R35	
	udusenie	nedostatok kyslíka
	Škody na majetku (explózia) E, napríklad. R1, R2, R3, R4, R5 and R6, R9	
	popáleniny (oheň) F, napríklad R7, R8, R10, R11	
Chronický účinok dlhodobé pôsobenie	ochorenia dýchacích ciest T, Xi, napríklad R37, R48, R49	
	Rakovina ako choroba z povolania	
	Precitlivenosť a alergie Xi, napríklad R38, R43	
Kombinovaný účinok (akútny a chronický)	Ochorenia kože, problémy pri reprodukcii, poškodenia plodu, alergie T,Xi, napríklad R46, R61, R62, R64	

Veľmi toxické látky a zmesi

- výstražný symbol „T+“, s indikáciou nebezpečenstva alebo „toxický“,
- označia sa špecifickým rizikom R28, R27, R26 a R39 a jej kombinácie.

Toxické látky a zmesi

- výstražný symbol „T“, so slovným vyjadrením „toxický“,

- označia sa špecifickým rizikom R25, R24, R23, R39 a jej kombinácie a R48 a jej kombinácie.

Škodlivé látky a zmesi

- výstražný symbol „Xn“, so slovným vyjadrením „škodlivý“,
- označia sa špecifickým rizikom R22, R21, R22 a jej kombinácie a R48 a jej kombinácie.

Premietnutie do CLP vyjadruje Hettychova [11] v nasledujúcej tabuľke.

DSD/DPD		CLP		
Symbol nebezpečenstva	Rizikové vety	Piktogram a výstražné slovo	Kategória nebezpečnosti	Výstražné upozornenie
VELMI TOXICKÝ 	R26 Veľmi toxický pri vdychovaní R27 Veľmi toxický pri kontakte s pokožkou R28 Veľmi toxický po požití	 NEBEZPEČENSTVO	kat. 1 Akút. tox.	H300: Smrteľný po požití H310: Smrteľný pri kontakte s pokožkou
TOXICKÝ 	R23 Toxický pri vdychovaní R24 Toxický pri kontakte s pokožkou R25 Toxický po požití		kat. 2 Akút. tox.	H330: Smrteľný pri vdychovaní
ŠKODLIVÝ 	R20 Škodlivý pri vdychovaní R21 Škodlivý pri kontakte s pokožkou R22 Škodlivý	 POZOR	kat. 3 Akút. tox.	H331: Toxický pri vdychovaní H311: Toxický pri kontakte s pokožkou H301: Toxický po požití
			kat. 4 Akút. Tox.	H332: Škodlivý pri vdychovaní H312: Škodlivý pri kontakte s pokožkou H302: Škodlivý

	po požití			po požití
--	-----------	--	--	-----------

Žieravé látky a zmesi

- môžu spôsobiť vážne poranenie-poleptanie alebo popálenie kože, pri ktorom hojenie trvá dlhší čas a môže zanechať trvalé poškodenie v podobe jaziev. [11]
- výstražný symbol „C“, so slovným vyjadrením „žieravý“,
- označia sa špecifickým rizikom R35, R34.

Dráždivé látky a zmesi

- spôsobiť začervenanie, alebo zápal pokožky a všeobecne hojenie trvá kratší čas. [11]
- výstražný symbol „Xi“, so slovným vyjadrením „dráždivý“,
- označia sa špecifickým rizikom R38, R36, R37.

DSD/DPD		CLP		
Symbol nebezpečenstva	Rizikové vety	Piktogram a výstražné slovo	Kategória nebezpečnosti	Výstražné upozornenie
ŽIERAVÝ 	R35 Spôsobuje ťažké poleptanie	NEBEZPEČENSTVO 	Kat. 1A Žieravosť pre kožu:	H314 Spôsobuje vážne poleptanie
	R34 Spôsobuje poleptanie		Kat. 1B a 1C	kože a poškodenie očí
DRÁŽDIVÝ 	R38 Dráždi pokožku	POZOR 	kat. 2 Dráždivosť pre kožu:	H315 Dráždi kožu

Senzibilizujúce látky a zmesi

- výstražný symbol „Xn“, so slovným vyjadrením „škodlivý“,
- označia sa špecifickým rizikom R42, R43, čiže sa nahrádzajú látkami s názvom:

Respiračná alebo kožná senzibilizácia

Senzibilizátory sú látky, ktoré po iniciálnej expozícii môžu vyprovokovať alergickú reakciu v dýchacích cestách alebo na koži. Je zhoda v klasifikačných kritériách oboch systémov, ale sú rozdiely v označovaní, kde sa uplatňujú nové piktogramy. [11]

DSD/DPD		CLP		
Symbol nebezpečenstva	Rizikové vety	Piktogram a výstražné slovo	Kategória nebezpečnosti	Výstražné upozornenie
DRAŽDIVÝ 	R42 Môže spôsobiť senzibilizáciu pri vdýchnutí	NEBEZPEČENSTVO 	kat. 1 Respiračná senzibiliz.	H334: Pri vdýchnutí môže vyvolať alergiu alebo príznaky astmy alebo dýchacie ťažkosti
	R43 Môže spôsobiť senzibilizáciu pri kontakte s pokožkou	POZOR 	kat. 1 Kožná senzibiliz.	H317: Môže vyvolať alergickú kožnú reakciu

Ďalšie toxikologické vlastnosti

Látkam a zmesiam sa môžu priradiť aj ďalšie upozornenia na nebezpečenstvo: R29, R31, R32, R33, R64 a R67.

Vážne poškodenie očí / podráždenie očí

- látky a zmesi, ktoré spôsobujú vážne poškodenie očí v dôsledku dlhodobého efektu s ireverzibilnými účinkami alebo podráždenie očí ako krátkodobý účinok s kratšou dobou hojenia. [11]

- uplatňujú sa v označovaní nové piktogramy a výstražné slová.

DSD/DPD		CLP		
Symbol nebezpečenstva	Rizikové vety	Piktogram a výstražné slovo	Kategória nebezpečnosti	Výstražné upozornenie
DRÁŽDIVÝ 	R41 Riziko vážneho poškodení a očí	NEBEZPEČENSTVO 	kat.1 reverzibil. účinky na oči	H318: Spôsobuje vážne poškodenie očí
	R36 Dráždi oči	POZOR 	kat.2 Dráždivé (reverzibil.) Účinky na oči	H319: Spôsobuje vážne podráždenie očí

Karcinogenita a Karcinogénne látky

sú látky a zmesi, ktoré môžu spôsobiť rakovinu.

Za účelom klasifikácie a označovania, a s prihliadnutím k súčasnemu stavu vedomostí, sa takéto látky rozdeľujú do troch kategórií:

Kategória 1 (Karc.kat.1) Látky známe ako karcinogénne pre človeka. Existuje dostatočný dôkaz na potvrdenie priamej súvislosti medzi pôsobením takejto látky na človeka a vznikom rakoviny.

Kategória 2 (Karc.kat.2) Látky, ktoré sa považujú za pravdepodobne karcinogénne pre človeka. Existuje dostatočný dôkaz na potvrdenie silného predpokladu, že pôsobenie takejto látky na človeka môže vyústiť ku vzniku rakoviny, všeobecne na základe príslušných dlhodobých štúdií a iných závažných informácií.

Kategória 3 (Karc.kat.3) Látky, ktoré majú na človeka vplyv následkom možných karcinogénnych účinkov, ku ktorým však nie sú k dispozícii adekvátne informácie na riadne zaradenie danej látky. Aj ak existujú určité dôkazy, získané z príslušných štúdií u zvierat, tieto však nie sú postačujúce na zaradenie danej látky do kategórie 2.

Výstražné symboly a špecifické upozornenia na nebezpečenstvo sa použijú pre:

Kategória 1 a 2: výstražný symbol „T” a nasledujúce upozornenie na špecifické riziko: R45, R49.

Kategória 3: výstražný symbol „Xn” a nasledujúce špecifické riziko R40.

DSD/DPD			CLP		
Symbol nebezpečenstva	Rizikové vety		Piktogram a výstražné slovo	Kategória nebezpečnosti	Výstražné upozornenie
	kat. 1	R45 Môže spôsobiť rakovinu	 NEBEZPEČENSTVO	Karcinogén (známy) kat. 1A	H350: Môže spôsobiť rakovinu (cesty expozície)
	kat. 2	R49 Môže spôsobiť rakovinu pri vdýchnutí		Karcinogén (pravdep.) kat. 1B	
	kat. 3	R40 Podozrenie na karcinogénne účinky	 POZOR	Karcinogén (podozrivý) kat. 2	H341: Podozrivý, že spôsobuje rakovinu (cesty expozície)

Mutagenita zárodočných buniek a Mutagénne látky

.....Látky a zmesi, ktoré môžu spôsobiť dedičné genetické poškodenie zárodočných buniek (spermie, vajíčka), ktoré sa môže preniesť na ďalšie pokolenie. [11]

Za účelom klasifikácie a označovania, so zreteľom na súčasné znalosti, sa takéto látky rozdeľujú do troch kategórií:

Kategória 1 (Muta. kat.1) Látky známe ako mutagénne pre človeka. Existuje dostatočný dôkaz na potvrdenie priamej súvislosti medzi pôsobením takejto látky na človeka a dedičným genetickým poškodením.

Kategória 2 (Muta. kat.2) Látky, ktoré sa považujú za pravdepodobne mutagénne pre človeka. Existuje dostatočný dôkaz na potvrdenie silného predpokladu, že pôsobenie takejto látky na človeka môže vyústiť ku vzniku dedičného genetického poškodenia, všeobecne na základe príslušných dlhodobých štúdií a iných závažných informácií.

Kategória 3 1 (Muta. kat.3) Látky, ktoré majú na človeka vplyv následkom možných mutagénnych účinkov. Aj ak existujú určité dôkazy získané z príslušných štúdií o mutagenicite, ale tieto nie sú postačujúce na zaradenie danej látky do kategórie 2.

Výstražné symboly a špecifické upozornenia na nebezpečenstvo sa použijú pre:

Kategória 1 a 2: výstražný symbol „T“ a nasledujúce špecifické riziko R46.

Kategória 3: symbol "Xn" a nasledujúce špecifické riziko R68.

DSD/DPD			CLP		
Symbol nebezpečenstva	Rizikové vety		Piktogram a výstražné slovo	Kategória nebezpečnosti	Výstražné upozornenie
	kat. 1	R46 Môže spôsobiť dedičné genetické poškodenie	 NEBEZPEČENSTVO	kat. 1A Mutagén (známy)	H340: Môže spôsobovať genetické poškodenie (cesty expozície)
	kat. 2			kat. 1B Mutagén (pravdep.)	
	kat. 3	R68, Možné riziká ireverzibilných účinkov	 POZOR	kat. 2 Mutagén (podozrivý)	H341: Podozrivý, že spôsobuje genetické poškodenie (cesty expozície)

Látky poškadzujúce reprodukciu, reprodukčná toxicita

Pre účely klasifikácie a označovania a so zreteľom na súčasné znalosti, sa takéto látky rozdeľujú do troch kategórií:

Kategória 1 (Repr.kat.1)

Látky známe oslabovaním plodnosti u ľudí

Existuje dostatočný dôkaz na potvrdenie priamej súvislosti medzi pôsobením tejto látky na človeka a znižovaním plodnosti.

Látky spôsobujúce vývojovú toxicitu u ľudí

Existuje dostatočný dôkaz na potvrdenie priamej súvislosti medzi pôsobením tejto látky na človeka a následnými vývojovými toxickými účinkami u potomkov.

Kategória 2 (Repr.kat.2)

Látky, ktoré sa považujú za pravdepodobne oslabujúce plodnosť u ľudí

Existuje dostatočný dôkaz na potvrdenie silného predpokladu, že pôsobenie takejto látky na človeka môže mať za následok oslabenie plodnosti na základe jasného dôkazu v štúdiách u zvierat týkajúce sa oslabenia plodnosti, ak nie sú prítomné toxické účinky alebo dôkaz oslabenej plodnosti vyskytujúci sa na približne tých istých úrovniach dávok ako ostatné toxické účinky, ale ktorý nie je druhotným nešpecifikovaným následkom ostatných toxických účinkov a iných závažných informácií.

Látky, ktoré sa považujú za pravdepodobne spôsobujúce vývojovú toxicitu u ľudí

Existuje dostatočný dôkaz na potvrdenie silného predpokladu, že pôsobenie takejto látky na človeka môže mať za následok vývojovú toxicitu, vo všeobecnosti na základe jasných výsledkov v príslušných štúdiách u zvierat, v ktorých boli spozorované účinky za neprítomnosti, príznakov zjavnej materskej toxicity alebo na približne tých istých úrovniach dávok ako ostatné toxické účinky, ale ktorý nie je druhotným nešpecifikovaným následkom ostatných toxických účinkov a iných závažných informácií.

Kategória 3 (Repr.kat.3)

Látky ovplyvňujúce ľudskú plodnosť

Všeobecne na základe výsledkov v príslušných štúdiách u zvierat, ktoré poskytujú dostačujúce dôkazy na silné podozrenie ohľadom oslabenej plodnosti pri neprítomnosti toxických vplyvov alebo na približne tých istých úrovniach dávok ako ostatné toxické účinky, ale ktoré nie sú druhotným nešpecifikovaným následkom ostatných toxických účinkov, avšak nemajúce dostatočné dôkazy na zaradenie danej látky do kategórie 2 a iných závažných informácií.

Látky ovplyvňujúce možné vývojové toxické účinky

Na základe výsledkov v príslušných živočíšnych štúdiách, ktoré poskytujú dostačujúce dôkazy na silné podozrenie ohľadom oslabenej plodnosti pri neprítomnosti zjavnej materskej toxicity alebo na približne tých istých úrovniach dávok ako ostatné toxické účinky, ale ktoré nie sú druhotným nešpecifikovaným následkom ostatných toxických účinkov, avšak nemajúce dostatočné dôkazy na zaradenie danej látky do kategórie 2 a iných závažných informácií.

Výstražné symboly a špecifické upozornenia na nebezpečenstvo sa použijú pre:

Kategória 1:

- pre látky, oslabujúce plodnosť u ľudí: výstražný symbol "T" a nasledujúce špecifické riziko veta: R60.
- pre látky, ktoré spôsobujú vývojovú toxicitu: výstražný symbol "T" a nasledujúce špecifické riziko veta: R61.

Kategória 2:

- pre látky, ktoré sa považujú za pravdepodobne oslabujúce plodnosť u ľudí: výstražný symbol „T“ a nasledujúce špecifické riziko veta: R60.
- pre látky, ktoré sa považujú za pravdepodobne spôsobujúce vývojovú toxicitu u ľudí: výstražný symbol „T“ a nasledujúce špecifické riziko veta: R61.

Kategória 3:

- pre látky, ktoré majú vplyv na ľudskú plodnosť: výstražný symbol „Xn“ a nasledujúce špecifické riziko veta: R62.
- pre látky, ktoré majú na ľudí vplyv následkom možných vývojových toxických účinkov: výstražný symbol "Xn" a nasledujúce špecifické riziko veta: R63.

DSD/DPD			CLP		
Symbol nebezpečenstva	Rizikové vety		Piktogram a výstražné slovo	Kategória nebezpečnosti	Výstražné upozornenie
	kat. 1	R60 Môže poškodiť plodnosť	 NEBEZPEČENSTVO	kat. 1A Reprod. toxicita	H360: Môže spôsobiť poškodenie plodnosti alebo nenarodeného dieťaťa
	kat. 2	R61 Môže poškodiť nenarodené dieťa		kat. 1B Reprod. toxicita	
	kat. 3	R62 Možné riziko poškodenia plodnosti R63 Možné riziko poškodenia plodu	 POZOR	kat. 2 Reprod. toxicita	H361: Podozrenie, že môže spôsobiť poškodenie plodnosti alebo nenarodeného dieťaťa
-		R64: Môže spôsobiť poškodenie dojčiat (cez laktáciu)	-	Laktačné účinky	H362 :Môže spôsobiť Poškodenie dojčiat prostredníctvom materského mlieka

Klasifikácia na základe vplyvov na životné prostredie

.....V porovnaní s klasifikáciou REACH dochádza k rozšíreniu vlastností, ktoré sú klasifikované ako "nebezpečné pre životné prostredie" o samostatnú skupinu látok poškodzujúce ozónovú dieň. Daná klasifikácia je v súčasnosti nasledovná:

a) Nebezpečný pre životní prostredie

Akútne nebezpečne pre vodné prostredie

Chronické nebezpečne pre vodné prostredie

b) Poškodzuje ozónovou vrstvu

Vodné prostredie

V rámci vodného prostredia sa bližšie špecifikuje akútne nebezpečie a toxické nebezpečie. V rámci akútnej toxicity sa v CLP klasifikuje akútna toxicita kategórie 1 a kategórie 2 a kategórie 3 neboli použité do CLP. Uvedené kategórie sú popísané v GHS, takže importované chemikálie s GHS označovaním môžu obsahovať tieto kategórie.[11]

Akútna toxicita kat. 2 a 3 je ekvivalentná rizikovým vetám: R 51 (toxický pre vodné organizmy) a R52 (škodlivý pre vodné organizmy) podľa DSD/DPD a indikuje, že hoci sú látky alebo komponenty zmesí toxické pre vodné organizmy, sú rýchlo biologicky odbúrateľné a bez dlhodobých účinkov. [11]

Akútna toxicita kategórie 1 je znázornená v nasledujúcej tabuľke.

DSD/DPD		CLP		
Symbol nebezpečnosti	Rizikové vety	Piktogram a výstražné slovo	Kategória nebezpečnosti	Výstražné upozornenie
 Nebezpečný pre životné prostredie	R50 Veľmi toxický pre vodné organizmy	POZOR 	kat. 1 Akútne riziko pre vodné prostredie	H400: Veľmi toxický pre vodné organizmy (ryby, kôrovce, riasy)

Chronická toxicita kategórie 1 až 4 je znázornená v nasledujúcej tabuľke.

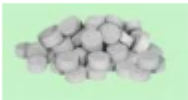
DSD/DPD		CLP		
Symbol nebezpečnosti	Rizikové vety	Piktogram a výstražné slovo	Kategória nebezpečnosti	Výstražné upozornenie
 Nebezpečný pre životné prostredie	50/53 Veľmi toxický pre vodné organizmy, môže spôsobiť dlhodobé nepriaznivé účinky vo vodnej zložke ŽP	POZOR 	kat. 1 Chronické riziko pre vodné prostredie	H410: Veľmi toxický pre vodné organizmy, s dlhodobými účinkami
	R51/53 Toxický pre vodné organizmy, môže spôsobiť dlhodobé nepriaznivé účinky vo vodnej zložke ŽP		kat. 2 Chronické riziko pre vodné organizmy	H411: Toxický pre vodné organizmy, s dlhodobým účinkom
	R52/53 Škodlivý pre vodné organizmy, môže spôsobiť dlhodobé nepriaznivé účinky vo vodnej zložke ŽP	-	kat. 3 Chronické riziko pre vodné organizmy	H412: Škodlivý pre vodné organizmy, s dlhodobým účinkom
	R52 Škodlivý pre vodné organizmy alebo R53 Môže spôsobiť dlhodobé nepriaznivé účinky vo vodnej zložke ŽP		kat. 4 Chronické riziko pre vodné organizmy	H413: Môže spôsobiť dlhodobé škodlivé účinky pre vodné organizmy

Látky a zmesi ,ktoré môžu poškodiť ozónovú vrstvu.

posledná ale tiež dôležitá skupina chemických látok, narúšajúca ozónovú vrstvu zeme je v nasledujúcej tabuľke.

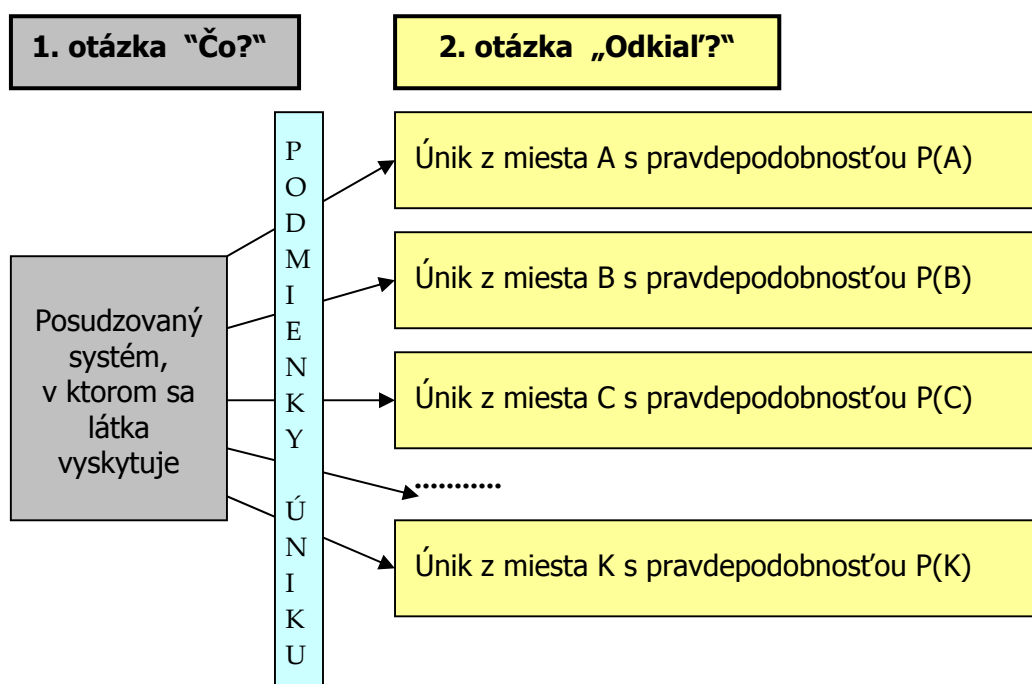
DSD/DPD		CLP		
Symbol nebezpečenstva	Rizikové vety	Piktogram a výstražné slovo	Kategória nebezpečnosti	Výstražné upozornenie
 Nebezpečný pre životné prostredie	R59 Nebezpečný pre ozónovú vrstvu	 POZOR	Ozón	H420: Poškodzuje verejné zdravie a životné prostredie tým, že ničí ozón vo vrchných vrstvách atmosféry

Záverom je nutné podotknúť, že prítomnosť nebezpečných chemických látok predstavuje trvalé riziko vo vybraných prevádzkach. Nebezpečné chemické látky všetky kvapalné, plynné alebo tuhé látky, ktoré môžu ohrozovať bezpečnosť a zdravie zamestnancov. Zahŕňa to aj látky, ktoré vznikajú ako vedľajšie produkty pri práci alebo sa pri práci uvoľňujú do pracovného prostredia (splodiny zvárania, dieselové exhaláty, drevený prach, múka ...). Tieto látky sú dodávané a uchovávané v rozličných skupenstvách a rôznych obaloch tak ako je to prezentované na nasledujúcom obrázku, ktorý je uvedený v príručke o chemických rizikách. [16]

Rozličné skupenstvo, uskladnenie a balenie chemikálií			
pevné látky	 tablety		 
	 granule		
	 prášok		
kvapaliny			
plyny			

7.2 ODKIAL' MÔŽU UNIKNÚŤ?

Po identifikácii a klasifikácii nebezpečných látok, miesta a množstva ich výskytu, spôsobu ich uskladnenia a prepravy je možné pre každú z nich zostrojiť prvú sekvenciu reťazca udalostí (obr. 7.1) – hľadanie odpovedí na otázku číslo 2 .



Obr. 7.1 Reťazec udalostí – prvá sekvencia

Užitočným dokumentom pre konštrukciu prvej sekvencie je nasledovný prehľad základných parametrov, resp. aspektov, vzájomné kombinácie ktorých vlastne predstavujú východiskové platformy analýzy.

Miesto možného úniku

- dopravné trasy v systéme (cesty, vlečky a pod.);
- dopravné prostriedky (autá, vagóny a pod.) a iné mobilné sklady a zásobníky (kontajnery a pod.);
- potrubné rozvody a mosty;
- stabilné sklady a zásobníky, vrátane stáčacích a plniacich zariadení;

- strojnotechnologické zariadenia;
- odpadové hospodárstvo;
- systémy zdrojov, rozvodov a transformácie energie;
- iné špecifické miesta.

Prevádzkový režim

- bežná plánovaná prevádzka;
- pracovný klúd – stand by režim;
- výmena zmien;
- prevádzkové skúšky;
- nábeh a odstavovanie prevádzky;
- údržba a čistenie zariadení a objektov;
- generálne opravy, rekonštrukcie a prestavby;
- výstavba a montáže;
- štrajk a pod.

Udalosti, ktoré môžu spôsobiť únik

- požiar;
- výbuch;
- poškodenie zariadenia;
- strata celistvosti zariadení, v ktorých sú uložené nebezpečné látky;
- havárie dopravných a manipulačných prostriedkov;
- vznik nebezpečných zmesí látok;
- vymknutie sa procesu spod kontroly a pod.

Vonkajšie príčiny vzniku úniku

- búrka;
- povodeň;
- mráz;
- sneh;
- zemetrasenie;
- zosuvy pôdy;
- sabotáž a pod.

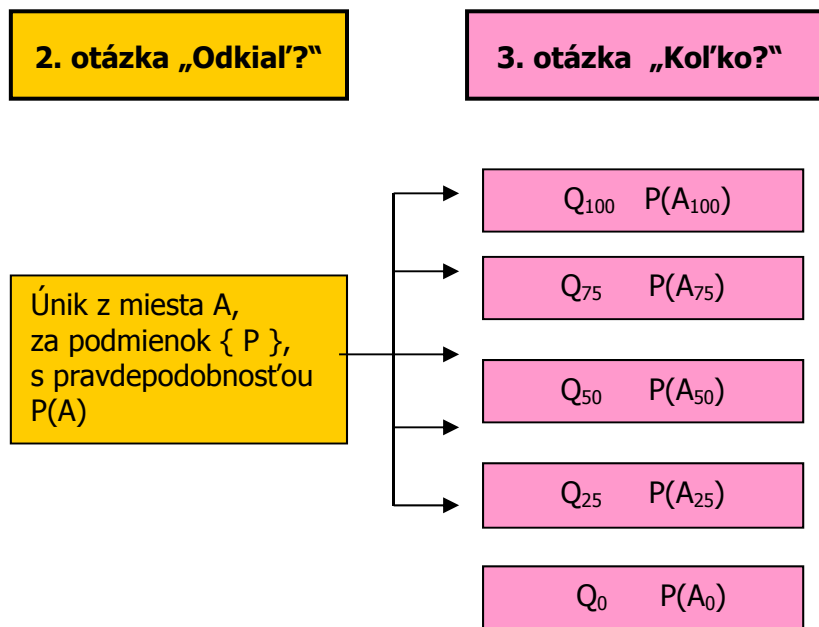
Vnútorne príčiny vzniku úniku

- technická porucha;
- ľudský faktor;
- výpadky v zásobovaní energie;
- zlyhanie vstupnej kontroly;
- opotrebovanosť zariadení a objektov;
- faktory pracovného prostredia (vibrácie, otrasy, teploty, prašnosť a pod.);
- zlyhanie tokov informácií a pod.

Výsledkom prvej sekvencie je stanovenie podmienok, za ktorých a pravdepodobnosti, s akou môže tá ktorá nebezpečná látka z toho ktorého miesta posudzovaného systému uniknúť.

7.3 KOĽKO MÔŽE UNIKNÚŤ?

Druhá sekvencia – hľadanie odpovedí na otázku číslo 3 je zameraná na stanovenie množstva uniknutej látky. Môže mať napríklad podobu podľa obr. 7.2.



Obr. 7.2 Reťazec udalostí – druhá sekvencia

pričom platí

$$P(A_{100}) + P(A_{75}) + P(A_{50}) + P(A_{25}) + P(A_0) = 1 \quad (7.1)$$

Na základe prvých troch otázok, resp. prvých dvoch sekvencií je možné skonštatovať, že z posudzovaného objektu môže z miesta A za podmienok {P} uniknúť maximálne množstvo konkrétnej nebezpečnej látky Q_{100} s pravdepodobnosťou

$$P(Q_{100}) = P(A) \cdot P(A_{100}) \cdot P(X) \quad (7.2)$$

resp. napríklad 50% tejto látky Q_{50} s pravdepodobnosťou

$$P(Q_{50}) = P(A) \cdot P(A_{50}) \cdot P(X) \quad (7.3)$$

Hlavne pri stanovovaní hodnôt $P(A)$ a $P(A_i)$ je potrebné brať do úvahy aj vplyvy nasledovných systémov, resp. aspektov:

- stav fyzickej opotrebovanosti objektov a zariadení a „kvalita“ údržby;
- „kvalita“ a spoľahlivosť obsluhy;
- „kvalita“ a spoľahlivosť systému riadenia a kontroly;
- „kvalita“ a spoľahlivosť systémov monitoringu a včasného varovania a havarijnej pripravenosti, ich prvkov vrátane ľudského faktora a pod.

Hodnota $P(X)$ reprezentuje pravdepodobnosť, s akou sa daná nebezpečná látka môže v posudzovanom objekte v danom množstve vyskytovať. V prípade stabilne sa v objekte vyskytujúcej látky je $P(X) = 1$. V prípade, že nebezpečná látka môže v objekte vzniknúť, resp. sa v objekte vyskytuje len sporadicky, môže hodnota $P(X)$ nadobudnúť akékoľvek číslo z intervalu $0 \leq P(X) < 1$.

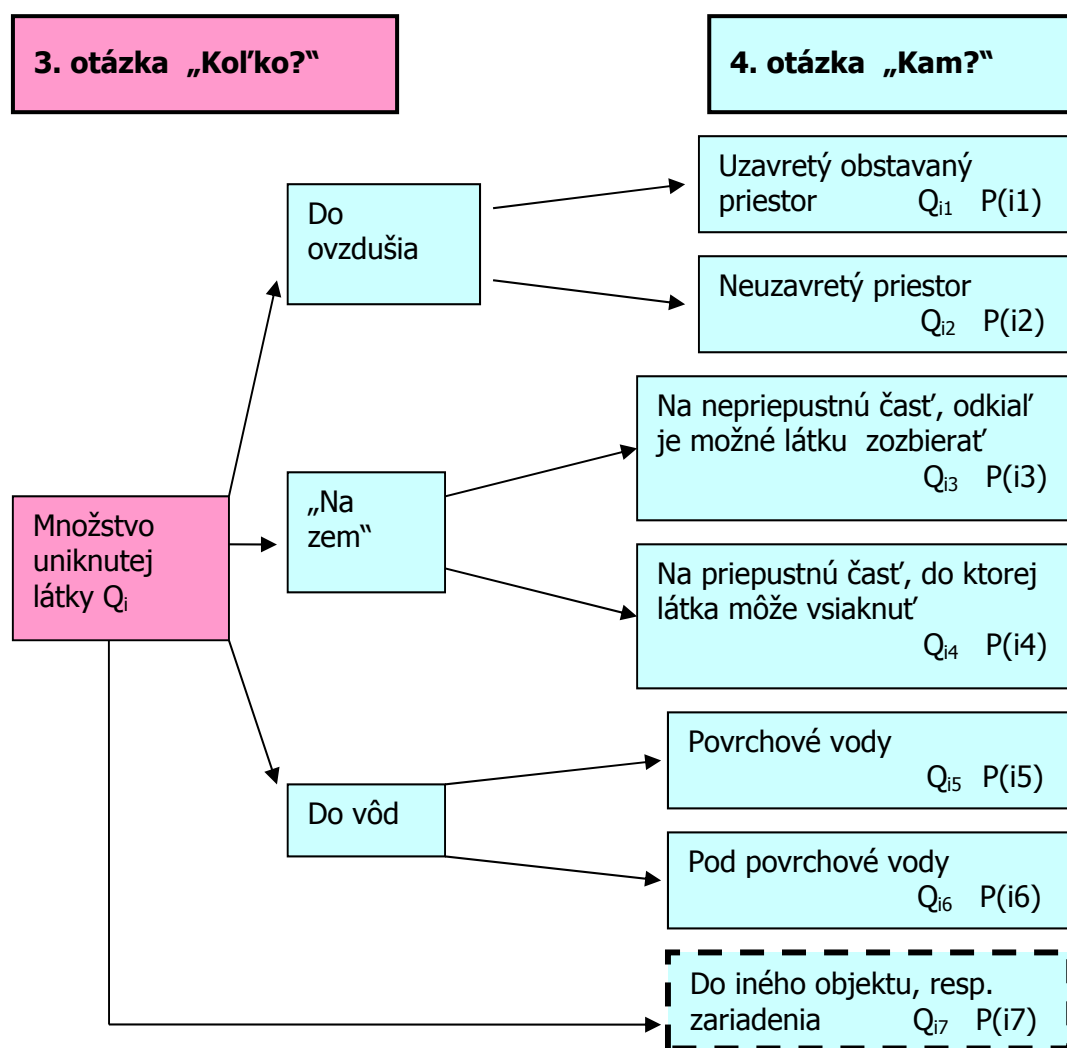
Pri stanovovaní hodnoty množstva potenciálne uniknutej látky Q je potrebné zvažovať dve hlavné alternatívy:

- látka môže uniknúť z takého objektu, resp. zariadenia, do ktorého je počas „úniku“ zamedzené, resp. nemožné pridávanie ďalšieho množstva danej látky, (pri havárii auto cisterny môže z nej maximálne uniknúť množstvo látky rovnajúce sa jej prepravnej kapacite),
- látka môže uniknúť z takého objektu, resp. zariadenia, do ktorého počas „úniku“ môže byť pridávané ďalšie množstvo danej látky, (pri havárii potrubia môže uniknúť nielen množstvo látky, ktoré sa v danom okamžiku v potrubí

nachádza, ale aj ďalšie množstvo látky, ktoré sa do potrubia počas úniku dostane).

7.4 KAM MÔŽE UNIKNÚŤ?

Na základe týchto poznatkov je možné kreovať tretiu sekvenciu (obr. 7.3) – hľadať odpovede na otázku číslo 4.



Obr. 7.3 Reťazec udalostí – tretia sekvencia

pričom musí platiť:

$$Q_{i1} + Q_{i2} + Q_{i3} + Q_{i4} + Q_{i5} + Q_{i6} + Q_{i7} = Q_i \quad (7.4)$$

$$P(i1) + P(i2) + P(i3) + P(i4) + P(i5) + P(i6) + P(i7) = 1 \quad (7.5)$$

V tejto sekvencii je zvlášť označená možnosť úniku látky do iného objektu, resp. zariadenia. Ide o prípady, v ktorých by samotná povaha alebo množstvo uniknutej látky nemuseli vyvolať výrazné dopady, resp. škody, v prípade, že by únik smeroval do niektorého z parametrov prostredia. Ak by sa však táto látka, resp. toto množstvo látky dostala/o do iného objektu (napríklad zásobník) alebo do iného zariadenia (napríklad navažovacie a miešacie zariadenie) mohlo by to spôsobiť vznik neželanej nebezpečnej zmesi látok, ktorá by mohla vyvolať a spustiť celý reťazec udalostí, až po priemyselnú haváriu.

Z odpovedí na otázky číslo 1 až 4 a z kreovaných troch sekvencií je teda možné získať najmä nasledovné údaje:

- súpis nebezpečných látok a identifikáciu ich vlastností;
- celkové množstvo nebezpečných látok vyskytujúcich sa v posudzovanom systéme;
- parciálne množstvá tej ktorej nebezpečnej látky umiestnenej na tom ktorom mieste posudzovaného systému, (centrálny sklad, iné sklady, operačné zásoby, zásobníky, potrubia, v technologické zariadenia a pod.);
- spôsob uskladnenia, resp. prepravy tej ktorej látky, (palety, PE, papierové alebo jutové vrecia, kanistre, kontajnery a pod.);
- pravdepodobnosť $P(X)$, s ktorou sa tá ktorá látka v tom ktorom množstve môže nachádzať na tom ktorom mieste posudzovaného systému;
- podmienky $\{P\}$, za ktorých môže k úniku dôjsť;
- pravdepodobnosť $P(Kni)$, s ktorou môže $n\%$ uskladneného, resp. prepravovaného množstva i -tej nebezpečnej látky uniknúť z K -teho miesta posudzovaného systému;
- pravdepodobnosť $P(K,j,i)$, s ktorou môže j -ta časť objemu úniku i -tej nebezpečnej látky z K -teho miesta posudzovaného systému „skončiť“ v jednotlivých častiach prostredia alebo v inom systéme resp. zariadení.

Na prvý pohľad komplikované údaje však len detailnejšie popisujú päť hlavných aspektov, z ktorých musia vychádzať, resp. na ktoré musia byť zamerané programy prevencie a riadenia rizík únikov nebezpečných látok. Sú nimi:

- druh a množstvo nebezpečnej látky, resp. jej parciálne množstvá rozmiestnené v posudzovanom objekte;
- podmienky, ktoré môžu vyvolať únik a za ktorých môže „prebehnúť“ únik;
- pravdepodobnosť, s akou môže vzhľadom na spôsob uskladnenia, nakladania, manipulácie s látkou a pod. dôjsť k úniku istého množstva nebezpečnej látky umiestnenej na jednom mieste, resp. v jednom zariadení posudzovaného systému;
- časový priebeh úniku, pretože nebezpečná látka môže unikáť procesom dlhodobého nepretržitého unikania malých objemov, až po proces krátkodobého jednorazového úniku celkového množstva látky;
- časť prostredia, do ktorého môže únik smerovať.

ZÁVER

Ak pri plánovaní, organizovaní alebo realizácii rôznych činností, aktivít, zámerov a podobných udalostí existuje čo len náznak podozrenia, resp. neistoty naznačujúcej, že zamýšľaná aktivita sa môže vyvíjať aj iným, než plánovaným a všeobecne želaným smerom, mal by človek zbystriť pozornosť.

A mal by to urobiť hlavne vtedy, ak by potenciálne možný smer vývoja mohol nabráť negatívny kurz. Buď v podobe horšieho, než plánovaného výsledku, alebo v podobe rôznych negatívnych dopadov, ktoré by mohli vzniknúť ako „sprievodné javy“ procesov dosahovania plánovaných výsledkov, alebo ako kombinácia oboch podôb.

A zrejme je aj to, že čím bude väčšia istota toho, že „niečo môže ísť horšie ako plán“ a čím v dôsledku toho môžu vzniknúť horšie následky, tým by danému problému mala byť venovaná väčšia pozornosť.

A navyše je zrejme aj to, že pozornosť by mala byť orientovaná na tri hlavné oblasti:

- Oblasť identifikácie toho, čo by „ mohlo ísť horšie ako plán“, čo by tento stav mohlo iniciovať, ako by mohol vyzeráť, resp. akú podobu by mohol mať potenciálny „horší vývoj udalostí“ a aké následky by to všetko mohlo mať.
- Oblasť kreovania a implementácie takých opatrení a programov, ktoré by zamedzili, alebo aspoň podstatnou mierou znížili možnosť nastania situácií identifikovaných v prvom bode.
- Oblasť kreovania a implementácie programov a aktivít znižovania a odstraňovania následkov situácií identifikovaných v prvom bode – v prípade, že by reálne aj nastali.

Nie schopnosť predpovedať, že „niečo zle dopadne“, ale schopnosť predvídať objavenie sa neplánovaných situácií, teda situácií „nezhodných s plánom“ a na báze modelov následne identifikovať ich potenciálne možný priebeh a negatívne dopady poskytujú veľmi silný nástroj ich zdlávania.

LITERATÚRA

1. **COVELLO, V. T.: MERKHOFFER, M. W.:** *Risk Assessment Methods. Approches for Assessing Health and Environmental Risks.* Plenum Press, New York, 1993, 318 s, ISBN 0-306-44382-1.
2. **SINAY, J.:** *Bezpečná technika, bezpečné pracoviská – atribúty prosperujúcej spoločnosti.* TU v Košiciach, 2011, 264 s. ISBN 978-80-553-0750-3
3. **ZELENÝ, J. a kol.:** *Riziká v priemysle.* Zvolen: TU vo Zvolene, 2006. 320 s., Príloha 279 s. ISBN 80-228-1638-8, ISBN 80-228-1369-6 (Príloha)
4. **ZELENÝ, J.:** *Analýza, posudzovanie a hodnotenie rizík, princíp duality pravdepodobnosti.* TU vo Zvolene, 2005, 81 s. ISBN 80-228-1575-6
5. **ZELENÝ, J. a kol.:** *Environmentálna politika manažérstvo organizácií. Diel štvrtý: Manažérstvo environmentálnych a bezpečnostných rizík.* UMB v Banskej Bystrici, 2010, 211 s. ISBN 978-80-8083-975-8
6. **ZELENÝ, J.:** *Aplikácia metódy ETA pri posudzovaní a analýze rizík.* In: Trendy lesníckej, drevárskej a environmentálnej techniky a jej aplikácie vo výrobnom procese – MVK Zvolen, 2001, ISBN 80-228-1060-6, s. 13-18.
7. **ZELENÝ, J.:** *Retážce udalostí, modely a ich tvorba.* In: . In: Advances in Fire and Safety Engineering, 2012, MVK Zvolen.
8. **ZELENÝ, J.:** *Manažérstvo rizika.* TU Zvolen, 2000, 405 s., ISBN 80-228-0892
9. **STN ISO 31000: 2011 – Manažérstvo rizika. Zásady a návod.** SÚTN, 2011.
10. **STN IEC 01 0676 Analýza stromu poruchových javov.** SÚTN, 2002.

11. Hettychová, Ľ.: OCHRANA ZDRAVIA PRI PRÁCI A NOVÁ KLASIFIKÁCIA, OZNAČOVANIE A BALENIE CHEMICKÝCH LÁTKOK A ZMESÍ. Usmernenie na pomoc pri kontrole prechodu na nový systém CLP. REGIONÁLNY ÚRAD VEREJNÉHO ZDRAVOTNÍCTVA so sídlom v Banskej Bystrici. [on-line] Dostupný na internete: http://www.vzbb.sk/sk/aktuality/sos/odborne_usmernenie_chl.pdf

12. Expozičné scenáre: Povinnosti následných užívateľov. Prezentácia firmy Brenntag pre zákazníkov - január 2011. [on-line]. Dostupné na internete: [http://www.brenntag-
cee.com/sk/downloads/SK/f_REACH__Customer_Package_ES_12-2010_SK.pdf](http://www.brenntag-cee.com/sk/downloads/SK/f_REACH__Customer_Package_ES_12-2010_SK.pdf)

13. Marková, I.: Súčasná situácia v legislatíve nebezpečných látok. Bezpečná práca. - Roč. 44, č. 4 (2013), s. 17-26. - Bratislava : Anastázia Bezáková - A+Z

14. Krajčovičová, J. - Toman, B.: Nová legislatíva EU o chemických látkach a zmesiach. časť II In: SPRAVODAJCA, r. XLII (2)2011, s.28-35. ISSN 1335-9975.

15. Krajčovičová, J. - Toman, B.: Nová legislatíva EU o chemických látkach a zmesiach. časť III. In: SPRAVODAJCA, r. XLII (3)2011, s.27-33. ISSN 1335-9975.

16. Gecelovská, D.: Príručka pre hodnotenie rizík v malých a stredných podnikoch. Chemické riziká. Identifikácia a hodnotenie nebezpečenstiev; Stanovenie opatrení.