

**SLOVENSKÁ POĽNOHOSPODÁRSKA UNIVERZITA
TECHNICKÁ FAKULTA**

2 125 260

ZHODNOTENIE RIZIKA TECHNICKÉHO ZARIADENIA

2011

Ladislav Révay, Bc.

**SLOVENSKÁ POĽNOHOSPODÁRSKA UNIVERZITA
TECHNICKÁ FAKULTA**

ZHODNOTENIE RIZIKA TECHNICKÉHO ZARIADENIA

Diplomová práca

Študijný program:	Kvalita produkcie
Študijný odbor:	2386800 Kvalita produkcie
Školiace pracovisko:	Katedra kvality a strojárnských technológií
Školiteľ:	doc. Ing. Peter Čičo, Csc.

2011

Ladislav Révay, Bc.

Čestné vyhlásenie

Podpísaný Ladislav Révay vyhlasujem, že som záverečnú prácu na tému „Zhodnotenie rizika technického zariadenia“ vypracoval samostatne s použitím uvedenej literatúry.

Som si vedomý zákonných dôsledkov v prípade, ak uvedené údaje nie sú pravdivé.

V Nitre 20. apríla 2011

Ladislav Révay

Pod'akovanie

Ďakujem vedúcemu bakalárskej práce doc. Ing. Petrovi Čičovi, CSc. za cenné rady a pripomienky, rodine a blízkym priateľom za morálnu podporu.

Abstrakt (v štátnom jazyku)

Riziko môžeme nachádzať v každej oblasti ľudského života a to po. Riadenie rizika v podnikoch je veľmi dôležitou súčasťou každého podniku, pretože je lepšie investovať do prevencie a odhaľovania rizík. Následne určenie opatrení na zamedzenie alebo zníženia pravdepodobnosti ich vzniku na čo najmenšiu mieru. Najdôležitejšie sú riziká, u ktorých vzniká veľká pravdepodobnosť vysokej škody, či už na zdraví a životoch ľudí, alebo na majetku.

V práci som sa venoval prevádzke Metal Trade, v ktorej som identifikoval nebezpečenstvá a riziká na obrábacom centre MC 100 VA. Následne som zaviedol metódy FMEA (Analýza príčin a dôsledkov porúch) a komplexnú metódu posudzovania rizika. U metódy FMEA som bodovo ohodnotil jednotlivé ohrozenia pri práci na stroji stupnicou od 1 do 10 pre závažnosť, výskyt a odhalenie, z čoho som po vynásobení dostal hodnotu RPN, čo je miera rizika a navrhol vhodné opatrenia na zníženie rizika. Komplexná metóda posudzovania rizika mi slúžila skôr na posúdenie rizika ľudského faktora pri práci na stroji. Taktiež som sa venoval porovnávaníu definícií v rámci bezpečnosti, ohrození, nebezpečenstva, rizika a identifikácii nebezpečenstva a rizika od rôznych autorov.

Kľúčové slová: Riziko, ohrozenie, nebezpečenstvo, bezpečnosť.

Abstrakt (v cudzom jazyku)

You can find risk in every part of humans life and that pays lifelong. The control of risk in businesshouse is really important part of every corporation,because it is better to invest in the prevention and detection of risks and to make pre-emptive adjustments or to diminish the probability of their happening . The most important are the risks,which threaten with great property damage,or damages of humas life.

I did my work in Metal Trade in which I identified dangers and risks on machine tool MC 100 VA. Then i applied method FMEA(Failure mode and effects analysis) and complex method of risk check. Applying the FMEA method to detect the risk i gave points to each threat using scale of 1 to 10 for importance, occurrence and detection. Then I multiplied these points to get RPN what is risk priority number and a i applied safety measures. Complex method of risk check helped me identified risk mostly for human factor. Also i try to judge and identificate these risks.Other goals:to compare definition of safety,threat,danger and risk by many authors.

Key words: risks, danger, damage, safety

Obsah

Úvod.....	9
1 Prehľad o súčasnom stave riešenej problematiky.....	11
1.1 Dôležité pojmy.....	11
1.2 Prehľad metód na identifikáciu rizík.....	20
1.2.1 Analýza pomocou kontrolných záznamov (Check list analysis – CLA).....	23
1.2.2 Rutinné testy (Routine tests - RT).....	23
1.2.3 Čo sa stane ak ... (What if Analysis – WFA).....	24
1.2.4 Bezpečnostný audit.....	24
1.2.5 Relatívne hodnotenie (Relative ranking).....	25
1.2.6 Rýchle hodnotenie (Rapid ranking – RR).....	25
1.2.7 Úvodná analýza nebezpečenstva (Preliminary hazard analysis).....	25
1.2.8 Analýza nebezpečenstva (Hazard analysis – Hazan).....	26
1.2.9 Analýza stromom nebezpečenstva (Hazard tree analysis – HTA).....	27
1.2.10 Analýza príčin následkov (Cause consequence analysis – CCA).....	28
1.2.11 Kvantitatívna analýza rizika chemických procesov chemical process quantitative risk analysis – (CPQRA).....	29
1.2.12 Analýza spoľahlivosti človeka (Human reliability analysis – HRA).....	29
1.2.13 Štúdia nebezpečnosti a prevádzkyschopnosti (HAZOP).....	30
1.2.14 Analýza stromom porúch (Fault tree analysis - FTA).....	30
1.2.15 Analýza stromu udalostí (Event Tree Analysis – ETA).....	31
1.2.16 Komplexná metóda posúdenia rizika.....	31
1.2.17 Analýza príčin a dôsledkov porúch (FMEA).....	33
1.2.18 Určenie dôsledku priemyselnej havárie.....	35
1.3 Vzájomné posúdenie metód hodnotenia rizika.....	36
2 Cieľ práce.....	40
3 Metodika práce.....	41
4 Vlastná práca.....	42
4.1 Charakteristika podniku.....	42
4.2 Charakteristika vybraného stroja.....	43
4.2.1 Obrábacie centrum MC 100 VA.....	43
4.3 Identifikácia nebezpečenstiev, ohrození.....	45
4.4 Opatrenia na bezpečné používanie.....	46

4.4.1 Opatrenia na bezpečné používanie pre operátora.....	46
4:4.2 Opatrenia na bezpečné používanie pre stroj.....	46
4.5. Definovanie systému.....	49
4.6 Analýza ohrozenia.....	50
4.7 Aplikácia metódy FMEA.....	51
4.7.1 Zhodnotenie metódy FMEA.....	52
4.8 Aplikácia komplexnej metódy na posúdenie rizika.....	54
4.8.1 Zhodnotenie komplexnej metódy na posúdenie rizika.....	56
5 Zhodnotenie.....	57
6 Záver.....	58
7 Zoznam použitej literatúry.....	59

Úvod

Nebezpečenstvo vzniká v každom odvetví ľudského života a hlavne v strojárstve. Z toho dôvodu by zamestnávateľ mal dbať na to, aby pri každom stroji bol riadne zaškolený pracovník a aby na každom stroji boli štítky na upozornenie nebezpečenstiev. Mal by súčasne kontrolovať dodržiavanie všetkých bezpečnostných opatrení kvôli predchádzaniu neprijemným udalostiam ohrozujúcim zdravie zamestnancov alebo materiálnym škodám. Technológie sa rýchlo vyvíjajú a všetci výrobcovia dbajú na to, aby ich stroje boli čo najbezpečnejšie, ale aj napriek tomu treba dávať veľký pozor pri obsluhu týchto strojov. Taktiež sa musí dbať na odbornú údržbu s kvalitnými náhradnými dielmi. Malo by sa taktiež dbať na zdravotný stav zamestnancov pri strojoch, či už po fyzickej alebo psychickej stránke, pretože nemusia ohrozovať len samých seba, ale aj iných zamestnancov. Zároveň môžu spôsobiť materiálne škody, ktoré sa pri nových technológiách šplhajú do veľkých výšok. Pred každým použitím stroja by sa mal dôkladne skontrolovať vyškoleným pracovníkom, aby počas práce nevznikli zbytočné nebezpečenstvá. Na dodržiavanie bezpečnosti pri práci existujú aj rôzne zákony ako napríklad zákon č. 330/96 Z. z. o bezpečnosti a ochrane zdravia pri práci, ktorý platí v Slovenskej republike od 1. 1. 1997. Zahrňuje obsah Európskych smerníc 89/391/EÚ a 89/392/EÚ.

Podľa tohto zákona má zamestnávateľ povinnosť zisťovať ohrozenia života, informovať o nich svojich zamestnancov a zavádzať vhodné opatrenia na ich zníženie alebo úplné odstránenie. Tieto zákony a predpisy určujú politiku Európskej únie, čo sa týka bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci, ale avšak nie len dodržiavanie zákonov a predpisov, ale aj aby sa každý zamestnávateľ presvedčil, aby na pracovisku nebolo ohrozené zdravie zamestnancov.

Na odhalovanie rizík a nebezpečenstiev sa začali zavádzať rôzne metódy, či už kvantitatívne alebo kvalitatívne a postupne sa začali formovať pre rôzne odvetvia. Medzi najznámejšie patrí metóda FMEA.

FMEA je analýza príčin a dôsledkov porúch, podľa STN IEC 60812 – Metódy analýzy spoľahlivosti systémov: postup analýzy spôsobov a dôsledkov porúch kvantitatívna metóda obmedzená na analýzu spôsobov porúch sledovaných systémov. Nezahŕňa ľudské a softvérové chyby. Nezahŕňa analyzovanie funkčných väzieb. Metóda FMEA je indukčná metóda, bola vyvinutá pre potrebu štúdie porúch v systémoch. Metódu je

možné aplikovať na rôzne systémy, ako napríklad elektrické, hydraulické, mechanické a iné. Umožňuje identifikovať poruchy s významnými následkami, ktoré ovplyvňujú funkcie systému a taktiež uplatniť návrhy na odstránenie týchto chýb.

Komplexná metóda posudzovania rizík nám pomáha oboznámiť sa s rizikami, ktoré sa týkajú viac ľudského faktoru a priestoru, v ktorom sa daná analýza vykonáva. Pred začiatkom si musíme ozrejmiť, ktorým prvkom systému je nutné venovať zvýšenú pozornosť, a ktoré môžeme zanedbať. Skladá sa z dvoch samostatných prístupov. Z identifikácie, ktorej zápis je najvhodnejšie uskutočniť formou katalógových listov, a procesu ohodnotenia viacparametrickou metódou.

1 Prehľad o súčasnom stave

1.1 Základné pojmy

Podľa Hatinu (2006) je identifikácia nebezpečenstva definovaná ako zisťovanie možných zdrojov nežiaducich udalostí, tzn. vyhľadávanie tých elementov, ktoré môžu spôsobiť úraz alebo iné poškodenie. Informácie o nebezpečenstvách možno získať podrobnou prehliadkou objektu posudzovania (pracoviska, stroja, určitej činnosti a pod.) alebo zisťovaním (anketou) u zamestnancov. Nebezpečenstvo chemických látok predstavuje ich typické, im vlastné chemické, fyzikálne, fyzikálno – chemické a toxikologické vlastnosti.

Podľa Hatinu (2006) je identifikácia ohrozenia definovaná ako odhad spôsobu (určenie možného deja), akým môže dôjsť k nežiadúcej udalosti v dôsledku pôsobenia nebezpečenstva na človeka, prostredie a pod. Z jedného nebezpečenstva možno odvodiť jedno alebo viac ohrození. Pri identifikácii ohrození treba zohľadniť, ktoré, resp. koľko osôb môže byť vystavených pôsobeniu nebezpečenstva.

Podľa normy STN 01 0380 je identifikácia rizika definovaná ako proces určovania, čo, prečo a ako sa môže stať

Podľa Lovečka (2007) je identifikácia rizík definovaná ako rozhodujúci predpoklad a východisko na efektívne riadenie bezpečnostných rizík. Platí zásada, že bezpečnostné riziká, ktoré nie sú identifikované, nemôžu byť a ani nebudú riadené, alebo inak ovplyvňované. Identifikácia bezpečnostných rizík musí byť procesne orientovaná a členená do rôznych oblastí zdrojov možných bezpečnostných rizík.

Cieľom identifikácie bezpečnostných rizík je:

- zistenie všetkých významných typov a zdrojov bezpečnostných rizík vo vzťahu k posudzovanému bezpečnostnému prostrediu,
- zistenie predpokladov každého bezpečnostného rizika.

Základným obsahom identifikácie bezpečnostných rizík je:

- spracúvanie informácií o vonkajšom a vnútornom bezpečnostnom prostredí,

- vypracovanie registra rizík, ktoré majú alebo môžu mať vzťah k posudzovanému objektu (chránenému záujmu),
- vyjadrenie pravdepodobnosti alebo vierohodnosti bezpečnostného rizika.

Podľa Kadndráča a Skarbu (2000) identifikácia nebezpečenstva predstavuje zásadný krok pri realizácii analýzy rizika postupom CPQRA, pretože zabudnuté nebezpečenstvo znamená neodhalené a teda neanalyzované nebezpečenstvo. Na riešenie tohto problému možno použiť praktické skúsenosti, technické normy, kontrolné záznamy, detailné znalosti o procese apod. Zo súboru metód na identifikáciu nebezpečenstva možno uviesť indexové metódy, metódy PHA, metódu What If Analysis a najmä však metódy HAZOP a FMEA.

Podľa normy STN 01 0380 je analýza rizika definovaná ako systematické využívanie dostupných informácií s cieľom určiť, ako často môžu nastať konkrétne udalosti a veľkosť ich následkov.

Podľa Hatinu (2006) je analýza rizika definovaná ako metóda, ktorou sa zisťuje aká je pravdepodobnosť, že dôjde k nežiaducej udalosti, a aké budú jej dôsledky.

Spočíva v identifikácii nebezpečenstiev a ohrození a vyhodnotení rizík. Základom pre vykonanie analýzy je určenie objektu posudzovania (či sa bude posudzovať stroj, technológia, pracovná činnosť, pracovné prostredie a pod.) a zistenie základných parametrov posudzovaného systému. Analýza rizík je súčasťou procesu posudzovania rizík.

Podľa Lovečka (2007) je analýza rizík definovaná ako proces v ktorom sa podrobne identifikujú riziká, určuje sa ich rozsah a skúma sa ich vzájomný vzťah. Atribúty rizika sa vyhodnocujú s cieľom stanoviť súčasné hodnoty pre: pravdepodobnosť, že sa riziko prejaví, následok ktorý vznikne, ak sa riziko prejaví.

Podľa normy STN 01 0380 je akceptovanie rizika definované ako kvalifikované rozhodnutie akceptovať následky a pravdepodobnosť konkrétneho rizika

Podľa Hatinu (2006) je akceptovateľné riziko definované ako riziko, pri ktorom sa vyskytuje neželané ohrozenie, avšak ktoré je človek ochotný akceptovať, resp. skupina

osôb alebo spoločnosť ochotná pripustiť (podstúpiť). Je definované ako určitá pravdepodobnosť vzniku nežiadúcej udalosti s potenciálnymi negatívnymi následkami na zdraví, hospodárskych hodnotách alebo prostredí. Objekt, v ktorom vyskytujúce sa riziko je menšie ako akceptovateľné sa považuje za dostatočne bezpečný.

Riziko je možné akceptovať z dôvodov:

- dôsledky sa predpokladajú v únosnom rozsahu, osoby si uvedomujú mieru ohrozenia, pripravujú sa naň, tzn. pripravujú sa na to ako sa počas jeho pôsobenia správať,
- početnosť v prípade akceptovateľného rizika nadobúda hodnotu 10⁻⁵ až 10⁻⁷, tzn. negatívny jav sa vyskytne raz v počte 100.000 až 10.000.000 javov alebo časových jednotiek.

Pri rozhodovaní o akceptovateľnosti rizika pôsobia viaceré faktory, napr.:

- ekonomické dôvody
- neexistuje uspokojivé technické riešenie daného problému,
- stupeň dobrovoľnosti podstúpenia rizika,
- ekonomické prínosy spojené s podstúpením rizika,
- časový odklad prejavu negatívneho účinku a i.

Podľa Hatinu (2006) je bezpečná vzdialenosť definovaná ako vzdialenosť od nebezpečného miesta alebo iného zdroja ohrozenia, v ktorej žiadna časť tela človeka nemôže dôjsť do kontaktu s nebezpečným miestom alebo s nebezpečnými časťami a teda nemôže dôjsť k poraneniu. Dôležitým parametrom je minimálna bezpečná vzdialenosť, najmä pre umiestnenie ochranných zariadení, napr. na strojoch pre umiestnenie krytov alebo bezdotykových ochranných prostriedkov, dvojručného ovládania, ale aj v pracovnom priestore všeobecne, napríklad pre umiestnenie ochranných zábran a pod. Pri stanovovaní minimálnej bezpečnej vzdialenosti sa podľa typu a konštrukcie ochranného zariadenia vychádza z antropometrických (napr. dosah ruky) a biomechanických (napr. rýchlosť priblíženia ruky) údajov.

Podľa Hatinu (2006) je bezpečnosť stroja / bezpečnosť technického zariadenia definovaná ako stav (spôsobilosť) stroja / technického zariadenia a spôsob jeho používania, ktorými sú vytvorené predpoklady, že pri dodržaní požiadaviek pre jeho prevádzku a obsluhu a bez pôsobenia nepredvídateľných vonkajších rušivých vplyvov nedôjde k poruche zariadenia, resp. ku vzniku situácie, pri ktorej by mohli byť ohrozené osoby alebo hospodárske hodnoty. Požiadavky bezpečnosti technického zariadenia sú určené

na základe najnovších poznatkov vedy a techniky, ktorých využitie pri projektovaní, konštruovaní, vyhotovení, umiestnení a prevádzke týchto zariadení vytvára predpoklady pre ich bezpečnosť.

Podľa Hatinu (2006) je bezpečnosť práce definovaná ako stav pracoviska, resp. pracovného procesu, ktorý poskytuje vysokú mieru istoty, že pri dodržaní bezpečnostných požiadaviek (predpisov, pravidiel, pokynov, technologických a pracovných postupov a pod.) platných pre príslušné pracovisko, resp. pracovný proces a bez pôsobenia nepredvídateľných vonkajších vplyvov bude významne znížená možnosť ohrozenia života a zdravia osôb, poškodenia alebo zničenia hospodárskych hodnôt. Systém bezpečnosti práce je výsledkom spolupôsobenia subsystémov:

- základná bezpečnosť
- bezpečnosť technických zariadení, technológií a objektov,
- bezpečnosť pracovného prostredia.

Podľa Lovečka (2007) je havária definovaná ako mimoriadna udalosť, ktorá spôsobí odchýlku od ustáleného prevádzkového stavu, v dôsledku čoho dôjde k úniku nebezpečných látok alebo k pôsobeniu ničivých faktorov, ktoré majú vplyv na život, zdravie alebo majetok.

Podľa normy STN 01 0380 je hodnotenie rizika definované ako proces používaný na určovanie priorít manažérstva rizika porovnaním úrovne rizika oproti vopred určeným normám, cieľovým úrovniam rizika alebo ďalším kritériám

Podľa Hatinu (2006) je hodnotenie rizika definované ako určenie veľkosti rizika na základe pravdepodobnosti vzniku negatívneho javu a predpokladanej závažnosti jeho dôsledku. Riziko je funkciou týchto dvoch základných parametrov. Na výpočet rizika sa používa viacero metód, v bežnej praxi sa však riziko zvyčajne určuje kvalifikovaným odhadom. Vyjadruje sa kvantitatívnym a kvalitatívnymi údajmi.

Podľa Lovečka (2007) je hodnotenie rizika definované ako priradenie číselnej hodnoty alebo slovného ohodnotenia ku každému identifikovanému bezpečnostnému riziku, ktoré je možné integrovať ku chránenému objektu alebo chránenému záujmu. Na účely hodnotenia bezpečnostných rizík sa využívajú nasledujúce skupiny metód:

- Kvantitatívne metódy využívajú numerické ohodnotenie bezpečnostných rizík vyjadrením ich pravdepodobnosti, početnosti, vierohodnosti, potenciálu, dôsledkov a pod. Tieto metódy sa dajú použiť predovšetkým v tých prípadoch, ak je dostatok relevantných údajov, ktoré sa dajú hodnotiť štatisticky.
- Kvalitatívne, ktoré využívajú expertné ohodnocovanie. Tieto sa využívajú v prípadoch, ak chýbajú alebo sú ťažko vyjadriteľné číselné hodnoty (údaje) pre kvantitatívne ohodnotenie rizika. Pomocou týchto metód sa dá hodnotiť riziko napr. ako prijateľné alebo neprijateľné, malé, nízke, stredné a pod.
- Polo kvantitatívne metódy využívajú kvalitatívne popísanie stupnice, ktoré majú pridelené číselné hodnoty. Kombináciou týchto charakteristík sa určí hodnota rizika.

Podľa Hatinu (2006) je identifikácia nebezpečenstva definovaná ako zisťovanie možných zdrojov nežiaducich udalostí, tzn. vyhľadávanie tých elementov, ktoré môžu spôsobiť úraz alebo iné poškodenie. Informácie o nebezpečenstvách možno získať podrobnou prehliadkou objektu posudzovania (pracoviska, stroja, určitej činnosti a pod.) alebo zisťovaním (anketou) u zamestnancov. Nebezpečenstvo chemických látok predstavuje ich typické, im vlastné chemické, fyzikálne, fyzikálno – chemické a toxikologické vlastnosti.

Podľa Hatinu (2006) je identifikácia ohrozenia definovaná ako odhad spôsobu (určenie možného deja), akým môže dôjsť k nežiadúcej udalosti v dôsledku pôsobenia nebezpečenstva na človeka, prostredie a pod. Z jedného nebezpečenstva možno odvodiť jedno alebo viac ohrození. Pri identifikácii ohrozenia treba zohľadniť, ktoré, resp. koľko osôb môže byť vystavených pôsobeniu nebezpečenstva.

Podľa normy STN 01 0380 je identifikácia rizika definovaná ako proces určovania, čo, prečo a ako sa môže stať

Podľa Lovečka (2007) je identifikácia rizík definovaná ako rozhodujúci predpoklad a východisko na efektívne riadenie bezpečnostných rizík. Platí zásada, že bezpečnostné riziká, ktoré nie sú identifikované, nemôžu byť a ani nebudú riadené, alebo inak ovplyvňované. Identifikácia bezpečnostných rizík musí byť procesne orientovaná a členená do rôznych oblastí zdrojov možných bezpečnostných rizík.

Cieľom identifikácie bezpečnostných rizík je:

- zistenie všetkých významných typov a zdrojov bezpečnostných rizík vo vzťahu k

posudzovanému bezpečnostnému prostrediu,

- zistenie predpokladov každého bezpečnostného rizika.

Základným obsahom identifikácie bezpečnostných rizík je:

- spracúvanie informácií o vonkajšom a vnútornom bezpečnostnom prostredí,
- vypracovanie registra rizík, ktoré majú alebo môžu mať vzťah k posudzovanému objektu (chránenému záujmu),
- vyjadrenie pravdepodobnosti alebo vierohodnosti bezpečnostného rizika.

Podľa normy STN 01 0380 je manažerstvo rizika definované ako kultúra, procesy a štruktúry zamerané na efektívne manažerstvo potenciálnych príležitostí a neželateľných účinkov

Podľa Lovečka (2007) je manažment rizík definovaný ako súčasť manažmentu daného riadiaceho subjektu, zameraná na zaistenie bezpečnosti alebo stability riadeného systému, analýzu rizík a možných ohrození a hľadania vhodných korekčných a preventívnych opatrení na minimalizáciu negatívnych vplyvov rizikových javov a ich prerastanie do ohrození, do krízy. V hospodárskej praxi sa pre manažment rizík definujú štyri základné fázy:

- Identifikácia (rozpoznanie) rizík a stanovenie ich významnosti.
- Stanovenie veľkosti rizika a jeho hodnotenie.
- Príprava, voľba a realizácia opatrení na zníženie rizika.
- Operatívne riadenie rizika.

Podľa Zákona č. 124/2006 je nebezpečenstvo definované ako stav alebo vlastnosť faktora pracovného procesu a pracovného prostredia, ktoré môžu poškodiť zdravie zamestnanca.

Podľa normy STN 01 0380 je nebezpečenstvo definované ako zdroj potenciálnej škody alebo situácia, ktorá potenciálne môže spôsobiť stratu.

Podľa Hatinu (2006) je nebezpečenstvo definované ako vlastnosť alebo schopnosť objektu (faktora pracovného - technologického procesu a pracovného prostredia), ktorá môže byť príčinou vzniku úrazu, choroby z povolania, priemyselnej otravy, iného poškodenia

zdravia pri práci, poškodenia životného prostredia alebo spôsobenia materiálnej škody. Nebezpečenstvo je zdrojom ohrozenia alebo zdrojom situácie s potenciálnou možnosťou vzniku ohrozenia života, zdravia alebo hospodárskych hodnôt. Je to podstatná, ale väčšinou skrytá vlastnosť objektu. Bezpečnosť a nebezpečenstvo sú dva komplementárne pojmy.

Podľa Hatinu (2006) je núdzové zastavenie – (funkcia) definované ako funkcia ovládacieho zariadenia na stroji, ktorej účelom je zabrániť ohrozeniu osoby (osôb) alebo znížiť jeho mieru, alebo zamedziť poškodeniu stroja, prípadne prebiehajúceho pracovného procesu a ktorá sa spúšťa (uvádza do činnosti)

Podľa Hatinu (2006) je nehoda definovaná ako každé porušenie normálneho behu udalostí, ktoré má nejaké nepriaznivé následky.

Podľa Hatinu (2006) je nebezpečná činnosť stroja definovaná ako činnosť pracovných častí, ktorá (zvyčajne svojím pohybom) ohrozuje obsluhu.

Podľa Hatinu (2006) sú nebezpečné časti stroja, zariadenia, konštrukcie (telesá) definované ako časti stroja, zariadenia, konštrukcie, ktoré svojím tvarom, pohybom, alebo energetickým potenciálom vytvárajú možnosť vzniku poranenia človeka v prípade kontaktu týchto častí s niektorou časťou ľudského tela. Sú to zdroje ohrozenia. Napríklad z pohľadu mechanického ohrozenia sú to nasledujúce časti:

a) bez pohybu, v pokoji:

- vyčnievajúce ostré časti (s ostrými hranami a hrotmi);
- vyčnievajúce časti ľubovoľného tvaru, najmä hranaté;

b) pohybujúce sa ľubovoľného tvaru, alebo s možnosťou pohybu :

- rotačne
- vratne - priamočiario alebo kývavo
- transverzálne
- kombinovaným, zloženým pohybom
- náhodným pohybom (po náhodnej dráhe) - vymrštené, odletujúce časti, vznikajúce
- pri technologickom procese (brúsenie, vrtanie, pílenie, atď.)
- ako následok nedostatočného upevnenia súčiastok, materiálu, polotovarov a

ich následného uvoľnenia

- v dôsledku opotrebovania, preťaženia, nedostatočnej pevnosti konštrukčných častí

Podľa Zákona č. 124/2006 je neodstrániteľné nebezpečenstvo definované ako také nebezpečenstvo, ktoré podľa súčasných vedeckých a technických poznatkov nemožno vylúčiť ani obmedziť.

Podľa Zákona č. 124/2006 je neodstrániteľné ohrozenie definované ako také ohrozenie, ktoré podľa súčasných vedeckých a technických poznatkov nemožno vylúčiť ani obmedziť.

Podľa Zákona č. 124/2006 je nebezpečná udalosť definovaná ako udalosť, pri ktorej bola ohrozená bezpečnosť alebo zdravie zamestnanca, ale nedošlo k poškodeniu jeho zdravia.

Podľa Zákona č. 124/2006 je ohrozenie definované ako situácia, v ktorej nemožno vylúčiť, že zdravie zamestnanca bude poškodené.

Podľa Hatinu (2006) je ohrozenie definované ako aktívna vlastnosť alebo schopnosť objektu (faktora pracovného – technologického procesu a pracovného prostredia) spôsobiť úraz, chorobu z povolania, priemyslovú otravu, iné poškodenie zdravia pri práci, poškodenie životného prostredia alebo spôsobenie materiálnej škody. Zdrojom ohrozenia je nebezpečenstvo - Nebezpečenstvo. Ohrozenie predstavuje možnosť aktivovania nebezpečenstva na rozhraní vzťahu: človek – technika – prostredie. Ohrozenie človeka vzniká v časovom a priestorovom priblížení sa osôb, vecí alebo faktorov, ktoré sú nositeľmi nebezpečenstva.

Faktory ohrozenia je možné členiť:

1. Podľa zdrojov
2. Podľa frekvencie výskytu
3. Podľa príčin vzniku
4. Podľa druhu (spôsobu) vykonávanej práce
5. Podľa potenciálnych následkov ohrozenia
6. Podľa potenciálnych dôsledkov účinku ohrozenia

Podľa normy STN 01 0380 je posúdenie rizika definované ako celkový proces analýzy rizika a hodnotenie rizika.

Podľa normy STN 01 0380 je proces manažérstva rizika definovaný ako systematická aplikácia politiky, postupov a praktík manažérstva na úlohy, ktoré určujú súvislosti, identifikujú, analyzujú, hodnotia riziko, zaoberajú sa rizikom, monitorujú a oznamujú ho.

Podľa Zákona č. 124/2006 je riziko definované ako pravdepodobnosť vzniku poškodenia zdravia zamestnanca pri práci a stupeň možných následkov na zdraví.

Podľa normy STN 01 0380 je riziko definované ako príležitosť, že sa stane niečo, čo bude mať vplyv na ciele; meria sa následkami alebo odhadom pravdepodobnosti.

Podľa Hatinu (2006) je riziko definované ako miera možnosti ohrozenia života alebo zdravia, spôsobenia materiálnej škody a ohrozenia životného prostredia. Vyjadruje sa v zásade ako kombinácia početnosti alebo pravdepodobnosti výskytu špecifikovanej nebezpečnej udalosti a očakávaných následkov tejto udalosti.

Podľa Lovečka (2007) sa riziko rozširuje na akceptovateľné, ako miera rizika, ktoré je možné podstúpiť (pripustiť), a riziko zostatkové, ako miera rizika, ktorú nie je možné úplne eliminovať. Podľa príčin, ktoré ich vyvolávajú, alebo príznakov ich možno rozdeliť na:

- kriminálne,
- personálne,
- technické,
- technologické,
- environmentálne riziká.

Podľa normy STN 01 0380 je reziduálne riziko definované ako zostávajúca úroveň rizika po prijatí opatrení vyplývajúcich zo zaobchádzania s rizikom.

Podľa normy STN 01 0380 je strata definovaná ako akýkoľvek záporný následok, finančný alebo iný.

Podľa Lovečka (2007) je výrobok definovaný ako výsledok činnosti alebo procesov. Výrobok môže byť služba, hardvér, spracúvané materiály, softvér alebo ich kombinácia. Ďalej môže byť výrobok:

- hmotný (agregáty, elektronické prvky, spracúvané materiály,...),
- nehmotný (vedomosti, myšlienky),
- žiaduci (na ponúkanie zákazníkom),
- nežiaduci (nežiaduce efekty, exhaláty,...).

1.2 Prehľad metód na identifikáciu rizík

Podľa Zánickej Hollej (2010) metódy a techniky na identifikáciu zdrojov rizík(nebezpečenstiev) používané v SR sa v zásade delia do dvoch skupín:

- Metódy identifikácie zdrojov rizík (nebezpečenstiev)
- Metódy analýzy systémov

V ďalšom texte sú charakterizované metódy na identifikáciu zdrojov rizík a analýzy systémov s uvedením odkazov na zdroje, kde je vysvetlený spôsob ich použitia. Treba zdôrazniť, že niektoré metódy možno použiť aj pri hlbšej analýze a vytváraní scenárov. Odkazy na zdroje pri metódach a technikách sú uvedené na základe analýzy existujúcich dokumentov a právnych noriem najmä v Slovenskej republike a Českej republike a okrajovo v Európskej únii. V uvedených zdrojoch sú metódy techniky rozpracované a poskytujú postup na ich aplikáciu na posudzovanie rizík priemyselných procesov.

Metódy identifikácie zdrojov rizík sú: (v zátvorkách sú uvedené ich anglické skratky a na konci zdroje)

- Tradičné metódy: bezpečnostná prehliadka (SR), bezpečnostný audit(SA), rutinné testy, analýza pomocou kontrolných zoznamov (CA) (Balog – Bartová, 2007; Kandrác a kol., 2001, Paleček a kol., 2006)
- Metóda Čo ak? (WI) (Paleček a kol., 2006, Kandrác a kol., 2001)
- Relatívne hodnotenia (RR), rýchle hodnotenia, predbežná analýza zdrojov rizík (PHA) (Paleček a kol., 2000, 2006, Kandrác a kol., 2001, Sinay, 1997, CCPS, 2000)

- Štúdiá bezpečnosti a prevádzkyschopnosti (HAZOP) (Jelemenský – Markoš, 2009, ČSN EN 61882:2002, Kandráč a kol., 2001, Paleček a kol., 2006)

Metódy analýzy systémov:

- Analýza vplyvov porúch a ich následkov (FMEA) (STN EN 60812, norma QS-9000, ISO/TS 16949; ČSN EN 60812“2006; Paleček a kol., 2006)
- Analýza pomocou stromu porúch (FTA) (STN EN 61028; ČSN IEC 1025; Paleček a kol., 2000)
- Analýza pomocou stromu udalostí (ETA) (Kandráč a kol., 2001; Paleček a kol., 2006)
- Analýza príčin následkov (CCA) (Vyzaite, 2005; IEC 608 12; Kandráč a kol., 2001)
- Analýza ľudskej spoľahlivosti (HRA) (Metodický pokyn č. 5, 2006)

Metódy CL, WI a PHA su nesystematické (deterministické) a v mnohých prípadoch postačujú na identifikáciu zdrojov rizík. Používajú sa najmä v chemickom priemysle a sú založené na praktických skúsenostiach. Ich negatívom je, že neberú do úvahy udalosti, s ktorými sme sa doteraz nestretli. Na identifikáciu a analýzu zdrojov rizík boli vyvinuté aj metódy HAZOP a FMEA.

Najlepšie výsledky sa dosiahnu kombináciou metód a techník, ale v praxi nie sú návody na ich kombinované použitie. Popri najvšeobecnejších metódach ako sú HAZOP a FMEA, sa odporúča používať expertnú prehliadku. V praxi sa používajú kombinácia WI a CA. Dôležitým faktorom potrebným na zvládnutie problematiky je dostatok skúseností a úsudok analytika. Tým najdôležitejším je však dostupnosť a relevantnosť informácií, vstupujúcich do tejto fázy.

Výber vhodného súboru metód úzko súvisí so zložitou a dobou používania systému. Na prevádzky ktoré su jednoduchšie (na úseku skladovania a spracovania NL) sa aplikuje dostatočne jednoduchý prístup. Naopak v prevádzkach, kde ide o výrobu nebezpečných látok, vhodné použiť štruktúrovanejšie metódy ako HAZOP a FMEA.

Jedným z hlavných problémov pri posudzovaní rizík je zložitost' a veľkost' problému. V ďalšom texte je uvedená orientačná a časová náročnosť každej metódy v príprave dvoch typov analyzovaných systémov v jednoduchom (malom) systéme a zložitom (veľkom) procese.

Jednoduchým systémom sa rozumie napr. systém chemického skladovania, prepravného potrubia, čerpadiel, skladovacej nádrže a mnohé ďalšie. Zložitým procesom sa rozumie proces s chemickou reakciou skladujúcou sa z napájacieho systému, reakčnej časti, časti separácie produktu a regenerácie, systému núdzového vypúšťania atď. Časový odhad

je uvedený pre jedného účastníka štúdie identifikácie zdrojov rizík a analýzy systémov. Odhad časovej náročnosti je orientačný, pretože na ňu môže vplyvať viacero faktorov. Skutočné časy môžu byť oveľa dlhšie ale aj kratšie.

Tabuľky ktoré sú uvedené v ďalšom texte, predstavujú jeden zo základných faktorov potrebných na vyčíslenie nákladov na uskutočnenie danej analýzy.

Aplikácia každej metódy si vyžaduje prítomnosť a participáciu analytikov, technikov, poprípade expertov, ktorí ju vedú uskutočniť. Ich počet závisí najmä od zložitosti posudzovaného objektu a povahy a konkrétnej metódy alebo techniky. V určitých prípadoch je postačujúca jedna osoba – analytik, pri zložitejších analýzach je výhodou viacpočetný pracovný tím, prípadne tím expertov.

Tab. č. 1 Časová náročnosť identifikácie zdrojov rizík pri jednoduchých systémoch

Názov	Príprava	Vyhodnotenie	Konštrukcia modelu	Kvalitatívne vyhodnotenie	Dokumentácia
SR	2 - 4 hod.	6 - 12 hod.			4 - 8 hod.
CL	2 - 4 hod.	4 - 8 hod.			4 - 8 hod.
RR	2 - 4 hod.	4 - 8 hod.			4 - 8 hod.
PHA	4 - 8 hod.	1 - 3 dni			1 - 2 dni
WI	4 - 8 hod.	4 - 8 hod.			1 - 2 dni
HAZOP	8 - 12 hod.	1 - 3 dni			2 - 6 dni
FMEA	2 - 6 hod.	1 - 3 dni			1 - 3 dni
FTA	1 - 3 dni		3 - 6 dni	2 - 4 dni	3 - 5 dni
ETA	1 - 2 dni		1 - 3 dni	1 - 2 dni	3 - 5 dni
CCA	1 - 2 dni		1 - 3 dni	1 - 3 dni	3 - 5 dni
HRA	4 - 8 hod.		1 - 3 dni	1 - 2 dni	3 - 5 dni

Tab. č. 2 Časová náročnosť identifikácie zdrojov rizík pri zložitých procesoch

Názov	Príprava	Vyhodnotenie	Konštrukcia modelu	Kvalitatívne vyhodnotenie	Dokumentácia
SR	1 - 3 dni	6 - 12 hod.			3 - 6 dni
CL	1 - 3 dni	3 - 5 dni			2 - 4 dni
RR	1 - 3 dni	3 - 5 dni			3 - 5 dni
PHA	1 - 3 dni	4 - 7 dni			4 - 7 dni
WI	1 - 3 dni	3 - 5 dni			1 - 3 týž.
HAZOP	2 - 4 dni	1 - 3 týž.			2 - 6 týž.
FMEA	1 - 3 dni	1 - 3 týž.			2 - 4 týž.
FTA	4 - 6 dni		2 - 3 týž.	1 - 4 týž.	3 - 5 týž.
ETA	4 - 6 dni		1 - 2 týž.	1 - 2 týž.	3 - 5 týž.
CCA	4 - 6 dni		1 - 2 týž.	1 - 2 týž.	3 - 5 týž.
HRA	1 - 3 dni		1 - 2 týž.	1 - 2 týž.	1 - 3 týž.

(Zánická Hollá K., 2010)

1.2.1 Analýza pomocou kontrolných záznamov (check list analysis – CLA)

- metóda používa kontrolné záznamy položiek, podľa ktorých sa kontroluje stav prevádzky,
- môžeme nastaviť veľký počet check listov,
- celkový kontrolný záznam obsahuje hodnotenie „áno“, „nie“, „nie je vhodné“ a „ďalšie informácie nie sú potrebné“,
- kontrolné záznamy sa využívajú na zaistenie súladu s predpismi a štandardmi (normami),
- je vhodná pri zisťovaní problémov, ktoré sa už vyskytli.

Analýza pomocou kontrolných záznamov môže byť použitá na jednoduché vyhodnotenie, ako aj na nákladnejšie, podrobnejšie analýzy. Je určená najmä na identifikáciu tradčných zdrojov rizík. Analytik použije buď kontrolný záznam z predchádzajúcej činnosti, alebo v prípade, že nie je k dispozícii musí analytik alebo pracovný tím pripraviť a uskutočniť nové hodnotenie.

Doba a cena použitia metód relatívnej klasifikácie závisí na vybranej technike, na požiadavkách na vstupné dáta a na počte hodnotených procesov a zdrojov rizík. Štúdium môže uskutočniť jeden analytik, v prípade posudzovania zložitejšieho systému je však potrebných viacero analytikov, ktorí majú dostatočné skúsenosti a vedomosti. V prípade kooperácie je dôležité, aby bol ich úsudok zhodný.

(Zánická Hollá K., 2010)

1.2.2 Rutinné testy (Routine Tests – RT)

- na začiatku rozhodovacieho procesu je väčšinou nutné overiť bezpečnosť materiálov a látok, ktoré majú byť v tomto procese použité
- zoženú sa podklady týkajúce sa ich vplyvov na človeka,
- je nutná správna aplikácia toxikologických informácií a skúseností z ich použitia v iných prevádzkach,
- vlastnosti ktoré sa týkajú požiaru a výbuchu sa môžu ľahko určiť zavedenými testovacími metódami.

(Kandráč J., 2000)

1.2.3 Čo sa stane ak ... (What if Analysis – WFA)

- cieľom zabezpečenia bezpečnosti metódou „Čo sa stane ak...“ je identifikácia nebezpečných stavov v technologickom procese,
- využívaním charakteristických otázok, ktoré začínajú „Čo sa stane ak...“ zisťujeme príčiny porúch a navrhujú sa opatrenia na zväčšenie bezpečnosti,
- je možné aby bola vyslovená aj námietka týkajúca sa bezpečnosti a nemusí byť vyjadrená ako otázka,
- pripravenie charakteristických otázok, ktoré nám pomôžu k identifikácii nebezpečenstva sa robí pomocou porád vybraných odborníkov podrobne oboznámených s procesom. Dôsledne sa tu uplatňuje „brainstorming“ – diskusia o hľadaní nových riešení. Metóda je účinná, ak ju vypracúva skúsený tím odborníkov.

Metóda What – if je flexibilná metóda a môže byť využitá v akejkoľvek fáze technologického procesu. Pracovný tím by mal byť zložený z dvoch alebo troch pracovníkov, prípadne i viacerých. Závisí to najmä od zložitosti procesov posudzovaného objektu a počtu analyzovaných oblastí. Príprava a dokumentácia sú najmä úlohou vedúceho tímu a zapisovateľa.

(Zánická Hollá K. , 2010)

1.2.4 Bezpečnostný audit (Safety audit- SA)

- Najstaršia metóda,
- využíva sa pri existujúcich prevádzkach,
- väčšinou sa využívajú inšpekčné pochôdzky, ktoré majú charakter vizuálnej prehliadky až po formálne zisťovanie, ktoré môže trvať dlhšiu dobu,
- audit vykonáva tím zostavený z pracovníkov z rôznych profesií, typickým postupom je príprava (väčšinou príprava kontrolných záznamov), hodnotenie, doporučenie realizácie a zaznamenanie zmien.

(Kandráč J., 2000)

1.2.5 Relatívne hodnotenie (relative ranking)

- Je zisťovanie nebezpečnosti procesu na základe fyzikálno-chemických vlastností látok, technicko - bezpečnostných parametrov, ich množstva termodynamiky procesu a ďalších charakteristických javov. Táto metóda neumožňuje sledovanie súvislostí príčina – následok.

(Kandráč J., 2000)

1.2.6 Rýchle hodnotenie (rapid ranking – RR)

- Novšia metóda,
- dovoľuje hodnotenie nebezpečenstva zahrnutím indexu horľavosti a výbušnosti a indexu toxicity,
- index horľavosti a výbušnosti sa určuje na základe materiálového faktora a miery ,
- stanovenie indexu toxicity sa určuje z faktora nebezpečenstva poškodenia zdravia (faktor toxicity) a z najvyššej možnej koncentrácie nebezpečnej látky (korekcia toxicity).

(Kandráč J., 2000)

1.2.7 Úvodná analýza nebezpečenstva (preliminary hazard analysis- PHA)

- cieľom – je veľmi rýchlo vytvoriť prehľad nebezpečenstiev v prevádzke, ktorý bude podkladom pre detailnú analýzu,
- táto analýza môže byť taktiež aplikovaná v začiatočnom štádiu projektovania, kedy máme k dispozícii iba veľmi všeobecné zámery a technologické schémy,
- hlavnou myšlienkou PHA je zvoliť predmet štúdia a identifikovať, ktoré nebezpečenstvá môžu vzniknúť,
- môžeme používať ako tímovú metódu s ľubovoľným zložením tímu, s ktorou môžeme riešiť veľkú oblasť problémov,
- vypracovávateľ analýzy, berie do úvahy nebezpečenstvo najprv „voľne“ potom používa napr. „kontrolný záznam možných typov nebezpečenstva“,
- kontrolný záznam možných typov nebezpečenstva

- pre každé nebezpečenstvo sa berie do úvahy relatívna početnosť aj následky a sú identifikované potenciálne havárie,
- zvolené havárie sú odhadnuté pomocou predpokladanej početnosti a stupňa poškodenia zdravia jednotlivca a obyvateľstva,
- tento odhad je určený len približne, z tohto dôvodu sú početnosti výskytu havárií a ich následky klasifikované iba v určitých rozmedziach.

Početnosť:

- k havárii nedôjde, nebezpečenstvo vylúčené 0
- menej než 1 x za 1000 rokov 1
- medzi 1 x za 100 a 1 x za 1000 2

Krízové plánovanie:

- medzi 1 x za 10 a 1 x za 100 rokov 3
- medzi 1 x za rok a 1 x za 10 rokov 4
- častejšie než 1 x za rok 5

Stupeň poškodenia zdravia S:

- bez zranenia 0
- vážne zranenia 2
- smrteľná nehoda 3
- niekoľko smrteľných nehôd 5

Index rizika možno stanoviť nasledovne: $I = P + S$

(Kandráč J., 2000)

1.2.8 Analýza nebezpečenstva (hazard analysis – Hazan)

- Najprv zostavíme schému porúch od vrcholovej udalosti až po objasnenie príčin v jednotlivých krokoch, ktoré mohla vyvolať,
- treba brať aj poruchy automatických bezpečnostných systémov a možnosti, že pracovník nestihne načas vykonať potrebnú úlohu,
- cieľom je rozdeliť „udalosť“ na problémy vyskytujúce sa často, aby ich početnosť a pravdepodobnosť boli známe,
- kombinácia týchto základných informácií vedie k približnému poznaniu početnosti pre hlavnú udalosť,

- tento výpočet môžeme kombinovať s predpokladaným následkami výbuchu, čo sa týka materiálnych strát alebo poškodením zdravia,
 - dôležitý je dopad zlej logiky, pretože môže dôjsť k použitiu nekompletnej schémy porúch v ktorej by sa mohol prehliadnuť problém,
 - analýza nebezpečenstva ktorá sa robí na základe zostavenia schémy porúch už pomohla pri určovaní pri mnohých závažných poruchách,
 - medzi výhody zaradujeme aj určenie možností vedúcich k vrcholovej udalosti. tiež sme zistili, že výsledná hodnota početnosti porúch závisí hlavne od údržby a testovania zariadenia, a tiež je dôležitá úloha operátora tak v začiatkovej, ako aj finálnej fáze.
- (Kandráč J., 2000)

1.2.9 Analýza stromom nebezpečenstva (hazard tree analysis – HTA)

- Základom pre vytvorenie stromu nebezpečenstva je voľba všeobecného typu havárie, ktorá bude stačiť na pokrytie porúch, ktoré budeme riešiť,
 - poruchy sú podrobne roztriedené ,
 - pri roztriedení je dôležité, aby sa „podtriedy“ :
 - vzájomne vylučovali
 - na každej úrovni boli približne rovnako vyznačené,
 - obsahovali plný logický dosah pôsobnosti
 - základom na vytvorenie takejto klasifikácie sú skúsenosti, brainstorming a morfológické vyhľadávanie,
 - postup pri zostavovaní stromu nebezpečenstva v prevádzke je nasledujúci:
 - voľba charakteristickej udalosti (poruchy)
 - vytvorenie záznamu druhov príčin pre vrcholnú udalosť všeobecne, môžu sa použiť kontrolné záznamy ako pomôcka a vybrať príčiny, ktoré sú relevantné pre jednotlivé prevádzky
 - priradenie zistených príčin ako vstupných údajov k hodnoteniu v schéme porúch
 - chápanie každého druhu nebezpečenstva a jeho zisťovanie.
- (Kandráč J., 2000)

1.2.10 Analýza príčin následkov (Cause consequence analysis – CCA)

- Skúmajú sa najprv počiatočné rozhodujúce udalosti, neskôr sled udalostí v prevádzke a ich príčiny,
- v diagrame príčin a následkov sú zaznamenané výsledky analýzy, zároveň je hlavný príčinný vzťah medzi udalosťami a ich časovou postupnosťou,
- hlavná, tzn. kritická udalosť je definovaná ako:
 - udalosť, ktorá za určitých podmienok zapríčiní závažné následky
 - hodí sa ako začiatková udalosť na vypracovanie analýzy
- pri analýze príčin následkov sa používajú dva hlavné smery:
 - v prvom sa študuje postupnosť udalostí
 - odchýlky sa hodnotia ak, sa pri bežnej prevádzke nemôžu stať
 - tomuto smeru hovoríme „bežná stratégia sledu“ a je ho vhodné použiť hlavne pre diskontinuálne procesy
 - v druhom smere sa pozoruje šírenie udalostí v prevádzke, od počiatočnej udalosti a z toho plynúce zmeny v potrubných systémoch pod
 - tomuto smeru hovoríme „príčinná cesta“ a ju vhodné použiť pre analýzu príčin následkov kontinuálnych procesov
- pri výbere rozhodujúcej udalosti musíme začať pri normálnych prevádzkových podmienkach a spôsob porúch jednotlivých komponentov sa je rozhodujúcu udalosť,
- môžeme analýzu následkov v tomto konkrétnom prípade považovať za rozšírenie metódy FMEA,
- často sa analýza príčin následkov využíva na doplnenie metód HAZOP a FMEA,
- tiež môže poslúžiť na doplnenie stromu porúch (FTA), ak je v analýze zahrnutá postupnosť účinkov.

Analýza CCA sa najlepšie aplikuje v malom tíme (dvaja až štyria ľudia) s rozdielnymi skúsenosťami jeho členov. Jeden člen tímu by mal mať skúsenosť s CCA (alebo FTA a ETA), zatiaľ čo ostatní by mali mať skúsenosti s projektom a s prevádzkou systémov začlenených do analýzy. Doba a náklady na analýzu CCA závisia od počtu, zložitosti a úrovne rozlíšenia udalostí začlenených do analýzy. Typovo rozsiahle analýzy pre niekoľko iniciačných udalostí môžu byť dokončené v priebehu jedného týždňa alebo aj skôr- Detailná štúdia CCA vyžaduje niekoľko týždňov a závisí od zložitosti podporovaného stromu porúch.

(Zánická Hollá K. , 2010)

1.2.11 Kvantitatívna analýza rizika chemických procesov (Chemical process quantitative risk analysis – CPQRA)

- Je pomerne novou metódou v oblasti riadenia bezpečnosti procesu,
- pre výnimočnosť chemických zariadení a procesov bolo treba vyvinúť špeciálnu analýzu rizika ,ktorá brala do úvahy výnimočnosť chemického priemyslu,
- v praxi sa ukázalo, že v zložitých chemických procesoch a zariadeniach sú dostupné normy, predpisy a metódy nedostatočné,
- množstvo závažných havárií, sú toho dôkazom,
- CPQRA je nástroj pre inžiniersku kvantifikáciu rizika a tiež je nástrojom na zníženie rizika.

(Kandráč J., 2000)

1.2.12 Analýza spoľahlivosti človeka (human reliability analysis – HRA)

- Cieľom je identifikovať možné ľudské chyby a ich pôsobenie alebo aj príčiny týchto chýb,
- predstavuje teda systematické hodnotenie faktorov, ktoré ovplyvňujú činnosť operátorov, technikov, pracovníkov údržby a ostatného personálu vo výrobe,
- systematicky vymenúva chyby, ktoré sa môžu vyskytnúť v priebehu normálnej prevádzky technológií alebo v prípade núdzových stavov, ďalej faktory prispievajúce k týmto chybám a úpravy systému,
- súčasťou analýzy je identifikácia dôležitých miest systému, na základe pravdepodobnosti výskytu havárií alebo závažnosti ich následkov,
- HRA sa zvyčajne vypracúva spoločne s inými metódami. Napr. analýzu pomocou kontrolných záznamov je možné rozšíriť tak, aby zvažovala aj ľudský faktor. Do záznamu sa môžu ľahko zaradiť nasledovné otázky:
 - sú ovládacie prvky prístupné a ľahko rozlíšiteľné?
 - majú pracovníci dostatok informácií, aby určili príčinu havarijného stavu?

Požiadavky na počet ľudí pri analýze HRA sa líšia v závislosti od rozsahu analýzy. Vo všeobecnosti by mal túto metódu zvládnuť jeden až dvaja analytici, ktorí poznajú problematiku hodnotenia ľudského faktora. Mali by ovládať techniku rozhovorov, mať

prístup k personálu podniku k potrebným informáciám o skúmanom objekte a okolí v ktorom sa nachádza. Doba a náklady na analýzu sú úmerné veľkosti a počtu úloh, systémov alebo chýb, ktoré majú byť analyzované. Na uskutočnenie zbežnej HRA pre úlohy spojené s jednoduchým procesným prístupom by mohla stačiť jedna hodina. Doba požadovaná na identifikáciu pravdepodobných zdrojov daného typu chyby sa bude odlišovať podľa zložitosti dosiahnutých úloh. Ak boli výsledky analýzy jednoduchej úlohy použité na skúmanie niekoľkých zdrojov možných ľudských chýb, potom by sa doba skúmania jedného zdroja významne skrátila.

(Zánická Hollá K. , 2010)

1.2.13 Štúdia nebezpečnosti a prevádzkyschopnosti (Hazard and operability study- HAZOP)

Príčinná závislosť rizika = odchýlka funkcie, príčina, dôsledok, opatrenia,

- Hodnotenie rizika = frekvencia odchýlky (pravdepodobnosť), kritérium, kategória dôsledku miera rizika

Tím, ktorý uskutočňuje HAZOP, sa skladá z piatich až siedmich pracovníkov s rôznymi skúsenosťami v danom obore. Analytik vedie analýzu a zaznamenáva úvahy tímu. V jednoduchom procese sa odporúča mať až štyroch členov, ak majú potrebné skúsenosti a zručnosti. Na príprave sa podieľajú najmä vedúci pracovníci a zapisovateľ. Dokumentáciu spracúva taktiež vedúci tímu a zapisovateľ.

(Zánická Hollá K. , 2010)

1.2.14 Analýza stromom porúch (Fault tree analysis - FTA)

Podľa Procházkovej (2004) je analýza stromu porúch postupov založených na systematickom spätnom rozboru udalostí pri využití reťazca príčin, ktoré môžu viesť k vybranej vrcholovej udalosti. Metóda FTA je graficko-analytický resp. graficko-statická metóda. Názoerné zobrazenie stromu porúch predstavuje rozkvitnutý graf s dohodnutou symbolikou a popisom. Hlavným cieľom analýzy metódou stromu porúch je posúdiť pravdepodobnosť vrcholovej udalosti s využitím analytickej alebo statickej metódy. Proces dedukcie určuje rôzne kombinácie kombinácie hardwerových a softwerových porúch a ľudských chýb, ktoré môžu spôsobiť výskyt špecifikovaných nežiadúcich udalostí na vrchole.

Pri FTA jeden klasifikovaný analytik vytvorí strom porúch samostatne, ale musí detailne porozumieť procesu. Prístupom jeden analytik – jeden strom porúch sa podporuje spojitost' v rámci celého stromu porúch. Odporúča sa aby boli tieto modely prekontrolované inžiniermi, operátormi a ostatným odborným personálom. Tímový prístup sa používa v prípade, keď je proces veľmi zložitý, alebo sa vytvára viac ako jeden samostatný strom porúch. Doba a náklady na uskutočnenie FTA závisí od zložitosti systému ktorého sa analýza týka a od stupňa podrobnosti analýzy. Modelovanie jeden vrcholovej udalosti si vyžaduje aj menej ako jeden deň. Zložité systémy alebo veľké problémy s množstvom potencionálnych nehodových udalostí by sa museli riešiť mnoho týždňov alebo mesiacov a so skúseným tímom analytikov.

(Zánická Hollá K. , 2010)

1.2.15 Analýza stromu udalostí (Event Tree Analysis – ETA)

- Analýzu stromom udalostí (Event Tree Analysis - ETA), začína sa špecifikovaním porúch zariadenia alebo chýb obsluhy,
- identifikuje výstupné prípady, a pritom berie do úvahy všetky odozvy systému, ako aj bezpečnostné systémy a operácie,
- Výsledkom je sled havárie, napr. postupnosť porúch, ktoré sú schopné haváriu vyvolať a môžu byť hodnotené kvantitatívne.

Analýzu ETA by mal spracúvať tím zložený z dvoch až štyroch pracovníkov. Tímový prístup podporuje spontánnu diskusiu a hľadanie nápadov, čo umožňuje skvalitniť model stromu porúch. Tím by mal obsahovať aspoň jedného člena so znalosťou analýzy ETA, ostatní musia poznať procesy so systémami zaradenými do analýzy. Doba a náklady na analýzu ETA závisia od počtu a zložitosti iniciačných udalostí jednoduchého procesu. Zložité procesy by mali vyžadovať niekoľko týždňov.

(Zánická Hollá K. , 2010)

1.2.16 Komplexná metóda posudzovania rizík

Podľa Seňovej (2007) sa komplexná metóda posudzovania rizík skladá z dvoch samostatných prístupov a to identifikácie, ktorej zápis je najvhodnejšie uskutočniť formou

katalógových listov, a procesu ohodnotenia viacparametrickou metódou.

Bežná prax v prevádzkach vyžaduje postupy, ktoré sú nenáročné na čas a odborné znalosti, naopak predpokladá sa dobré poznanie skutočného stavu sledovanej prevádzky. Pri tvorbe týchto postupov je nutné si ozrejmiť, ktoré prvky analyzovaného systému je možné zanedbať a ktorým prvkom je nutné venovať zvýšenú pozornosť. Bežné systémy, v ktorých existujú humánne riziká, sú tvorené ľudským faktorom, ktorý pôsobí v určitom pracovnom procese a používa pracovné predmety. Úlohou tvorcov postupov je vhodné pridelenie bodovej hodnoty jednotlivým prvkom systému a definovanie prijateľného rizika.

Najproblematickejším miestom v procese posúdenia rizika je ohodnotenie ľudského faktora. Za účelom minimalizácie subjektívneho faktora je vhodné, aby hodnotenie vykonávala stále tá istá osoba alebo kolektív. Komplexná metóda posudzovania rizika na pracovnom mieste (tabuľka)

Prvok rizika

- posúdenie rizika stroja
- určenie možných škôd
- expozícia nebezpečenstva
- pravdepodobnosť nebezpečnej situácie
- možnosť predchádzania $M = S \cdot Ex \cdot Wa \cdot Ve$

Vplyv prostredia

- usporiadanie pracovného miesta
- pracovné prostredie
- iné zaťaženia $U = Ua + Ub + Uc$

Spôsobilosť osoby zvládnuť riziko

- kvalifikácia osoby
- psychické faktory
- organizácia práce $P = Q + \varphi + O$

Výpočet výslednej hodnoty rizika $R = M \cdot U - P. (M/30)$

Výsledok poučenia

1.2.17 FMEA (Failure mode and effects analysis)

Podľa Holotu (2010) je to Analýza príčin a dôsledkov porúch, podľa STN IEC 60812 – Metódy analýzy spoľahlivosti systémov: postup analýzy spôsobov a dôsledkov porúch. Pod spôsobom poruchy – Failure Mode – sa prejav poruchy vysvetľuje ako pojem zahŕňujúci aj príčinu ako porucha nastala, nielen ako sa prejavuje.

FMEA je kvantitatívna metóda obmedzená na analýzu spôsobov porúch sledovaných systémov. Nezahŕňa ľudské a softvérové chyby. Neumožňuje analyzovať funkčné väzby. Metóda FMEA je indukzívna metóda, bola vyvinutá pre potrebu štúdie porúch v systémoch.

Pojmy:

Porucha (Failure) – koniec schopnosti objektu vykonávať požadovanú funkciu (objekt má chybu, ktorá môže byť čiastková alebo celková). Porucha je udalosť, chyba, stav.

Chyba (Fault) – stav objektu charakterizovaný jeho neschopnosťou vykonávať požadovanú funkciu okrem neschopnosti z dôvodov preventívnej údržby alebo iných plánovaných činností alebo z dôvodu chýbajúcich vonkajších zdrojov. Z kvalitatívneho hľadiska výrobku – chyba je stav, kedy produkt alebo služba nespĺňa požiadavky zákazníka.

Použitie:

Metódu je možné aplikovať na rôzne systémy, ako napríklad elektrické, hydraulické, mechanické a iné. Vyhodnotenie dôsledkov a postupnosti javov pre každý zistený priebeh poruchy prvku spôsobený akoukoľvek príčinou na rôznych funkčných úrovniach.

Určenie významnosti dôsledku poruchy s ohľadom na správne vykonané funkcie s uvážením dôsledku pri zohľadňovaní vopred zvolených kritérií.

Klasifikovanie zistených porúch podľa toho za akých podmienok je ich možno diagnostikovať. Určenie ukazovateľa významnosti a pravdepodobnosti poruchy, v prípade ak sú k dispozícii potrebné informácie.

Včasné spoznanie chýb, ich lokalizácia a komplexnosť napriek pôsobeniu ďalších súvislostí. Odhad a vyčíslenie rizík pochádzajúcich z chýb. Úprava a oprava návrhov, predstáv na základe skúseností z podobných riešení.

V sériovej výrobe na minimalizovanie zmien potrebných na poskytovanie „rutinných služieb“. Odhaliť všetky potencionálne chyby systému a ich vplyv na funkčnosť systému.

Umožňuje identifikovať poruchy s významnými následkami, ktoré ovplyvňujú funkcie systému.

Ciele:

Pri tejto metóde ide o systémový prístup, a preto je možné ju aplikovať v rôznych oblastiach, záleží predovšetkým od analyzovaného systému a stanovených cieľov.

- a) vyhodnotenie dôsledkov a postupnosti javov pre každý zistený spôsob poruchy prvku spôsobenú akoukoľvek príčinou na rôznych funkčných úrovniach,
- b) určenie významnosti alebo kritičnosti každého spôsobu poruchy s ohľadom na správne vykonávanie funkcie s uvážením dôsledku pri predom zvolených kritériách,
- c) klasifikovať zistené spôsoby porúch podľa toho, ako ľahko sa dá zistiť, diagnostikovať, testovať, určiť ukazovatele významnosti a pravdepodobnosti poruchy, v prípade ak sú k dispozícii potrebné informácie.

FMEA je účinná predovšetkým vtedy, ak je aplikovaná na prvky systému, ktoré spôsobujú poruchu celého systému.

FMEA môže byť zložitá a zdĺhavá v prípade rozsiahlych systémov, ktoré majú mnoho funkcií a pozostávajú z mnohých prvkov. Je to spôsobené tým, že je nutné zvažovať veľké množstvo informácií o systéme. Množstvo informácií sa zväčšuje aj s množstvom vykonávaných činností údržby. Interakcia medzi človekom a strojom sa skúma špeciálnymi metódami. Ľudské chyby sa v prevádzke objavujú v určitej postupnosti, ktorú je vhodné analyzovať metódami popisujúcimi kauzálnu závislosť správania sa človeka. FMEA určí slabé miesta systému, ktoré sú citlivé na ľudský faktor. Ďalším obmedzením je vplyv prostredia. Uvažovanie vplyvu prostredia vyžaduje dokonalú znalosť charakteristík prostredia.

Doba a náklady na FMEA sú úmerné veľkosti procesu a počtu analyzovaných komponentov. V priemere je na analýzu dvoch až štyroch zložiek zariadenia potrebná jedna hodina. V prípade opakovaných hodnotení sa doba analýzy výrazne skrúti. Analýza by mala byť uskutočňovaná jedným analytikom, ale výsledky by mali revidovať ďalší odborníci. Ostatný personál sa líši v závislosti od zložitosti skúmaného procesu.

Dokumentácia:

Táto metóda sa spracúva prostredníctvom pracovného formuláru, ktorý musí obsahovať: názov analyzovaného prvku systému, vykonávanú funkciu sledovaného prvku systému, prejav poruchy, príčinu poruchy, dôsledok poruchy, metóda zistenia poruchy, opatrenia.

Typy FMEA:

1. **Konštrukčná (FMECA)**

- pri zavádzaní nového produktu, novej suroviny
- pri novom ciele využitia produktov
- pri obzvlášť rizikových faktoroch bezpečnosti
- skúma všetky možné chyby (zlyhania) systému, podsystému, komponentu
- rozbor sa robí v konštrukčnej fáze nového výrobku
- preveruje sa konštrukčná dokumentácia pred začatím výroby (prototypu alebo overovacej série)

2. **Procesná/výrobná (PFMEA)**

- pri príprave návrhov (priradovanie procesov a zariadení k výrobkom)
- skúma chyby výroby, montáže
- berie do úvahy výsledky z konštrukčnej FMEA
- použitie nového procesu (s poznateľnou zmenou)
- použitie novej suroviny (materiálu)
- použitie novej technológie (v celom procese/častiach)

3. **Výrobku, systému / Dizajn (DFMEA)**

- skúma konštrukciu a výrobný proces výrobku ako celok
- vykonáva sa len jedna analýza. Je to tzv: "FMEA nakupovaného dielcu"

1.2.18 Určenie dôsledku priemyselnej havárie

Vyjadrenie dôsledku priemyselnej havárie s ohľadom na sociálne riziká, je počet usmrtených v rámci jednej nehody. Počet usmrtených pri zasiahnutí definovanou látkou sa vypočíta podľa vzťahu

$$C = A \cdot d \cdot f_a \cdot f_m$$

C – dôsledok (počet usmrtení v rámci jednej nehody)

A – zasiahnutá oblasť v hektároch

d – hustota obyvateľstva v obývanej zasiahnutej zóne (počet obyvateľov na hektár)

f_a – korekčný plošný súčiniteľ pre hustotu populácie v zasiahnutej zóne

f_m – korekčný súčiniteľ pre zmierňujúce účinky

Pravdepodobnosť vzniku havárie vplyvom stabilného zdroja sa vypočíta zo vzorca:

$$N = N^* + n_1 + n_2 + n_3 + n_4$$

N^* – priemerné pravdepodobnostné číslo pre zariadenia a látky

n_1 – pravdepodobnostný korekčný parameter pre frekvenciu manipulačných operácií (nakladanie a vykladanie, naplnenie a vyprázdnenie)

n_2 – pravdepodobnostný korekčný parameter pre bezpečnostné systémy spojené s horľavými látkami

n_3 – pravdepodobnostný korekčný parameter pre organizátorskú a manažérsku bezpečnosť

n_4 – pravdepodobnostný korekčný parameter pre vietor smerujúci do obývanej oblasti.

Pravdepodobnosť vzniku havárie vplyvom mobilného zdroja sa vypočíta zo vzorca:

$$N = N^* + n_1 + n_2 + n_3$$

N^* – priemerné pravdepodobnostné číslo pre dopravu

n_1 – pravdepodobnostný korekčný parameter pre podmienky bezpečnosti dopravného systému

n_2 – pravdepodobný korekčný parameter pre hustotu dopravy

n_3 – pravdepodobnostný korekčný parameter pre smer vetra v rámci obývanej oblasti.

1.3 Vzájomné porovnanie metód hodnotenia rizika

Podľa Zanickej Hollej prvé metódy posudzovania rizika bežných zariadení vychádzajú z oblasti spoľahlivosti.

Výstupom z týchto metód je len výpočet pravdepodobnosti sledovanej udalosti.

Pre potreby posudzovania rizika je nutné doplniť tieto metódy o analýzu dôsledkov.

Do tejto skupiny metód možno zaradiť metódy FMEA, FTA, ETA.

Nové prístupy v oblasti bezpečnosti tvoria metódy, vyvinuté pre identifikáciu a posudzovanie rizika – kombinované metódy.

Do tejto skupiny metód patria metódy identifikácie nebezpečenstva a ohrozenia reprezentované katalógovými listami.

Ohodnotenie rizika v kombinovaných metódach je výhodné vykonať bodovou metódou.

Kombinované metódy posúdenia rizika sa najčastejšie aplikujú na oblasť humánnych a technických rizík.

Oblasť veľkých priemyselných havárií je špecifická oblasť posudzovania rizík.

Prvé štúdie boli vykonané pre oblasť chémie so zameraním na posúdenie rizikovosti úniku amoniaku a chlóru.

Táto oblasť je prezentovaná postupom vytvoreným Medzinárodnou atómovou agentúrou označeným IAEA – TECDOC 727, ktorý možno považovať za komplexný nástroj pre potreby plošného posúdenia rizika.

Prechodom medzi posudzovaním rizika veľkých priemyselných havárií a posudzovaním bežných rizík je metóda HAZOP, umožňujúca identifikovať a ohodnotiť riziká zaraďovaním do rizikových tried.

HAZOP vznikol v oblasti chemického priemyslu, ale jeho štruktúra a spôsob posudzovania rizika umožňuje jeho použitie aj v oblasti strojárstva.

Je použiteľný pre analýzu veľkých priemyselných havárií, ako aj pre posudzovanie menších komplexov, až po úroveň bežných zariadení.

Komplexný prístup smerujúci k systému riadenia rizika v rámci BOZP, je prezentovaný metódou komplexného posúdenia rizika.

Aplikovanie tejto metódy je vhodné na najnižších úrovniach riadenia rizika.

Pre systémy riadenia automatizovaných pracovísk sa výhodne používajú metódy sieťových rizikových grafov podľa EN 954 – 1.

Túto metódu je možné výhodne použiť aj pre strojné celky.

„dokumenty a formuláre“

V tab.č.3 je uvedený prehľad metód a techník na posudzovanie systémov, ktoré sa môžu využiť v odlišných fázach posudzovaného systému, objektu a zariadenia.

Tab.č.3 Použitie metód v jednotlivých fázach životného cyklu zariadenia

	SR	CA	RR	PHA	W-I	W-I+CA	HAZOP	FMEA	FTA	ETA	CCA	HRA
Výskum a vývoj			•	•	•							
Koncepčný návrh		•	•	•	•	•						
Poloprevádzka		•		•	•	•	•	•	•	•	•	•
Detailný inžiniering		•		•	•	•	•	•	•	•	•	•
Konštrukcia/ začiatok	•	•			•	•						•
Bežná prevádzka	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Rozšírenie/ modifikácia	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Vyšetrovanie udalostí					•		•	•	•	•	•	•
Vyradenie z prevádzky	•	•			•	•						

Metódy a techniky ktoré sme uviedli sa využívajú v určitých prípadoch aj v ostatných fázach posudzovania rizík v technologických procesoch. Ich výber závisí od cieľa a účelu analýzy a od zložitosti štúdie.

Metódy a techniky na stanovenie príčin a vytváranie scenárov.

Na vytváranie scenárov sa využívajú:

Analýza pomocou stromu porúch

Analýza pomocou stromu udalostí

Analýza pomocou stromu porúch (FTA) tu pracovník počíta viacero spoľahlivých charakteristík- očakávané množstvo porúch behom roka, pravdepodobnosť zlyhania na výzvu a pravdepodobnosť poruchy. Jednoduchý model stromu porúch je analyzovaný metódou hradlo za hradlom, väčší komplex stromov porúch vyžaduje redukcie stromov porúch na minimálne kritické rezy. Táto metóda umožňuje približný odhad nežiadúcej udalosti z logického modelu poruchového mechanizmu systému,

Model je založený na kombinácií porúch:

Nižšie systémovo postavených komponentov

Bezpečnostných a zabezpečovacích systémov

Ľudskej spoľahlivosti

Napríklad predpoveď frekvencie požiaru z dôvodu vzplanutia horľaviny v čerpadle, ktoré ma špeciálne ventily a protipožiarnu ochranu. U špeciálnych konštrukcií nemože byť použité historické dáta o požiaroch čerpadiel. Tento odhad musí byť odhadovaný na základe užívania čerpadla, na základe úniku tekutiny cez tesnenie, spoľahlivosti ventilov, požiaro-technických zariadení a reakcie pracovníka.

Metóda FTA má obmedzenia v tom, že ma binárne rozdelenie porúch. Činnosť sa teda vykonáva buď dobre alebo úplne zle. Pri tejto metóde nie je umožnené robiť s čiastočne degradovaným systémom, pracuje len s okamžite použitými poruchami. Tu sa neuvažuje ani s časovými posunmi.

Metóda môže mať len subjektívny charakter a tým spôsobuje obmedzenia a strom porúch môže byť vypracovaný nedostatočne. Pracovník získa lepšie poznatky o systéme a tým pádom ho lepšie spozná. V minulosti sa tieto stromy kreslili ručne, dnes sa už využívajú softvérové prostriedky.

Ak už máme strom porúch hotový musíme zvážiť či bude preskúmaný kvalitatívne alebo kvantitatívne. Kvalitatívny prieskum je vhodný z hľadiska porozumenia do poruchových módov. Tento postup sa nazýva analýza minimálnych kritických rezov. Jednoduché stromy je možné preskúmať jednoduchou prehliadkou a zložitejšie zložitejšou.

Pri tvorbe stromov sa treba vyhýbať viacerým chybám. Je to napríklad rýchly rozvoj stromu porúch bez systematického postupu. Ďalšou chybou je vynechanie dôležitého poruchového mechanizmu alebo zlý predpoklad o zanedbateľnom príspevku. Chybná kombinácia frekvencie alebo pravdepodobnosti do logických hradiel, zle vyváženie medzi chybami komponentov a chybami pracovníkov a nepoznanie vzťahov medzi poruchami sú ďalšie chyby, ktoré robia najmä začiatníci pri konštrukcii stromov.

2 Cieľ práce

Na zvýšenie bezpečnosti v podnikoch sa zavádzajú rôzne metódy či už kvalitatívne alebo kvantitatívne. Jednou z týchto metód je metóda FMEA, ktorú je možné aplikovať na rôzne systémy ako aj kombinované a popisuje príčinu a dôsledok poruchy. Ďalšou je komplexná metóda posúdenia rizika, ktorá sa skôr zameriava na riziko týkajúce sa priestoru v ktorom sa daná práca vykonáva a ľudského faktora.

Cieľom mojej práce je zoznámiť sa s prevádzkou Metal Trade s.r.o a identifikovať nebezpečenstvo a ohrozenia na obrábacom centre MC 100 VA, ktoré sa v tejto prevádzke nachádza a pomocou metódy FMEA a komplexnej metódy posúdenia rizika ohodnotiť toto riziko a navrhnúť vhodné opatrenia na odstránenie rizika.

3 Metodika práce

- 3.1 Charakteristika podniku
- 3.2 Charakteristika vybraného stroja
 - 3.2.1 Obrábacie centrum MC 100 VA
- 3.3 Identifikácia nebezpečenstiev a ohrození a opatrenia na ich zamedzenie
- 3.4 Opatrenia na bezpečné používanie
 - 3.4.1 Opatrenia na bezpečné používanie pre operátora
 - 3.4.2 Opatrenia na bezpečné používanie pre stroj
- 3.5 Definovanie systému
- 3.6 Analýza ohrozenia
- 3.7 Aplikácia metódy FMEA
 - 3.7.1 Zhodnotenie metódy FMEA
- 3.8 Aplikácia komplexnej metódy na posúdenie rizika
 - 3.8.1 Zhodnotenie komplexnej metódy na posúdenie rizika

4 Vlastná práca

4.1 Charakteristika firmy

Firma METALTRADE s.r.o. vznikla v roku 1994 a od svojho vzniku sa snaží etablovať medzi firmami pôsobiacimi v odvetví kvalitou a cenovou politikou. Snahou firmy je pružne reagovať na požiadavky odberateľov. V súčasnosti zamestnáva 14 zamestnancov so zodpovedajúcou kvalifikáciou a skúsenosťami. Hlavnú výrobnú náplň firmy tvorí výroba opracovaných kovových súčiastok pre automobilový priemysel. Firma je subdodávateľom pre dodávateľov automobilového priemyslu ako je Hutchinson, Benteler, Gillet, Arvin, Tenneco, Paulstra a iní. Od roku 2002 firma zahájila výrobu vo svojej dcérskej firme METALTRADE NITRA s.r.o. a v roku 2008 prišlo k zlúčeniu týchto firiem do jednej – METALTRADE NITRA, s.r.o. Toto zlúčenie bolo nutné aby firma bola schopná konkurovať a znížila náklady. Nová výrobná hala funguje v Nitre od roku 2006.

Závod v Nitre je vybavený modernými CNC strojmi pre sústruženie, frézovanie a vŕtanie. Taktiež je veľmi bezpečný so zaručenou kvalitou a termínom dodávok, ktoré zabezpečujú certifikáty.

Takmer všetky výrobky sú vyvážané mimo Slovenska a ide o vývoz do Francúzska, Číny, Česka, Nemecka a iných krajín. Firma má veľmi dobrý prístup k diaľniciam vďaka ktorým bude o približne rok spojená s celým Slovenskom a hlavnými európskymi ťahmi, ale taktiež s letiskami v Bratislave, Viedni alebo Budapešti.

4.2 Charakteristika použitých strojov

4.2.1 Obrábacie centrum MC 100 VA

Vertikálne obrábacie centrum MC 100 VA slúži na komplexné obrábanie rôznych typov foriem z ocele zliatin ľahkých kovov, ako aj kovaných zápustiek ktoré sú upnuté na pracovnom stole a to pri dorážaní vysokej presnosti výrobku. Na obrábacom centre možno uskutočňovať:

- Frézovanie
- Vŕtanie
- Vyvrtávanie
- Vystružovanie
- Rezanie závitov bez nutnosti použitia vyrovnávacieho púzdra.

Operácie sa vykonávajú v troch na seba kolmých súradných osiach X,Y,Z.

V prípade použitia stroja mimo tejto oblasti činnosti, ako aj použitie nevhodných nástrojov, je považované za použitie neodpovedajúceho účelu.

Za škodu z toho vyplývajúceho neručí výrobca obrábacieho centra, pretože riziko nesie v takomto prípade len jeho užívateľ.

Použiteľné rezné rýchlosti a krútiace momenty vyplývajú z výkonového a momentového diagramu:

Tabuľka 4: Technické parametre

Počet T drážok stola	5
Upínacia plocha stola	1080x580mm
Zdvih X-os, Y-os, Z-os	1006,610,762 mm
Max. zaťaženie stola	1000kg
Rozsah otáčok pre 2 prevodové stupne	5-8000min-1
Štvrtá os	360stupňov
Vzdialenosť vretena od plochy stola	100-862 mm
Upínací kužel	ISO 40
Počet pracovných miest v zásobníku	40
Riadiaci systém	HEIDENHAIN 426M
Upínacia stopka / upínací čap nástroja	ISO 7388/1,2 typ B BT40



Obr.č.1 Obrábacie centrum MC 100 VA

4.3.1 Identifikácia nebezpečenstiev, ohrození, opatrení a bezpečnostných podľa výrobcu

1. Nebezpečenstvo vzniknuté vysokým elektrickým napätím. Prevažná väčšina obvodov s ovládacími prvkami stroja a osvetlenia pracovného priestoru sú napájané bezpečným napätím 24V. Na stroji je však rada obvodov, ktorých funkcia vyžaduje napájanie elektrickým prúdom o vysokom napätí, ktoré je životu nebezpečné. Za normálnych pracovných podmienok nie sú tieto obvody zdrojom nebezpečia nakoľko sú bezpečne zakrytované.
Ohrozenie: Usmrtenie, popálenie
2. Nebezpečenstvo vzniknuté ostrými britmi na rezných nástrojoch- Rezné nástroje, pokiaľ sú v kľude, nepredstavujú žiadne nebezpečenstvo pre obsluhu a pracovníkov údržby, či servisu.
Ohrozenie: porezaním
3. Nebezpečenstvo vzniknuté rotujúcimi reznými nástrojmi. Za normálnych okolností sú pracovníci pred otáčajúcimi sa nástrojmi chránení krytom pracovného priestoru, do ktorého je prístup len cez predné posuvné dvere, vybavené blokovacím zariadením. Pokiaľ by došlo k zlomeniu nástroja, môžu odletávajúce časti nástroja spôsobiť zranenia. Pri otvorení dverí sa však zastaví otáčanie vretena, posuvy súradných osí a pohyb zásobníka nástrojov.
Ohrozenie: porezaním, vtiahnutím do stroja
4. Nebezpečenstvo vzniknuté stlačeným vzduchom.
Ohrozenie: porezaním, nárazom, havária stroja
5. Nebezpečenstvo vzniknuté pohybujúcimi sa stolmi, vreteníkmi a nástrojmi.
Ohrozenie: porezním, nárazom, usmretením
6. Nebezpečenstvo vzniknuté otáčaním a posúvaním ramena- Za normálnych okolností je k otočnému ramenu chránený prístup cez predné dvere, vybavené blokovacím zariadením.

Ohrozenie: porezaním, nárazom, usmrtením

7. Nebezpečenstvo vznikajúce hlukom pri obrábaní- Stroj pri svojej prevádzke neprekračuje najvyššie hodnoty akustického tlaku a akustického výkonu povoleného európskou normou EN929. Pri obrábaní niektorých druhov materiálov, môže však za určitých rezných podmienok a pri použití určitých rezných nástrojov, ako aj pôsobením niektorých ďalších vplyvov dôjsť k zvýšeniu hladiny hluku.

Ohrozenie: Poškodenia sluchu

4.4 Opatrenia na bezpečné používanie

4.4.1 Opatrenia na bezpečné používanie pre operátora

- So strojom pracuje len pracovník ,ktorý absolvoval školenie o práci na tomto stroji.
- Je zakázané nosiť kravatu, hodinky a prstene pri práci na stroji.
- Pracovník musí byť oboznámený so zásadami prvej pomoci.
- Pred obsluhou stroja musí mať pracovník preštudovaný návod na obsluhu stroja.
- Pracovník musí nosiť chrániče sluchu.
- Je zákaz vkladať ruky do dutiny vretena ak je stroj zapnutý.
- Je prísne zakázané aby pracovník vypol blokovacie zariadenie.
- Pri práci je nutné aby mal pracovník okuliare s bočnými krytmí.
- Je zakázané merať kus, ktorý je v pohybe alebo v okolí pohybujúceho sa nástroja.
- Je zakázané pracovať v blízkosti rotujúceho nástroja alebo vretena.
- Ak nastane riziková situácia musí byť okamžite oznámená nadriadenému.
- Je zakázané brzdiť rotujúce časti rukami alebo inými pomôckami.

4.4.2 Opatrenia na bezpečné používanie pre stroj

- Pri údržbe sa musí pred zahájením práce vypnúť hlavný elektrický vypínač stroja a zaistiť ho uzamknutím. Pri niektorých operáciách údržby, servisu, diagnostiky alebo zoraďovania niektorých prvkov je však vyžadovaná práca pod napätím. V takom prípade by však pracovníkovi prevádzajúcemu opravu mala asistovať

osoba, ktorá pozná, ako vypnúť prívod prúdu, ako použiť kardiopulmonálnu resuscitáciu a tiež pozná firemné predpisy týkajúce sa hazardných situácií.

- Návod k obsluhu musí byť prístupný každému pracovníkovi na stroji
- Pri mazaní a údržbe zabezpečiť aby sa k stroju nedostali cudzie osoby.
- Pohony osí, spolu s pohonom vretena musia byť zablokované pred rozhodnutím o ich údržbe a čistení. Pri mazaní a údržbe musia byť pohony osí a vretena zablokované.
- Ochranné dvere a kryty nechať počas práce na svojom mieste
- Na manipuláciu v pracovnom priestore je nevyhnutné zastaviť vreteno.
- Vzduchové hadice sa nemôžu nachádzať v blízkosti rotujúcich častí stroja
- Pre kvalitnú a bezpečnú prácu použiť len kvalitné nástroje .
- Okolie stroja ako aj samotný stroj musí byť udržiavaný v čistote.
- Je zakázané aby stroj bežal bez dozoru.

- Požiadavky na priestor

Umiestnenie stroja v dielni má byť prevedené tak, aby pracovník nebol pri práci rušený prevádzkou od susediacich pracovísk a pri práci nestál chrbtom k hlavnej uličke, ak táto vedie v bezprostrednej blízkosti pracoviska. Stroj musí byť umiestnený tak, aby bol od trvalých prekážok ako sú steny, stĺpy, okolné stroje atď. , vzdialený najmenej 600 mm a v mieste stanovišťa obsluhy najmenej 1000 mm. Tieto vzdialenosti sa merajú od najviac vysunutej časti stroja. Do úvahy treba brať vonkajšie rozmery stroja uvedené v technických dátach a rozmery pôdorysu stroja, pri otvorených dverách.

- Požiadavky na osvetlenie

Stroj je vybavený dvoma svietidlami, ktoré zabezpečujú osvetlenie pracovného priestoru. Toto umožňuje bezpečné ustanovenie, upínanie a odopínanie obrobkov, ich ľahkú kontrolu meraním, ako aj sledovanie pracovného cyklu. Pri zoraďovacích prácach priamo v pracovnom priestore je doporučené použiť prenosné svietidlo, aby pri zaclonení svetla pevne inštalovaného svietidla bolo zaistené dostatočné osvetlenie pre danú činnosť. Pre zaistenie bezpečnej obsluhy vyžaduje stroj vonkajšie osvetlenie v priestore dielne, odpovedajúce príslušným miestnym predpisom.

- Údaje o chladiacej kvapaline nástrojov
Chladiaca kvapalina pôsobí pri obrábaní na nástroj okrem ochladzovania aj mazaním a čistiacim účinkom, čím zvyšuje trvanlivosť jeho ostrie a zlepšuje kvalitu obrobku. Preto je potrebné, aby mala tieto vlastnosti:
 - Aby nespôsobovala koróziu obrobku a stroja
 - Odolnosť proti vzniku penenia
 - Sedimentačná schopnosť
 - Bezpečnosť z požiarneho hľadiska
 - Pasivitu voči povrchovým náterom a tesnením stroja
 - Nízku biologickú dráždivosť
 - Prevádzkovú stálosť
 - Lhký spôsob likvidácie

- Požiadavky z hľadiska požiarnej ochrany
V chladiacom systéme nástrojov, v mazacích systémoch stroja sú použité kvapaliny a oleje, ktoré nie sú požiarne nebezpečné. Pri inštalácii stroja je však treba dbať na to, aby stroj nebol dlhodobo vystavený vysokému okolitému tepelnému žiareniu a v okolí stroja sa nemanipulovalo s otvoreným ohňom, alebo s predmetmi, ktoré majú teplotu vyššiu než 150 C . Bod vzplanutia olejov použitých v stroji je podľa druhu v rozmedzí od 180 – 200 C.

- Požiadavky na odsávanie
Samotný stroj neprodukuje pri prevádzke žiadne zdraviu škodlivé látky. Pokiaľ sú na stroji obrábané súčiastky z bežných kovových materiálov, nemusí byť pracovný priestor stroja vybavený odsávacím zariadením. Pokiaľ by sa pri obrábaní používali chladiace kvapaliny, ktoré majú negatívne hygienické vlastnosti alebo pokiaľ by sa na stroji spracovával materiál, pri ktorého opracovávaní vznikajú zdraviu nebezpečné splodiny, pričom ich koncentrácia by prekračovala hranicu povolenú platnými hygienickými predpismi, musí byť stroj dostatočne vybavený samotným odsávacím zariadením pre odsávanie zdraviu nebezpečných splodín. Týmto zariadením musí stroj vybaviť užívateľ stroja.

- Údaje o škodlivinách

Použité mazacie oleje hydraulické kvapaliny a chladiace kvapaliny môžu byť pri styku s pokožkou príčinou ochorení v prípade nedodržovania intervalov ich výmeny, ako aj nedodržovanie odporúčaní o používaní osobných ochranných prostriedkov a zanedbávaní pravidiel osobnej hygieny. Užívateľ stroja je povinný u osôb, ktoré prichádzajú pri obsluhu a údržbe stroja do styku s mazacími olejmi, hydraulickými a chladiacimi kvapalinami, zaistiť dodržiavanie platných hygienických predpisov, prípadne ich vybaviť osobnými ochrannými prostriedkami. Užívateľ stroja je zodpovedný za bezpečné používanie a odstraňovanie všetkých rizikových materiálov spracovávaných alebo používaných na stroji.

4.5 Definovanie systému

Pri skúmaní objektu som sa rozhodol vybrať nasledujúce nebezpečenstvá uvedené v tabuľke a definovať ich.

Tabuľky 5,6,7 : Definovanie systému

Systém: Obrábacie centrum						
Nebezpečenstvo	Elektroinštalácia		Poistky		Software	
Ohrozenie	Skrat	Pretrhnutie	Oneskorenie	Úraz	Nepresné obrábanie	Porucha hardware
Riziko	V	V	V	V	V	S
Pravdepodobnosť	S	M	S	M	M	S
Dôsledok	V	V	V	V	V	V
Škoda	stroj	Stroj	človek	človek	stroj	stroj
Poškodenie	človek	Stroj	stroj			stroj

Systém: Obrábacie centrum						
Nebezpečenstvo	Výbuch		Nesprávne nastavenie		Vytiekajúce mazivá	
Ohrozenie	Vysoké otáčky	Pretaženie	Nefunkčnosť	Nedostatok energie	Zadrenie	Zlyhanie náhonu
Riziko	V	V	S	S	V	S
Pravdepodobnosť	S	V	S	V	S	S
Dôsledok	V	V	S	V	V	S
Škoda	Stroj	Stroj	stroj	stroj	stroj	stroj
Poškodenie	Stroj	Stroj			stroj	

Systém: Vnútrotný priestor stroja					
Nebezpečenstvo	Rotujúce rezné nástroje		Stlačený vzduch		Hluk pri obrábaní
Ohrozenie	Porezanie	Vtiahnutie stroja do	Vystrelenie súčiastky	Havária stroja	Poškodenie sluchu
Riziko	V	V	V	V	V
Pravdepodobnosť	S	S	S	V	V
Dôsledok	V	V	V	V	V
Škoda	človek	človek	človek	stroj	človek
Poškodenie	stroj		stroj		

V- vysoké, S- stredné, M- malé

4.6 Analýza ohrození

Tabuľky 8,9,10 : Analýza ohrozenia

Systém	Komplex ohrození	Opatrenia	Faktory ohrozenia
Obrábacie centrum	Ohrozenie: skrat		Zlyhanie srdca, srdcovo cievne príhody
	Človek: zranenie	Ochranné pomôcky, poistky	
	Stroj: nefunkčnosť	Kvalitný materiál	
	Materiál: znehodnotenie	Vhodné materiály inštalácie	
	Prostredie: zapájanie		Nekvalitné výrobky, zničenie materiálu
	Ohrozenie: nepresné obrábanie	Pravidelný servis	
	Človek: -	Pravidelná údržba	
	Stroj: -	Kvalitné nástroje	
Materiál: znehodnotenie	Vyškolený operátor		
Prostredie: zapájanie			

Systém	Komplex ohrození	Opatrenia	Faktory ohrozenia
Obrábacie centrum	Ohrozenie: vysoké otáčky		Úraz, popálenie smrť
	Človek: úraz	Ochranné prostriedky	
	Stroj: zničenie	Konštrukcia	
	Materiál: zničenie	Ekologické materiály	
	Prostredie: znečistenie		Zničenie stroja
	Ohrozenie: zadrenie	Pravidelná údržba	
	Človek: -	Inštruktáž	
	Stroj: zničenie	Servisný technik	
Materiál: poškodenie	Vhodné kvapaliny		
Prostredie: znečistenie			

System	Komplex ohrození	Opatrenia	Faktory ohrozenia
Vnútorný priestor stroja	Ohrozenie: porezanie	Nenosiť kravaty a retiazky pri práci	Zdravie pracovníka
	Človek: zdravie		
	Stroj: poškodenie mechanických častí	Nepracovať v blízkosti rotujúcich nástrojov	
	Materiál: znehodnotenie		
	Prostredie: znečistenie		
	Ohrozenie: vtiahnutie do stroja	Pri práci zaistiť dvere a kryty stroja	
	Človek: zdravie		
	Stroj: poškodnie	Ochranné pomocky	
	Materiál: znehodnotenie		
Prostredie: -			

4.7 Aplikácia metódy FMEA

Metódu FMEA sme aplikovali na obrábacie centrum MC 100 VA aby sme zistili mieru rizika pri práci na tomto stroji. Body som udeľoval od 1 do 10 a to za závažnosť, výskyt a odhalenie ohrozenia. Tieto body som vynásobil, čo mi dalo hodnotu RPN, čo je miera rizika/priorita. Podľa tejto hodnoty sme priradili ohrozeniam poradové čísla. Potom sme navrhli opatrenia ktorými by sa mali pracovníci pri práci na stroji riadiť a znova bodovo ohodnotili závažnosť, výskyt a odhalenie.

Postup aplikácie FMEA:

Pri aplikácii metódy sme postupovali podľa následovného postupu:

- Určenie ohrození
- Zisťovanie príčin ohrozenia
- Určenie prejavu daného ohrozenia
- Určenie dôsledku daného ohrozenia
- Vyčíslenie závažnosti, výskytu a odhalenia
- Vynásobenie týchto hodnôt a tým určenie RPN
- Priradenie poradových čísel ohrozeniam podľa hodnoty RPN
- Návrh opatrení na zníženie rizika
- Vyčíslenie závažnosti, výskytu a odhalenia po aplikovaní opatrení
- Vypočítanie miery rizika RPN po aplikovaní opatrení
- Záverečné hodnotenie

Tabuľka 11: Metóda FMEA

P.č	Ohrozenie	Príčina	Prejav	Dôsledok	z	v	o	r	Opatrenia
4	Skrat	chyba izolácie	iskrenie	Nefunkčnosť rozvodnej siete	5	3	4	60	Kvalita izolácie, častejšia kontrola
6	Vážny úraz	zasiahnutie materiálom	nedôslednosť	Neschopnosť vykonávať prácu	8	3	2	48	Dôsledne vykonávaná práca odborníkmi
7	Preťaženie siete	veľa pracovných príkazov	nefunkčnosť	Nefunkčnosť	5	3	3	45	Neustála kontrola
2	Porezanie	konštrukcia	Zranenie pracovníka	Neschopnosť vykonávať prácu	4	6	5	120	Pri práci zaistiť dvere a kryty stroja
3	Vysoké otáčky	operátor	Preťaženie	Zničenie stroja	6	5	3	90	Dôsledný a spoľahlivý operátor
1	Nepresné obrábanie	operátor	Nepresné výrobky	Nepresné výrobky	6	7	5	210	Kontrola, servis, skúsený operátor, kvalitné nástroje
		nástroj							
5	Zadrenie	nedostatočné mazanie	Zadieranie	Zníženie výkonu	7	3	3	56	Mazanie, preventívne prehliadky

z –závažnosť, v-výsky, o- odhľenie, r- rpn, P.č.- poradové číslo

Po vyčíslení RPN sme začlenili ohrozenia do skupín podľa tabuľky 11 kategórie kritickosti.

4.7.1 Zhodnotenie metódy FMEA

Tabuľka 12: Kategórie kritickosti

Kategória	Rozmedzie RPN
Katastrofická	250 a viac
Kritická	190 až 249
Okrajová	90 až 189
Zanedbateľná	menej ako 90

Tabuľka 13 porovnania zmeny RPN poukazuje na vzniknuté rozdiely RPN pred a po zavedení nápravných opatrení.

Tabuľka 13: Porovnania zmeny RPN

P.č.	Hodnota RPN (pred a po zavedení nápravných opatrení)	
	pred	po
Kritická		
1	210	72
Okrajová		
2	120	63
3	90	42
Zanedbateľná		
4	60	48
5	56	24
6	48	24
7	45	21

Pri vyčíslení RPN a zadelení do skupín som zistil, že pri práci na stroji si vyskytlo jedno kritické ohrozenie dve okrajové a ostatné sme určili za zanedbateľné. Po zavedení opatrení sa miera rizika znížila celkovo o viac ako 100% a pri najrizikovejšom ohrození o takmer 300%.

4.8 Aplikácia komplexnej metódy na posúdenie rizika

Pri posudzovaní rizika na pracovnom mieste som najskôr určil hodnoty akceptovateľnosti, to znamená hodnoty prijateľného rizika. Podľa tejto metódy je hladina akceptovateľnosti - prijateľné riziko na úrovni 10 bodov.

Výsledná hodnota rizika sa počíta podľa vzťahu:

$$R = M \cdot U - P \cdot (M/30)^*$$

Postup:

- hodnotenie celkového rizika pracovného predmetu;
- hodnotenie vplyvu prostredia;
- hodnotenie spôsobilosti osoby zvládnuť riziko;
- výpočet hodnoty výsledného rizika;
- porovnanie vypočítanej hodnoty rizika a akceptovateľnej hodnoty rizika;
- vykonanie opatrení.

Jednotlivé bodové hodnoty vo vyššie uvedených tabuľkách sú odporúčané, posudzovatel' si môže vytvoriť jemnejšiu škálu bodového priradenia. Hodnoty bodových hraníc musí zachovať tak, ako je to v príslušnej tabuľke.

Tabuľka 14: Komplexná metóda na posúdenie rizika na pracovnom mieste

Posúdenie Rizika spôsobeného strojom	Návrh hodnotenia	Konečné hodnotenie
Určenie možných škôd		
nebezpečné úrazy: - ťažké následky, hlboké rezné rany, trvale následky	1 až 10	S=7
Expozícia ohrozenia		
Dočasná mierna expozícia (bezporuchové stroje)	1 až 3	Ex=2
Pravdepodobnosť vzniku nehôd		
Malá: nedostupnosť elementov, spoľahlivé, praktické a bezpečné zariadenia	0,5 až 1,5	Wk=0,75
Možnosť predchádzania alebo minimalizovania škôd		
Veľká: (včasným informovaním osôb je možné predísť škodám)	0,5 až 1	Ve=0,5
Konečné hodnotenie systému $M=S*Ex*Wa*Ve$ M=5,25		
Hodnotenie vplyvu prostredia	Návrh hodnotenia	Konečné hodnotenie
Usporiadanie pracovného miesta a zóny zásahov		
Prehľadné a priestorové pracovné cesty	0,5 až 1	Ua=0,5
Pracovné prostredie		
Rušivý hluk(akustické signály sú nedostatočne pohlcované)	0,3 až 0,6	Ub=0,4
Iné zaťaženia		
Ľahké telesné zaťaženie, vhodné usporiadanie elektronickej obsluhy	0,2 až 0,4	Uc=0,2
Konečné hodnotenie faktora prostredie $U=Ua+Ub+Uc$ U=1,1		
Spôsobilosť osoby zvládnuť riziko	Návrh hodnotenia	Konečné hodnotenie
Kvalifikácia osôb		
Odborne kvalifikovaná, vzdelaná alebo skúsená osoba	10 až 0	Q=7
Fyzické a psychické faktory		
Vhodná fyz. a psych. spôsobilosť	3 až 0	K=2
Organizácia práce		
Pracovný príkaz ,predpis , ktorý bezpečne zaúčinkuje	5 až 0	O= 3
Konečné hodnotenie faktora osoba $P=Q+K+O$ P=12		

4.8.1 Zhodnotenie komplexnej metódy posúdenia rizika

Výsledná hodnota rizika:

$$R=M*U-P*(M/30)$$

Prijateľné riziko ≤ 10

$$R=4,2$$

Pri komplexnej metóde hodnotenia rizika vyšla hodnota 4,2 bodu čo znamená, že riziko na pacovnom mieste v prevádzke Metal Trade pri obrábacom centre MC 100 VA je prijateľné.

Zhodnotenie

Aj napriek tomu, že pri komplexnej metóde posúdenia rizika som zistil prijateľné riziko o hodnote 4,2 boda, metódou FMEA, som vyhodnotil jedno kritické ohrozenie, kvôli ktorému bolo nutné zaviesť prísne opatrenia. Tým hlavným je každodenná kontrola operátora, z dôvodu dodržiavania všetkých zásad správneho používania stroja po dobu, kým sa spomínané kritické ohrozenie nezlepší. Ďalším je pravidelný servis a údržba stroja. Je potrebné dbať na používanie len kvalitných nástrojov, ktoré sú finančne náročnejšie, ale veľmi ovplyvňujú presnosť a kvalitu výrobku. Po zavedení týchto opatrení sa ohrozenie výrazne znížilo o takmer 300 percent, čo hodnotím ako veľký úspech. Taktiež som zistil dve okrajové a niekoľko zanedbateľných ohrození v rámci ktorých, som sa zamerlal na opatrenia manipulácie so strojom. S tým pracuje len pracovník, ktorý absolvoval školenie o zaobchádzaní so strojom a takisto oboznámenie sa so zásadami prvej pomoci. Pohony osí, spolu s pohonom vretena, musia byť zablokované pred rozhodnutím o ich údržbe a čistení. Pri mazaní a údržbe, musia byť pohony osí a vretena zablokované. Ochranné dvere a kryty sú ponechané počas práce na svojom mieste. Na manipuláciu v pracovnom priestore je nevyhnutné zastaviť vreteno. Pred obsluhou stroja musí mať pracovník preštudovaný návod na obsluhu stroja. Počas prevádzky stroja je zakázané vkladať ruky do dutiny vretena. Je prísne zakázané aby pracovník vypol blokovacie zariadenie. Počas údržby je potrebné pred zahájením práce vypnúť hlavný elektrický vypínač stroja a zaistiť ho uzamknutím. Pri niektorých operáciách údržby, servisu, diagnostiky alebo zoraďovania niektorých prvkov, je vyžadovaná práca pod napätím. V takom prípade, by pracovníkovi prevádzajúcemu opravu mala asistovať osoba, ktorá je oboznámená, o vypnutí prívodu prúdu, použití kardiopulmonálnej resuscitácii a súčasne pozná firemné predpisy týkajúce sa hazardných situácií. Je zakázané merať kus, ktorý je v pohybe alebo v okolí pohybujúceho sa nástroja. Je zakázané pracovať v blízkosti rotujúceho nástroja alebo vretena. Ak nastane riziková situácia musí byť okamžite nahlásená nadriadenému. Je zakázané brzdiť rotujúce časti rukami alebo inými pomôckami. Po zavedení a kontrolovaní týchto opatrení a zásad, sa znížilo riziko týchto ohrození o vyše 100 percent. Pri opúšťaní prevádzky som si dovoľil upozorniť vedenie podniku, aby neprestalo pracovať na kvalite a bezpečnosti prevádzky, pretože trvalé zlepšovanie je veľmi dôležitou súčasťou úspešného podniku.

6 Záver

Otázkou bezpečnosti sa čoraz viac zaoberajú výrobcovia strojov ale aj prevádzkovatelia týchto strojov aby sa predišlo úrazom alebo materiálnym škodám. Tak isto sa tomuto problému venuje aj legislatíva a to napríklad v zákone č. 124/2006. V tejto práci som sa zamerlal na firmu Metal trade a konkrétne na obrábacie centrum MC 100 VA nakoľko je táto prevádzka rozsiahla. Venoval som sa v nej identifikáciou nebezpečenstiev a ohrození a taktiež opatreniami na ich zabránenie. V druhej fáze som aplikoval metódy na zistenie a zníženie rizika FMEA v ktorej som taktiež navrhol a zaviesdol opatrenia na zníženie rizika a komplexnú metódu hodnotenia rizika. U FMEA som zistil jedno kritické ohrozenie čo je nepresné obrábanie, ktoré neohrozuje zdravie zamestnancov, dve okrajové riziká a ostatné zanedbateľné. Po následnom zavedení navrhnutých opatrení sa riziko znížilo pri kritickom ohrození o takmer 300 percent a ostatných ohrozenia o viac ako 100 percent. U komplexnej metódy som zistil hodnotu rizika na úrovni 4,2 čo je prijateľné riziko. Takže pokiaľ sa dodržiavajú všetky vnútropodnikové predpisy, normy, a zákony je obrábacie centrum MC 100 VA bezpečné. Ak chceme dosiahnuť toto dodržiavanie musíme zaškoliť všetkých zamestnancov ktorý sa dostanú do styku s týmto prístrojom a taktiež kontrolovať prácu na nich. V prípade nedodržiavania treba vyvodiť dôsledky aby sa to už viac neopakovalo. Zamestnanci sú pravidelne kontrolovaný na použitie alkoholu alebo iných omamných látok. Kontrolované je tiež obrábacie centrum MC 100 VA, ktorý sa kontroluje na únik hydraulickej kvapaliny, funkčnosť núdzového zastavenia v prípade poruchy alebo neočakávanej udalosti.

7 Zoznam použitej literatúry

1. ZÁKON č. 124 z 2. februára 2006 o bezpečnosti a ochrane zdravia pri práci a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení zákona č. 309/2007 Z.z. www.bozpo.sk/public/poradna/bozp/06.
2. HATINA, T. et al. Terminologický slovník bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci,online] Publikované august 2006. Dostupné z <<http://www.employment.gov.sk/new/index.php?id=13090>>.
3. Kandráč, J, Skarba, D: Metodický postup na zhodnotenie rizík nebezpečných prevádzok a štúdia o podnikoch v slovenskej republike) ,2000.
4. TOMÁŠ, J.: Bezpečnosť strojov (Manažérstvo rizika), 1. vyd. Nitra: SPU, 2003. 114 s. ISBN 80-8069-172-X
5. DUSSART, D.- LESEUX, B.: Posudzovanie bezpečnosti technických zariadení. Košice: TU, 1999. 29 s.
6. Zánická Hollá K. : Posudzovanie rizík priemyselných procesov. Bratislava, 2010. ISBN 978-80-8078-344-0
7. Procházková, D. :.Metodiky hodnocení rizik. 112, č. 3 2004, s. 22 - 23.
8. GOOSSENS, L.- SINAY, J.: Manažment riika 1. Košice: TU, 2000. 59 s.
9. ZELENÝ, J.- SLOSIARIK, J.: Manažérstvo rizika. Zvolen: TU, 2000. 374 s.
10. SINAY, J. et al.: Riziká technických zariadení. Manažérstvo rizika. Košice.: TU, 1997. 212 s.
11. HATINA, T.: Bezpečnosť a ochrana zdravia pri práci – IV. rozšírené vydanie. Bratislava, Eurounion, 2000

12. Kirchsteiger, C. : Posudzovanie a riadenie rizík ako základné prvky v kontrole nebezpečí závažných havárií v Európskej únii, JR Centre, ISPRA, Taliansko, 1998
13. Návod na používanie obrábacieho centra MC 100 VA.
14. Sinay, J- Oravec, M.- Pačaiová, H.: Metódy posudzovania rizík. Košice: TU, 2001. 20 s.
15. STN OHSAS 18001 (83 3000): Systémy manažérstva bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci, (2009)
16. STN EN 292-1: Bezpečnosť strojných zariadení – Základné termíny, všeobecné zásady navrhovania (ENV 1070: 1993 Názvoslovie), 1991
17. STN EN 1050 - Bezpečnosť strojov, princípy posudzovania rizika
18. STN 010380, STN IEC 60300-3-9: Manažérstvo rizika (AS/NZS 4360: 1999)
19. STN EN 12417+A2 (200710): Obrábacie a tvárniace stroje. Bezpečnosť. Obrábacie centrá
20. [online]. [cit. 2011-04-03]. Dostupné na internete:
<<http://fmmi10.vsb.cz/639/qmag/mj49-cz.pdf>>
21. [online]. [cit. 2011-04-03]. Dostupné na internete:
<<http://www.iso9000.sk/index.php?id=16>>
22. [online]. [cit. 2011-04-03]. Dostupné na internete:
<<http://www.dtsolutions.sk/normy.html>>
23. [online]. [cit. 2011-04-03]. Dostupné na internete: < <http://www.risk-management.cz/index.php?clanek=8291&cat2=1&lang=>>.

24. [online]. [cit. 2011-04-03]. Dostupné na internete: <
<http://blog.ttsystems.sk/index.php/manaerske-metody> >