

Metódy analýzy rizika
Bezpečnostné riziká

Elektronická podpora výučby

Obsah

1 Úvod do predmetu	3
1.1 Pojem riziko	3
1.2 Metodológia analýzy a riadenie rizika	7
1.3 Posudzovanie rizika.....	9
2 Rozdelenie metód pri analýze rizík	15
3.1 Odhad a hodnotenie rizika – matica rizika.....	19
3.2 Rozšírená bodová metóda	23
3.3 Bodová metóda iná.....	24
3.4 Komplexná metóda posúdenia rizika na pracovnom mieste	28
3.4 Bodová metóda BOMECH.....	30
Použitá literatúra	36

1 Úvod do predmetu

Náplňou tohto predmetu je uviesť autora do problematiky teórie rizík. Popisuje niektoré postupy a metód aplikovateľné v oblasti manažérstva rizík.

1.1 Pojem riziko

Pôvod slova riziko je možné nájsť búd v arabskom slove *risq*, v latinskom sloveriscum, alebo vo francúzskom slove *risqué* a v talianskom slove *riziko*. (Merha, T. atall, 2007)

V anglickom slove risk (od 18. Storočia) je tento výraz jednoznačne spojený s popisom vzniku negatívnej udalosti vo význame „ocitnúť sa v nebezpečnej situácii resp. byť vystavený ohrozeniu“ (at risk).

Je možné uviesť niekoľko definícií popisujúcich rôzne spôsoby vyjadrenia pojmu riziko: ((Zúbková, M. , 2008)

*Riziko je výsledok zabránenia alebo zmiernovania potenciálnych javov.
Riziko - neurčitosť, spojená a vývojom aktív (investičné riziko).
Riziko - nebezpečného rozhodnutia.
Riziko - pravdepodobnosť akéhokolvek výsledku, odlišného od očakávaného výsledku.
Riziko–je kombinácia pravdepodobnosti a škody.*

V odbornej literatúre je možné sa stretnúť s rôznymi definíciami pojmu riziko, pretože sa spája s rôznymi činnosťami človeka. Spoločným znakom všetkých definícií je, že riziko obsahuje prvok neistoty, ak dôjde k nežiaducej činnosti a vzniku nepriaznivých situácií.

Riziko je interpretované ako pravdepodobnosť vzniku technogenných alebo prírodných javov sprevádzaných vznikom, formovaním a pôsobením nebezpečenstiev, pričom dochádza k sociálnym, ekonomickým, ekologickým a iným škodám, alebo ujme na zdraví človeka (t.j. dôsledkom).

Pod pojmom **riziko** môžeme chápať očakávanú početnosť (hustotu), alebo pravdepodobnosť vzniku nebezpečenstva určitej kategórie, alebo veľkosti (mieru) možnej škody (ujmy, straty) pri vzniku nežiaducej udalosti, alebo kombináciu týchto veličín [1].

V literatúre sa uvádza, že „*odhad rizika závisí od množiny faktorov, ktoré sú súčasťou, tzv. kauzálnou závislosťou vzniku nehody*“ (Obrázok 1).

Nebezpečenstvo je stav, alebo vlastnosť faktora pracovného prostredia, ktorá môže poškodiť zdravie zamestnanca. Uvedené sa chápe ako skrytá vlastnosť objektu, potenciál, schopnosť zapríčiniť vznik škody.

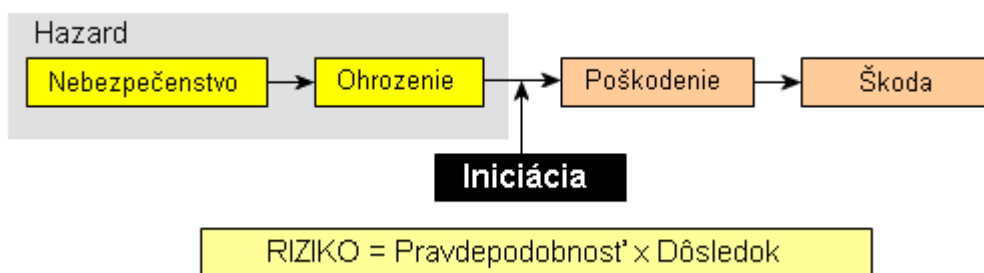
*Ohrozenie je situácia, v ktorej nemožno vylúčiť, že zdravie zamestnanca bude poškodené. Hovoríme, že je to „aktívna vlastnosť objektu“.
Ohrozenie je viazané k otázke typu „ako môže dôjsť ku škode?“*

Poškodenie je etapa, ktorá predchádza škode. Je ju možné chápať ako zmenu vlastnosti objektu, alebo priebehu činnosti v dôsledku pôsobenia vonkajších vplyvov, pričom počas tejto zmeny dochádza k degradácii (negatívnej zmene) znižovania funkčnej schopnosti.

Zmena môže byť **iniciovaná** napr. chybou obsluhy alebo poruchou zariadenia.

Škoda je každá (ľubovoľným spôsobom, vzniknutá zmena) definovaná počtom usmrtených alebo zranených ľudí, stratou na majetku, počtom stratených pracovných miest, množstvom kontaminovanej zeminy a pod.

Poznámka: V bežnej praxi aj v normách je pojem nebezpečenstvo a ohrozenie vyjadrené jedným slovom, zvyčajne je to nebezpečenstvo (angl. hazard, nem. gefährdung). V českej odbornej terminológii existuje iba výraz nebezpečí.



Obrázok 1 Popis kauzálnej závislosti vzniku škody

$$R = P \times D$$

kde: P – vyjadruje pravdepodobnosť vzniku negatívneho javu,
D – stupeň závažnosti jeho dôsledku.

popisne: **Riziko** = (pravdepodobnosť nehody) x (straty na počet nehôd).

Riziko = (pravdepodobnosť výskytu ohrozenia) x (dopad jeho výskytu).

$$R = f(P, D)$$

$$R = \sum_i^n P_i \times \sum_j^m D_j$$

kde i, j – sú indexy vzťahujúci sa k možnému i-tému ohrozeniu a j-tému dôsledku,

$$R = P \times D^S$$

kde S – vyjadruje rôzne typy dôsledkov (na základe ich váhy, $S \geq 1$).

Poznámka:

Kombinácia týchto parametrov nemusí v praxi znamenať len matematickú operáciu súčinu (ide o tzv. kartéziánsky súčin, usporiadanú dvojicu prvkov).

Takéto chápanie rizika umožňuje premeniť ho na rad merateľných kategórií. Riziko je istá miera ohrozenia. Často sa používa pojem „miera rizika“ (angl. level of risk), čo sa v podstate neodlišuje od pojmu riziko, ale zdôrazňuje, že sa jedná o merateľnú veličinu.

Všetky uvedené (alebo podobné) interpretácie termínu „riziko“ sa využívajú pri analýze ohrozenia a riadení rizika okrem iného v rámci technologických procesov a pri vykonávaní činnosti ako celku.

Ako príklad ohrozenia bezpečnosti ľudskej činnosti môžeme uviesť napr. poškodenie zdravia alebo smrť človeka, haváriu alebo katastrofu technického systému, alebo zariadenia,

znečistenie, alebo vážne poškodenie životného prostredia (ekologická katastrofa), smrť skupiny ľudí, nárast úmrtnosti, materiálne škody a zníženie úrovne bezpečnosti.

Každá nežiaduca udalosť môže mať väzbu na určitú stratu spojenú s objektom rizika. Vzťah objektu rizika k nežiaducim udalostiam umožňuje členenie rizika na:

- individuálne riziko,
- technické riziko,
- ekologické riziko,
- sociálne riziko,
- ekonomické riziko,
- iné riziká.

Každý druh rizika má charakteristické zdroje a faktory, ktorých klasifikácia je uvedená v Tabuľke 1.

Tabuľka 1 Druhy rizika

Druh rizika	Objekt rizika	Zdroj rizika	Nežiaduce dôsledky
Individuálne	Človek	Životné podmienky človeka.	Nemoc, trauma, invalidita, smrť.
Technické	Technické systémy a objekty	Technická nespôsobilosť, narušenie pravidiel prevádzky technických systémov a objektov.	Havária, explózia, katastrofa, požiar, deštrukcia.
Ekologické	Ekologické systémy	Antropogénne zásahy do prírodného prostredia, nezvyčajné technogénne situácie.	Antropogénne ekologické katastrofy, živelné pohromy
Sociálne	Sociálne skupiny	Nezvyčajná situácia, zníženie životnej kvality.	Skupinová trauma, nemoci, smrť ľudí, nárast úmrtnosti.
Ekonomické	Materiálne zdroje	Zníženie bezpečnosti výroby alebo prirodzeného prostredia.	Zvýšenie výdavkov na bezpečnosť, škoda vzniknutá z dôvodu nedostatočnej ochrany.

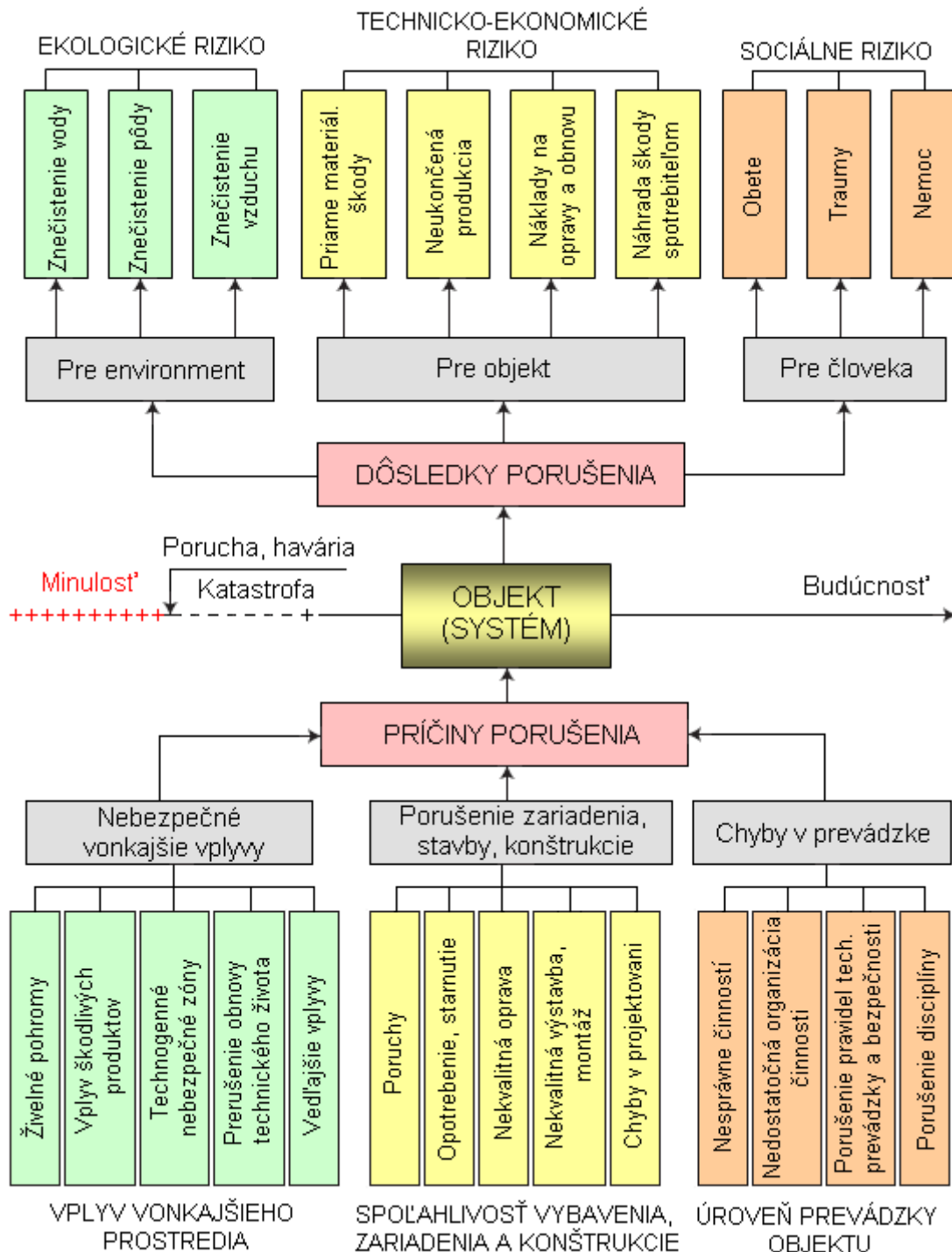
Špecifický je pojem tzv. holistické riziko (Merna, 2007), ktoré je možné popísať ako proces riadenia, ktorým organizácia v prvom rade identifikuje všetky ohrozenia stanovených cieľov, a následne riadi vyjadrené riziká v rámci existujúcich štruktúr riadenia alebo prijatím nového typu riadenia. Ide najmä o riziká, spojené s nehmotným majetkom spoločnosti (trhové podiely, bezpečnosť, duševný majetok, kvalita výrobkov a pod.)

Riziko vzniká za podmienok ak:

- existuje rizikový faktor (zdroj nebezpečenstva),
- existuje prítomnosť daného rizikového faktora v určitej, pre objekty nebezpečnej (alebo škodlivej) úrovni pôsobenia,
- objekt je náchylný (citlivý) na činnosti a faktory vyvolávajúce nebezpečenstvo.

Medzi haváriami, ktoré vznikli v rôznych odvetviach existuje kauzálna závislosť. Obyčajne havárii predchádza nahromadenie porúch v zariadení, alebo odchýlka od jeho normálnej činnosti. Táto fáza môže trvať minúty, hodiny, alebo dokonca aj roky. Samotné poruchy, alebo odchýlky od normálnej činnosti ešte nespôsobujú haváriu, ale vytvárajú pre ňu „vhodnú pôdu“. Operátori obyčajne nespozorujú túto fázu, ak nevykonávajú predpísané práce, alebo nemajú informácie o činnosti objektu (diagnostika). Preto u nich nevzniká pocit

nebezpečenstva. V ďalšej fáze vzniká náhla udalosť, ktorá významne zmení situáciu. Ak sa operátori snažia obnoviť normálnu činnosť technologického procesu a nemajú úplné informácie, potom len prehlbujú vývoj havárie. V poslednej fáze vzniká náhla udalosť (väčšinou celkom nevýznamná), ktorá predstavuje impulz, po ktorom technický systém prestáva sa podriaďovať človeku a vzniká negatívny jav.



Obrázok 2 Model vývoja rizika

1.2 Metodológia analýzy a riadenie rizika

Pri rozpracovaní problematiky rizika a zabezpečenia bezpečnosti technických systémov sa najväčšia pozornosť upriamuje na systémový prístup k evidovaniu a skúmaniu rôznych faktorov majúcich vplyv na ukazovatele rizika. Menovite ide o analýzu rizika.

Analýza rizika (angl. risk analysis) je proces identifikácie nebezpečenstiev a zhodnotenie rizika pre jednotlivcov alebo skupinu obyvateľstva, objektov, okolitého prostredia a iných skúmaných objektov. Analýza rizika je väčšinou subjektívny proces, ktorého vstupnými sú nielen kvantitatívne ukazovatele, ale aj možnosť kompromisných riešení, expertné hodnotenia a pod .

Analýza rizika identifikuje pravdepodobnosť a rozsah následkov negatívnej udalosti vyplývajúcej z danej pracovnej alebo inej činnosti zariadenia alebo systému. Na základe identifikácie nebezpečenstiev **odhaľuje** veľkosť rizika .

Zvláštnosťou analýzy rizika je, že na jej začiatku sa skúmajú potenciálne negatívne dôsledky, ktoré môžu vzniknúť na základe porúch činnosti technických systémov, odchýlok v technologických procesoch, alebo chýb zo strany obslužného personálu. Tým sa rozumie aj to, že je možné skúmať aj negatívne vplyvy na človeka a okolité prostredie i pri normálnej činnosti technického systému.

Výsledky analýzy majú veľký význam pre prijatie odôvodnených a preventívnych riešení pri určovaní miesta, rozmiestnenia a projektovania objektov, pre dopravu a ochranu nebezpečných látok a materiálov. V procese analýzy rizika sa využívajú aj rôzne situácie, s ktorými sa môže riadiaci personál stretnúť počas svojej činnosti. Obzvlášť pri vzniku nežiaducej situácie.

Neurčitosť, pri ktorej sa musia prijať riadiace opatrenia, má vplyv na metodiku, priebeh a konečný výsledok analýzy rizika. Metódy používané v procese analýzy musia byť orientované hlavne na odhalenie a zhodnotenie možných strát v prípade havárie, na cenu potrebnú pre zabezpečenie bezpečnosti, a na priority, získané pri realizácii niektorého z projektov .

Analýza rizika má viacero všeobecných postupov, ktoré sú nezávislé od použitej metodiky analýzy. Má aj svoje špecifické riešené úlohy. Medzi ne patrí:

1. určenie akceptovateľnej úrovne rizika, určenie štandardov bezpečnosti obslužného personálu (obyvateľstva) a ochrany okolitého prostredia,
2. určenie akceptovateľnej úrovne rizika sa realizuje spravidla v podmienkach nedostatočnej alebo neoverenej informácie. Hlavne sa to týka nových technologických procesov, alebo novej techniky,
3. v procese analýzy sa často využívajú riešenia zamerané na pravdepodobnostné úlohy, čo niekedy môže viesť k rozdielnym výsledkom,
4. analýzu rizika je potrebné posudzovať ako proces riešenia úloh s mnohými kritériami, ktoré môžu vzniknúť ako kompromis medzi stranami zainteresovanými v určitých výsledkoch analýzy .

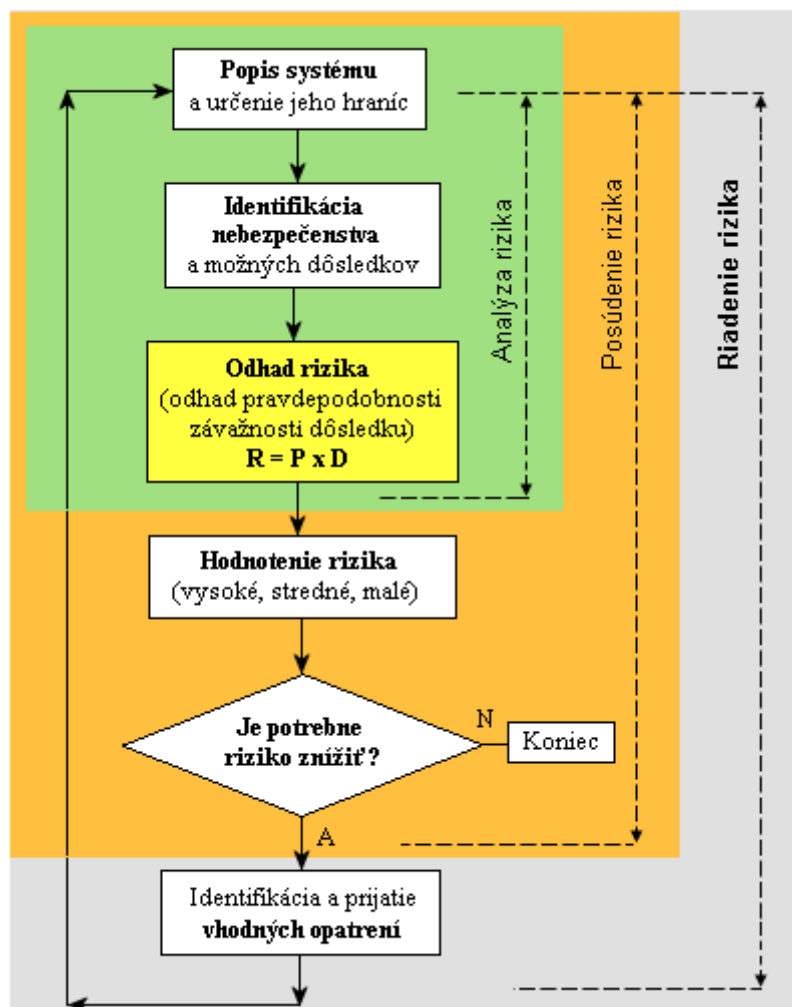
Analýza rizika môže byť určená ako proces riešenia zložitej úlohy, vyžadujúcej si prehodnotenie širokého okruhu otázok a vykonanie komplexného skúmania a zhodnotenia technických, ekonomických, sociálnych a v mnohých prípadoch aj politických faktorov. Napr.:

- čo negatívne sa môže prihodiť (identifikácia nebezpečenstva),
- ako často sa to môže vyskytnúť (analýza početnosti),
- aké môžu byť dôsledky (analýza následkov).

Hlavným elementom analýzy rizika je identifikácia ohrozenia (odhalenie možnosti porušení zásad bezpečnosti), ktoré môžu viesť k negatívnym dôsledkom.

Proces analýzy môže byť interpretovaný ako rad nasledovných udalostí (obr.1.7):

1. plánovanie a organizácia činnosti,
2. popis systému a určenie jeho hraníc,
3. identifikácia nebezpečenstva,
 - zistenie nebezpečenstva,
 - predbežná charakteristika nebezpečenstiev,
 - dôsledky nebezpečenstva,
4. zhodnotenie (odhad) rizika (malé veľké stredné),
 - analýza hustoty,
 - analýza následkov,
5. rozpracovanie doporučení a opatrení pre riadenie rizika (obr.3).



Obrázok 3 Algoritmus posudzovania a riadenia rizík

Jedným z najväčších terminologických otázok spojeným s analýzou rizík je integrácia fázy identifikácie zdrojov rizika do analýzy rizík, alebo jej vyčlenenie pred ňu.

Hlavnou úlohou **identifikácie rizík** je zistenie (na základe informácií o danom objekte, výsledkov expertízy a skúseností z podobných systémov) a presný popis všetkých rizík vlastných danému systému. Je to dôležitá etapa analýzy, pretože ak v tejto etape nedôjde k zisteniu rizík, potom nedochádza k ich analýze a strácajú sa zo zreteľa.

Existuje celý rad formálnych metód odhaľovania rizík. Taktiež sa využívajú aj predbežné hodnotenia rizík s cieľom určenia ďalšieho smerovania činnosti. Ich úlohou je:

- prerušiť ďalšiu analýzu v dôsledku bezvýznamných rizík,
- určiť potrebu detailnejšej analýzy rizika,
- vypracovať odporúčenia pre zníženie rizík.

Počiatkové informácie a výsledky predbežného hodnotenia rizík sa musia taktiež zdokumentovať. V princípe proces analýzy rizika môže byť ukončený už v etape jeho identifikácie. Podľa potreby po identifikácii rizika sa prechádza na etapu hodnotenia (posudzovania) rizika. Ako posledná etapa analýzy rizika technického systému je vypracovanie doporučení na zníženie úrovne rizika (riadenie rizika) v prípade, ak úroveň rizika je vyššia než je prípustná.

Početnosť výsledkov analýz a možnosť kompromisných riešení ukazujú, že analýza rizika nie je prísne vedeckým procesom, ktorá by podliehala vedeckým metódam.

1.3 Posudzovanie rizika

S analýzou rizika je tesne spojený druhý proces – **posudzovanie rizika**.

Posudzovanie rizika vo vzťahu k BOZP (angl. *risk estimation, risk assessment, risk evaluation*) je proces určený na určenie veľkosti (miery) rizika analyzovaného nebezpečenstva pre ochranu zdravia človeka, materiálnych hodnôt, prostredia iných situácií spojených s realizáciou nebezpečenstva.

Predstavuje proces **skúmania a sledovania** toho, čo môže na pracovisku spôsobiť škodu a podobe fyzického zranenia a/alebo poškodenia zdravia, **a zvažovania** či sa prijal dostatočný návrh opatrení a či sú tieto dostatočne účinné.

Všeobecne možno riadenie rizík popísať piatimi krokmi:

1. krok: identifikácia nebezpečenstiev
2. krok: Určenie, kto (čo) môže byť poškodený/-é a akým spôsobom – identifikácia ohrození, odhad rizika $R = f(P,D)$

úroveň analýzy rizika

3. krok: výpočet rizík a zvažovanie opatrení – zhodnotenie rizika

úroveň posúdenia rizika

4. krok: zdokumentovanie procesu posudzovania a implementovanie opatrení
5. krok: pravidelná kontrola a prehodnocovanie v prípade potreby (zmeny)

úroveň riadenia rizika

Analýza rizika identifikuje pravdepodobnosť aj rozsah následkov negatívnej udalosti vyplývajúcej z danej pracovnej alebo inej činnosti zariadenia alebo systému a na základe identifikácie nebezpečenstiev odhaduje veľkosť rizika.

Posudzovanie rizika na základe analýzy rizika **hodnotí závažnosť odhadnutej veľkosti (hodnotenie rizika) a posudzuje nutnosť jeho zníženia (akceptovateľnosť rizika).**

Pri posudzovaní rizika je najskôr potrebné získať celkový odhad rizika. Je to možné kombináciou pravdepodobnosti rizika a jeho závažnosťou podľa matice posudzovania rizika (Obrázok 4). Ich kombináciou dostaneme pravdepodobnosť a závažnosť rizika napr. 4B (**náhodné** riziko s **hazardnou** závažnosťou). Z toho vyplýva, že riziko je možné vyjadriť alfanumerickou kombináciou aj keď v skutočnosti je neviditeľné a nehmatateľné.

Pravdepodobnosť rizika	Závažnosť rizika				
	Katastrofická (Catastrophic) A	Hazardná (Hazardous) B	Významná (Major) C	Nepatrná (Minor) D	Zanedbateľná (Negligible) E
Častá (Frequent) 5	5A	5B	5C	5D	5E
Náhodná (Occasional) 4	4A	4B	4C	4D	4E
Nepatrná (Remote) 3	3A	3B	3C	3D	3E
Nepravdepodobná (Improbable) 2	2A	2B	2C	2D	2E
Extremne nepravdepodobná (Ext. improbable) 1	1A	1B	1C	1D	1E

Obrázok 4 Matica posudzovania rizika podľa ICAO

Pravdepodobnosť výskytu rizika:

- [5] **Častá (Frequent)**: pravdepodobnosť častého výskytu (vyskytuje sa pravidelne).
- [4] **Náhodná (Occasional)**: pravdepodobnosť občasného (vyskytuje sa nepravidelne).
- [3] **Nepatrná (Remote)**: nepravdepodobný, ale možný výskyt (vyskytuje sa zriedkavo).
- [2] **Nepravdepodobná (Improbable)**: veľmi nepravdepodobný (nevie sa o jeho výskyte).
- [1] **Extremne nepravdepodobná (Extremely improbable)**: takmer nemysliteľné, aby sa vyskytlo.

Závažnosť rizika:

[A] **Katastrofická (Catastrophic)**:

- zariadenie úplne zničené,
- smrť niekoľkých ľudí.

[B] **Hazardná (Hazardous)**:

- značná redukcia miery bezpečnosti, fyzická vyčerpanosť alebo pracovná záťaž do takej miery, že operátor(i) sa nemôže(u) spoliehať na presné a úplné vykonávanie ich činností,
- vážne poranenie,
- väčšia časť zariadenia je zničená.

[C] **Významná (Major)**:

- významná redukcia miery rizika, redukcia schopnosti operátorov vykonávať činnosti na odvrátenie nepriaznivých podmienok z dôvodu ich zvýšeného pracovného zaťaženia, alebo z dôvodu podmienok zhoršujúcich ich výkonnosť,
- vážny incident,
- zranenie osôb.

[D] **Nepatrná (Minor)**:

- ujma (zdravotná, materiálna),
- obmedzenie vykonávanej činnosti,
- vykonávanie núdzových činností,
- nepatrný incident.

[E] Zanedbateľná (Negligible):

- malé následky.

Posudzovanie rizika je povinná časť analýzy. Zahŕňa analýzu početnosti rizika, analýzu následnosti a ich kombinácie (dôsledkov).

Proces posudzovania rizík, bez ohľadu na typ rizika vyžaduje dosržiavanie nasledujúcich krokov:

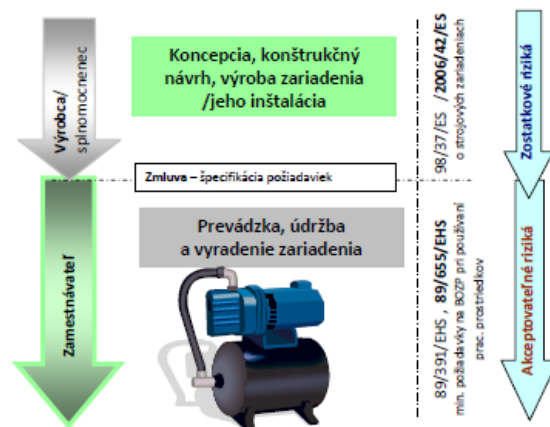
- Popis systému a určenie hraníc
- Identifikácia typov nebezpečenstva (ohrozenia),
- Definovanie možných následkov (kto, čo a ako môže byť poškodený),
- Odhad rizika a jeho hodnotenie, stanovenie nápravných opatrení s cieľom znížiť riziko,
- Zdokumentovanie procesu posudzovania rizika a jeho aktualizácia.

Pri posudzovaní rizík technického systému vo vzťahu k vykonávaným činnostiam je základným problémom, ktorý môže ovplyvniť hodnovernosť vyjadreného výsledku zvažovania nasledujúcich činností:

- čo sa bude posudzovať – v ktorej etape životného cyklu sa systém (objekt) nachádza,
- na čo a pre koho bude slúžiť posudzovaný objekt – aká je oblasť a kto je jeho užívateľ,
- aké sú jeho základné funkcie – aký je očakávaný alebo žiadaný účel,
- v akých podmienkach pracuje – ergonomické a iné faktory pracovného prostredia,
- akým spôsobom sa s ním pracuje – z hľadiska vykonávaných činností (napr. požiadaviek na údržbu, prevádzku, výmenu komponentov a pod.) .

Posudzovanie rizika je etapa, v ktorej identifikované riziká musia byť zhodnotené na základe kritérií s akceptovateľnou úrovňou rizika s cieľom vylúčenia nebezpečenstva s neprijateľnou úrovňou rizika. Tento krok slúži ako základ pre rozpracovanie doporučení a opatrení na zníženie riziká. Kritéria akceptovateľného rizika ako aj výsledky posudzovania rizika môžu byť vyjadrené kvalitatívne aj kvantitatívne. V súlade s určením, posudzovanie rizika zahrňuje analýzu početnosti a analýzu následkov. Ak následky sú zanedbateľné a frekvencia je minimálna, potom stačí ak je posudzovaný len jeden parameter.

Proces posudzovania rizík súvisí s etapami životného cyklu posudzovaného objektu alebo systému. Identifikácia nebezpečenstiev resp. ohrození potom musí zohľadňovať tú etapu, v ktorej sa posudzovaný objekt nachádza (Obrázok 5).



Obrázok 5 Životný cyklus strojov a ich vzťah k BOZP (Pačaiová, H., 2008)

Životný cyklus ŽC je časový interval medzi návrhom zariadenia (výrobku) až po jeho vyradenie (likvidáciu). Životný cyklus je možné definovať šiestimi základnými etapami (Obrázok 6):

- etapa koncepcie a stanovenie požiadaviek,
- etapa návrhu a vývoja,
- etapa výroby,
- etapa inštalácie,
- etapa prevádzky a údržby,
- etapa vyradenia (likvidácia).



Obrázok 6 Životný cyklus zariadenia (výrobku)

Každá z týchto etáp je dôležitá z hľadiska posúdenia efektívnosti nákladov na celý životný cyklus zariadenia (výrobku).

Náklady na ŽC predstavujú celkové náklady na zariadenie (výrobok) v celom jeho životnom cykle a je ich možné vyjadriť ako súčet zriaďovacích (obstarávacích) nákladov, vlastníckych nákladov a nákladov na vyradenie (likvidáciu).

$$N_{\text{ŽCZ}} = N_{\text{O}} + N_{\text{PU}} + N_{\text{L}}$$

kde:

$N_{\text{ŽCZ}}$ - náklady na životný cyklus,

N_{O} - obstarávacie náklady, sú súhrnom nákladov na vývoj a výrobu zariadenia, niekedy zahŕňajú aj náklady na jeho inštaláciu

N_{PU} - náklady vlastníka t.j. na prevádzku a údržbu,

N_{L} - náklady na vyradenie (resp. dispozičné náklady), môžu byť veľmi významným aspektom v prevádzkach s požiadavkami na vysokú bezpečnosť (napr. jadrový priemysel).

Existujú rôzne modely na posudzovanie rizík a rôzne typy rizík. Základný algoritmus ej však založený n procese identifikácie, odhadovania a hodnotenia, ale najmä na reakcii na riziko t.j. na prístupe k jeho riadeniu prijímaním vhodných opatrení.

Posudzovanie rizík je vždy postavené na odhade a intuícii a je podporené vhodnými metódami, čím ej možné mieru neistoty tohto dohadu znížiť. Posudzovanie rizík **je neustále prebiehajúci a približujúci sa (iteratívny) proces**, ktorý je závislý od zmien v technických, technologických alebo organizačných v posudzovanom systéme.

Systém ej možné chápať ako zložený objekt s akoukoľvek úrovňou zložitosti, skladajúci sa z pracovníkov, postupov, materiálov, nástrojov a zariadení, hardvéru a softvéru, pričom prvky tohto zloženého objektu (entity) sa využívajú v uvažovanom prevádzkovom alebo zabezpečovanom prostredí spoločne, s cieľom splniť danú úlohu alebo dosiahnuť špecifikovaný cieľ.

Základný algoritmus riadenia rizík podľa obrázka je možné podrobnejšie popísať potupnosťou nasledujúcich krokov:

1. **Definícia predmetu** - kladie dôraz na popis účelu, štruktúry, na rozsah posudzovaného predmetu (napr. funkčné štruktúry) resp. špecifikácia hraníc systému.

2. **Identifikácia a nebezpečenstva** a úvodné **vyhodnotenie následkov** – nebezpečenstvo je bližšie popísané pravdepodobnosťou výskytu špecifikovaných typov ohrození a stupňom závažnosti možnej škody. Je potrebné v tejto etape stanoviť všetky možné zdroje a z nich vyplývajúce ohrozenia, ktoré boli zaznamenané buď z podobných štúdií (resp. havárií) alebo z analytických metód typu What if, FMMEA, HAZOP, Ishikawov diagram a pod. Ide o skúmanie základných príčin a ich dôsledkov. Táto etapa môže byť ukončená prijatím okamžitých opatrení vo vzťahu k identifikovaným parametrom rizika, a tým jeho znížením, alebo sa posúdia hodnoty vyjadrených parametrov ako dostatočne nízkeho, v opačnom prípade sa postupuje do etapy podrobnejšieho odhadu a hodnotenia rizika.
3. **Odhad rizika** – je etapa, ktorá predstavuje zväčša aplikáciu kvalitatívneho alebo kvantitatívneho (resp. polokvantitatívneho) vyjadrenia rizika a je zvyčajne spojená s **tzv. hodnotením rizika** t.j. určením úrovne rizika – či je dané riziko vysoké, stredné alebo nízke (resp. akceptovateľné alebo neakceptovateľné). Táto etapa si striktné vyžaduje určenie **pravdepodobnosti** každej nežiaducej udalosti zistenej v etape identifikácie nebezpečenstva a špecifikácie jej možných dôsledkov (na život a zdravie zamestnancov, obyvateľstva, poškodenie environmentu, majetku a pod.). V fáze tejto analýzy rizika prechádza do fázy nazývanej **posudzovanie rizika**.
4. Po etape posudzovania rizika nasledujúcou etapou je tzv. etapa **riadenia rizika**, ktorá spočíva v definovaní rozsahu a typu opatrení na znižovanie vysokého rizika.
5. **Verifikácia** – je nevyhnutné, aby sa hlavne pracovníci, ktorí sa zúčastňujú najmä na etape analýzy rizika a ktorých sa výsledky hodnotenia rizík priamo dotýkajú, mali možnosť vyjadriť k danej analýze a jej následkom. Podobne je potrebné preskúmať, či bola použitá vhodná metóda dostatočne pokrývajúca posudzovanú oblasť.
6. **Dokumentácia** – správa z hodnotenia rizík má dostatočne jasne popisovať jednotlivé kroky, použité metódy a rozsah hodnotenia, ako aj interpretovať výsledky hodnotenia rizík tak, aby užívateľ vedel tieto výsledky v žiaducej miere aplikovať.
7. **Aktualizácia analýzy** – vyplýva zo zmien, ktorým je posudzovaný objekt (prevádzka) vystavený, alebo z výsledkov vedeckých skúmaní a zistení napr. v podobe presnejších metód a analýz.

Ďalšie významné pojmy k predmetnej problematike sú:

Nehoda (*angl. accident*) – neplánovaná udalosť, ktorá zapríčini smrť, chorobu, zranenie alebo stratu.

Incident (*angl. incident*) – udalosť, ktorá zapríčini nehodu Alebo potenciálne môže spôsobiť nehodu. k tomuto pojmu sa viaže aj pojem skoro nehoda.

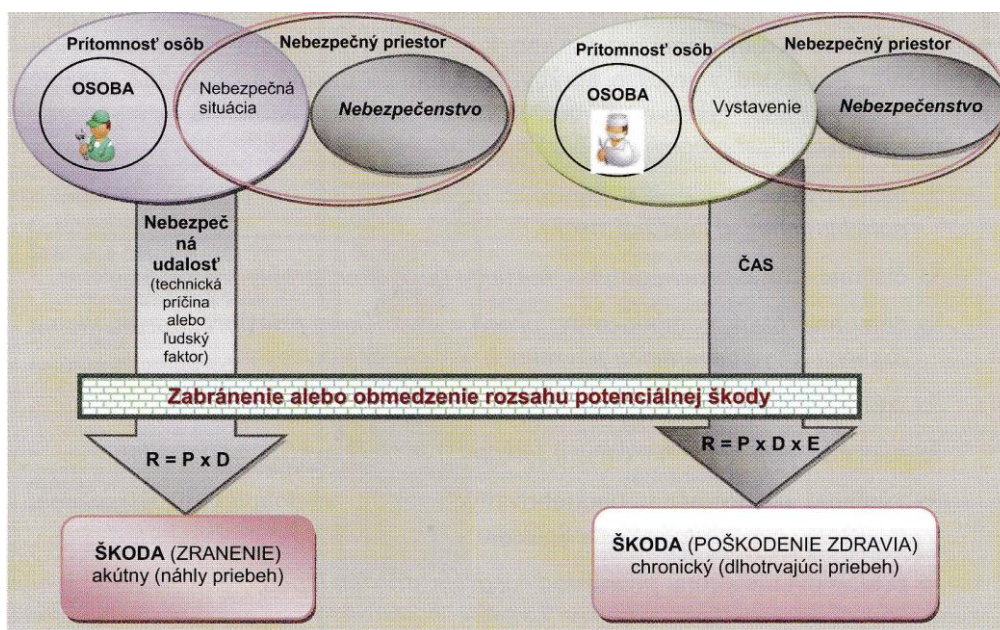
Poznámka: V zahraničnej terminológii (aj v SR a ČR republike) je používaný pojem nebezpečenstvo namiesto pojmu ohrozenie, pričom pri zachovaní kauzálnej závislosti na vznik nehody je potom vhodnejšie hovoriť o nebezpečenstve, nebezpečnej situácii a **nebezpečnej udalosti** (*angl. hardousevent*), t.j. o udalosti, ktorá môže spôsobiť škodu. **Nebezpečná situácia** sa vzťahuje najmä k vykonávanej pracovnej činnosti, predstavuje okolnosti, za ktorých je osoba vystavená aspoň jednému nebezpečenstvu.

Teda **nebezpečenstvo** je možné definovať na základe otázky “Čo môže byť zdrojom poškodenia zdravia, čo môže spôsobiť škodu?”. Viac menej tento pojem popisuje samotný objekt, ktorý svojimi funkčnými vlastnosťami predstavuje **zdroj poškodenia**.

Ohrozenie je viazané k otázke „ako môže dôjsť ku škode?“. Pri hlbšej analýze pod pojmom ohrozenie môžeme chápať vznik nebezpečnej situácie, pri ktorej môže byť osoba ohrozená na zdraví alebo na živote. Teda vlastne popisuje, ako vykonávaná činnosť/činnosti predstavujú negatívne okolnosti (situácie), ktoré so vznikom negatívnej udalosti (porucha stroja alebo chyba človeka – iniciácia) môžu viesť ku škode.

Ako príklad môže slúžiť nasledujúca postupnosť úvah: Ktorý stroj, resp. jeho časti predstavujú nebezpečenstvo poranenia (napr. prvky pod napätím, elektrické obvody, hydraulika, mechanické časti)? Ako k tomu poraneniu môže dôjsť pri jeho prevádzke, t.j. aké nebezpečné situácie/ohrozenia vyplývajú z jeho prevádzky? Môže dôjsť počas práce napr. k vtiahnutiu alebo zachyteniu pracovníka alebo mechanickej časti stroja lebo dotyku pracovníka so živými elektrickými časťami? Ak áno, akým spôsobom, pri akej udalosti? Nedodržaním pracovného postupu?

Obdobne pri analýze rizík je možné kauzálnu závislosť popísať ako scenár nehody, ktorý bližšie popisuje prostredníctvom nebezpečenstva, nebezpečnej situácie a nebezpečnej udalosti ako môže dôjsť ku škode (Obrázok 7).



Obrázok 7 Schematický popis vzniku možnej škody

2 Rozdelenie metód pri analýze rizík

Pri analýze rizík je možné postupovať principiálne dvomi spôsobmi aplikovanými v špecifických metódach:

Deduktívny postup – postup zhora(„ex post“) – vychádza sa napr. z informácií na základe štatistických údajov úrazov, havárií a iných nežiaducich udalostí, analýzy príčin a následkov, teda z udalostí, ktoré sa už stali.

Induktívne metódy – postup zdola(„ex ante“) - postupuje sa od preskúmania všetkých ohrození a zvážení spôsobov, ako môže dôjsť ku škode, teda z predikcie pravdepodobnosti a následkov možnej nežiaducej udalosti.

Výber týchto metód závisí od viacerých faktorov:

1. **skúsenosti a rozhodovacie schopnosti posudzovateľov**, ktorý sa daným procesom posudzovania zaoberá, pričom induktívne metódy môžu oproti deduktívnym mať výhodu v dôkladnejšej analýze všetkých možných nebezpečenstiev a ohrození, ale na druhej strane môžu byť náročnejšie na čas,
2. časové obmedzenia, prístupnosť informácií,
3. identifikácia nebezpečenstiev a ohrození vo vzťahu k jednotlivým etapám životného cyklu zariadenia, a iné

1. Skúsenosti a rozhodovacie schopnosti posudzovateľov je založené na nasledovných zásadách:

- radšej pracovná skupina, ako iba jeden človek (eliminuje sa tak subjektivita ľudského faktora),
- v pracovnej skupine – odborníkov teórii hodnotenia rizík, systémový analytik, aj praktici ktorí dokonale poznajú prevádzku, technológiu, či posudzované zariadenie,
- nutnosť zapojiť zamestnancov na jednotlivých pracoviskách,
- pribratie externých odborníkov má výhodu v tom, že sa zabezpečí nezávislý, odborný pohľad, oslobodený od „prevádzkovej slepoty“,
- na jednotlivých prevádzkach priberať vedúcich pracovníkov a špecialistov podľa zariadení,
- zamestnávateľ by mal umožniť týmto pracovníkom odbornú prípravu nielen v technickej oblasti, ale aj v metódach logickej analýzy, modelovania a hodnotenia.

Bez ohľadu na to, kto vykonáva posudzovanie rizík, za úroveň odhadu rizika a prijatých opatrení zodpovedá v každom prípade zamestnávateľ.

2. Zabezpečenie informácií pre hodnotiteľov

Aké informácie potrebujú posudzovatelia rizík?

- organizáciu práce a pracovné postupy,
- používané stroje, zariadenia, technológie a materiály,
- štatistiku, rozbor a vývoj úrazovosti,
- zdroje rizík a riziká, ktoré sú už známe,
- vzťah medzi zdrojom rizika a jeho účinkom,
- pravdepodobnosť a závažnosť rizík,
- počet ohrozených osôb, rozsah predpokladaných škôd,
- predpisy, normy a požiadavky na bezpečnosť.

Odkiaľ môžu získať potrebné údaje?

- technická a prevádzková dokumentácia strojov, látok a technológií,
- organizačné a technické predpisy podniku, písomné pokyny, návody a pracovné postupy,
- údaje o úrazovosti, chorobnosti, nežiaducich udalostiach, poruchách,
- informácie o nebezpečných udalostiach,
- záznamy z interných a externých kontrol,

- konzultácie a so zamestnancami,
- konzultácie s odbornými pracovníkmi,
- legislatívne predpisy, normy, vrátane európskych, technická a vedecká literatúra, návody.

3. Životný cyklus výrobku alebo výrobného systému

obsahuje rôzne fázy. Je zrejmé, že prípad od prípadu môže mať počet a zloženie fáz rôzny tvar. Predstavme si vo všeobecnej rovine fázy životného cyklu výrobku tak, ako sú chápané v zmysle zásad bezpečnostného inžinierstva. Klasický sekvenčný spôsob predstavoval realizáciu fáz postupne jednu za druhou rôznymi skupinami odborníkov. Zásady bezpečnostného inžinierstva si vyžadujú realizáciu jednotlivých fáz s časovým prekrytím t.j. do určitej miery súbežne a tímami rôznych odborníkov.

Podobnú sústavu fáz a ich následnosť by bolo možné zostaviť aj pre výrobný systém. Aj keď tvary týchto sústav môžu byť rôzne, vždy bude možné definovať v nich štyri základné stupne, resp. štyri etapy:

- I. etapa definovania koncepcie, vývoja a výskumu, tvorby projektov a overovania návrhov,
- II. etapa realizácie projektu a výroby,
- III. etapa využitia, inovácií a reengineeringu,
- IV. etapa vyradovania/likvidácie.







V reálnom živote sa často stáva, že aj jednotlivé etapy životného cyklu „bežia“ súčasne. napr. etapy II. a III., nezriedka II, III a IV.

Čo sa týka I. etapy životného cyklu, je možné identifikáciu potenciálnych možností ohrozenia sústrediť tak na samotný objekt (výrobok, alebo výrobný systém), ako aj na objekt, ale v súvislostiach (výrobok v súvislosti s výrobným systémom, v ktorom je alebo bude vyrábaný a pod.). V prípade posudzovania objektu v súvislostiach môže byť východiskovou platformou akákoľvek reálna a ekonomicky efektívna kombinácia možností výrobok – výrobný systém.

Identifikácia potenciálnych možností ohrozenia sa však týka aj II., III. a IV. etapy životného cyklu. Napr. ohrozenia životného prostredia pri distribúcii výrobku (logistika), resp. likvidácií obalov, v ktorých bol dodaný; ohrozenie užívateľa, zdrojom ktorého môže byť samotný výrobok; ohrozenie pracovníkov, ale aj okolia výrobného systému hlukom apod. V každom prípade však musí byť presne definované, čo bude predmetom posudzovania a aké doplňujúce ohraničenia je potrebné ešte brať do úvahy a rešpektovať.

Podobne ako je možné členiť riziká podľa druhov do určitých kategórií z hľadiska vzájomného pôsobenia prvkov systému „človek – stroj – prostredie“ aj ohrozenia možno členiť do niekoľko typov, nazývané tiež rizikové prvky alebo rizikové faktory.

Ich členenie môže byť (podľa Čížka) na fyzikálne, chemické, biologické a psychofyziologické (Obrázok 8).

Typy ohrození																				
Fyzikálne	Chemické	Biologické	Psychofyzio logické																	
Mechanické <ul style="list-style-type: none"> Rotujúce časti Priamočiario sa pohybujúce časti Časti s náhodným pohybom Statické časti /bez kinetickej energie 	Pôsobenie na ľudský organizmus <ul style="list-style-type: none"> Všeobecne jedovaté Dráždiace Senzibilujúce Karcinogénne Pôsobiace na gény Pôsobiace na reprodukčnú funkciu 	Mikroorganizmy Baktérie, vírusy, huby atď.	Fyzické preťaženie <ul style="list-style-type: none"> Statické Dynamické Hypodamia 																	
Elektrické <ul style="list-style-type: none"> Rôzne úrovne napätí Statické elektrika Magnetické a elektrické polia 		Makroorganizmy Rastliny, živočíchy	Nervovo-psychické preťaženia <ul style="list-style-type: none"> Duševné vypätie Prepínanie analyzátorov Emocionálne preťaženie Monotónnosť práce 																	
Ziarenie <ul style="list-style-type: none"> Infračervené Ionizujúce 	Podľa cesty prenikania do ľudského organizmu <ul style="list-style-type: none"> Cez dýchací systém Cez tráviaci systém Cez pokožku 																			
Hluk a vibrácie <ul style="list-style-type: none"> Úroveň hluku Úroveň vibrácií Infrazvukové kmitanie Ultrazvuk 	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Typ ohrozenia</th> <th>Možný dôsledok</th> <th>P*</th> <th>D</th> <th>R</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>  Hluk </td> <td> <ul style="list-style-type: none"> poškodzuje vlásoknicové bunky slímáka v uchu, časti vnútorného ucha strata sluchu </td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>  Vibrácie </td> <td> <ul style="list-style-type: none"> poškodenie ciev prstov, chorobné zmeny na kĺboch, kostiach, chrupavke a väzive, zažívacie ťažkosti, ťažkosti s močením </td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>					Typ ohrozenia	Možný dôsledok	P*	D	R	 Hluk	<ul style="list-style-type: none"> poškodzuje vlásoknicové bunky slímáka v uchu, časti vnútorného ucha strata sluchu 				 Vibrácie	<ul style="list-style-type: none"> poškodenie ciev prstov, chorobné zmeny na kĺboch, kostiach, chrupavke a väzive, zažívacie ťažkosti, ťažkosti s močením 			
Typ ohrozenia	Možný dôsledok	P*	D	R																
 Hluk	<ul style="list-style-type: none"> poškodzuje vlásoknicové bunky slímáka v uchu, časti vnútorného ucha strata sluchu 																			
 Vibrácie	<ul style="list-style-type: none"> poškodenie ciev prstov, chorobné zmeny na kĺboch, kostiach, chrupavke a väzive, zažívacie ťažkosti, ťažkosti s močením 																			
Svetelné faktory <ul style="list-style-type: none"> Nedostatok denného svetla Nedostatočné osvetlenie pracoviska Zvýšená jasnosť svetla Znížená kontrastnosť Priama a odrazená oslnivosť Zvýšená pulzácia svetelného prúdu Stroboskopický jav 																				
Klimatické faktory <ul style="list-style-type: none"> Zvýšená /znížená teplota zariadenia/materiálu Zvýšená / znížená teplota vzduchu Zvýšená / znížená vlhkosť vzduchu Zvýšené / znížené prúdenie vzduchu Zvýšená / znížená ionizácia vzduchu Zmeny alebo zvýšený/znížený barometrický tlak Prašnosť prostredia 																				

*R- riziko, D – dôsledok, P - pravdepodobnosť

Obrázok 8 Rizikové faktory/ohrozenia v systéme človek-stroj-prostredie

Na ďalšie porovnanie pojmov slúži prehľad základných typov nebezpečenstiev, resp. ohrození (Tabuľka 2) popisovaných príslušnými normami a právnymi predpismi SR, ako aj v materiáloch vydávaných Európskou agentúrou pre BOZP napr. v Bilbao. Je zrejmé, že kľúčovým problémom je nejednotnosť vyplývajúca z odborných prekladov (zamieňanie pojmu ohrozenie s nebezpečenstvom resp. zdroj so situáciou).

Tabuľka 2 Rôzne prístupy definovania nebezpečenstiev /ohrození

STN EN 12100-1*		NV SR č. 395/2006 Z.z.**		Príručka OSHA
Ohrozenie	popis	Nebezpečenstvo	popis	Ohrozenie
Mechanické	stlačenie	Fyzikálne	Mechanizmom s pohyblivými časťami	Vysoký tlak
	Strih			
	Porezanie alebo odrezanie			
	Navinutie			
	Vtiahnutie alebo zachytenie			
	Náraz			
	Bodnutie alebo pichnutie			
	Trenie alebo odratie			
	Vystreknutie (tekutiny pod vysokým tlakom)			
	Relatívnym umiestnením (miesto na navinutie, a stlačenie, ak sa pohybujú časti)			
	hmotnosťou a rýchlosťou (kinetická energia)			
Tvarom (reznou časťou, ostrými hranami, výčnelkami)	Odletujúce a padajúce predmety	Objekty a časti s nebezpečným povrchom		
	Ostrými hranami			
	Manipulovaným materiálom		Ručné nástroje	
			Pracoviská vo výške a miesta vstupu	
Pošmyknutím a pádom	Povrchy podláh		Povrchy podláh	Nerovné, šmyklivé povrchy
Tepelné	Extrémnou teplotou, plameňom, výbuchom, sálaním		Oheň, horúce alebo chladné látky	Horúce a chladné povrchy, materiály
	Horúce alebo chladné pracovné prostredie			
Elektrické	Dotyk so živými časťami		Elektrický prúd a napätie	Elektrické inštalácie a zariadenia
	Vysokým napätím			
	Nedostatočnou izoláciou			
	Nabitými časťami (elektrostatika)			
	Tepelným žiarením			
	Spojením nakrátko			
Hlukom	Vysoký hluk	Hlukom (infrazvuk, ultrazvuk)	Hluk	
	Vibráciami			Vibrácie
Žiarením	Intenzívne dlhotrvajúce vibrácie		Vibrácie celého tela	
	Elektromagnetické pole	Elektromagnetické žiarenie	Elektromagnetické polia	
	Infračervené, viditeľné, ultrafialové svetlo			
	Laserové lúče			
	X a γ lúče			
α, β lúče, iónové lúče				
Prostredím	Svetlo	Ultrafialové žiarenie	UV žiarenie, laserové, mikrovlnné, infra žiarenie	
	Teplota okolia	Infračervené žiarenie		
	Podmienky prostredia (vietor, sneh, vzduch)	Laserové lúče		
		Ionizujúce žoarenie		
Materiálmi a	Vniknutím do organizmu	Osvetlenie (jas, intenzita...)	Osvetlenie	
		Teplota vzduchu a jej rýchle zmeny	Horúce a studené klimatické prostredie	
		Vlhkosť vzduchu		
		Prúdenie vzduchu ionizácia vzduchu		
	Barometrický tlak a jeho rýchle zmeny			
		Pevné alebo kvapalné		

látkami			aerosóly	
	Požiar alebo výbuch		Výbuch	Požiar Výbuch
	Biologické a mikrobiologické	Biologické	Baktérie, vírusy, huby, parazity	Biologické
			Živočícha napr. zvieratá Hmyz Rastliny	
Ergonomické	Fyziologickými účinkami	Iné nebezpečenstvá	Nevhodná pracovná poloha	Práca v nepriaznivej polohe
	Psychofyziologickými účinkami		Neprimeraná fyzická záťaž	Zdvíhanie a manipulácia s bremenami
	Ľudskými chybami		Nedostatočná rozoznateľnosť	
Kombinované	Kombinácia			
		Chemické	Plyny, pary, aerosóly, pevné a kvapalné látky a ich účinky	Chemické látky vrátane prachu
				Stres, násilie, mobbing
*STN EN ISO 12100-1: Bezpečnosť strojov. Základné termíny, všeobecné zásady konštruovania strojov				
**NV SR č. 395/2006 Z.z. o minimálnych požiadavkách na poskytovanie a používanie osobných ochranných pracovných prostriedkov				

3.1 Odhad a hodnotenie rizika – matica rizika

Veľkosť rizika vyjadruje závislosť závažnej nebezpečnej situácie resp. identifikovaného ohrozenia a je závislá od nasledujúcich prvkov:

- Dôsledok alebo závažnosť škody (poškodenia zdravia, majetku, environmentu) – **D**,
- Pravdepodobnosť vzniku škody, ktorá závisí od:
 - vystavenia osoby ohrozeniu, napr. doba expozície – **E**,
 - pravdepodobnosti výskytu nebezpečnej udalosti – **P**,
 - technických a ľudských možností zabrániť alebo obmedziť rozsah možnej škody – **O**.

Potom je riziko možné všeobecne vyjadriť aj ako funkciu ďalších parametrov nasledovne:

$$R = f(E, P, O, D).$$

Na odhad rizika sa používajú jednoduché metódy založené na vyjadrení stupňov pravdepodobností a dôsledkov a na hodnotenie rizík, najmä tzv. **matica rizík**.

Jednoduchá bodová metóda

Možnosti, ako odhadnúť pravdepodobnosť a dôsledok sú uvedené v Tabuľkách 3 a 4 a ich výsledok slúži na vytvorenie matice rizík.

Tabuľka 3 Popis pravdepodobnosti vzniku nebezpečnej udalosti –P

Popis úrovne P	Popis úrovne pravdepodobnosti	Stupeň
Nízka	Malá pravdepodobnosť výskytu udalosti	1
Stredná	Udalosť je možné očakávať s vyššou pravdepodobnosťou	2
vysoká	Pravdepodobnosť vzniku udalosti je skoro istá	3

Tabuľka 4 Popis závažnosti – dôsledku - D

Popis úrovne D	Popis úrovne závažnosti/dôsledku	Stupeň
Zanedbateľný	Malý rozsah dopadu udalosti, minimálny resp. žiadny dôsledok – skoro nehoda	1
Závažný	Stredný rozsah dôsledku udalosti, závažný dôsledok, poranenie – pracovný úraz (napr. od 3 dni PN)	2
Veľmi závažný	Veľký rozsah dôsledku udalosti, veľmi závažný dôsledok (ťažká ujma na zdrav), smrť hromadný úraz	3

Pre posudzovateľa musí platiť princíp jednoduchosti a obsiahnuteľnosti na určenie rozsahu stupňa odhadovaného parametra (napr. os 1 do 3).

Potom matica rizík môže byť vytvorená obyčajným pre násobením jednotlivých priradených stupňov pre pravdepodobnosť a dôsledok (Tabuľka 5). Počet stupňov odhadovaných parametrov určuje, akého typu bude daná matica napr. 2x3, 4x5, 5x5x a pod. Určenie počtu stupňov závisí, do akej hĺbky chce posudzovateľ špecifikovať pravdepodobnosť a dôsledok posudzovaného javu.

Tabuľka 5 Matica rizík typu 3x3 ($R = P \times D$)

P \ D	zanedbateľný	Závažný	Veľmi závažný
nízka	1	2	3
Stredná	2	4	6
vysoká	3	6	9

Podľa Tabuľky 5 odhadované veľkosti rizika sa pohybujú v intervale od 1 do 9. V ďalšej etape je potrebné vyhodnotiť riziko (**hodnotenie rizika**), teda, ktorá úroveň je pre posudzovateľa vysoká, stredná a ktorá nízka z hľadiska stupňov závažnosti (napr. akceptovateľnosti) rizika.

Hodnota:

1-2 – je možné priradiť k nízkej úrovni, t.j. malé alebo nízke riziko – M,

3-4 – k strednej úrovni – S,

6-9 – k vysokej úrovni rizika – V.

Pre lepšie znázornenie je možné maticu rizík zostaviť prehľadnejšie, použitím farebnej škály napr. semaforu (Tabuľka 6)

Tabuľka 6 Matica rizík typ SEMAFOR typ 3x3 ($R = P \times D$)

P \ D	Zanedbateľný 1	Závažný 2	Veľmi závažný 3
Nízka 1	M (1)	M (2)	S (3)
Stredná 2	M (2)	S (4)	V (6)
Vysoká 3	S(3)	V (6)	V (9)

Aby bolo zrejmé, že zostrojenie matice rizík je „výsostným právom posudzovateľa“ (resp. kolektívu odborníkov v tejto oblasti), sú uvedené ďalšie príklady matice rizík 3 x3 (7), kde hodnoty rizík – stupne rizika sú výsledkom matematickej operácie sčítania stupňov pravdepodobnosti a dôsledku.

Tabuľka 7 Matica rizík typu 3x3 ($R = P + D$)

P \ D	zanedbateľný	Závažný	Veľmi závažný
Nízka 1	2	3	4
Stredná 2	3	4	5
Vysoká 3	4	5	6

Podobne:

Malé riziko bude určené hodnotou 2 až 3; stredné hodnotou 4 a vysoké hodnotou 5 a 6.

Pre hodnotenie rizika t.j. stanovenie stupnice rizík (napr. V – vysoké riziko; S – stredné riziko,; M – malé riziko) či už v kvalitatívnom , kvantitatívnom alebo semikvantitatívnom tvare, neexistuje žiadne záväzné pravidlo.

Dôležité v tejto etape posudzovania rizík je dostatočné zabezpečenie informácií, napr. historické údaje o poruchách, skoro nehodách, úrazoch, haváriách alebo názory odborníkov a praktikov v skúmanej oblasti, resp. systéme.

Ďalším príkladom matice rizík je výsledná matica typu 6x4 podľa u citovanej normy STN EN 60300-3-9, Tabuľka 8.

Tabuľka 8 Matica rizík typu 6 x 4

Počet výskytu	Udávaná frekvencia za rok	Závažnosť následku			
		katastrofálna	veľká	značná	malá
Častý	>1	V	V	V*	S
Pravdepodobný	1 -10 ⁻¹	V	V	S	N
Občasný	10 ⁻¹ -10 ⁻²	V	V	S	N
Malý	10 ⁻² -10 ⁻⁴	V	S	S	N
Nepravdepodobný	10 ⁻⁴ -10 ⁻⁶	V	S	N	N
Takmer nemožný	<10 ⁻⁶	S	S	N	N

poznámka: *V – značne vysoké riziko, S – stredné riziko, N – nízke riziko, Z – zanedbateľné riziko

Ďalším príkladom je matica rizika (**Tabuľka 10**) je tvorená kombináciou kategórií:

- pravdepodobnosti výskytu udalosti – **P**(Tabuľka č. 8)
- a dôsledkom vzniknutej udalosti – **D**(Tabuľka č. 9),
- výsledná miera rizika – **R**(Tabuľka 10).

Tabuľka 8 Pravdepodobnosť výskytu udalosti

Hodnota P	Charakteristika
1	veľmi nízka - vznik javu je takmer vylúčený - takmer nemožné ohrozenie
2	nízka - vznik javu je málo pravdepodobný, alebo možný - veľmi zriedkavé ohrozenie
3	stredná - jav vznikne niekedy počas životnosti zariadenia, príp. činnosti - zriedkavé ohrozenie
4	vysoká - jav vznikne niekoľkokrát počas životnosti zariadenia, príp. činnosti - časové ohrozenie
5	veľmi vysoká - jav vznikne veľmi často - nepretržité ohrozenie

Tabuľka č. 9 Dôsledok vzniknutej udalosti

Hodnota D	Charakteristika
1	zanedbateľný - menej ako ľahký úraz, zanedbateľná porucha systému
2	málo významný - ľahký úraz, začiatok choroby z povolania alebo menšie poškodenie systému, finančné straty
3	kritický - ťažký úraz, choroba z povolania alebo rozsiahle poškodenie systému, straty vo výrobe, veľké finančné straty

4	katastrofický - usmrtenie v dôsledku pracovného úrazu alebo úplné zničenie systému, nenahraditeľné straty
---	---

Tabuľka 10 Matica číselného posúdenia rizika

	D				
P		1	2	3	4
1		1	4	6	12
2		2	7	11	13
3		3	10	15	17
4		5	12	16	19
5		8	14	18	20

Maticie rizika založené na jednoduchšej definícii rizika spĺňajú tieto všeobecné zásady:

- matica rizika má pásovitú formu, kde jednotlivé pásy vyjadrujú úroveň rizika;
- jednotlivé lingvistické premenné popisujúce kategóriu pravdepodobnosti a dôsledku musia spĺňať podmienku definovanej hladiny výpovednej hodnoty;
- hodnota dôsledku má mať rozmer napr. normohodiny, cykly, finančný rozmer;
- spätnou kontrolou je možné presnejšie definovať jednotlivé lingvistické premenné, resp. im odpovedajúce množiny čísel.

Vyššie popísaná bodová metóda rozoznáva štyri úrovne rizika v rozsahu 20 bodov (**Tabuľka 11**). Úroveň rizika umožňuje prijímať konkrétne opatrenia smerujúce k minimalizácii rizika.

Tabuľka 11 Výsledná miera rizika

Hodnota R	Charakteristika
1 - 3	prijateľné - systém je bezpečný, bežné postupy
4 - 11	mierne - systém je bezpečný s podmienkou zaškolenia obsluhy, prehliadok a pod.
12 - 15	nežiaduce - systém je nebezpečný - uplatnenie ochranných opatrení
16 - 20	neprijateľné - systém je neprijateľný - okamžité uplatnenie ochranných opatrení, odstavenie systému

Maticu rizika je možné využiť aj pri tvorbe programu analýzy rizikovosti. V zásade platí, že čím vyššia je bodová hodnota rizika, tým je potrebnejšia podrobnejšia analýza rizika.

Maticu rizika je možné použiť v procese tvorby akceptovateľných hraníc rizika. Z hľadiska bezpečnosti systému je nutné definovať podmienky považované za neakceptovateľné a pri ich vyskytnutí sa je nutný zásah s cieľom minimalizácie rizika na akceptovateľnú úroveň. Medzi neakceptovateľné podmienky vo všeobecnosti patria:

- porucha jednoduchého komponentu, ľudská chyba, alebo charakteristika konštrukcie, ktorá môže spôsobiť nehodu s kritickou alebo katastrofickou závažnosťou;
- duálna porucha nezávislých komponentov, duálna ľudská chyba, alebo ich kombinácia zahŕňajúca aj zlý povel alebo kontrolnú funkciu, ktoré môžu spôsobiť nehodu s kritickou alebo katastrofickou závažnosťou;
- procesy manipulácie, ktoré môžu spôsobiť nehodu nechráneným osobám a zariadeniam;

- kategórie rizika, ktoré sú špecifikované ako neakceptovateľné zmluvne v dohode a iné.

Zistené neprijateľné riziká je potrebné riadiť, t.j. navrhnúť nápravné opatrenia a po ich realizácii opätovne previesť analýzu rizík.

Analýza rizík je nepretržitý proces, ktorý podlieha neustálemu dopĺňaniu, pokiaľ sa zmenia podmienky, ktoré neboli v pôvodnom hodnotenom systéme zohľadnené, ďalej pri každej zmene, novom postupe a úraze. Nemožno to považovať za jednostranný akt, ale jedná sa o proces neustáleho vylepšovania systému BOZP.

3.2 Rozšírená bodová metóda

Jedná sa o jednoduchú bodovú metódu rozšírenú o parameter vplyvu úrovne BOZP – „**B**“.

$$R = P \times D \times B,$$

kde

R = stupeň rizika,

P = pravdepodobnosť sledovanej udalosti

D = dôsledok sledovanej udalosti,

B = vplyv úrovne BOZP.

Pri rozšírenej bodovej metóde sa postupuje ako pri jednoduchšej bodovej metóde, ale stanovuje sa parameter „**B**“ – vplyvu úrovne BOZP podľa Tabuľky 12, **ktorý vyjadruje subjektívny odhad posúdenia rizikovej situácie vlastným hodnotiteľom.**

Tento parameter zohľadňuje úroveň riadenia, čas pôsobenia ohrozenia, kvalifikáciu zamestnancov, pracovnú morálku, používanie OOPP, úroveň prevencie, stav a vek technických zariadení, závažnosť úrazu alebo poškodenia zdravia, úroveň údržby, vykonávanie kontrol, revízií a odborných prehliadok a skúšok technických zariadení, vplyv pracovného prostredia, odlúčenosť pracoviska, stres a pod..

Tabuľka 12 Vplyv úrovne BOZP

Úroveň	Vplyv úrovne BOZP
1	Zanedbateľný vplyv na pravdepodobnosť a dôsledky
2	Málo významný vplyv na pravdepodobnosť a dôsledky
3	Nezanedbateľný vplyv na pravdepodobnosť a dôsledky
4	Významný, veľký vplyv na pravdepodobnosť a dôsledky
5	Viac významných vplyvov na pravdepodobnosť a dôsledky

R – riziko je súčinom všetkých troch parametrov pravdepodobnosti (**P**), dôsledku (**D**) a vplyvu úrovne BOZP (**B**), predstavuje výslednú mieru rizika ($R = P \times D \times B$). **Najnižšia** hodnota môže byť **1** a **najvyššia 125**. Podľa bodového rozpätia je riziko zatriedené do piatich kategórií. Výsledná hodnota vyjadruje skutočnosť, či je riziko akceptovateľné alebo, či je nutné prijať nápravné opatrenie na odstránenie alebo minimalizovanie rizika.

Cieľom nápravných opatrení musí byť vylúčenie alebo zníženie rizika. Charakteristiku rizika rozšírenej bodovej metódy je uvedené v Tabuľke 13.

Tabuľka 13 Charakteristika rizika rozšírenej bodovej metódy

Katégoria rizika	Riziko	Bodové rozpätie	Posúdenie bezpečnosti	Potreba bezpečnostných opatrení
I.	Zanedbateľné	1 - 4	prijateľná bezpečnosť	nie je potrebné vykonať opatrenia
II.	mierne	5-10	akceptovateľné riziko pri zvýšenej pozornosti	je potrebné naplánovať nápravu, snažiť sa dosiahnuť zlepšenie, výcvik zamestnancov na zvládnutie riziká
III.	povážlivé	16 - 50	riziko nemožno akceptovať bez ochranných opatrení	je potrebné prijať bezpečnostné opatrenia
IV.	nežiaduce	51 - 100	nežiaduce	nevyhovujúca bezpečnosť, veľká možnosť úrazov, nežiaducich udalostí
V.	neprijateľné	101 - 125	neprijateľné	je nutné okamžite zastaviť činnosť, vyradenie z prevádzky

Postup hodnotenia pri rozšírenej bodovej metóde bude nasledovný:

- určiť pravdepodobnosť výskytu nežiaducej udalosti v dôsledku frekvencie vzniku časového pôsobenia nebezpečenstva ako zdroja ohrozenia,
- vyjadriť závažnosť dôsledku nežiaducej udalosti spôsobenej mierou ohrozenia,
- stanoviť parameter vplyvu úrovne BOZP,
- určiť hodnotu rizika v kombinácii pravdepodobnosti, dôsledku nežiaducej udalosti a vplyvu úrovne BOZP,
- charakterizovať riziko a definovať akceptovateľnosť rizika,
- navrhnuť a vykonať opatrenia na elimináciu rizika.

Zhodnotenie rozšírenej bodovej metódy:

- jednoduchá bodovacia metóda na posúdenie rizík, **rozšírená o parameter vplyvu úrovne BOZP,**
- je vhodná pre všetky kategórie MSP,
- matematicko-štatistická metóda,
- pri vlastnom použití je nenáročná a rýchla,
- založená na odbornosti, skúsenostiach a intuícii hodnotiaceho tímu,
- v prostredí prevádzok so zastaralými typmi technických a technologických zariadení nie je vhodná,
- parameter vplyvu úrovne BOZP môže skresliť výsledné hodnoty posúdenia rizík,
- je vhodná pre podnik so záujmom inovovať výrobný program.

3.3 Bodová metóda iná

Princíp spočíva v pridelení bodovej hodnoty na základe stanovených kritérií a výpočtu celkového rizika a jeho hodnoty. Je vhodné ju **aplikovať pri pracovných činnostiach prevádzkach s kratším intervalom vzniku pracovných úrazov.**

Postup hodnotenia je nasledovný:

- na základe stanovených kritérií určiť hodnotu frekvencie vykonávanej činnosti,
- určiť výskyt pravdepodobnosti pracovného úrazu,
- zhodnotiť závažnosť dopadu nežiaducej udalosti na človeka a vzniknuté škody,
- stanoviť hodnotu celkového rizika,
- zhodnotiť riziko ako súčin pravdepodobnosti výskytu rizikovej situácie, počtu ohrozených osôb, frekvencie vystavenia ohrozeniu a stupňa možného ohrozenia zdravia,

7. stanoviť akceptovateľnosť rizika a
8. navrhnúť opatrenia.

Spôsob hodnotenia rizika je možné vyjadriť nasledovne:

Vzťahom je určené riziko **R** vyjadrujúce súčin frekvencie vykonávanej pracovnej činnosti (**F**) a pravdepodobnosti výskytu pracovného úrazu pri vykonávaní danej činnosti (**P**). Výsledný súčin sa vynásobí parametrom závažnosti dopadu na človeka a vzniknuté škody (**Z**).

$$R = F \times P \times Z,$$

kde:

R - je celkové riziko,

F - frekvencia vykonávanej činnosti,

P - pravdepodobnosť výskytu pracovného úrazu pri vykonávaní danej činnosti,

Z - závažnosť dopadu na človeka a vzniknuté škody.

Spôsob stanovenia kritérií a ich kvalifikácie pre hodnotenie je v Tabuľkách 14- 16.

Tabuľka 2.14 Hodnotenie frekvencie (F)

F	Kritéria hodnotenia frekvencie vykonávania danej činnosti:
1	výskyt nie je možné vylúčiť (v podniku sa zatiaľ nevykonávala)
2	výskyt je možný (v podniku sa už vykonávala)
3	vyskytuje sa občas (menej ako raz za týždeň)
4	vykonáva sa / vyskytuje sa (viac než 1 krát týždenne)
5	vyskytuje sa občas (menej ako raz za týždeň) vykonáva sa / vyskytuje sa často (niekoľkokrát za deň)

Tabuľka 15 Hodnotenie výskytu pravdepodobnosti pracovného úrazu (P)

P	Kritéria hodnotenia pravdepodobnosti výskytu pracovného úrazu pri vykonávaní danej činnosti
1	nízka (pri danej činnosti ešte nevznikol pracovný úraz)
2	stredná (pri danej činnosti už vznikol pracovný úraz)
3	vysoká (pri danej činnosti vzniklo niekoľko pracovných úrazov)

Tabuľka 16 Hodnotenie závažnosti dopadu na človeka a vzniknuté škody (Z)

Z	Kritéria hodnotenia závažnosti
1	škoda je nižšia ako 170,- Eur bez zranenia a následkov, bez výpadku pracovnej činnosti
2	škoda je nižšia ako 1.660,- Eur bez ošetrovania, pracovná neschopnosť menej ako 3 dni
3	škoda je nižšia ako 16.600,- Eur zranený s ošetrovaním, ale bez trvalých následkov, pracovná neschopnosť viac ako 3 dni, alebo krátkodobá neschopnosť viac zamestnancov
4	škoda nižšia ako 33.195,- Eur ťažko zranený s trvalými následkami, pracovná neschopnosť 2 týždne až 6 mesiacov alebo hospitalizácia dlhšia ako 5 dní
5	škoda vyššia ako 33.195,- Eur zranený s následkom smrti, pracovná neschopnosť dlhšia ako 6 mesiacov

Hodnota rizika sa určí ako súčin pravdepodobnosti výskytu rizikovej situácie (**PV**), počet ohrozených osôb (**PO**), frekvencia vystavenia ohrozeniu (**FO**) a stupeň možného ohrozenia zdravia (**PZ**). Kritéria a ich kvalifikácie pre hodnotenie rizika sú v Tabuľkách 17 – 21.

$$HR = PV \times PO \times FO \times PZ$$

Tabuľka 17 Pravdepodobnosť výskytu rizikovej situácie – PV

Hodnota PV	Možnosť výskytu rizikovej situácie	Poznámka
0,5	Skoro vylúčená	Môže nastať za mimoriadnych okolností
1	Nepravdepodobná	Situácia sa môže vyskytnúť
2	Možná	Môže nastať
3	Pravdepodobná	Výskyt situácie je pravdepodobný, nie je prekvapujúci
4	Vysoko pravdepodobná	Vysoko pravdepodobná
5	Istá	Situácia určite nastane

Tabuľka 18 Počet ohrozených osôb – PO

Hodnota PO	Počet ohrozených osôb
1	1 až 2 osoby
2	3 až 7 osôb
3	8 až 15 osôb
4	16 až 50 osôb
5	viac než 50 osôb

Tabuľka 19 Frekvencia vystavenia ohrozeniu – FO

Hodnota FO	Frekvencia vystavenia ohrozeniu
0,1	Zriedka
0,2	Jeden krát za rok
1	Jeden krát za mesiac
2	Jeden krát za týždeň
3	Jeden krát za deň
4	Viac krát za deň v pravidelných alebo nepravidelných intervaloch
5	Jeden krát za hodinu
6	Neustále počas pracovnej doby

Tabuľka 20 Stupeň možného poškodenia zdravia – PZ

Hodnota PZ	Možné poškodenie zdravia
1	Drobné poranenia (škrabnutia, bodnutia, odreniny), únava, bolesť hlavy atď.
2	Trzná rana, obarenie, popáleniny, poleptanie, psychická záťaž bez trvalých následkov, prechladnutie, narazenie, atď.
3	Vyvrtnutie, vyklbenie končatiny alebo časti končatiny, pomliaždeniny atď.
4	Zlomenina kosti, strata alebo poškodenie iných častí orgánov tela bez trvalých následkov
5	Zlomenina kosti alebo poškodenie iných častí tela s trvalými následkami
6	Strata jednej končatiny
7	Strata dvoch končatín, obidvoch očí alebo iných častí orgánov tela
8	Psychické poškodenia s trvalými následkami
9	Smrteľný úraz

Tabuľka 21 Hodnota rizika – HR

Hodnota R	Hodnota rizika	Stupeň
0 – 1	Zanedbateľná	1
2 – 5	Veľmi malá	2
6 – 10	Malá	3
11 – 50	Znepokojujúca	4
51 – 100	Vysoká	5
101 – 500	Veľmi vysoká	6
501 – 1000	Extrémna	7
1000 a viac	Neakceptovateľná	8

Podnik vypracuje zoznam nebezpečenstiev a vyhodnotí riziká pre všetky činnosti v podniku. Register rizík sa spracuje do tabuľky pre každé pracovisko osobitne. V Tabuľke 22 sú uvedené príklady.

Tabuľka 22 Zoznam možných nebezpečenstiev

Mechanické	<ul style="list-style-type: none"> ◆ zrýchlenie, spomalenie ◆ ostré časti ◆ priblíženie pohyblivej časti k pevnej ◆ rezné časti, pružné časti a pod.
Elektrické	<ul style="list-style-type: none"> ◆ oblúk ◆ živé časti ◆ preťaženie ◆ spojenie na krátko
Tepelné ohrozenie	<ul style="list-style-type: none"> ◆ výbuch ◆ plameň ◆ horúce alebo chladné
Ohrozenie materiálom, látkami	<ul style="list-style-type: none"> ◆ prach ◆ vlákna ◆ tekutiny ◆ zápalnosť ◆ dym ◆ plyn ◆ hmla ◆ nedostatok kyslíka ◆ biologické a mikrobiologické faktory apod.
Ohrozenie súvisiace s prostredím	<ul style="list-style-type: none"> ◆ osvetlenie ◆ elektromagnetické poruchy ◆ vlhkosť ◆ voda, sneh ◆ teplota ◆ prach, hmla, vietor a pod.

Na základe zistených nebezpečenstiev a hodnotenia rizík, ktoré ohrozujú zamestnanca pri vykonávaní určitej činnosti alebo činnosti vyplývajúcej z pracovnej profesie je potrebné vykonať:

- a) navrhnutie ochranných opatrení vo forme prídavných zariadení a informovať
- b) zamestnancov ako s nimi nakladať,
- c) informovanie zamestnancov o výsledkoch hodnotenia rizík, o zostatkových – neodstrániteľných rizikách vo všetkých etapách životnosti stroja, zariadenia, poskytnúť zamestnancom informácie o prijatých opatreniach a o zodpovednosti ktoré prijaté opatrenia musia dodržiavať,
- d) na základe vypracovaného zoznamu na poskytovanie osobných ochranných pracovných prostriedkov prideliť zamestnancom potrebné OOPP, výsledky hodnotenia rizík musia byť zamestnancom prístupné a slúžia ako podklad pre vykonanie opakovanej analýzy.

Zhodnotenie metódy

- jednoduchá bodovacia metóda,
- vhodné ju aplikovať v prevádzkach s častejším intervalom vzniku pracovných úrazov,
- vhodná pre všetky kategórie MSP,
- rýchla a matematicko-štatistická metóda,
- vhodná pre posúdenie rizík strojov, technických a technologických zariadení s nižšou mierou náročnosti,
- pri vlastnom použití je nenáročná, náročná je v etape tvorby registra nebezpečenstiev,

- vyžaduje intuitívne skúsených tvorcov dôkladne oboznámených s pracovnými procesmi, pracoviskami a prevádzkami.

3.4 Komplexná metóda posúdenia rizika na pracovnom mieste

Komplexnú metódu je vhodné použiť pre pracovné činnosti s tzv. humánnymi rizikami, ktoré sú tvorené ľudským faktorom (človek s jeho schopnosťami), ktorý pôsobí v určitom pracovnom prostredí, v pracovnom procese a používa pracovné predmety. Princíp metódy spočíva vo vhodnom pridelení bodovej hodnoty jednotlivým prvkom systému a definovanie akceptovateľného rizika. Ide o subjektívnu metódu, pridelovanie bodovej hodnoty závisí od hodnotiteľa. Použitie tejto metódy sa aplikuje hlavne v oblasti humánnych rizík. Metóda zahŕňa základné prvky analýzy ľudského faktora, ako aj posúdenie rizikovosti pracovného prostredia a pracovného predmetu. Možné uplatnenie má vo všetkých etapách života sledovaného systému. Vhodná je hlavne na okamžité ohodnotenie rizika za účelom aplikácie okamžitých nie komplexných opatrení. Konkrétne riziku, ktoré existuje v pracovnom procese a je funkciou jednotlivých parametrov prvkov systému sa pridelujú bodové hodnoty. Tieto umožňujú hodnotenie výsledného rizika.

Postup posudzovania rizika v pracovnom procese je charakterizovaný nasledovnými krokmi:

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

Konečné posúdenie rizika spôsobeného „zariadením“ určíme ako súčin výsledných hodnôt v Tabuľke 23.

Tabuľka 23 Posúdenie rizika spôsobeného zariadením (strojom)

4. Určenie možných škôd	Návrh hodnotenia	Konečná hodnota
Pracovné úrazy, ktoré majú ľahké následky (nárazy, odreniny, ľahké rezné a bodné rany a pod.)	1 až 10	S =
Pracovné úrazy, ktoré majú ťažké následky (zlomeniny, hlboké rezné rany a pod.)		
Pracovné úrazy, ktoré majú trvalé následky		
5. Expozícia ohrozenia	Návrh hodnotenia	Konečná hodnota
Dočasná mierna expozícia (napr. automatické stroje, ktoré sú bezporuchové, zriedkavé zásahy)	1 až 2	Ex =
Často sa opakujúca expozícia (zásahy rúk po každom pracovnom cykle, ako napr. lisovanie a pod.)		
Častá alebo nepretržitá expozícia (napr. stroje s manuálnym vedením ako sú píly, automatické stroje, ktoré sú poruchové a preto sú nutné zásahy...)		
6. Pravdepodobnosť výskytu nehôd (úrazov) (spojené s faktorom „zariadenie“)	Návrh hodnotenia	Konečná hodnota
Malá (nedostupnosť nebezpečných elementov, spoľahlivé, praktické a bezpečné ochranné zariadenie, pri zásahu bezpečné vypínanie)	0,5 až 1,5	Wa =
Stredná (komplexné ochranné zariadenie, v dobrom stave, ale nepraktické, preto sú mnohé pracovné pohyby realizované bez ochranného zariadenia)		
Veľká (chýbajúce alebo nedostačujúce ochranné zariadenie, možné nebezpečné zásahy počas prevádzky stroja)		
7. Možnosť predchádzania alebo minimalizovania škody	Návrh hodnotenia	Konečná hodnota
Veľká (včasným informovaním osôb je možné predchádzať škodám)	0,5 až 1	Ve =
Malá (mechanizmus pôsobenia ohrozenia je náhly a nečakaný)		

Konečné hodnotenie faktoru „*zariadenie*“ vyjadruje vzťah

$$M = S \times Ex \times Wa \times Ve$$

$$M =$$

Konečné hodnotenie vplyvu „*prostredia*“ určíme ako súčin výsledných hodnôt v Tabuľke 24.

Tabuľka 2.24 Hodnotenie vplyvu prostredia

1. Usporiadanie pracovného miesta a zóny zásahov	Návrh hodnotenia	Konečná hodnota
na jednej úrovni	0,5 až 1	U _a =
na mnohých pevne zriadených úrovniach		
použitie príslušenstva pomôcok		
prehľadné a priestorové pracovné cesty		
tesné a nezodpovedajúce pracovné cesty		
2. Pracovné prostredie	Návrh hodnotenia	Konečná hodnota
nedostatočné osvetlenie	0,3 až 0,6 =	U _b =
nerušivý hluk (akustické signály sú dobré pohlcované)		
rušivý hluk (akustické signály sú nedostatočne pohlcované)		
príjemná klíma (teplota, prach, vlhkosť, prúdenie vzduchu)		
rušivá, zaťažujúca klíma		
Iné zaťaženia	Návrh hodnotenia	Konečná hodnota
vhodné usporiadanie elementov obsluhy, obrazovky, ukazovatele, ponuka informácií, a prísun materiálu	0,3 až 0,6 =	U _c =
nehodné usporiadanie elementov obsluhy, obrazovky, ukazovatele, ponuka informácií a prísun materiálu		
ľahké telesné zaťaženie (zdvíhanie a nosenie bremien...)		
ťažké telesné zaťaženie (zdvíhanie a nosenie bremien...)		

Konečné hodnotenie faktoru „*prostredie*“ určuje vzťah:

$$U = U_a + U_b + U_c$$

$$U =$$

Konečné hodnotenie faktoru „*osoba*“ určíme ako súčin výsledných hodnôt v Tabuľke 2.25.

Tabuľka 25 Spôsobilosť osoby zvládnuť riziko

1. Kvalifikácia osoby	Návrh hodnotenia	Konečná hodnota
odborne kvalifikovaná, vzdelaná osoba so skúsenosťami	10 až 0	Q =
odborne kvalifikovaná, vzdelaná osoba alebo skúsená osoba odborne nekvalifikovaná, vzdelaná, neskúsená osoba		
2. Fyzické a psychické faktory	Návrh hodnotenia	Konečná hodnota
vhodná psychická spôsobilosť osoby na zodpovedajúcu prácu	3 až 10 =	J =
nehodná psychická spôsobilosť osoby na zodpovedajúcu prácu		
2. Organizácia práce	Návrh hodnotenia	Konečná hodnota
formalizujúci a použitý písomný pracovný príkaz (podnikový príkaz) predpis, ktorý bezpečne zaúčinkuje	5 až 0 =	O =
formalizujúci alebo vždy použitý písomný pracovný príkaz (podnikový príkaz) predpis, ktorý bezpečne nezaúčinkuje		
neformalizujúci, nepoužiteľný písomný pracovný príkaz (podnikový príkaz) predpis, ktorý je neúčinný		

Konečné hodnotenie faktoru „osoba“ je vyjadrené vzťahom

$$P = Q + J + O$$
$$P =$$

Posudzovanie rizika na pracovnom mieste komplexnou metódou učíme podľa Obrázka 9:



Obr. 9 Hladina akceptovateľnosti

Výslednú hodnotu rizika vypočítame podľa vzťahu :

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

Riziko R - vyjadruje najvyššiu hodnotu rizika, ktorá bola vypočítaná v čase posúdenia riziká, **požiadavka akceptovateľnosti rizika nie je splnená ak hodnota R je vyššia ako 10** podľa obr. 8. **Ak hodnota rizika je nižšia ako 10, sú potrebné vykonať nápravné opatrenia,** následne po nich je potrebné vykonať kontrolu. Výsledky posúdenia rizik slúžia ako podklad pre vykonanie opakovanej analýzy.

*porovnateľnou hodnotou $M/30$ sa berie do úvahy, či je významná spôsobilosť osoby zvládnuť riziko pri jeho zvýšenej úrovni alebo nie.

Hodnotenie komplexnej metódy:

Komplexná metóda je

- jednoduchá bodovacia metóda,
- vhodná pre všetky kategórie MSP,
- matematicko-štatistická metóda,
- pri vlastnom použití nenáročná a rýchla,
- **vhodná pre posúdenie humánných rizík, ktoré sú tvorené ľudským faktorom, pôsobiacim v pracovnom prostredí v pracovnom procese.**

3.4 Bodová metóda BOMECH

Bodová metóda BOMECH bola vyvinutá na Strojní fakulte ČVUT V Prahe a ukázala sa v praxi veľmi vhodná najmä pre hodnotenie nebezpečenstiev **strojov a pracovišť**. Táto metóda ako všetky už uvedené bodovacie metódy nie je absolútne objektívna, je závislá na hodnotiteľovi a znalosti poznatkov z praxe.

Pri tejto metóde je potrebné objasniť termín – **nebezpečný faktor** (ďalej len „NF“). Je to **nebezpečný predmet** (objekt, látka), ktorý má určitú **nebezpečnú vlastnosť** (alebo viac

vlastností), a ktorá človeka priamo zraní (napr. hrot, bremeno, ostrý predmet, horľavá kvapalina, a pod.) **nie sú to príčiny**, ktoré viedli k vzniku NF **ani činnosti**, ktoré sa v čase úrazu vykonávali.

Podstatou je formulácia kritérií, na ktorých je závislá **nebezpečnosť NF**. Metóda **BOMECH** vychádza z týchto funkcií podľa vzťahu (11):

$$N = f \{ N, O, P, E, R, Z, K, I, D, V \}$$

t.j. že nebezpečnosť NF je funkciou závislosti týchto kritérií:

- **N** - najpravdepodobnejší následok ohrozenia,
- **O** - počet súčasne ohrozených osôb,
- **P** - pravdepodobnosť existencie NF,
- **E** - doba, za ktorú je človek v poli rizika za rok,
- **R** - možnosť ochrannej reakcie,
- **Z** - nároky na psychofyzické vlastnosti človeka pri činnosti v poli rizík,
- **K** - nároky na odbornú kvalifikáciu,
- **I** - identifikovateľnosť – poznateľnosť rizikovosti NF,
- **D** - dynamičnosť t.j. zmena nebezpečnosti NF v čase
- **V** –vplyv pracovných podmienok.

Pre objektivizáciu výsledkov je potrebné splniť dve základné podmienky:

- tímové posúdenie (pre zložitejšie stroje) – ako minimum sa ukázal **trojčlenný tím**, ale vhodnejší je **päťčlenný tím**. V prípade rozdielnych výsledkov v tíme sa najvyššie najnižšie hodnotenie škrtá,
- kvalifikáciu (zácvik a prax).

Obsahom vlastnej metodiky je:

- výber, definícia, popis, dokumentácia hodnoteného stroja,
- zostavenie hodnotiaceho tímu, ktorý pozná metodiku bodovacej metódy BOMECH a hodnotené stroje, technológiu, pracovisko a pod., určí sa vedúci hodnotiteľského tímu,
- podrobná prehliadka pracoviska, stroja, technológie,
- príprava resp. úprava tabuľky pre hodnotenie,
- pri identifikácii NF je potrebné dôsledne uplatňovať komplexný prístup z časového hľadiska,
- NF sa zapisujú do tabuľky,
- každý NF príslušný hodnotitelia ohodnotia príslušným počtom bodov podľa 10 kritérií,
- každý hodnotiteľ vypočíta hodnotu koeficientu NF podľa príslušnej metodiky.

Každý NF hodnotiteľ ohodnotí príslušným počtom bodov podľa Tabuľky 26, podľa všetkých 10 kritérií (stĺpec 6 až 15 Tabuľky 28). Body je možné interpolovať. Každý člen tímu vypočíta **hodnotu koeficientu** podľa vzťahu:

$$K_{Ni} = \sum_1^{10} b^i$$

čítaním bodov to zn. stĺpcov 6 až 15 pre daný NF. Táto hodnota sa zapíše do stĺpca 16 Tabuľky 28.

Tabuľka 26 Rozdelenie NF do kategórii

k_{Ni} počet bodov	Kategória		Odporúčenie
	Označenie	Názov	
Viac ako 200	A	katastrofálna	Akútne nebezpečenstvo, hneď nájsť riešenie
151 – 200	B	kritická	Veľké nebezpečenstvo, riešiť, čo najskôr
101 – 150	C	stredná	Významné riziko, nutné riešiť skoro
51 – 100	D	medzná	Opatrenie vykonať podľa poradia významnosti
menej než 50	E	rušivá	Malé riziko, je potrebné riešiť podľa podmienok

Významnosť rizikových nebezpečných faktorov určíme podľa Tabuľky 27.

Tabuľka 27 Významnosť rizikovosti nebezpečných faktorov (NF)

N 1.		Najpravdepodobnejší následok ohrozenia je
1.1 smrť		100
1.2 trvalé vyradenie z pracovnej činnosti		60
1.3 veľmi ťažké ohrozenie zdravia		40
1.4 hospitalizácia		20
1.5 absencia bez hospitalizácie		10
1.6 ohrozenie zdravia bez absencie		3
1.7 narušenie pracovnej pohody		0
O 2.		Nebezpečný faktor ohrozuje súčasne počet osôb za zmenu
2.1 viac než 100		60
2.2 51 – 100		40
2.3 21 - 50		25
2.4 11 - 20		12
2.5 5 - 10		6
2.6 2 - 4		2
2.7 1		0
P 3		Pravdepodobnosť vzniku (realizácia) alebo existencia nebezpečného faktora
3.1 existuje trvale	1	60
3.2 veľmi pravdepodobne	10 ⁻¹	40
3.3 pravdepodobne	10 ⁻²	25
3.4 málo pravdepodobné	10 ⁻³	12
3.5 nepravdepodobné	10 ⁻⁴	6
3.6 nestalo sa, ale môže sa stať	10 ⁻⁵	2
3.7 prakticky vylúčené	10 ⁻⁶	0
E 4		Expozícia rizika NF ohrozuje bezprostredne človeka (je v poli rizika) za rok hodín
4.1 viac ako 6000		50
4.2 4001 – 6000		35
4.3 1501 – 4000		23
4.4 501 – 1500		15
4.5 201 - 500		9
4.6 51 - 200		3
4.7 1 - 50		1
4.8 menej než 1 hodina za rok		0
R5		Pri vzniku nehody je ochranná reakcia pred ohrozením zdravia
5.1 nemožná		40
5.2 veľmi obtiažna		20
5.3 obtiažna		8
5.4 možná		3
5.5 ľahká (reflexná)		0
Z6.		Nároky na fyzické a psychické vlastnosti človeka (sila, pozornosť, rozhodnosť, zodpovednosť a pod.) pri činnosti v poli rizika sú:

6.1 veľmi vysoké (neprijateľné)	30
6.2 vysoké (nadpriemerné)	15
6.3 priemerné (v hodnotách normy)	5
6.4 malé	2
6.5 nepatrné	0
K 7.	Nároky na bezpečnostnú kvalifikáciu pracovníka (znanosti predpisov, správneho technického postupu, organizácia práce, používanie OOPP, zapracovanie na pracovisku, zaškolenie a pod.) sú:
7.1 veľmi vysoké	30
7.2 vysoké	15
7.3 priemerné	5
7.4 malé	2
7.5 nepatrné	0
I 8.	Nároky na bezpečnostnú kvalifikáciu pracovníka (znanosti predpisov, správneho technického postupu, organizácia práce, používanie OOPP, zapracovanie na pracovisku, zaškolenie a pod.) sú:
8.1 nemožné (náhodný nepoznaný jav)	30
8.2 možné (pravdepodobný poznaný jav)	10
8.3 jasné (zákonitý jav)	0
D 9.	Dynamickosť rizika, t.j. možnosť zvyšovania rizika, prípadne odstránenie bezpečnostných prvkov a opatrení, použitie nebezpečných postupov, starnutie materiálu, opotrebovanie súčastí, nepoužívanie OOPP, podceňovanie rizika a pod.
9.1 rizikovosť rastie výrazne	20
9.2 rizikovosť rastie mierne	5
9.3 rizikovosť sa nemení	0
V 10.	Vplyv pracovných podmienok (osvetlenie, hluk, teplota, klíma, plyny a prachy, hmla, terén, čistota a pod.) na zvýšenie nebezpečnosti NF je:
10.1 veľký	10
10.2 priemerný	3
10.3 žiadny	0

Tabuľka 28 Pracovný formulár metódy BOMECH

Pracovný formulár na hodnotenie nebezpečnosti stroja metódou **BOMECH**

č. NF	NF	Nebezpečná vlastnosť	Činnosť v čase úrazu	Pravdepodobné zranenie	Kritéria nebezpečnosti										K _N	Kategória	Prevenia
					N	O	P	E	R	Z	K	I	D	V			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1.																	
2.																	
3.																	
4.																	
5.																	
6.																	
7.																	
8.																	
9.																	
10.																	
.																	
.																	
.																	
n																	

Podľa veľkosti **K_N** sa určí kategória A-E podľa Tabuľky 26 rozdelenia NF. Hodnota označenia podľa Tabuľky 26 sa potom vpiše do stĺpca 17 Tabuľky 28.

a) Následne vypočítame **koeficienty nebezpečnosti** celého stroja zo vzťahu :

$$K_N^1 = \sum^n k_{Ni}$$

kde **n** je počet hodnotených NF. Hodnotu **prvého koeficientu nebezpečnosti získame sčítaním stĺpca 16** (podľa prílohy B).

Tento prvý ukazovateľ nazývame „**hlavný koeficient nebezpečnosti stroja**“.

Tento ukazovateľ (rovnako ako ostatné) je medzi jednotlivými strojmi (posudzovanými rovnakými hodnotiteľmi) porovnateľný a čím je vyšší (viac bodov) tým je stroj nebezpečnejší.

b) **Druhý koeficient určíme zo vzťahu**

$$K_N^2 = \frac{K_N^1}{n}$$

Tento ukazovateľ nazývame „**ukazovateľ priemernej nebezpečnosti NF**“, a pri porovnaní rôznych strojov nám signalizuje ako je stroj priemerne nebezpečný. Pomocou tohto ukazovateľa u jednotlivého stroja rozlíšujeme NF nadpriemerne a podpriemerne nebezpečné.

c) **Orientačnú hodnotu má tretí koeficient podľa vzťahu**

$$K_N^3 = k_{Nmax}$$

To znamená, že uvedieme najvyššiu dosiahnutú hodnotu nebezpečnosti NF. Udáva nám extrémne riziko a upozorňuje nás na „**hlavný nebezpečný prvok (NF) celého stroja**“.

d) **Štvrtý koeficient určíme zo vzťahu**

$$K_N^4 = \frac{{}^1 10n^A + {}^6 n^B + {}^3 n^C + {}^2 n^D + n^E}{n}$$

kde **na** je počet NF zaradených v kategórii A (podľa tab. 31) atď. (zo stĺpca 17 Tabuľky 28).

e) **ešte presnejší výsledok nám dáva ukazovateľ vzťahu**

$$K_N^5 = \frac{10K_{Ni}^A + 6k_{Ni}^B + 3k_{Ni}^C + 2k_{Ni}^D + k_{Ni}^E}{K_N^1}$$

kde

$\sum k_{Ni}^A$ je súčet bodov nebezpečnosti NF, ktoré sú zaradené v kategórii A, atď.

Výsledné zhodnotenie nebezpečnosti stroja

Ak **hodnotíme jediný stroj** môžeme formulovať tieto závery:

- a) Ako je stroj nebezpečný voči dosiahnutým hodnotám iných strojov.
- b) Kde sú najnebezpečnejšie NF.
- c) Aká je potreba a naliehavosť riešenia jednotlivých NF (podľa kategórie – tabuľka 30).
- d) V čom spočíva nevhodnosť technického riešenia pre výskyt NF.
- e) Na čo je potrebné zamerať prevenciu.
- f) Ak porovnáme viac strojov (pre túto variantu je metóda BOMECH obzvlášť vhodná) potom dostaneme ich poradie nebezpečnosti.

Použitá literatúra

Pačaiová, H, Kotianová, Z., Glatz, J. Metódy posudzovania rizík v rozhodovacích procesoch . Košice. Beki - 2016. 326 s. ISBN 13: 9788055330334.

Pačaiová, H, Glatz, J. Bezpečnosť a riziká technických systémov. 1. vyd - Košice : TU, SĽF, - 2009 - 246 s. - ISBN 978-80-553-0180-8.

Zelený, J. a kol.: Riziká v priemysle. 1.vyd. Zvolen: Technická univerzita 2006. 320 s. ISBN 80-228-1638-8.

Zelený, J. – Slosiarik, J. Manažérstvo rizika. 1.vyd. Zvolen: Technická univerzita 2000. 374s. ISBN 80-228-0892-X.

STN IEC 1025 (01 0676): 2007: Analýza stromu poruchových stavov.

STN IEC 812 (01 0679): 2006: Metódy analýzy spoľahlivosti systému postup analýzy spôsobov a dôsledkov porúch (FMEA).

Seňová, A., Antošová, M.: Hodnotenie rizík možného ohrozenia bezpečnosti a zdravia zamestnancov ako súčasť kvality pracovného života v podniku. In: Manažment v teórii a praxi, roč. 3, č.1-2, (2007), ISSN 1336-7137

Management rizika II: Praktický návod k použitiu vybraných postupov a metód analýzy a hodnotení rizik, Institut výchovy bezpečnosti práce. Brno, 2001.

Zákon č.124/2006 Z. z. v znení zákona 309/2007 Z. z. o bezpečnosti a ochrane zdravia pri práci.