

METODY PRO ANALÝZU NEBEZPEČÍ A ODHAD RIZIKA

(Podle ČSN EN 1050: 2001 /83 3010/ - Příloha B - část informativní)

Existuje mnoho metod analýzy nebezpečí a odhadu rizika, avšak pouze několik z nich je uvedeno v této normě. Je zde také uvedena technika analýzy rizika, která kombinuje analýzu nebezpečí s odhadem rizika.

Každá metoda byla vyvinuta pro určitá použití. Proto může být pro speciální aplikaci na strojní zařízení nutná určitá modifikace detailů.

Existují dva základní typy analýzy rizika. První se nazývá *deduktivní metoda* (jde o dedukci, tj. úsudek směřující od obecného k zvláštnímu případu) a druhá *induktivní metoda* (jde o indukci, která nám ukazuje cestu od zvláštního k obecnému případu). V deduktivní metodě je předpokládána konečná událost a události, které mohou být příčinou této konečné události, jsou pak vyhledávány. V induktivní metodě je předpokládána poruchy součásti. Následné analýzy zjišťují události, které mohou být příčinou této poruchy.

Přehled a charakteristika dílčích metod

1. Předběžná analýza nebezpečí (Preliminary Hazard Analysis; PHA)

PHA je induktivní metoda, jejímž cílem je zjistit, pro všechny fáze životnosti určeného systému /subsystému/ součásti nebezpečí, nebezpečné situace a nebezpečné události, které mohou vést k úrazu. Metoda identifikuje možný vznik úrazu a kvalitativně zhodnocuje závažnosti možného zranění a poškození zdraví. Poté jsou uvedeny bezpečnostní opatření a výsledky jejich aplikací.

PHA má být doplňována během fází konstrukce, výroby a zkoušení, aby byla odhalena nová nebezpečí a pak jestliže je to nezbytné, mají být provedeny příslušné zkoušky. Popis obdržených výsledků může být podán různými způsoby (např. tabulkami, stromem chyb).

2. Metoda „co když“ (Whaf-if; WI)

Metoda WI je induktivní metoda. Pro relativně jednoduché aplikace je posuzována konstrukce, provoz a používání. Při každém kroku metody WI jsou formulovány otázky a odpovědi ke zhodnocení vlivu poruch součásti nebo chyb jednání na vznik nebezpečí u stroje.

Pro komplexnější aplikace metody WI může být nejvhodnější použít metodu „kontrolního seznamu“ a rozdělit práci tak, aby určitá hlediska používání stroje byla podstoupena osobám, které mají největší zkušenost a praxi ve vyhodnocování těchto hledisek. Je kontrolován postup obsluhy a znalost práce. Je posuzována vhodnost zařízení, konstrukce stroje, jeho řídicí systém a jeho bezpečnostní zařízení. Jsou přezkoumávány vlivy zpracovávaného materiálu a kontrolovány záznamy provozu a údržby. Hodnocení stroje pomocí kontrolního seznamu obvykle předchází použití více sofistikovaných metod uvedených dále.

3. Analýza způsobů a důsledků poruchy (Failure Mode and Effect Analysis; FMEA)

FMEA je induktivní metoda, jejímž hlavním účelem je vyhodnocení četnosti a následků poruchy součásti. Jestliže jsou chyby v provozních postupech nebo chyby obsluhy významné, může být vhodnější jiná metoda. Metoda je popisována v ČSN IEC 812.

FMEA může vyžadovat více času než strom chyb, protože je pro každou součást brán v úvahu každý režim poruchy. Některé poruchy mají velmi malou pravděpodobnost výskytu.

Pokud takové poruchy nejsou detailně analyzovány, má být toto rozhodnutí zaznamenáno v dokumentaci.

4. Simulace závady řídicích systémů (Fault Simulation for Control Systems)

V této induktivní metodě jsou zkušební postupy založeny na dvou kritériích: technologii a složitosti řídicího systému. V zásadě jsou použitelné následující metody:

- praktické zkoušky u skutečného obvodu a simulace závady na skutečných součástech, zvláště v oblastech s převládající nejistotou, s ohledem na provozní vlastnosti zjištěné při teoretické kontrole a analýze;
- simulace chování ovládání (např. s pomocí modelů hardwaru a/nebo softwaru).

Kdykoliv je zkoušen komplex bezpečnostních částí řídicích systémů, je obvykle nezbytné rozdělit systém na několik funkčních subsystémů a zkouškám simulace závady podrobit pouze rozhraní subsystémů.

Tato technika může být také použita pro jiné části strojního zařízení.

5. Metoda MOSAR (Method Organised for a Systematic Analysis of Risks)

MOSAR je komplexní postup v deseti krocích. Systém, který má být analyzován (strojní zařízení, postupy, instalace atd.) je uvažován jako několik na sebe vzájemně působících subsystémů. K identifikaci nebezpečí, nebezpečných situací a nebezpečných událostí je použita tabulka.

Adekvátnost odpovídajících opatření je studována pomocí druhé tabulky; třetí tabulka bere v úvahu jejich vzájemnou závislost.

Studie používající známé nástroje (např. FMEA) zdůrazňuje možné nebezpečné poruchy. To vede ke zpracování variant úrazů. Po odsouhlasení jsou varianty rozříděny do tabulky závažnosti poškození.

Další tabulka, opět po odsouhlasení, spojuje závažnost k cíli, které mají být bezpečnostními opatřeními dosaženy a určuje úroveň provedení technických a organizačních opatření.

Bezpečnostní opatření jsou pak včleněna do logických stromů a zbytková rizika jsou analyzována přes přijaté tabulky, určené po vzájemném souhlasu.

6. Analýza stromem závad (Fault Tree Analysis; FTA)

FTA je deduktivní metoda vycházející z události, která je považována za nežádoucí, která uživateli této metody umožní najít celou řadu kritických cest, které vedou k nežádoucí události. Metoda je uvedena též v ČSN IEC 1025.

Nejdříve jsou identifikovány nebezpečné nebo hlavní události. Všechny kombinace jednotlivých poruch, které mohou vést k nebezpečné události jsou pak zachyceny v logickém útvaru stromu chyb. Odhadem pravděpodobnosti jednotlivé poruchy a jejím vhodným matematickým vyjádřením, může být vypočítána pravděpodobnost hlavní události. Vliv změn systému na pravděpodobnost hlavní události může být snadno vyhodnocen a tak FTA usnadňuje šetření vlivů alternativních bezpečnostních opatření. Bylo také zjištěno, že metoda FTA je užitečná pro určení příčin úrazů.

Závěrečná poznámka

Doplňkovou literaturou je studie VÚBP, Král, M., „ Metodický přístup k analýze a hodnocení spolehlivosti systémů „Člověk – technika“ , 2005.

PŘÍLOHA 1 METODY A TECHNIKY HODNOCENÍ STROJŮ

V této příloze jsou vybrány metody a techniky převážně ze starší odborné literatury. Jsou uváděny v původním znění, tedy bez terminologických úprav vzhledem k současně platným termínům. Přesto jistě budou vhodným přínosem pro studium hodnocení strojů.

1. METODA ERGONOMICKÉHO HODNOCENÍ STROJŮ POMOCÍ KONTROLNÍHO LISTU

(Podle metodického návrhu IHE Praha, 1978)

Podstata metody je založena na sestavení soustavy ergonomických hledisek (kritérií), do tzv. „Kontrolního listu“, umožňující zjištění v kterých hlediscích jsou ve srovnání s příslušným legislativním předpisem a ČSN dodrženy či nedodrženy ergonomické požadavky.

Popis užití metody

1. Výchozím podkladem je sestavený tzv. „Kontrolní list“, který tvoří výběr hodnotících ergonomických hledisek (kritérií) v systému „Člověk – stroj“.
2. Způsob vyhodnocení záznamu z kontrolního listu.
Vyhodnocení se provede podle uvedených ergonomických hledisek zjišťovaných ve vztahu k činnostem na stroji, tj. příprava stroje, spouštění a zastavení stroje atd., tím způsobem, že se v příslušné kolonce kontrolního listu (viz tab.1.) vyznačí symbolicky plus (+) nebo mínus (-), podle toho, zda na hodnoceném stroji příslušný ergonomický požadavek je či není splněn.

Poznámka: 1. V kontrolním listu je třeba uvést přehled odkazů na platnou legislativu a příslušné ČSN.

Ukázka užití metody je uvedena na následujícím příkladu.

PŘÍKLAD : Tvorba a vyhodnocení „ Kontrolního listu “ pro stacionární stroje.

Kontrolní list obsahuje: 41 dílčích ergonomických hledisek rozdělených do 9 skupin označených písmeny A až I.

Přehled skupin :

- A Pracovní místo
- B Pracovní předmět a části stroje (kromě ovládačů)
- C Zdroje přímých informací
- D Zdroje zprostředkovaných informací
- E Ovládače
- F Vztahy mezi sdělovači a ovládači
- G Pracovní prostředí ovlivněné strojem
- H Povrch a tvarování stroje

I Vybavenost stroje

Činnosti u stroje :

U hledisek A až G je možno zhodnocení provést se zřetelem k devíti základním činnostem stroje označeným pořadovým číslem 1 až 9.

1. **Přípravy stroje** – tj. kontroly stavu stroje, zajištění a kontroly přívodu energie, chlazení mazání, seřízení stroje atd.
2. **Zásobování stroje** – tj. příprava potřebného množství surovin, materiálu, polotovaru apod., jejich vkládání, upínání, centrování, vyvažování atd.
3. **Spouštění a zastavení stroje** – tj. postup – algoritmus při zapínání a vypínání jednotlivých funkcí.
4. **Kontrola chodu stroje** – tj. kontrola pracovních i energetických funkcí či žádoucích parametrů např. otáčky, teplota, tlak, elektrické či jiné energetické veličiny, prováděná buď přímo (přímé informace) nebo zprostředkovaně (sdělovači).
5. **Úprava a kontrola zpracovávaných předmětů, materiálu, polotovarů apod.** – tj. povrchová úprava, odhrotování apod., prováděná pomocí ručních nástrojů či jiných pomůcek; měření a kontrola použitých měřidel a přístrojů.
6. **Výstup ze stroje** – tj. odebrání, uvolňování a vyjímání materiálu, polotovarů, předmětů z upínacích mechanismů, přípravků apod. a jejich ukládání ruční či pomocí mechanismů pro transport.
7. **Odstraňování odpadu, resp. vedlejších produktů** – tj. odstraňování třísek, pilin, odřezků, odpadu apod., jež může být ruční (vhodné pracovní pomůcky) nebo mechanizované.
8. **Čištění a údržba stroje** – tj. odstraňování nečistot, odpadu po skončení strojních operací, běžná údržba pracovních částí stroje, odstraňování drobných závad týkajících se nástrojů, mazání, chlazení apod.
9. **Opravy běžné a generální** – tj. takové, které provádějí k tomu určení opraváři buď na místě nebo v opravárenských dílnách.

TABULKA 1 Kontrolní list pro stacionární stroje a technická zařízení.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Základní údaje:									
<i>Typové označení stroje:</i>									
<i>Výrobce stroje:</i>									
<i>Charakteristika funkce stroje:</i>									
<i>Prostředí používání:</i>									
<i>Hodnotitel :</i>									
	Příprava stroje	Zásobování stroje	Spouštění a zastavení stroje	Kontrola chodu stroje	Úprava a kontrola zpracovávaného předmětu	Výstup ze stroje	Odstraňování odpadu, vedlejší produkty	Čištění a údržba stroje	Opravy běžné a generální
A PRACOVNÍ MÍSTO									
1	přístupnost z hlediska tělesných rozměrů								
2	základní pracovní poloha								
3	manipulační rovina								
4	pohybový prostor pro horní končetiny								
5	prostor pro dolní končetiny								
6	prostor pro umístění nožních ovládačů								
B PRACOVNÍ PŘEDMĚT A ČÁSTI STROJE (kromě ovládačů)									
1	hmotnost								
2	tvár								
3	frekvence pohybů při manipulaci								
4	riziko poškození								
C ZDROJE PŘÍMÝCH INFORMACÍ									
1	viditelnost								
2	rozlišitelnost								
D ZDROJE ZPROSTŘEDKOVANÝCH									
1	vybavenost z hlediska potřebných informací								
2	vhodnost typu informace								
3	viditelnost a čitelnost zrakových sdělovačů								
4	slyšitelnost a rozlišitelnost sluchových sdělovačů								
E OVLÁDAČE									
1	vhodnost typu								
2	rozlišitelnost								
3	síla, odpor, zdvih								
4	povrchová teplota úchopových částí								
5	vztahy mezi pohybem ovládačů a								

výsledných akcí									
Pokračování tabulky									

F VZTAHY MEZI SDĚLOVAČI A OVLÁDAČI									
1 celkové uspořádání									
2 mimořádné stavy									
G PRACOVNÍ PROSTŘEDÍ OVLIVNĚNÉ STROJEM									
1 hluk - ultrazvuk									
2 vibrace									
3 mikroklima									
4 pracovní ovzduší – látky obtěžující, inertní									
5 pracovní ovzduší - látky zdraví škodlivé									
6 ionizující záření									
7 elektromagnetické záření									
H POVRCH A TVAROVÁNÍ STROJE									
1 povrchová teplota stěn stroje									
2 barevná úprava stroje									
3 tvarování z hlediska funkčního, estetického a bezpečnostního									
I VYBAVENOST STROJE									
1 nástroje, přípravky, pomůcky apod.									
2 mechanizační zařízení pro transport břemen o velké hmotnosti									

2. METODA ERGONOMICKÉHO HODNOCENÍ STROJŮ Z HLEDISKA FUNKCE ČLOVĚKA U STROJE

(Matoušek, O., Bezpečná práce č. 3, 1979, str. 86 až 89)

Podstata metody je založena na celkovém ergonomickém hodnocení strojů z hlediska funkcí člověka při práci se strojem a možných zdravotních důsledcích.

Základní funkce člověka u stroje:

- **Tělesné funkce** - zajišťují řídicí akce a vlastní produktivní výkon.
Charakterizující dílčí hlediska: pracovní poloha; pohybové stereotypy; energetické nároky; pracovní tempo; statická práce.
- **Smyslové funkce** - zajišťují příjem informací.
Charakterizující dílčí hlediska: podnětové pole; typ informačních zdrojů; viditelnost a rozlišitelnost informačních zdrojů.
- **Psychické funkce** - zajišťují zpracování informací a rozhodnutí.
Charakterizující dílčí hlediska: zpracování informací; složitost rozhodování; samostatnost v rozhodování; rychlost rozhodování.

K základním funkčním hlediskům je přidáno ještě nebezpečí, jež se hodnotí se zřetelem na riziko pracovního úrazu, rizika profesionální choroby a jiná rizika (definovaná v ČSN EN ISO 12100 –1 / 83 3001/).

Popis užití metody:

Pro základní funkce člověka u stroje a charakterizující je dílčí hlediska se přiřazují hodnotící čtyři stupně ergonomické náročnosti stroje označené písmeny A, B, C, D. Stupeň A představuje pozitivní hodnocení se zřetelem na zdraví, stupeň B, C, D negativní hodnocení se stoupající závažností zdravotních důsledků.

Přehled funkcí člověka s dílčími hledisky a charakteristika stupňů náročnosti postihující celkové ergonomické hodnocení stroje je uvedeno v tabulce 2. Celkové (sumární) ergonomické hodnocení stroje, podle výskytu stupňů A, B, C, D, roztrídíme do 4 tříd s označením I, II, III, IV a podtříd 1 až 12, viz tabulka 3.

Výsledkem ergonomického zhodnocení stroje podle jeho třídního zařazení je informace o tom, v kterých hlediscích stroj splňuje příslušné legislativní požadavky (ergonomické kritéria). Jde o kvalitativní hodnocení stroje se zřetelem na zdravotní důsledky. Požadavek kvantitativního hodnocení by předpokládalo definovat měrné jednotky pro každé hledisko (kritérium), což v ergonomii je mnohdy obtížné, zejména týká-li se to psychických procesů.

Třídy pro ergonomické hodnocení strojů a jejich charakteristiky

Ergonomickým kritériem hodnocených strojů je jejich zařazení do 4 tříd a to podle stupně nároků na základní funkce člověka, posuzované detailně podle dílčích hledisek, se zřetelem na zdravotní důsledky.

T ř í d a I - zařazované stroje, u nichž se v hodnocení vyskytují ve všech hlediscích jen stupně A.

Jsou to stroje s optimální aktivací pohybových, smyslových i psychických funkcí, bez jakéhokoliv rizika ohrožení zdraví a života, umožňující pocity komfortu, spokojenosti, estetických zážitků, uplatnění tvořivých aspektů v práci (možnost sebeuplatnění a samostatnosti v rozhodování) a tím mají pozitivní vliv na rozvoj dovedností a schopností. U těchto strojů nelze předpokládat žádné negativně zdravotně působící vlivy, naopak mohou příznivě ovlivnit zdraví v jeho aspektu psychologickém i resp. sociálním.

Hodnocení : riziko přijatelné

T ř í d a II - zařazované stroje, u nichž se v hodnocení vyskytuje pouze jednou stupeň B (v kterémkoliv hledisku).

Ostatní stupně jsou A a nevyskytuje se žádný stupeň C nebo D .

Jsou to stroje, u nichž se mohou vyskytnout zvýšené nároky na adaptační procesy provázené únavou, která je však obvykle kompenzována odpočinkem. Hygienické limity jsou dodrženy. Ze zdravotního hlediska se mohou vyskytnout některé negativní jevy, nikoliv však závažného významu.

Hodnocení: riziko mírně zvýšené

T ř í d a III - zařazované stroje, u nichž se v hodnocení vyskytuje pouze jednou stupeň C (v kterémkoliv hledisku).

Ostatní stupně jsou A nebo B a nevyskytuje se žádný stupeň D.

Tyto stroje již výrazně zvyšují nároky na jednotlivé funkce, případně zhoršují podmínky pracovní činnosti (riziko). Nároky na adaptaci jsou značně vysoké a jejich důsledkem může být chronická únava či jiné negativní důsledky pro lidský organismus – chorobné příznaky bez rozvinutého onemocnění.

Hodnocení: riziko zvýšené

T ř í d a IV - zařazované stroje, u nichž se v hodnocení vyskytuje alespoň jeden stupeň D (v kterémkoliv hledisku).

Ostatní stupně mohou být A, B, C bez omezení.

Jsou to stroje se závažnými ergonomickými nedostatky, překračující výkonovou kapacitu člověka, s jednostrannou nepřiměřenou zátěží např. pohybového aparátu, smyslů, s vysokými nároky na psychiku. Patří sem stroje, které jsou zdrojem škodlivin překračující hygienické limity. Ze zdravotního hlediska mohou být příčinou patologických změn v organismu např. neuróz, poruch hybnosti, až po profesionální choroby.

Hodnocení: riziko vysoké (nepřijatelné)

Zavedením podtříd (viz tab.2.) je umožněno podrobnějšího posuzování dílčích hledisek. Jako příklad jsou uváděny charakteristiky podtřídy 1., 5. a 12.

Charakteristiky vybraných podtříd :

1. Optimální podmínky.

Priměřená zátěž základních funkcí člověka; vlastní volba pracovní polohy a pracovního tempa. Práce se strojem dává pocity pracovního komfortu.

Stroj se považuje za přiměřeně nebezpečný.

5. Závažnější nedostatky, týkající se zátěže základních funkcí člověka.

Omezené pohybové možnosti; nepřiměřené vysoké nároky na psychické funkce; složité rozhodování; projevy monotónie.

Stroj vykazuje vyšší úroveň nebezpečnosti.

12. Extrémní případ.

Stroj má ve všech hlediscích velmi závažné nedostatky.

Stroj je možno již považovat za nepřijatelný pro vysokou nebezpečnost.

Velká pravděpodobnost výskytu velmi závažných zdravotních důsledků pro lidský organismus.

TABULKA 2 Hlediska a charakteristika stupňů celkového ergonomického hodnocení stroje

TĚLESNÉ FUNKCE	A	B	C	D
Pracovní poloha	Možnost střídání polohy vsedě a vstoje (svolností pohybu trupu a končetin)	Převážně poloha vsedě, vstoje, přecházení na krátké vzdálenosti	Trvale vstoje či vsedě s omezenou možností pohybu trupu či končetin. Občasný výskyt extrémních poloh.	Trvale vstoje se zatížením končetiny obsluhou nožního ovládače. Častý výskyt extrémních poloh.
Pohybové stereotypy	Přiměřené proměnlivé (aktivace různých svalových skupin a trupu).	Převažující pohybové stereotypy jednoduššího typu s možností střídání. Mírné (občas) zvýšené nebo příliš malé.	Značně omezená pohybová aktivita nebo příliš složité pohybové stereotypy.	Pouze jeden velmi jednoduchý, trvale se opakující (vysoká pohybová stereotypie).
Energetické nároky	Přiměřené (ani příliš velké ani příliš malé).	Vnucené taktem stroje, avšak tempo ručních operací je přiměřené.	Zvýšené limity jsou občas překročeny.	Trvalé překračování limitů.
Pracovní tempo	Zcela volné, jen občas závislé na taktu stroje.	Občasný výskyt	Vnucené taktem stroje, se zvýšenou rychlostí ručních operací.	Striktně určené taktem stroje a velkou rychlostí ručních operací.
Statická	Vůbec se		Častý výskyt.	Velmi častý výskyt.

práce	nevyskytuje			
-------	-------------	--	--	--

<p>SMYSLOVÉ FUNKCE</p> <p>Podnětové pole</p> <p>Typ informačních zdrojů</p> <p>Viditelnost a rozlišitelnost informačních zdrojů</p>	<p>Přiměřené proměnlivé střídání podnětů (informací) různého typu.</p> <p>Informace přímé i zprostředkované s jednoznačným významem.</p> <p>Velmi dobrá s přiměřenými nároky na zrakovou a sluchovou diskriminaci.</p>	<p>Méně proměnlivé (podněty stejného typu stále se opakující).</p> <p>Převažují zprostředkované informace vstupující do složitějších vztahů.</p> <p>Obtížnější (nutnost změny pracovní polohy). Občas zvýšené nároky na diskriminaci.</p>	<p>Velmi proměnlivé (různé typy informací střídající se v nepravidelných intervalech).</p> <p>Složitě informační zdroje. Víceznačnost významu informací. Nutnost aktivního vyhledávání relevantních informací. Složitě vazby mezi informacemi.</p> <p>Značně obtížná, resp. s vysokými nároky na přesný příjem (rozišování tvarů, symbolů, kódů, barev atd.).</p>	<p>Velmi jednotvárné, trvalé sledování jednoho zdroje informací (nemožnost odpoutání).</p> <p>-----</p> <p>-----</p>
<p>PSYCHICKÉ FUNKCE</p> <p>Zpracování Informací</p> <p>Složitost rozhodování</p> <p>Samostatnost v rozhodování</p> <p>Rychlost rozhodování</p>	<p>Přiměřené nároky na paměť, pozornost, myšlení při zpracování přímých, zprostředkovaných, resp. obojích informací</p> <p>Přiměřená, aktivizující různé psychické funkce jako např. paměť, představivost atd. Příznivý vliv na prohlubování a osvojování speciálních znalostí.</p> <p>Možnost samostatného rozhodování při volbě pracovních postupů ve výběru alternativ při řešení mimořádných stavů apod. Optimální aktivace myšlení se znaky tvořivosti. Příznivý vliv na rozvoj některých schopností a dovedností.</p> <p>Bez časového tlaku.</p>	<p>Zvýšené nároky na krátkodobou, dlouhodobou paměť, resp. obojí a na myšlení při zpracování převážně nebo jen zprostředkovaných informací se složitými vazbami.</p> <p>Jednoduché situační rozhodování podle striktně určeného algoritmu.</p> <p>Možnost samostatného rozhodování pouze v některé méně důležitých aspektech pracovní činnosti, např. pracovní tempo, sled některých úkonů apod.</p> <p>Časový tlak, však nepůsobící stressogenně.</p>	<p>Dezaktivace psychických funkcí v důsledku nedostatku informací vedoucí k útlumu, nasycenosti apod. (Senzorická deprivace).</p> <p>Složitě rozhodování s nutností provádění složitých výpočtů, kalkulací, analýz apod.</p> <p>Žádná. Striktně určený pracovní postup (algoritmus) snadno nacvičitelný vedoucí k útlumu psychických funkcí.</p> <p>Silný časový tlak může být příčinou selhání</p>	<p>-----</p> <p>Velmi složité rozhodování s velkou pravděpodobností selhání se závažnými důsledky (např. rozhodování na základě neúplných informací, rozhodování heuristické).</p> <p>-----</p>

RIZIKA				
Riziko pracovního úrazu (příčiny mechanické, fyzikální).	Neexistuje, nebo je stroj vybaven funkcí bezpečnostně-technickým zařízením („nepodmíněná ochrana“)	Riziko vzniku lehkých pracovních úrazů. Nutnost používat kryty apod. „Podmíněná ochrana“ závislá na jednání člověka. Nutnost použití běžných typů OOPP.	Riziko vzniku těžších úrazů. Stroj není vybaven bezpečnostně-technickým zařízením. Nutnost použití běžných, resp. speciálních osobních ochranných prostředků.	Velmi nebezpečný stroj. Riziko vzniku těžkých, resp. hromadných pracovních úrazů.
Riziko profesionální nemoci (příčiny fyzikální, chemické, biologické).	Stroj není zdrojem škodlivin nebo úniku škodlivin je spolehlivě zabráněno. (Např. hluk, vibrace, záření, toxické látky apod.).	Škodliviny, jejichž zdrojem je stroj, jsou z hlediska intenzity koncentrací v pásmu přípustných hygienických limitů.	Škodliviny občas překračují přípustné hygienické limity.	Trvalé překračování přípustných hygienických limitů. Vysoké riziko vzniku nemoci.
Jiná rizika	Stroj není zdrojem „sublimitní“ či „nadlimitní“ zátěže funkcí tělesných, smyslových či psychických.	Občasný výskyt zátěže některé funkce.	Trvalejší jednostranná zátěž některé funkce vedoucí k očasným poruchám v hybnosti, zraku, sluchu či psychice.	Velké riziko závažných poruch v jednotlivých funkcích s irreversibilními důsledky (patologické změny).

TABULKA 3 Přehled tříd a podtříd strojů podle výskytu stupňů

Třída strojů	Výskyt stupňů (v kterémkoliv hledisku)	Podtřída strojů
I	Jen A, žádný B, C, D	1
II	Převažující A nad B, žádný C, D	2
	Stejný počet A, B, žádný C, D	3
	Převažující B nad A, žádný C, D	4
III	Jeden C, ostatní A, B, žádný D	5
	Dvě C, ostatní A, B, žádný D	6
	Tři C, jedno A nebo B, žádný D	7
	Čtyři C	8
IV	Jeden D, ostatní A nebo B nebo C	9
	Dva D, ostatní A nebo B nebo C	10
	Tři D, jedno A nebo B nebo C	11
	Čtyři D	12

Závěr

Obě uvedené metody poskytují hodnotiteli informaci o tom, v kterých hlediscích stroj splňuje příslušné legislativní požadavky. Lze je považovat za metody použitelné v terénní praxi, kdy jde o soubor ergonomických hledisek srovnávaných s příslušnými parametry podle platné legislativy nebo ČSN.

3. METODA HODERG - HODNOCENÍ ERGATICHNOSTI STROJE

(podle Chundely – ČVUT Praha, 1989)

Metoda HODERG je založena na posouzení a zhodnocení ergatické úrovně stroje podle celé škály kritérií a parametrů, která v daném systému „Člověk – stroj – prostředí“ působí na zajištění pracovní pohody při obsluze stroje.

Metoda HODERG vychází z těchto předpokladů:

1. Je definována ergatichnost stroje (zařízení), přičemž její hodnoty se pohybují v intervalu 1 - 0 .

Poznámka: 1. Ergatichností označujeme tu kvalitu systému „Člověk - stroj – prostředí“ (nebo jeho prvků a subsystémů), která určuje míru zajištění zdraví a psychofyzické pohody člověka.

2. Nízkou ergatichností - je označována hodnota blížíící se 0.

Je to takový stav systému, kdy dochází k vysokému ohrožení člověka.

Vysoká ergatichnost - vyjadřuje ji hodnota blížíící se 1.

Značí, že v systému jsou bezpečnostní, ergonomická, hygienická, estetická i další kritéria (parametry) správně splněna a dosahují požadovaných hodnot.

3. Opakem ergatichnosti systému (stroje) je rizikovost (škodlivost) stroje.

Vztah mezi ergatichností (E) a rizikovostí (R) je definován:

$E = 1 - R$; pro: $R = 0$ je minimální rizikovost a maximální ergatichnost.

2. Ergatichnost je měřitelná:

- a) objektivně, kdy lze určit veličiny (parametry) a jejich jednotky, včetně způsobu měření;
- b) objektivně neměřitelná, kdy se volí buď stupnice slovního vyjádření, nebo vyjádření relativní v procentech.

3. Lze určit hranice míry ohrožení jednotlivých ergatických faktorů (kritérií).

Hranice ohrožení se určí rozdělením do 5 tříd (pásem ergatichnosti systému 0 – 1), viz tabulka 4.

TABULKA 4 Třídy ergatichnosti

Třída Ergatichnosti	Charakteristika působení na člověka	Hodnota
1	<u>Naprost</u> o nevhodné, škodlivé, nepřijatelné, patologické následky poškození zdraví	0
2	<u>Škodlivé</u> , kritické, narušuje zdraví při dlouhém působení	0,01 - 0,34
3	<u>Narušení pohody</u> , hranice mezních hodnot příslušných normativů	0,35 - 0,65
4	<u>Běžné riziko</u> , nepatrné ohrožení, lepší než nutné podmínky, blíží se k ideálnímu stav	0,66 - 0,99
5	<u>Ideální</u> , (v praxi nedosažitelný) stav	0,999 - 1

4. Lze určit významnost ergatického vlivu jednotlivých faktorů (kritérií).
Významnost jednotlivých kritérií (parametrů), podle příslušné váhy kritéria (v_k) a váhy parametru (v_p) , je rozdělena do 7 základních stupňů – viz tabulka 5.

TABULKA 5 Stupně významnosti (váhy) kritérií a parametrů

Ergatická významnost	Váha (v_k) (v_p)	Název stupně významnosti kritéria - parametru
0	0	neexistuje, nehodnotí se
1	1	bezvýznamná
2	2	málo významná
3	4	podprůměrná významnost
4	8	průměrná významnost
5	16	nadprůměrná významnost
6	3 1,5	velmi významná
7	63	mimořádně významná

Poznámka: 1. Přiřazení váhy jednotlivých kritérií (v_k) nebo parametrů (v_p) se určí pomocí expertní metody.

5. Lze formulovat empirické vztahy (závislosti), které zachycují a vhodně zobrazují systémově vazby prvků (komponenty technické i lidské) s rozlišením významnosti dílčích kritérií a parametrů (tzv. váhy) a u parametrů navíc jejich třídní znak ergatickosti. Kvantitativně oceněná kritéria a parametry (podle tab. 4 a 5) představují soubor ergatických údajů jako podkladů pro hodnocení stroje, což je postíženo v tabulce 6.

Hodnoty ergatickosti jednotlivých kritérií se vypočítávají podle vzorce:

$$E_{ki} = \frac{\sum_{i=1}^{i=p} E_{pi} \cdot V_{ki}}{\sum_{i=1}^p V_{pi}} \quad /1/$$

kde: E_{ki} – ukazatel ergatickosti i-tého kritéria
 E_{pi} – ergatickost i-tého parametru
 V_{pi} – váha i-tého parametru
 p – počet hodnocených parametrů

Ergatickost celého stroje (zařízení) se vypočte podle vzorce:

$$E_s = \frac{\sum_{i=1}^{i=k} E_{ki} \cdot V_{ki}}{\sum_{i=1}^k V_{ki}} \quad /2/$$

kde: V_{ki} – váha i-tého kritéria
 k – počet hodnocených kritérií

TABULKA 6 Hodnocení ergatičnosti stroje

Číslo		Název	Jedn.	Váha		Třída erg.	Pozn.
krit.	par.			V _k	V _p		
1	2	3	4	5	6	7	8
1		ROZMĚROVÉ ŘEŠENÍ		30			
	1	Vymezení pracovního místa	%		2		
	2	Přestavitelnost prvků			63		
	3	Výška manipulační roviny			10		
	4	Velikost pracovního prostoru hlavní činnosti			35		
	5	Prostor pro manipulaci a obsluhu			45		
	6	Prostor pro nohy			49		
	7	Většina činností se provádí v prostoru			28		
	8	Pracovní poloha			55		
	9	Přístupnost částí stroje (opravy, údržba)			22		
2		OVLÁDAČE		21			
	1	Vhodnost typu (ruční i nožní)	%		46		
	2	Vhodnost umístění ručních ovládačů	%		32		
	3	Umístění nožních ovládačů	%		32		
	4	Správné rozměry	%		44		
	5	Řešení hmatníků	%		15		
	6	Síla ovládání	N		54		
	7	Počet ovládačů	ks		60		
	8	Teplota hmatníků	°C		2		
	9	Umístění panelu			61		
	10	Řešení panelu (topografie, označení)			12		
3		SDĚLOVAČE		25			
	1	Vhodnost typu	%		33		
	2	Vhodnost umístění	%		32		
	3	Počet sdělovačů			46		
	4	Vhodná senzorická cesta	%		44		
	5	Vhodné kódování informací	%		46		
	6	Vhodná doba expozice informace	%		55		
	7	Velikost kritického detailu (větší než 5´)			59		
	8	Kolmost pohledu (směr pohledu)	úhel		8		
	9	Provedení stupnic	%		14		
	10	Provedení číselníků	%		10		
	11	Informace o funkci systému (okamžitý stav)			63		
4		VYBAVENÍ A ORGANIZACE STROJE		17			
	1	Evidované nářadí	%		37		
	2	Evidované pomůcky	%		25		
	3	Evidované mechanizační prostředky	%		44		
	4	Evidované měřidla	%		34		
	5	Úložné prostory a plochy	%		47		
pokračování tabulky							

	6	Dopravní zařízení	%		42		
	7	Seřizování	%		33		
	8	Údržba	%		41		
	9	Rytmus práce			63		
	10	Přítomnost u stroje	%		63		
	11	Druh sedačky			42		
	12	Výška sedačky			17		
	13	Provedení sedačky			34		
	14	Opěrka zad			11		
	15	Loketní opěrka			5		
	16	Podnožka			20		
	17	Podlaha			14		
	18	Forma a kvalita dokumentace stroje			8		
5		VIZUÁLNÍ PODMÍNKY			24		
	1	Nároky na zrak (velikost kritického detailu)	mm		63		
	2	Přehlednost u stroje			43		
	3	Místní osvětlení			29		
	4	Zastínění pozorovaných míst	%		27		
	5	Zdroje oslnění			48		
	6	Kontrast jasů u zrakově náročných prací			35		
	7	Rovnoměrnost osvětlení	r		9		
	8	Optimální zorná vzdálenost	%		28		
	9	Velikost zorného pole	úhel		4		
6		FYZICKÁ ZÁTĚŽ			38		
	1	Střídání pracovních poloh			12		
	2	Dynamická zátěž za směnu (nad BM)	kJ		28		
	3	Dynamická zátěž minutová (nad BM)	kJ		44		
	4	Statická zátěž krátkodobá, lokální, za směnu	%Fmax		47		
	5	Statická zátěž dlouhodobá (polohy, držení,..)	%Fmax		63		
	6	Rozložení zátěže			27		
	7	Časový průběh zátěže ve směně			26		
	8	Hmotnost břemen	kg		29		
	9	Pracovní tepová frekvence (směnový prům.)	min ⁻¹		37		
	10	Pracovní tepová frekvence (krátkodobě)	min ⁻¹		53		
	11	Přestávky v práci			28		
7		PSYCHICKÁ ZÁTĚŽ			44		
	1	Vypjatá pozornost	% sm.		54		
	2	Nároky na paměť			43		
	3	Monotónnost práce			24		
	4	Rušivý šum příjmu informací (hluk, mluva..)			32		
	5	Stresová práce (časový faktor, strach,..)			56		
	6	Nedostatek informací			20		
	7	Mimořádné nároky na smysly (koordinace)			43		
	8	Nároky na kvalifikaci			11		

Pokračování tabulky

8		NEBEZPEČNOST		63		
	1	Splnění ustanovení bezp. předpisů a ČSN			63	
	2	Nebezpečí pádu (otvory, kluzkost,..)			19	
	3	Nebezpečnost pohyblivých částí stroje			10	
	4	Nebezpečí odletu materiálu			13	
	5	Nebezpečí z tlačných a střížných míst			20	
	6	Nebezpečí z břitů a hrotů			17	
	7	Nebezpečí el. proudu			44	
	8	Nebezpečí pádu břemen			35	
	9	Nebezpečí horkých částí stroje			18	
	10	Selhání zabezpečovacích a ochranných zař.	p/rok		47	
	11	Nepodmíněnost prevence	%		32	
9		HYGIENIČNOST		58		
	1	Intenzita hluku	dB _A		36	
	2	Frekvence hluku	kHz		39	
	3	Časový průběh hluku			15	
	4	Vibrace a otřesy	m.s ⁻²		45	
	5	Přenos vibrací			20	
	6	Teplota dotykových částí	°C		23	
	7	Teplota tekutin (styk s tělem)	°C		27	
	8	Proudění vzduchu	m.s ⁻¹		12	
	9	Vlhkost vzduchu	%r.v.		10	
	10	Prach			25	
	11	Ultrafialové záření			34	
	12	Chemické škodliviny			56	
	13	Škodliviny kůže, sliznic, alergeny			42	
	14	Infekce			58	
	15	Kolísání klimatických podm. chodem stroje			8	
	16	Nepodmíněnost prevence			51	
10		ESTETIČNOST		2		
	1	Výtvarná progresivita			26	
	2	Výtvarná originalita			14	
	3	Racionální řešení z hlediska výroby			57	
	4	Uplatnění estetických zásad			45	
	5	Uplatnění výtvarných prvků (materiál,plocha			32	
11		EKOLOGIČNOST		42		
	1	Znečištění ovzduší			47	
	2	Znečištění vody			32	
	3	Znečištění půdy			17	
	4	Ohrožení flory a fauny			63	
	5	Ostatní škodliviny			8	

PŘÍKLAD : Ověřit, jak se po inovaci stroje zlepšila jeho ergatičnost.

Postup řešení:

Ocenění ergatičnosti hodnoceného stroje podle expertně sestavených tabulek 4 až 6.

Výpočet ukazatelů ergatičnosti podle vzorců /1/ a /2/.

Analýza výsledků.

ad 1) Přístup ke zhodnocení ergatičnosti stroje podle údajů v tabulkách 4 až 6.

- a) Studium všech podkladů technických a provozních ke stroji.
- b) Ukázka postupu k ocenění hodnot ergatičnosti pro kritérium „ rozměrové řešení “ (dle tabulky 5.) a parametrů podle třídy ergatičnosti (dle tabulky 4.) - viz tabulka 7.

TABULKA 7 Ukázka postupu ocenění ergatičností jednoho z kritérií - E_{k1}

i	Název parametru a jeho ocenění podle třídy erg..	V _{pi}	E _{pi}	E _{pi} . V _{pi}
1	Vymezení pracovního místa - 80 % doby směny	2	0,85	1,70
2	Přestavitelnost prvků - velmi dobrá (univerzální)	63	0,85	53,55
3	Výška manipulační roviny – vyhovuje hyg.předpisu	10	0,90	9,00
4	Velikost pracovního prostoru – velmi dobrá	35	0,85	29,75
5	Prostor pro ruč.manipulaci – velmi dobrý	45	0,95	42,75
6	Prostor pro nohy – výborný	49	0,99	48,50
7	Většina činností se provádí v prostoru – omezeném	28	0,90	25,20
8	Pracovní poloha – ve stoji	55	0,85	46,75
Celkem		287		257,20

$$E_{ki} = \frac{\sum_{1}^{8} E_{pi} \cdot V_{pi}}{\sum_{1}^{8} V_{pi}} = \frac{257,20}{287} = 0,9 \quad (\text{Podle vzorce /1/})$$

Obdobně se postupuje při výpočtu hodnot ergatičnosti pro ostatní kritéria.

- Poznámka: 1. Při určování těchto ukazatelů ergatičnosti je vhodné určovat dvě hodnoty: průměrnou a nejhorší. V příkladu byly vztaty v úvahu hodnoty průměrné.
2. Vypočtené hodnoty ergatičnosti jednotlivých kritérií, podle vzorce / 2 /, jsou uvedeny v přehledné tabulce 8.
 3. V tabulce 8 jsou porovnávány hodnoty ergatičnosti jednotlivých kritérií pro stroj před inovací a po realizované inovaci.

TABULKA 8 Přehled porovnávaných hodnot ergatických kritérií - E_{ki}

K r i t é r i u m	Stroj před inovací	Stroj po inovaci
1. Rozměrové řešení	0,61	0,90
2. Ovládače	0,46	0,90
3. Sdělovače	0,62	0,90
4. Vybavení stroje, zařízení	0,45	0,70
5. Vizuelní podmínky	0,66	0,75
6. Fyzická zátěž	0,60	0,75
7. Psychická zátěž	0,34	0,75
8. Nebezpečnost	0,70	0,85
9. Hygieničnost	0,70	0,85
10. Estetičnost	0,85	0,95

ad 2) Výpočet ergatičnosti celého stroje (dle vzorce / 2 /) z údajů v tabulce 8.

a) pro stroj před inovací : $E_s = 0,657$

b) pro stroj po inovaci :

$$E_s = \frac{(0,90 \cdot 30) + (0,90 \cdot 21) + (0,90 \cdot 25) + (0,70 \cdot 17) + (0,75 \cdot 24) + (0,75 \cdot 38) + (0,75 \cdot 44) + (0,85 \cdot 63) + (0,85 \cdot 58) + (0,95 \cdot 2)}{(30+21+25+17+24+38+44+63+58+2)} = \frac{242,5}{322} = 0,75$$

ad 3) Analýza výsledků

V příkladu jsou postupně uváděny a srovnávány hodnoty úrovně ergatičnosti kritérií a parametrů hodnoceného stroje podle expertně vypracovaných tabulek 4 až 6. Jistě není nutné zvlášť zdůrazňovat náročnost na přípravu a vlastní postup při hodnocení stroje.

Na uvedeném ilustrativním příkladu byla ukázána metodika přístupu k ergatickému hodnocení stroje. Výsledkem řešeného úkolu je prokázání zlepšení úrovně ergatičnosti stroje po realizované inovaci. Lze konstatovat, že úroveň ergatičnosti stroje se po inovaci zvýšila na hodnotu 0,75 oproti dřívější hodnotě 0,61, což znamená posun z rozhraní mezi 3. a 4. třídou na úroveň 4. třídy ergatičnosti inovovaného stroje. Jedná se tedy o posun do zóny běžného rizika, tj. oblasti charakterizované tím, že provozní zátěž u stroje již nenarušuje pracovní pohodu, což dává předpoklady pro ozdravení pracovních podmínek a pro zlepšení produktivity práce.

4. METODA BODOVACÍ

Podstatou bodovací metody je formulace kritérií, na kterých je závislý stupeň nebezpečnosti nebezpečného faktoru. Na ČVUT v Praze byla vypracována bodovací metoda pro hodnocení nebezpečnosti stroje pod názvem BOMECH (uvedena v BHP č.7-8/2001).

Metodický postup bodovací metody se skládá z těchto kroků:

- Definice a popis hodnoceného stroje.
- Identifikace nebezpečí (určení přesného místa – lokality nebezpečného faktoru a jeho vlastností – nositele nebezpečí).
Při jejich identifikaci lze použít jejich schématický přehled, dále příslušné technické normy, bezpečnostní předpisy apod. Nenahraditelným pomocníkem je vlastní praktická zkušenost a metody přímého pozorování.
- Vhodné sestavení jednotlivých nebezpečí (nebezpečných faktorů a nebezpečných vlastností) do formuláře (nejlépe přehledné tabulky).
- Míra ohrožení nebezpečnými faktory se ohodnotí příslušným počtem bodů podle stanovených kritérií:

$$nb \text{ (nebezpečnost)} = f \text{ (funkce, závislost) (N, O, P, E, R, Z, K, I, D, V)}$$

- kde znamená:
- N** - odhadovaný možný následek ohrožení
 - O** - počet současně ohrožených osob
 - P** - možnost existence nebezpečného místa
 - E** - doba, po kterou je člověk v poli rizika za rok
 - R** - možnost obranné reakce
 - Z** - nároky na psychofyziologické vlastnosti člověka v poli rizika
 - K** - nároky na bezpečnostní kvalifikaci
 - I** - identifikace – poznatelnost rizika (nebezpečného faktoru)
 - D** - dynamičnost – změna stupně nebezpečnosti nebezpečného faktoru v čase
 - V** - citlivost nebezpečnosti nebezpečného faktoru na vliv pracovního prostředí

TABULKA 9 NÁVRH NA USPOŘÁDÁNÍ TABULKY PRO HODNOCENÍ NEBEZPEČNOSTI STROJE (dále viz tabulka 10)

Poř. č.	Nebezpečný faktor	Nebezpečná vlastnost	Pracovní činnost	Možné poškození zdraví	Kritéria nebezpečnosti										k _N	Kategorie
					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

METODICKÁ POZNÁMKA :

Nebezpečný faktor – vyjadřuje např. tepelné účinky zdroje nebezpečí, vliv nebezpečných vlastností v poli rizika.

Nebezpečná vlastnost – vyjadřuje se např. fyzikálními účinky stroje.

Terminologický výklad užitých pojmů není zcela v souladu s normativami v technických normách. V tom má každá takováto metoda svá specifika, která je třeba brát v úvahu.

TABULKA 10 ODHADOVÁNÍ MÍRY OHROŽENÍ VYCHÁZEJÍCÍHO Z NEBEZPEČNÝCH FAKTORŮ
(Při určování počtu bodů u jednotlivých kritérií je možno interpolovat)

Kritérium		Nejpravděpodobnější následek ohrožení		Počet bodů
N	1	1.1	smrt	100
		1.2	trvalé vyřazení z pracovní činnosti	60
		1.3	velmi těžké ohrožení zdraví	40
		1.4	hospitalizace	20
		1.5	pracovní neschopnost bez hospitalizace	10
		1.6	ohrožení zdraví bez pracovní neschopnosti	3
		1.7	narušení pracovní pohody	0
Kritérium		Ohrožení osoby v pracovní směně		Počet bodů
O	2	2.1	více než 10	60
		2.2	51 až 100	40
		2.3	21 až 50	25
		2.4	11 až 20	12
		2.5	5 až 10	6
		2.6	2 až 1	2
		2.7	1	0
Kritérium		Předpoklad existence místa (lokality) s nebezpečným faktorem		Počet bodů
P	3	3.1	existuje trvale	1
		3.2	existence je velmi pravděpodobná	10 ⁻¹
		3.3	existence je pravděpodobná	10 ⁻²
		3.4	existence je málo pravděpodobná	10 ⁻³
		3.5	existence je nepravděpodobná	10 ⁻⁴
		3.6	dosud neexistovalo, ale může existovat	10 ⁻⁵
		3.7	existence je prakticky vyloučena	10 ⁻⁶
Kritérium		Expozice – přítomnost člověka v poli rizika (hodin/rok)		Počet bodů
E	4	4.1	více než 6000	50
		4.2	4001 až 6000	35
		4.3	1500 až 4000	23
		4.4	501 až 1500	15
		4.5	201 až 500	9
		4.6	51 až 200	3
		4.7	1 až 50	1
		4.8	méně než 1	0
Kritérium		Možnost ochranné reakce při vzniku nežádoucí události		Počet bodů
R	5	5.1	nemožná	40
		5.2	velmi obtížná	20
		5.3	obtížná	6
		5.4	možná	3
		5.5	snadná (reflexivní)	0
Kritérium		Zátěž (fyzická, psychická aj.) při činnosti v poli rizika		Počet bodů
Z	6	6.1	velmi vysoká (nepříjemná)	30
		6.2	vysoká (nadprůměrná)	15
		6.3	průměrná (v hodnotách normy)	5
		6.4	malá	2
		6.5	nepatrná	0
Kritérium		Kvalifikace – nároky na bezpečnostní kvalifikaci pracovníka		Počet bodů
K	7	7.1	velmi vysoké	30
		7.2	vysoké	15
		7.3	průměrné	5
		7.4	malá	2
		7.5	nepatrná	0

pokračování tabulky

Kritérium		Identifikace (poznatelnost) rizika (nebezpečného faktoru)		Počet bodů
I	8	8.1	nemožná (nahodilý nepoznatelný jev)	30
		8.2	možná (pravděpodobný poznatelný jev)	15
		8.3	jasná (zákonitý jev)	5
Kritérium		Dynamičnost – možnost zvyšování závažnosti rizika		Počet bodů
D	9	9.1	závažnost roste výrazně	20
		9.2	závažnost roste mírně	5
		9.3	závažnost se nemění	0
Kritérium		Citlivost nebezpečného faktoru na vliv pracovního prostředí		Počet bodů
V	10	10.1	velký	10
		10.2	průměrný	3
		10.3	žádný	0

VÝPOČET HODNOTY KOEFICIENTU NEBEZPEČNOSTI - k_N

Každý z členů hodnotitelské komise vypočítá hodnotu koeficientu nebezpečnosti podle vzorce:

$$k_{Ni} = \sum (\text{podle kritéria 1 až 10})$$

tj. součtem bodů zaznamenaných podle jednotlivých kritérií ve sloupcích 6 až 15 (uvedených v tabulce 10). Tato výsledná hodnota se zapíše do sloupce 16 (tabulky 9).

URČENÍ KATEGORIE NEBEZPEČNÉHO FAKTORU

Dle velikosti k_N se určí kategorie nebezpečného faktoru (viz tabulka 11). Příslušné písmeno (A, B, C, D nebo E) - označení kategorie, se vyznačí ve sloupci 17 tabulky 9.

TABULKA 12 KATEGORIE NEBEZPEČNÉHO FAKTORU

k_N počet bodů	KATEGORIE		Doporučení
	označení	název	
více než 200	A	katastrofální	nepřípustné riziko; ihned najít řešení
151- 200	B	kritická	velké riziko; řešit bez zbytečného odkladu
101 – 150	C	střední	významné riziko; řešit v krátké době
51 -100	D	mezní	příjatelné riziko; opatření provést podle pořadí významnosti
méně než 50	E	rušivá	mírné riziko; řešit dle podmínek

HLAVNÍ KOEFICIENT NEBEZPEČNOSTI (celého stroje, zařízení)

K jeho určení je třeba provést sečtení hodnot nebezpečnosti jednotlivých nebezpečných faktorů (ve sloupci 16 tabulky 9), což je vyjádřeno následujícím vzorcem:

$$K_{Ni} = \sum n (k_{Ni})$$

kde: n – počet hodnocených nebezpečných faktorů

Tento koeficient (stejně jako ostatní) je mezi jednotlivými stroji (posuzovanými stejnými hodnotiteli) porovnatelný. Čím je hodnota vyšší, tím stroj je nebezpečnější.