



HODNOTENIE HUMÁNNYCH RIZÍK NA MODERNÝCH DREVOOBRÁBACÍCH STROJOCH

Erika Sujová – Adrián Banski

Abstract

The utilization of CNC machines is an actual trend which improves the quality and efficiency of operations for wood - working and furniture industry in general. This new trend also brings with it the necessity for the risks analyze, which potentially arise due to utilization of CNC machines. The article deals with the assessment of human risks in the operating and maintenance of CNC drilling centre and compares it with multi-spindle pinning machine at the same selected criteria. For the risks analysis has been applied less frequently Kitts' method which uses five criteria for the risk' evaluation.

Key words: *human risk, risks evaluation, CNC drilling centre, multi-spindle pinning machine, Kitts' method*

ÚVOD

Medzi základné ľudské práva občanov SR zaručené ústavou patrí právo na ochranu zdravia a na vyhovujúce pracovné podmienky. Úspešnosť zamestnávateľského subjektu závisí v značnej miere aj od úrovne starostlivosti o svojich zamestnancov, kde zohráva dôležité miesto starostlivosť o vytvorenie podmienok pre bezpečnú a zdravie neohrozujúcu prácu, o vyhovujúce pracovné prostredie a pracovné podmienky. Moderné metódy riadenia uprednostňujú participatívne riadenie zamerané na ľudský faktor a kultúru práce. BOZP sa tak stáva v podniku nielen záležitosťou manažmentu, ale aj zamestnancov. Definuje tzv. humánnu faktor, stavia do popredia človeka a hlavne jeho ochranu s pôsobením na všetky vplyvy súvisiace s pracovnou činnosťou a zodpovednosťou za problémy pri práci, ktoré vyúsťujú do nežiaducich následkov. A tak sa v politike BOZP objavujú pojmy ako kultúra práce, psychosociálna záťaž, fyzická, psychická a sociálna pohoda. Ochrana zamestnancov a ostatných osôb pred nepriaznivým pôsobením práce by sa mala organizovať s ohľadom na všetky vplyvy súvisiace s prácou. Sem by mali patriť aj podmienky pre uspokojivú prácu, pracovnú pohodu, sociálnu ochranu a právnu ochranu zamestnancov. Taktiež ochranu materiálnych hodnôt, pracovného a životného prostredia. Preto je potrebné zaoberať sa v súvislosti s ochranou zamestnancov aj takými faktormi ako sú stres, pracovná záťaž, monotónnosť pri práci, pracovné podmienky, pracovné vzťahy, sociálne vybavenie pracovísk či spravodlivosť pri odmeňovaní (Hrubec et al., 2009). Rôznorodosť aspektov, ktoré majú byť súčasťou ochrany zamestnancov pri práci, a ktoré možno zahrnúť pod pojem BOZP ukazuje obrázok 1.



Obr. 1 Holistický prístup k BOZP (Hrubec et al., 2009)

Okrem iného je zamestnávateľ povinný posudzovať a dokladovateľne hodnotiť riziká pri práci, ktoré vyplývajú v jednotlivých pracovných činnostiach. Práve týmto smerom sa uberá náš príspevok, v ktorom sme si dali za cieľ určiť ohrozenia a vyhodnotiť riziká pôsobiace na zamestnanca pri obsluhu a údržbe CNC obrábacieho centra a porovnať ich s hodnotením rizík na klasickej viacvretenovej vŕtačke. V rámci holistického prístupu sa snaží riešiť použitie CNC v celom procese výrobných aj nevýrobných činností. Analýza humánných rizík bola uskutočnená Kittsovou metódou.

1. RIZIKO A HUMÁNNE RIZIKO V KONTEXTE POSUDZOVANIA RIZÍK

Posudzovanie rizík chápeme ako proces skúmania a sledovania toho, čo môže na pracovisku spôsobiť škodu v podobe fyzického zranenia a/alebo poškodenia zdravia, a zvažovania či sa prijal dostatočný rozsah opatrení a či tieto sú dostatočne účinné.

Pre účely bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci je dôležité chápať riziko ako mieru ohrozenia, ktorej výsledkom je poškodenie zdravia alebo usmrtenie človeka v pracovnoprávnom vzťahu (Dado, Hnilica, 2008).

Bezpečnostné alebo humánne riziko je možné chápať v súlade s požiadavkami na BOZP a je možné všeobecne ho členiť na:

- **technické riziko** - vplyvom vzniku porúch stroja môže byť ohrozený človek (napr. operátor, údržbár, obyvateľstvo), alebo ide o riziko vyplývajúce z podcenenia konštrukčného riešenia zariadenia, ktoré nemusí mať charakter negatívnej udalosti vo forme výskytu poruchy, ale je výsledkom konštrukčného návrhu (napr. ostré hrany, drsný povrch, nechránené pohybujúce sa časti a pod.),

- **riziko pracovného prostredia** – jeho posudzovanie vychádza najmä z identifikácie ohrozenia, ktoré môžu existovať v pracovnom priestore a súvisia s vykonávaním pracovných činností zamestnanca. Môže ísť o ohrozenia ako je napr. chlad, vysoká teplota, nedostatok osvetlenia, hluk, chemické látky a pod. Do tejto skupiny môžeme zahrnúť aj riziká organizačného charakteru (úroveň vedenia, motivácia a pod.) (Pačaiová a kol., 2009)

Riziko ako miera ohrozenia je definované kombináciou pravdepodobnosti, s akou môže konkrétna neželaná udalosť vzniknúť a veľkosťou a charakterom negatívnych dopadov, ktoré táto udalosť môže spôsobiť. Zjednodušene je možné riziko vyjadriť vzťahom:

$$R = P \times D \quad (1)$$

Kde: R - Riziko
 P - Pravdepodobnosť
 D - Dopad

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

- a) dôsledok alebo závažnosť škody (poškodenie zdravia, majetku, environmentu) – D ,
- b) pravdepodobnosť vzniku škody, ktorá je závislá od:
 - a. vystavenia osoby ohrozeniu, napr. doba expozície – E ,
 - b. pravdepodobnosti výskytu nebezpečnej udalosti – P ,
 - c. technických a ľudských možností zabrániť alebo obmedziť rozsah možnej škody – O .

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

$$R = f(D, E, P, O) \quad (2)$$

Na odhad rizika sa používajú metódy založené na vyjadrení stupňov pravdepodobnosti nebezpečných udalostí generujúcich ohrozenie a ich dôsledkov.

2. CHARAKTERISTIKA ANALYZOVANÝCH STROJOV

2.1. CNC vŕtacie centrum

Pre analýzu CNC stroja bolo zvolené vŕtacie CNC centrum - moderné zariadenie používané pri výrobe nábytku (obr. 2). Je určené pre obrábanie veľkoplošných materiálov, schopné vykonávať zvislé vŕtanie do hlavnej pracovnej plochy a horizontálne vŕtanie do všetkých bočných plôch.

Konštrukcia a ovládanie zariadenia

Základ stroje tvorí masívna oceľová konštrukcia, ktorá tvorí aj nosnú plochu pre šikmo uložený pracovný stôl. Efekt šikmo uloženého pracovného stola je v tom, že zaberá menej miesta. Pracovná plocha stola je tvorená bakelitovým povrchom, ktorý eliminuje riziko poškrabania obrábaných dielcov počas polohovania a aj počas obrábania materiálu. Pracovný stôl je vybavený zvislými kanálkami pre odvod pilín.

Polohovanie dielca (založenie a upnutie, medzioperačné pohyby a posuv počas obrábania) zaisťuje upínacia svorka, ktorá je priamo riadená z NC riadiacej jednotky podľa pracovného programu s optimalizáciou pohybu. Nad pracovnou plochou je mostový support, po ktorom sa pohybuje pracovná hlava pozostávajúca z 18 vŕtacích hláv (12 zvislých, 6 horizontálnych) a drážkovacieho agregátu.

Programovanie a ovládanie stroja je veľmi ľahké a intuitívne s minimálnymi nárokmi na znalosti obsluhy. Pracovné programy možno ukladať do pamäti a pri ďalšom spustení ich len upravovať napr. podľa rozmerov. Program umožňuje priebežnú zmenu vŕtacieho plánu systémom dielca za dielcom.

2.2 Viacvretenový kolíkovací stroj

Pre analýzu „klasického“ stroja bola vybraná viacvretenová kolíkovacia (obr. 3) s rýchlym nastavovaním, jednoduchým ovládaním a vysoko presným vŕtaním obrábaných kusov, ktorá má široké možnosti využitia pri sériovej aj kusovej výrobe nábytku.

Popis činnosti stroja

Vŕtaciú jednotku je možné nastaviť pod uhlom. Pracovný stôl obsahuje nastaviteľné bočné dorazy s metrickou čítačou lištou. Na upínanie a pridržovanie počas vŕtacích operácií slúžia dva horné pneumatické prítlačné valce. Nastavovanie výšky vŕtacej jednotky je možné pomocou ručného kolesa a mechanického číslcového ukazovateľa. Nastavovanie hĺbky vŕtania od 0 do 60 mm sa uskutočňuje pomocou 5- polohového revolverového dorazu. Nastavenie vŕtacej rýchlosti (zdvihu smerom dolu) je pomocou regulátora. Štart - stop vŕtacej jednotky je ovládaný pomocou elektro - pneumatického pedálu. Stroj obsahuje 21 vretien, 3 prítlaky, 2 x 1500 mm hliníkové pravitko a 4 preklápacie dorazy.



Obr. 2 Príklad CNC obrábacieho centra



Obr. 3 Príklad viacvretenového kolíkovacieho stroja

3. METODIKA PRÁCE A POSÚDENIE HUMÁNNYCH RIZÍK NA ANALYZOVAÝCH STROJOCH POMOCOU KITTSOVEJ METÓDY

Pre hodnotenie humánných rizík strojov bola použitá Kittsova metóda. Postup pri hodnotení rizík začína identifikáciou nežiaducich udalostí, ktoré môžu potenciálne nastať pri práci na daných zariadeniach. Jednotlivé nežiaduce udalosti 1 až 16 (tab. 1) boli následne hodnotené podľa kritérií A, B, C, D (pozri tab. 2 a 3), ktoré Kittsova metóda používa ako hodnotiace kritériá (Sabo, Vrábeľová, 2006). Vzhľadom na to, že porovnávame zariadenia, ktoré nepracujú súčinne na jednom pracovisku, nebolo uplatnené kritérium E - názor manažmentu.

Kritériá hodnotenia pre Kittsovu metódu:

- A. Počet osôb vystavených nebezpečenstvu
- B. Relatívne nebezpečenstvo
- C. Počet úrazov, ktoré vznikli v skúmaných podmienkach
- D. Frekvencia ohrozenia
- E. Názor manažmentu

Koeficient nežiaducej udalosti systému možno na základe bodových hodnôt kritérií vyjadriť vzťahom:

$$k_{ni} = \frac{2A + 2B + C + D + E}{5} \quad (3)$$

Tab. 1 Identifikácia nežiaducich udalostí (NU) pre hodnotené stroje

Číslo NU	Úkon	Rizikový faktor	Nežiaduca udalosť	Následok
1	manipulácia s dielcom	hmotnosť dielca	vyšmyknutie	poranenie končatín
2	manipulácia s dielcom	ostré hrany dielca	pokĺznutie	porezanie
3	upnutie dielca	upínacie zariadenie	vymrštenie pri uvoľnení	zasiahnutie obsluhy
4	upnutie dielca	upínacie zariadenie	zachytenie ruky pri upínaní	pomliaždenie
5	činnosť stroja	nástroj	nežiaduce siahnutie	porezanie ruky
6	činnosť stroja	nástroj + materiál	vznik prachu	vdýchnutie
7	činnosť stroja	nástroj + materiál	vznik a vymrštenie triesky	zasiahnutie oka
8	činnosť stroja	nástroj + materiál	hlučnosť	vplyv na sluch
9	čistenie stroja	prach	rozptýlenie prachu	vdýchnutie
10	čistenie stroja	prach	rozptýlenie prachu	zasiahnutie oka
11	výmena nástrojov	ostré hrany nástroja	nežiaduce siahnutie	porezanie ruky
12	výmena nástrojov	ostré hrany nástroja	pokĺznutie	porezanie ruky
13	výmena nástrojov	upínacie zariadenie	zachytenie ruky pri upínaní	pomliaždenie
14	údržba stroja	mazivá	únik	pošmyknutie
15	údržba stroja	čistiace prostriedky	vystrieknutie	poleptanie
16	údržba pracov. priestoru	upínacie zariadenie	zlyhanie koncového spínača	pomliaždenie

Tab. 2 Kvantifikácia hodnotiacich kritérií Kittsovej metódy (Sabo, Vrábellová, 2006)

Kritérium	Bodové hodnotenie kritérií								
	9	8	7	6	5	4	3	2	1
A. Počet osôb vystavených nebezpeč.	viac ako 30	26 - 30	21 - 25	16 - 20	11 - 15	7 - 10	5 - 6	3 - 4	1 - 2
B. Relatívne nebezpečenstvo	smrť	smrť	vážne zranenie	vážne zranenie	menšie zranenie	menšie zranenie	menšie zranenie	nepohoda	nepohoda
C. Počet úrazov, ktoré vznikli v skúmaných podmienkach	viac ako 30	26 - 30	21 - 25	16 - 20	11 - 15	7 - 10	5 - 6	3 - 4	1 - 2
D. Frekvencia ohrození	trvale počas činnosti	1 hod.	1 - 2 hod.	1 deň	1 až 2 dni	1 týždeň	1 až 2 týždne	1 mesiac	1 mesiac
E. Názor manažmentu	veľké riziko	veľké riziko	veľké riziko	menšie riziko	menšie riziko	menšie riziko	zanedb. riziko	zanedb. riziko	zanedb. riziko

Tab. 3 Kategórie koeficientov nebezpečnosti nežiaducej udalosti (Sabo, Vrábellová, 2006)

Kategória	Počet bodov k_{ni}	Rozhodnutie o náprave
I.	9 až 8	okamžitá náprava
II.	7 až 5	vykonanie nápravy musí schváliť vedenie
III.	4 až 1	vykonanie nápravy ovplyvnia ďalšie s tým súvisiace okolnosti

3.1 Vyhodnotenie identifikovaných nežiaducich udalostí pomocou hodnotiacich kritérií Kittsovej metódy

Identifikované nežiaduce udalosti (tab. 1), ktoré môžu potenciálne nastať pri výrobných aj nevýrobných činnostiach na analyzovaných strojoch boli vyhodnotené pri uplatnení bodových hodnôt kritérií z tab. 2. Vyhodnotenie identifikovaných nežiaducich udalostí pomocou hodnotiacich kritérií Kittsovej metódy pre obidva hodnotené stroje sa nachádza v tab. 3

Tab. 3 Vyhodnotenie nežiaducich udalostí (NU) pre analyzované stroje pomocou hodnotiacich kritérií Kittsovej metódy

NU	CNC vrtacie centrum									Viacvretenová kolíkovacia vrtačka						
	Kritérium				Σ*	k_{ni}	Kategorizácia	Poradie	Kritérium				Σ*	k_{ni}	Kategorizácia	Poradie
	A	B	C	D					A	B	C	D				
1	1	4	2	8	20	5,0	II.	6-9	1	4	2	8	20	5,0	II.	5-7
2	1	5	3	9	24	6,0	II.	1-3	1	5	5	9	26	6,5	II.	2-3
3	1	6	2	8	24	6,0	II.	1-3	1	4	1	9	20	5,0	II.	5-7
4	1	5	2	8	22	5,5	II.	4-5	1	6	4	9	27	6,8	II.	1
5	1	6	2	8	24	6,0	II.	1-3	1	6	3	9	26	6,5	II.	2-3
6	1	3	5	9	22	5,5	II.	4-5	1	3	5	9	22	5,5	II.	4
7	1	5	-	9	15	5,0	II.	6-9	1	5	-	9	15	5,0	II.	5-7
8	1	4	-	9	14	4,7	II.	10	1	4	-	9	14	4,7	II.	8-10
9	1	3	-	6	10	3,3	III.	11	1	3	-	6	10	3,3	III.	11
10	1	4	2	6	13	3,2	III.	12-13	1	4	2	6	13	3,2	III.	12-13
11	1	5	5	4	15	5,0	II.	6-9	1	5	4	4	14	4,7	II.	8-10
12	1	5	5	4	15	5,0	II.	6-9	1	5	4	4	14	4,7	II.	8-10
13	1	6	2	4	13	3,2	III.	12-13	1	6	2	4	13	3,2	III.	12-13
14	1	3	3	1	8	1,6	III.	16	1	3	3	1	8	1,6	III.	16
15	1	5	2	1	9	2,2	III.	14-15	1	5	2	1	9	2,2	III.	14-15
16	1	6	1	1	9	2,2	III.	14-15	1	6	1	1	9	2,2	III.	14-15
					Σ	69,4								Σ	70,1	

* suma podľa váhy kritérií (viď rovnicu 3)

Z hodnôt vypočítaných v tab. 3 je možné vyjadriť strednú hodnotu koeficientu bezpečnosti zo vzťahu:

$$\overline{K}_N = \frac{1}{n} \sum k_{ni} \quad (4)$$

Stredná hodnota koeficientu bezpečnosti pre analyzovaný stroj – CNC vŕtacie centrum bude potom:

$$\overline{K}_N = \frac{1}{16} \cdot 69,4 = 4,337$$

Stredná hodnota koeficientu bezpečnosti pre analyzovaný viacvretenový kolíkovací stroj bude :

$$\overline{K}_N = \frac{1}{16} \cdot 70,1 = 4,381$$

DISKUSIA A ZÁVER

Z výsledkov uskutočneného hodnotenia rizík na vybraných drevoobrábачích strojoch je možné konštatovať, že analyzované stroje nevykazujú mimoriadne závažné ohrozenia. Hodnotenie identifikovaných nebezpečných udalostí pomocou Kittsovej metódy preukázalo, že analyzované činnosti na strojoch vykazujú kategóriu rizika II. alebo III., t.j. riziká ktoré nevyžadujú okamžitú nápravu, teda sú akceptovateľné pre prevádzkovateľov daných strojov. Potenciálne riziká, ktoré vznikajú (napr. porezanie pri manipulácii s dielcom, ktorý má ostré hrany) je možné riešiť pridelením OOPP zamestnancovi.

Môžeme vysloviť záver, že hodnotené moderné drevoobrábачie stroje sú relatívne bezpečné a ich vhodné konštrukčné riešenie znižuje zostatkové riziko na prijateľnú mieru. O tom svedčí aj výsledná stredná hodnota koeficientu bezpečnosti, ktorá vyšla pre CNC vŕtacie centrum 4,331 a pre viacvretenový kolíkovací stroj 4,381, pričom pri $\overline{K}_N < 5,0$ považujeme systém človek – stroj za bezpečný, resp. vyžadujúci si len organizačné opatrenia na zaistenie bezpečnosti práce.

Starostlivosť o bezpečnosť a ochranu zdravia pri práci je nezastupiteľnou povinnosťou a zodpovednosťou zamestnávateľa a všetkých vedúcich pracovníkov. Žiadny podnikateľský subjekt nemôže byť úspešný, ak sa nestará o svojich zamestnancov, o ich bezpečnosť a ochranu zdravia pri práci, o vyhovujúce pracovné prostredie a pracovné podmienky. Cieľom článku bolo vyhodnotiť humánne riziká, ktoré so sebou prináša použitie moderných drevoobrábачích strojov. Keďže zákon nariaďuje zamestnávateľom hodnotiť riziká na všetkých pracoviskách, týka sa to aj moderných - poloautomatizovaných alebo CNC strojov. Článok ponúka postup pre ich hodnotenie aplikáciou Kittsovej metódy hodnotenia rizík.

LITERATÚRA

BANSKI A., OČKAJOVÁ A., SUJOVÁ E. *Bezpečnosť práce v drevospracujúcom priemysle*. Odborná monografia. Zvolen : Technická univerzita vo Zvolene, 2011. - 148 s. - ISBN 978-80-228-2292-3.

DADO, M. - HNILICA, R. 2008. *Faktory pracovného prostredia* [elektronický učebný text] : mikroklimatické podmienky. Zvolen : Technická univerzita vo Zvolene, 2008. (CD-ROM) : 70 s. ISBN 978-80-228-1951-0.

DADO, M., HNILICA, R. 2008. Identifikácia a hodnotenie humánných rizík vo výrobných systémoch komplexného spracovania dreva. In *Bezpečnosť a ochrana zdravia pri práci 2007*: Sborník přednášek : VII. ročník mezinárodní konference / - Ostrava : Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2007. s. 33-39. ISBN 978-80-7385-004-3.

FIŠEROVÁ, S. 2010. Prach tvrdých dřev v pracovním ovzduší. In *Sborník vědeckých prací VŠB - TUO, Řada bezpečnostního inženýrství*, Ostrava: VŠB TUO, 2010, V., č. 2, s. 53-60. ISSN 1801-1764.

HRUBEC, J., VIRČÍKOVÁ, E. et al. 2009. *Integrovaný manažérsky systém*. Nitra: SPU v Nitre, 2009. 543 s. ISBN 978-80-552-0231-0.

PAČAIOVÁ, H. et al. 2009. *Bezpečnosť a riziká technických systémov*. Košice: Sjf TU v Košiciach, 2009. 246 s. ISBN 978-80-553-0180-8.

SABO, M. – VRÁBEĽOVÁ, X. 2006. *Bezpečnostné inžinierstvo. Návod na cvičenia*. Bratislava: Vydavateľstvo STU Bratislava, 2006. 152 s. ISBN 80-227-2462-9.

ŤAVODOVÁ, M. 2007. Identifikácia ohrození a výber preventívnych opatrení v drevospracujúcom priemysle. In *Humánne riziká v priemysle spracovania dreva : Kolokvium k projektu VEGA 1/3445/06*, zborník príspevkov. Zvolen: TU vo Zvolene, 2007, s. 59-64. ISBN 978-80-228-1829-2.