



SPÔSOBILOSŤ PROCESU FRÉZOVANIA ZDRUŽENÝCH PRÍREZOV

Miroslava Ťavodová

Abstract

Statistical analysis of data can help to provide a better understanding of the nature, extent and causes of variability, thus helping to solve and even prevent problems that may result from such variability, and to promote continual improvement. The determination of process capability is one of the SPC methods. The process capability is evaluated by the process capability indices, which are components of the control charts.

Key words: *wood flooring, tool and techniques of quality control, control charts, capability process*

ÚVOD

Vzrastajúci záujem ľudí o zdravie a zdravý životný štýl stavia dnes drevené podlahoviny do popredia pred textilné či PVC podlahové krytiny. Drevené podlahoviny sú prírodným produktom, ktorý vytvára pocit zdravého prostredia. Ich voľba má aj praktické výhody ako sú jednoduché čistenie, údržba a možnosť opakovanej obnovy povrchu. K tomu pristupuje aj ekologický aspekt pozitívny pre drevené podlahoviny: drevo je do istej miery obnoviteľná surovina a dá sa viac-menej bezproblémovo zlikvidovať [3].

Zisťovanie spôsobilosti procesu je jednou z mnohých, veľmi dôležitých metód štatistickej regulácie procesov. Je to nástroj, ktorý je aktívnou súčasťou merania procesov pri uplatnení, rozvoji a trvalom zlepšovaní kvality. Spôsobilosť procesu sa vyhodnocuje pomocou indexov spôsobilosti procesu. C_p - je základnou relatívnou mierou alebo tiež ukazovateľom potenciálnej spôsobilosti procesu. Charakterizuje rozptyl procesu. C_{pk} - je ukazovateľom aktuálnej, skutočnej spôsobilosti procesu. Tento index charakterizuje polohu procesu v tolerančnom poli. Indexy spôsobilosti sú súčasťou regulačných diagramov [5].

METODIKA

Výroba drevených podlahových panelov (obr. 1) spočíva vo viacerých technologických krokoch. V zásade sú to však: výroba nášľapnej vrstvy, výroba stredovej vrstvy, zalisovanie a úprava nášľapnej vrstvy (brúsenie, lakovanie). Zameriame sa na tu časť linky, kde sa zo združených prírezov vyrába nášľapná vrstva podlahových panelov. V tomto uzle bude zavedená štatistická regulácia procesu pomocou regulačných diagramov, ktorých súčasťou je aj vyšetrenie spôsobilosti procesu.

V rámci štatistického riadenia kvality môže byť meranie spôsobilosti procesu súčasťou štatistickej regulácie procesu alebo sa dá aplikovať aj samostatne. Ak sa používa v spojení s reguláciou procesu, všeobecným predpokladom merania spôsobilosti je to, aby bol proces v štatisticky zvládnuteľnom stave. Základom pre zisťovanie spôsobilosti procesu sú indexy spôsobilosti procesu. Existuje viacej typov indexov spôsobilosti, ktoré sa líšia spôsobom výpočtu, vlastnosťami a podmienkami použiteľnosti [4].

Popis procesu:

Voľba znaku kvality:

Znak kvality: hrúbka združených prírezov pre výrobu nášľapnej vrstvy drevených podlahových panelov.

Menovitá (požadovaná cieľová) hodnota: $T=23,80$ mm

Dolná tolerančná hodnota: $LSL= 23,60$ mm

Horná tolerančná hodnota: $USL= 24,00$ mm

Analýza výrobného procesu:

Pre zavedenie štatistickej regulácie bude vybratá operácia frézovanie na štvorstrannom frézovacom stroji na presnú úpravu združených prírezov, kde sú regulovateľné parametre hrúbka a šírka. Združené prírezy sú vstupným materiálom pre výrobu nášľapnej vrstvy a frézovanie je prvá výrobná operácia v technologickom procese. Bolo preto potrebné zaviesť dôkladnú kontrolu združených prírezov po tejto operácii. Kritéria pre výber výrobného uzla pre zavedenie štatistickej regulácie výrobného procesu môžeme zhrnúť do dvoch bodov:

- proces musí používať merateľné číselné premenné,
- proces nesmie byť často prerušovaný.

Vybraný výrobný uzol uvedené kritéria spĺňa.

Voľba logických podskupín:

Jedna z podstatných vlastností regulačného diagramu je použitie logických podskupín na zber údajov. Logická podskupina predstavuje údaje zhromaždené počas krátkého časového obdobia v podstate v identických podmienkach, čo sa hlavne týka: materiálu – združených prírezov,

nastavenia strojov – štvorstranný frézovací stroj typ Pa Ke 70,

použitého meradla – posuvného digitálneho meradla Digimatic, 0,01 mm.

Kontrolné intervaly a rozsah výberov:

Časový kontrolný interval odberu združených prírezov: $t = 20$ minút

Rozsah výberov: rozsah podskupiny $n = 5$ združených prírezov

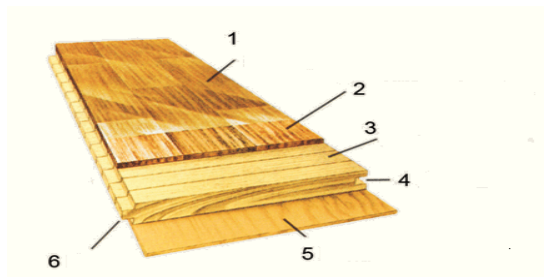
počet podskupín: $k = 24$

Zber predbežných údajov:

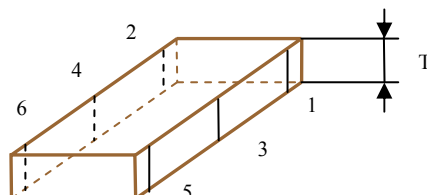
Každých 20 minút sa uskutočnilo meranie hrúbky združených prírezov po štvorstrannom frézovaní na presnú úpravu združených prírezov, pri vykazovaní stabilného stavu výrobného procesu, v priebehu celej periódy zberu predbežných údajov pre zostrojenie regulačných diagramov. Každý združený prírez sa meral na 6 miestach (obr. 2). Menovitá hrúbka združeného prírezu bola $T=23,8 \pm 0,2$ mm.

Po vypočítaní potrebných parametrov bude zostrojený regulačný diagram. Ďalej budú vypočítané indexy spôsobilosti procesu ako neoddeliteľná súčasť regulačných diagramov. V prípade potvrdenia stability výrobného procesu bude regulačný diagram odporučený na používanie vo vybranom výrobnom uzle pre sledovanie udržania stability a spôsobilosti výrobného procesu [1].

- 1 – Polyakrylátový lak tvrdný UV-žiarením
- 2 – Nášľapná vrstva
- 3 – Výplň z SM alebo JD dreva
- 4 – Drážka
- 5 – Dyha
- 6 – Pero



Obr. 1 Drevený podlahový panel



Obr. 2 Združený prírez s naznačenými meracími miestami

Pre zostrojenie regulačného diagramu použijeme nasledovné vzťahy:

Priemerná hodnota znaku v podskupine

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_{ij}$$

X_{ij} – i -té pozorovanie v j -tej podskupine

$i=1,2,\dots,n$ a pre $j=1,2,\dots,k$

n – rozsah podskupiny

Priemerná hodnota rozpätia v podskupinách

$$\bar{R} = \frac{1}{k} \sum R$$

Priemerná hodnota priemerov v podskupinách, celkový výberový priemer procesu

$$\bar{\bar{X}} = \frac{1}{k} \sum_{j=1}^k \bar{X}_j$$

X_j – priemer j -tej podskupiny

k – počet podskupín s rozsahom n

Výpočet regulačných medzí pre \bar{X} -diagram (priemer):

dolná regulačná medza a horná regulačná medza

$$UCL_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} + A_2 \bar{R}$$

$$LCL_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} - A_2 \bar{R}$$

Výpočet regulačných medzí pre R-diagram (rozpätie):

dolná regulačná medza a horná regulačná medza

$$UCL_R = D_4 \cdot \bar{R}$$

$$LCL_R = D_3 \cdot \bar{R}$$

A_2, D_3 a D_4 – sú koeficienty pre regulačné medze, závislé od rozsahu podskupiny n . Pre náš prípad je $n=5$. Hodnoty koeficientov sú $A_2=0,577$, $D_3=0$ a $D_4=2,114$ [2].

Spôsobilosť procesu

$$C_p = \frac{USL - LSL}{6\sigma} \quad \sigma = \frac{\bar{R}}{d_2}$$

σ – smerodajná odchýlka procesu

d_2 – koeficient, pre náš prípad $n=5$ je $d_2=2,326$

$$C_{pkUSL} = \frac{USL - \bar{X}}{3\sigma} \quad C_{pkLSL} = \frac{\bar{X} - LSL}{3\sigma}$$

$$C_{pk} = \min(C_{pkUSL}, C_{pkLSL})$$

Po vypočítaní hodnôt C_p a C_{pk} hodnotíme proces frézovania združených prírezov pomocou návrhu zabezpečenia splnenia požadovaných kritérií. Skutočnosti sú uvedené v tabuľke 1.

Tab. 1 Interpretácia výsledkov spôsobilosti procesu

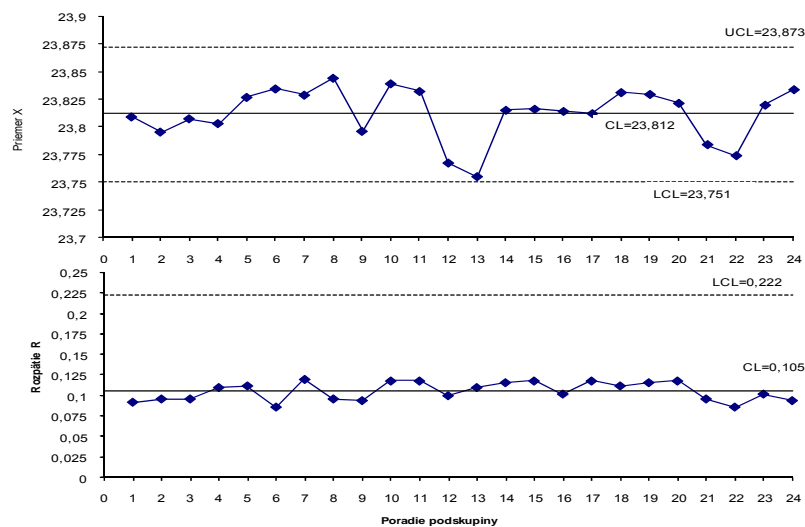
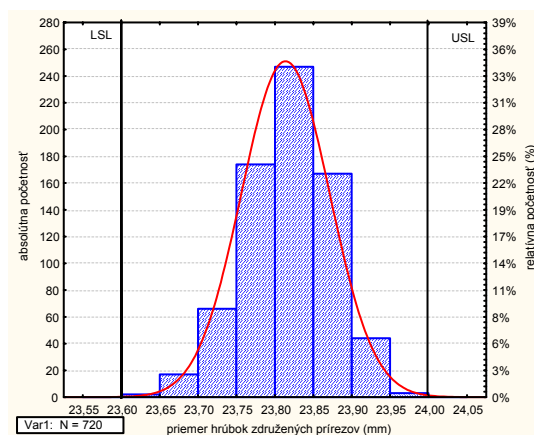
Body v regulačnom diagrame indikujú, že skúmaný proces:	Opatrenia na výstupe z procesu na základe požadovanej spôsobilosti procesu C_{pk}		
	$C_{pk} < 1,33$	$1,33 \leq C_{pk} < 1,67$	$C_{pk} > 1,67$
Je pod štatistickou kontrolou	100 % kontrola	Prijať výrobok a pokračovať pri zlepšovaní procesu	
Je mimo štatistickej kontroly	Identifikácia a náprava zvláštnej príčiny		
Všetky hodnoty meraného výberu vyhovujú špecifikáciám (sú v požadovanej tolerancii)	100% kontrola	Kontrolovať 100% od posledného kontrolného bodu, keď bol proces pod štatistickou kontrolou	Prijať výrobok a pokračovať pri zlepšovaní procesu
Jedna alebo viac hodnôt výberu nevyhovuje špecifikáciám, je mimo tolerancie	100% kontrola	Kontrolovať 100% od posledného kontrolného bodu, keď bol proces pod štatistickou kontrolou	

VÝSLEDKY

V procese frézovania združených prírezov pre nášľapnú vrstvu drevených podlahových panelov sme meraním získali hodnoty pre 24 podskupín. Vypočítané charakteristiky sú vynesené v zostrojených regulačných diagramech – priemer \bar{X} a rozpätie R (obr.3). Do regulačných diagramov sme ďalej zakreslili regulačné medze a centrálnu priamku. Pre \bar{X} , R regulačný diagram platia tieto regulačné medze:

$$\begin{aligned} UCL_{\bar{X}} &= 23,873 & UCL_R &= 0,222 \\ LCL_{\bar{X}} &= 23,751 & LCL_R &= 0 \\ CL_{\bar{X}} &= 23,812 & CL_R &= 0,105 \end{aligned}$$

Výsledný priemer meraní, tj. schopnosť procesu udržať menovitou hodnotu $T=23,8$ mm je slabšie nad požadovanou hranicou. Regulačné hranice neboli prekročené ani v jednom prípade. Celkový priemer $\bar{X} = 28,812$ mm, rozpätie $R=0,105$ mm a smerodajná odchýlka $\sigma=0,045$ mm. Na základe týchto výsledkov ako zobrazuje obrázok 3 môžeme proces považovať za zvládnutý.

Obr. 3 Regulačné diagramy pre priemer \bar{X} a rozpätie R

Obr. 4 Histogram rozdelenia početností hrúbok združených prírezov so zakreslenými tolerančnými hranicami

Pristúpilo sa ďalej k výpočtom ukazovateľov kvalitatívnej spôsobilosti – indexov spôsobilosti procesu C_p a C_{pk} . Ako je zrejmé z tab.1 obidva indexy majú mať hodnotu vyššiu ako 1,33.

$C_p = 1,48$ - Rozptyl procesu je vo vnútri stanovenej tolerancie. Percento nepodarkovosti sa stáva zanedbateľným.

$C_{pk} = 1,39$ - $C_p > C_{pk}$ Proces nie je centrován v strede tolerančného intervalu.

Vyšetrovanie spôsobilosti procesu môžeme podľa dosiahnutých výsledkov hodnotiť nasledovne: $C_p = 1,48$ a $C_{pk} = 1,39$, teda obidva indexy majú vyššiu hodnotu ako 1,33.

Okrem toho pozorujeme výsledky procesu pomocou histogramu na obr.4, kde pozorujeme akú má proces polohu, variabilitu a tvar v porovnaní k tolerančnému poľu.

DISKUSIA

Pri prvom meraní a navrhnutí regulačného diagramu vo vybranom výrobnom kroku, sa ukázalo, že výrobný proces je v štatisticky zvládnuteľnom stave. Vyšetrovanie spôsobilosti procesu preukazuje, že frézovanie združených prírezov pre výrobu nášľapnej vrstvy drevených podlahových panelov je tvorené hodnotami, ktoré podliehajú normálnemu rozdeleniu.

Regulačné diagramy sú dôkazom stability procesu s prihliadnutím na podstatné vplyvy variability spôsobenej najmä možným opotrebením nožov frézovacej hlavy. Je potrebné, venovať pozornosť týmto vplyvom a pokúsiť sa o ich odstránenie.

Podľa zostrojeného histogramu môžeme konštatovať, že proces je blízky spôsobilému, krátkodobo nie sú nutné žiadne zásahy a opatrenia, z dlhodobého hľadiska je nutné urobiť analýzu procesu s cieľom proces zdokonaľiť a zvýšiť jeho mieru spôsobilosti. Je potrebné uskutočniť centrovanie procesu.

ZÁVER

Štatistická analýza spôsobilosti procesu frézovania združených prírezov pre výrobu nášľapnej vrstvy drevených podlahových panelov preukázala, že proces poskytuje výrobky, ktoré spĺňajú požadované kritériá kvality. Výsledky potenciálnej spôsobilosti procesu $C_p = 1,48$ a a skutočnej spôsobilosti procesu $C_{pk} = 1,39$, sú dôkazom, že výrobný proces je schopný poskytovať výrobky vyhovujúce tolerančným hraniciam. Index C_{pk} a histogram však naznačujú, že proces nie je centrován a z dlhodobého hľadiska je nutné urobiť analýzu procesu s cieľom proces zdokonaľiť a zvýšiť jeho mieru spôsobilosti. Tieto informácie sú pre výrobný proces signálom na zlepšovanie kvality. Po uvážení a prípadnom odstránení uvedených skutočností môže byť štatistická regulácia výrobného procesu pomocou regulačných diagramov odporučená pre používanie vo vybranom uzle.

LITERATÚRA

- [1] ŤAVODOVÁ, Miroslava: Riadenie technologického procesu výroby podlahovín s využitím regulačných diagramov In: Acta facultatis technicae / Technická univerzita vo Zvolene, 2005[2006]. - ISBN 80-228-1601-9. - ISSN 1336-4472. - S. 163-171.
- [2] STN ISO 8258 (01 0271) Shewhartove regulačné diagramy. Úrad pre normalizáciu, metrológiu a skúšobníctvo SR Bratislava, 1995
- [3] Parkettfussboden gewinnt Markt-anteile: In: Die Holzbearbeitung; roč. 45, č.6/1998, s.22.
- [4] TEREK, Milan - HRNČIAROVÁ, Ľubica: Štatistické riadenie kvality, IURA EDITION Bratislava 2004, ISBN 80-89047-97-1, s. 231.
- [5] HRUBEC, Jozef: Riadenie kvality. ES SPU. Nitra 2001, s. 203. ISBN 80-7127-849-6.

Príspevok bol spracovaný v rámci projektu VEGA 1/3445/6 "Návrh metód identifikácie a hodnotenia nebezpečných vrcholových udalostí v technológiách komplexného spracovania dreva ako východísk pre manažment rizika a krízový manažment (požiar, výbuch, BOZP a únik nebezpečných látok do prostredia).