

## Analýza výsledkov merania rýchlosti prechodu materiálu technologickým procesom

Šima Martin, Floreková Ľubica a Benková Marta<sup>1</sup>

### *An analysis of results of measuring the speed passing through a material in a technological process*

*The process approach requires a smoothness and continuity for each individual technological /production process. From the viewpoint of ownership of each process a required input into the process technical and operation parameters for a required output of the process is important. From the viewpoint of monitoring a concrete process, the material entering the process having a temperature required by technological instruction is important. The speed of transition of a material through the technological mechanism should be constant and a product from the process should have required internal and external parameters. The speed is critical for the technological process. When using a measurement, values of speed are obtained, can be analysed from the point of view of variation in time and normality. For a comparison of real and required values, the box plot was prepared. The capability indexes were counted and the „overlaps“ of tolerance interval for the required value of speed were compared.*

**Key words:** Shewhart Control Chart, Capability Index, Tolerance Interval, Target Value

### Úvod

Každému procesu je vlastná istá miera variability hodnôt ukazovateľov kvality. Keď je variabilita ukazovateľov kvality „malá“ nemusí to mať vplyv na spokojnosť zákazníka. Od istej veľkosti však variabilita už môže spôsobovať to, že niektoré produkty nespĺňajú požiadavky zákazníkov a sú pre zákazníka neprijateľné. Štatistické riadenie kvality predstavuje systém spätnej väzby, ktorého základný cieľ je zaistiť, aby sa proces nachádzal v stabilnom stave a produkoval výrobky zodpovedajúce požadovaným kritériam kvality. Problematika stability procesu je zvlášť dôležitá v prípade kontinuálnych procesov, akým je aj proces kontinuálneho odlievania ocele.

Povrchová kvalitu ocelových kontibrám, ako finálneho produktu oceliarne, nie je ovplyvnená len kvalitou vstupov, t.j. spôsobom výroby a chemickým zložením ocele, ale aj správnou technikou liatia ocele (Dolejší et al., 1987). V procese výroby ocelových kontibrám môžu vznikať rôzne defekty (defekty chemického zloženia, povrchové defekty, vnútorné defekty, defekty geometrie bramy, defekty z manipulácie s bramou a iné), ktorých stupeň škodlivosti z hľadiska kvality výrobku sa líši, a to tak podľa druhu ocele, ako aj budúceho použitia bramy. Z hľadiska povrchovej kvality brám je veľmi dôležitý výskyt povrchových defektov, ako sú pozdĺžne trhliny, priečne trhliny, a ďalšie defekty. Jednou z príčin ich vzniku je nevhodná rýchlosť liatia ocele, a preto sa ďalšia analýza týka práve hodnôt rýchlosti liatia.

Ak je známe chemické zloženie ocele, rýchlosť liatia závisí na teplote ocele. Podľa detailného technologického predpisu boli preto sledované údaje o rýchlosti liatia (údaje sú za jeden mesiac z jedného zariadenia na plynulé odlievanie ocele a tvorí ich 2098 brám zo 105 taviieb) rozdelené do troch skupín podľa skutočne dosahovanej teploty prehriatia nad teplotou likvidu:

1. skupina: od prehriatia 0-25°C nad teplotou likvidu - 60 % údajov,
2. skupina: od prehriatia 25-30°C nad teplotou likvidu - 32 % údajov,
3. skupina: od prehriatia 30-35°C nad teplotou likvidu - 8 % údajov.

V prípade, že by teplota ocele prekročila o 45 °C teplotu likvidu, liatie sa musí prerušiť, aby sa predišlo pretrhnutiu kontibramy a rozliatiu ocele, pretože by sa nestihla vytvoriť dostatočne silná liacia kôra.

V rámci analýzy a hodnotenia výrobného procesu bola použitá základná popisná štatistika, regulačné diagramy a indexy spôsobilosti (Šima, 2005).

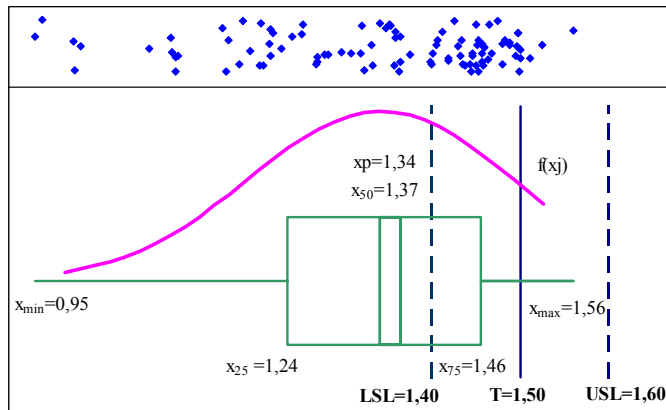
### Analýza rýchlosti liatia pri prehriatí 0-25°C nad teplotou likvidu

Prvú najpočetnejšiu analyzovanú skupinu tvorí 99 taviieb. Zo zobrazenia hodnôt v krabicovom diagrame (Obr. 1) vidieť veľké kolísanie hodnôt okolo aritmetického priemeru a pravostranné zošikmenie ( $A_x = -0,77$ ). Rozdelenie je nesúmerné a plochšie ( $E_x = -0,28$ ), hodnoty (viď horná časť obr. 1) sú viac rozptýlené okolo

<sup>1</sup> Ing. Martin Šima, doc. Ing. Ľubica Floreková, CSc., Ing. Marta Benková, CSc., Katedra informatizácie a riadenia procesov, F BERG, TU v Košiciach, [martin.sima@tuke.sk](mailto:martin.sima@tuke.sk)  
(Recenzovaná a revidovaná verzia dodaná 30. 5. 2006)

stredú ako pri normálnom rozdelení (Floreková, Benková, 1999). Variačný koeficient poukazuje na 10,94 % intenzitu kolísania vzhľadom k aritmetickému priemeru.

Požiadavky na sledovaný proces sú dané tolerančným intervalom  $\langle LSL, USL \rangle$  a cieľovou hodnotou  $T$ . ( $LSL$  – lower specification limit,  $USL$  – upper specification limit,  $T$  – target value). Na obr. 1 je možné vidieť aktuálne hodnoty tolerančných hraníc a cieľovej hodnoty pre monitorovanú rýchlosť liatia ako aj skutočnosť, že až 52 % hodnôt rýchlosti sa nachádza mimo tolerančného intervalu.

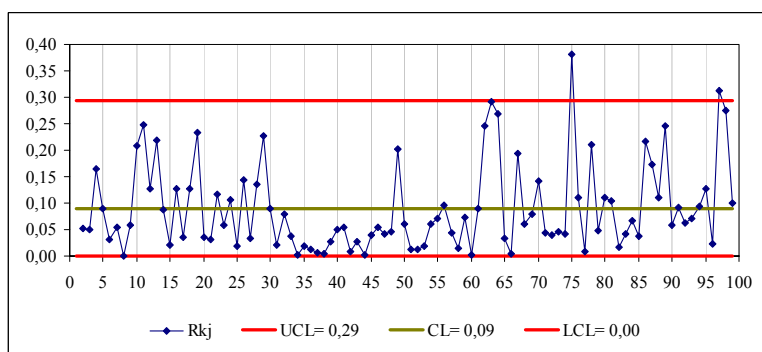


Obr. 1. Krabicový diagram pre rýchlosť liatia /do 25°C/.

Fig. 1. Box and whisker plot for the casting speed /to 25°C/.

Pre každý výrobný proces je charakterická určitá variabilita spôsobovaná náhodnými príčinami, ktorá nemôže byť celkom odstránená a takýto proces je považovaný za „štatisticky zvládnutý“. Pokiaľ je ale variabilita ovplyvňovaná aj ďalšími, tzv. vymedziteľnými príčinami, ako sú napr. chybné nastavenie stroja, nekvalitný materiál, či chyby obsluhy, je proces považovaný za „štatisticky nezvládnutý“. Štatistickým nástrojom, pomáhajúcim odhaliť neprirodzené, nenáhodné kolísanie údajov sú regulačné diagramy (Floreková, Benková et al., 1999). V prípade štatistickej regulácie meraním sa pracuje s dvojicou regulačných diagramov. V jednom sa v časovej závislosti vynáša výberová charakteristika reprezentujúca mieru strednej polohy hodnôt a v druhom výberová charakteristika vyjadrujúca variabilitu hodnôt. Regulačné diagramy pozostávajú z centrálnej čiary  $CL$  (central line) hornej –  $UCL$  (upper control limit) a dolnej regulačnej hranice –  $LCL$  (lower control limit) a testovacieho kritéria (napr. hodnoty kľzavých rozpätí, individuálne hodnoty rýchlosti liatia). Regulačný diagram možno považovať za test, v ktorom sa v každom časovom kroku porovnáva hodnota testovacieho kritéria voči kritickým hodnotám, ktoré predstavujú regulačné hranice.

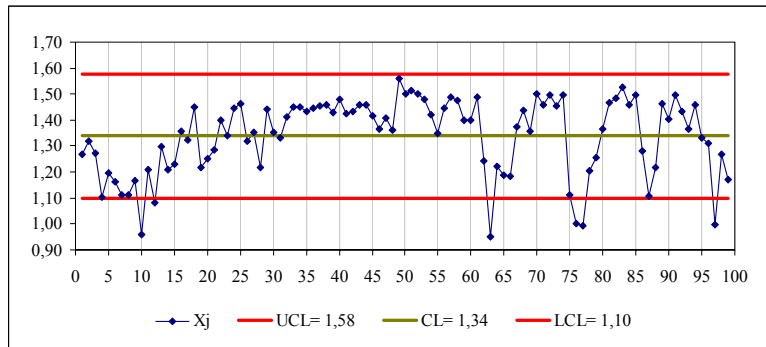
Pre monitorované hodnoty rýchlosti liatia bola vytvorená dvojica Shewhartových regulačných diagramov (RD) pre reguláciu meraním (STN ISO 8258): RD pre kľzavé rozpätia a RD pre individuálne hodnoty rýchlosti liatia (Obr. 2, 3). Predpoklady pre správnu aplikáciu regulačných diagramov boli skontrolované a potvrdené.



Obr. 2. Regulačný diagram pre kľzavé rozpätia hodnôt rýchlosti liatia /do 25°C/.

Fig. 2. Control Chart for moving ranges of casting speed values /to 25°C/.

Z regulačného diagramu pre kľzavé rozpätia (Obr. 2) je zjavné, že niektoré hodnoty sa nachádzajú mimo regulačného pásma a preto sledovaný proces nie je štatisticky zvládnutý. Pre získanie regulačných hraníc, charakterizujúcich proces „pod kontrolou“ bolo nutné zo spracovania postupne vylúčiť 50 hodnôt (50,5 % skúmaných hodnôt), ktoré ležali mimo regulačných hraníc.



Obr. 3. Regulačný diagram pre individuálne hodnoty rýchlosti liatia /do 25°C/.

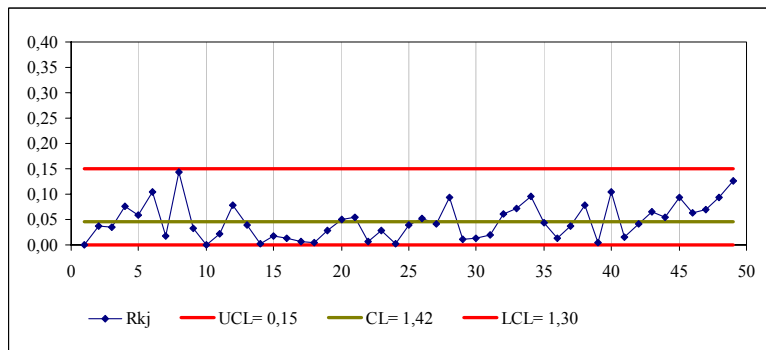
Fig. 3. Control Chart for individual values of casting speed /to 25°C/.

(Poznámka: Ani kompromis pri možnom použití **robustnej štatistiky** a „useknutí“ 10 % hodnôt zľava aj sprava, nič nezmenil na situácii, že počet vylúčených hodnôt bol rovnako vysoký z dôvodu prekročenia kritickej hodnoty, teda jednej z regulačných hraníc.)

Je potrebné zdôrazniť, že toto vylúčovanie hodnôt ovplyvnených pôsobením vymedziteľných príčin nemalo za cieľ „vylepšiť proces“, ale stanoviť regulačné hranice charakterizujúce prirodzené správanie sa procesu, teda stav, kedy na proces pôsobia iba náhodné vplyvy.

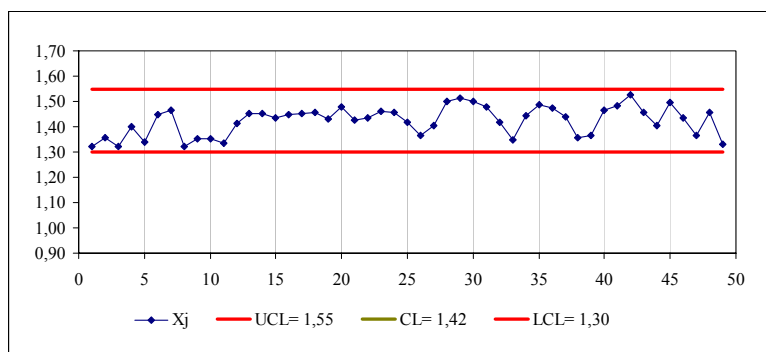
Ostatné hodnoty, so štandardnou odchýlkou cca  $\pm 0,06$  od priemeru, ležiace v rámci regulačných hraníc boli ponechané na ďalšie spracovanie.

Na obr. 4 a 5 sú regulačné diagramy pre kľzavé rozpätia a individuálne hodnoty s novými regulačnými medzami. Vyplýva z nich, že zostávajúce hodnoty už nie sú ovplyvnené vymedziteľnými príčinami a proces je možné považovať za štatisticky zvládnutý. (Pri prísnejšom hodnotení by mohlo byť vylúčených ešte viac hodnôt, ale z dôvodu už aj tak veľkého množstva vylúčených taviieb ho môžeme považovať za zvládnutý.)



Obr. 4. Regulačný diagram pre kľzavé rozpätia hodnôt rýchlosti liatia /do 25°C/ - štatisticky zvládnutý proces.

Fig. 4. Control Chart for moving ranges of casting speed /to 25°C/ - process in a state of statistical control.



Obr. 5. Regulačný diagram pre individuálne hodnoty rýchlosti liatia do 25°C - štatisticky zvládnutý proces.

Fig. 5. Control Chart for individual measurements  $X_j$  of casting speed /to 25°C/ - process in a state of statistical control.

Na základe zostrojených diagramov je možné konštatovať, že proces liatia nebol v sledovanom období pod kontrolou, a bolo by dobré, ak by sa vykonali určité nápravné opatrenia týkajúce sa jeho nastavenia. Z detailného technologického predpisu, v ktorom sa odporúča konkrétna rýchlosť odlievania v závislosti na prehriatí ocele sledovanej piatej skupiny vyplýva, že proces nie je centrovane správne. Rýchlosť liatia ocele podľa týchto odporúčaní pre analyzovanú skupinu sa má pohybovať od 1,4 m.min<sup>-1</sup> do 1,6 m.min<sup>-1</sup>, ale namerané hodnoty sa pohybovali aj nižšie pod predpisom odporúčanou dolnou hodnotou.

Po odstránení hodnôt so systematickým vplyvom bola ďalej hodnotená spôsobilosť procesu liatia, t.j. schopnosť procesu dosahovať dopredu stanovené kritériá – úroveň procesu a štandardnú odchýlku – pomocou indexov spôsobilosti. Kým regulačný diagram sleduje vývoj ukazovateľa kvality graficky nepretržite v čase, pri hodnotení spôsobilosti procesu sa hodnotenie viaže k určitému pevnému času. Existuje niekoľko typov indexov spôsobilosti, ktoré sa navzájom líšia výpočtom, vlastnosťami aj použitím, ale ich design je v podstate rovnaký – je to pomer „skutočne dosahovanej presnosti“ monitorovaných dát

a „požadovanej presnosti“ (Tošenovský, Noskievičová, 2000; Plura, 2001). Vypočítané indexy spôsobilosti sú uvedené v tab.1.

**Index spôsobilosti procesu prvej generácie  $C_p$** , ktorý vyjadruje len potenciálnu spôsobilosť procesu je rovný 0,55. Jeho hodnota je príliš malá a ukazuje, že pásmo skutočnej variability je širšie ako tolerančné pásmo, t.j., pásmo „dovolenej“ variability. Tolerančné pásmo sa „využíva“ až na 180 %. Tento index vôbec nehodnotí pozíciu strednej hodnoty rýchlosti liatia vzhľadom na požadovanú cieľovú hodnotu. Vypočítaná hodnota indexu  $C_p$  ukazuje, že spôsobilosť sa veľmi nedodržiava.

Tab. 1. Indexy spôsobilosti pre rýchlosť liatia /do 25°C/.

Tab. 1. Capability indexes of casting speed /to 25°C/.

INDEXY SPŔSOBILOSTI			
$C_p$	$C_{pk}$	$C_{pm}$	$C_{pmk}$
0,55	0,14	0,35	0,08

Hodnota **indexu spôsobilosti  $C_{pk}$**  ( $C_{pk} = 0,14$ ) zohľadňuje okrem variability aj centrovanie procesu a nepriamo odklon strednej hodnoty procesu od nominálnej hodnoty. Hodnotí vzťah medzi menšou vzdialenosťou strednej hodnoty procesu od jednej z dvoch tolerančných hraníc, lebo táto poloha je kritická vzhľadom na prekročenie tolerančnej hranice.

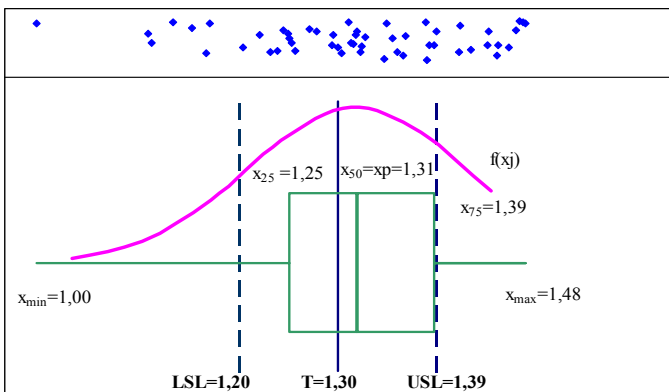
**Taguchiho index spôsobilosti  $C_{pm}$**  sa používa spolu s indexom  $C_p$  čo umožňuje posúdiť, v akej miere je dosiahnutá hodnota ovplyvnená prirodzenou variabilitou sledovaného znaku a v akej miere posunom priemernej hodnoty voči stanovenej cieľovej hodnote. Hodnota  $C_{pm} = 0,35$  bola výrazne nižšia než hodnota  $C_p=0,55$ , čo iba potvrdzuje veľký odklon priemernej hodnoty rýchlosti liatia od T cieľovej hodnoty, viac ako o jednu štandardnú odchýlku.

**Index spôsobilosti tretej generácie  $C_{pmk} = 0,27$**  poukazuje na fakt, že vzdialenosť strednej hodnoty sledovaného znaku kvality k bližšej tolerančnej hranici s polovičnou variabilitou znaku okolo cieľovej hodnoty je malá a nedostatočná.

Analýza hodnôt prvej analyzovanej súboru hodnôt rýchlosti liatia ukázala, že sledovaný proces nie je ani správne nastavený, ani spôsobilý dosahovať požadované kritériá. Príčinou je aj veľká variabilita, aj zlé centrovanie procesu. Ani štatisticky zvládnutý proces sa nenachádza v rámci tolerančných hraníc. Z hľadiska kvality výrobkov to znamená zvýšenú pravdepodobnosť produkcie chybných brám.

#### Analýza rýchlosti liatia pri prehriatí 25-30 °C nad teplotou likvidu

Krabicový diagram na obr. 6 zobrazuje tolerančné hranice, cieľovú hodnotu, frekvenčnú krivku, maximálnu a minimálnu hodnotu, medián, aritmetický priemer súboru hodnôt rýchlosti liatia pri prehriatí 25-30°C nad teplotou likvidu. Nápadné prekročenie tolerančného poľa síce poukazuje na pravdepodobnú nespôsobilosť procesu, ale naznačuje menšie kolísanie hodnôt okolo aritmetického priemeru, ako to bolo v prvej skupine údajov.

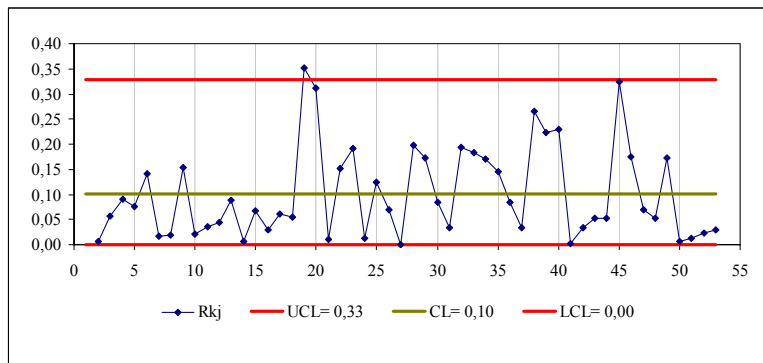


Obr. 6. Krabicový diagram pre rýchlosť liatia /25-30°C/.

Fig. 6. Box and whisker plot for casting speed /25-30°C/.

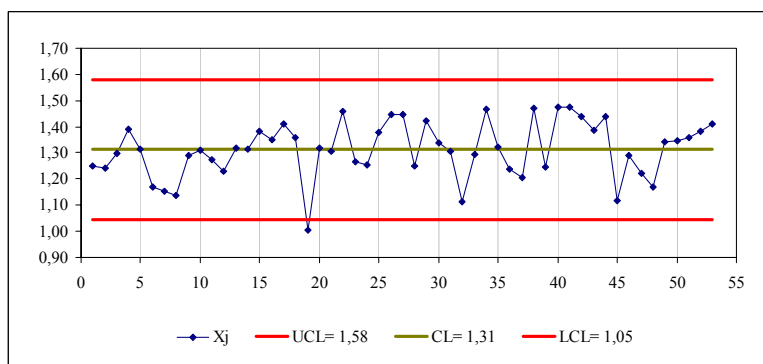
Zošíkmenie je mierne pravostranné ( $Ax = -0,56$ ) a hodnoty sú rozptýlené okolo stredy viac ako v predošlom rozdelení. Po vykreslení tolerančných hraníc do grafu sa dá predpokladať, že opäť vypadne niekoľko percent hodnôt, rozhodne však menej ako v prvom súbore.

Ďalej bola vytvorená dvojica Shewhartových regulačných diagramov (RD) pre reguláciu meraním: RD pre kľzavé rozpätia a RD pre individuálne hodnoty rýchlosti liatia (Obr. 7, 8).



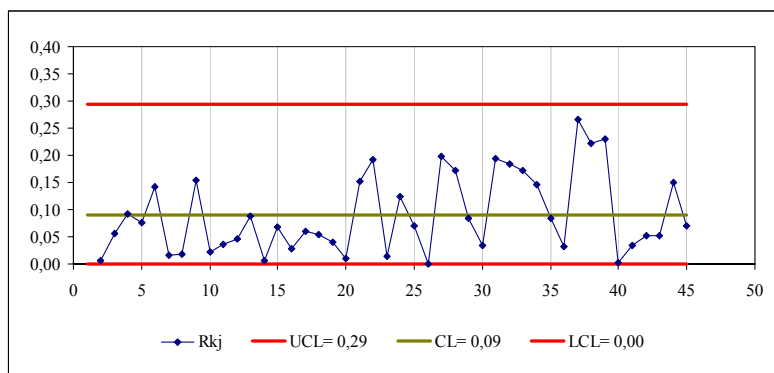
Obr. 7. Regulačný diagram pre kľzavé rozpätia hodnôt rýchlosti liatia /25– 30°C/.  
Fig. 7. Control Chart for moving ranges of casting speed values 25– 30°C/.

Z regulačného diagramu individuálnych hodnôt rýchlosti liatia (Obr. 8) vyplýva, že hodnoty rýchlostí sa mali pohybovať v regulačných hraniciach od 1,58 do 1,05 m.min<sup>-1</sup>, pričom stredná hodnota dát zodpovedá hodnote 1,31 m.min<sup>-1</sup>. Minimálnu normou stanovenú hodnotu prekročilo 13 % hodnôt a maximálnu 22 % skúmaných hodnôt.

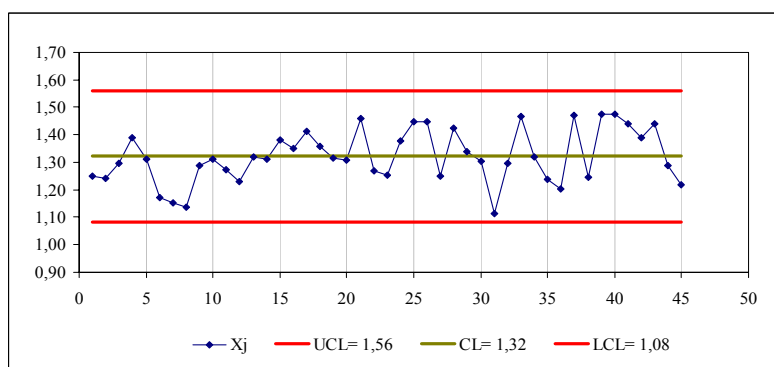


Obr. 8. Regulačný diagram pre individuálne hodnoty rýchlosti liatia /25-30°C/.  
Fig. 8. Control Chart for individual values of casting speed /25- 30°C/.

Po odstránení 15 % hodnôt ležiacich mimo regulačných hraníc, boli vypočítané nové regulačné hranice (Obr. 9, 10). Z ďalšieho spracovania bolo vylúčených aj šesť rastúcich hodnôt na konci radu, ktoré boli identifikované ako nenáhodné zoskupenie bodov. Regulačné hranice sa pre druhú skupinu po „očistení“ zmenili iba mierne, ale stále sú širšie ako tolerančné. Hornú tolerančnú hranicu prekračujú o 13,6 %, dolnú o 12,5 %.

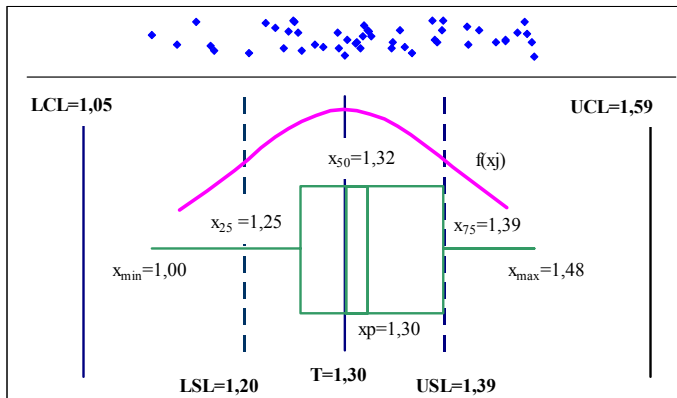


Obr. 9. Regulačný diagram pre kľzavé rozpätia hodnôt rýchlosti liatia /25-30°C/ -- štatisticky zvládnutý proces.  
Fig. 9. Control Chart for moving ranges of casting speed/25- 30°C/ -- process in a state of statistical control.



Obr. 10. Regulačný diagram pre individuálne hodnoty rýchlosti liatia /25- 30°C/ -- štatisticky zvládnutý proces.  
Fig. 10. Control Chart for individual values Xj of casting speed /25- 30°C/ -- process in a state of statistical control.

Do krabicového diagramu (Obr. 11), ktorý bol vytvorený po vylúčení hodnôt so systematickým vplyvom, boli pre väčšiu názornosť okrem tolerančných hraníc zakreslené aj regulačné hranice, ktoré charakterizujú skutočne prebiehajúci výrobný proces. Pre kvalitný proces by mali platiť nerovnosti  $LSL < LCL$  a  $UCL < USL$ . Pre tento proces to evidentne neplatí. Zníženie variability by znamenalo zúženie regulačného intervalu, čím by stúpila aj kvalita procesu.



Obr. 11. Krabicový diagram pre hodnoty rýchlostí liatia /25- 30°C/ - štatisticky zvládnutý proces.  
Fig. 11. Box and whisker plot for casting speed values / 25- 30°C/ -- process in a state of statistical control.

Index spôsobilosti  $C_p = 0,33$  (Tab. 2) a teda spôsobilosť procesu pohybovať sa v tolerančnom poli nie je dostatočná, tolerančné hranice sú prekročené. Proces je síce správne centrován, a teda cieľová hodnota  $T$  sa rovná aritmetickému priemeru ( $x_p$ ), ale variabilita procesu je veľká.

Veľké variačné rozpätie sledovaného znaku kvality a úzke tolerančné pásmo spôsobili, že index druhej generácie  $C_{pk}$  má veľmi malú hodnotu ( $C_{pk} = 0,25$ ), a teda vyjadruje nedostatočnú spôsobilosť sledovaného procesu rýchlosti liatia ocele. Index správne zohľadňuje kratšiu vzdialenosť strednej hodnoty od hornej tolerančnej hranice.

Použitie indexu  $C_{pm}$  predpokladalo, že cieľová hodnota je v strede tolerančného poľa. Jeho hodnotu ( $C_{pm} = 0,32$ ) nespôsobilu vzdalovanie strednej hodnoty procesu od cieľovej hodnoty, tá bola takmer zhodná s  $T$ , ale zväčšovanie, resp. neklesanie rozptylu hodnôt rýchlosti liatia. Približná rovnosť indexov  $C_p$  a  $C_{pm}$  je spôsobená približnou rovnosťou aritmetického priemeru a cieľovej hodnoty  $T$ .

Väčšia citlivosť indexu  $C_{pmk}$  na variabilitu okolo cieľovej hodnoty, na rozdiel od indexov  $C_{pk}$  a  $C_{pm}$  spôsobili, že pre tretiu skupinu bola jeho hodnota už pre uvedené príčiny najmenšia zo všetkých vypočítaných indexov.

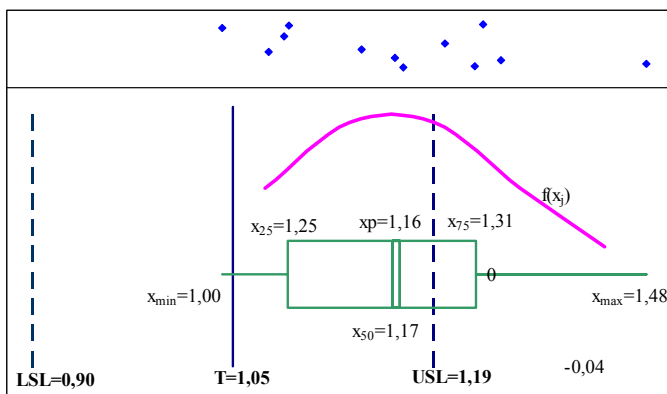
Analýza preukázala, že proces bol pre druhú skupinu centrován najlepšie. No veľká variabilita hodnôt má za následok nespôsobilosť procesu dosahovať predpísané hranice.

Tab. 2. Indexy spôsobilosti pre rýchlostí liatia /25 – 30°C/.  
Tab. 2. Capability indexes of casting speed /25 – 30°C/.

INDEXY SPŔSOBILOSTI			
$C_p$	$C_{pk}$	$C_{pm}$	$C_{pmk}$
0,33	0,25	0,32	0,24

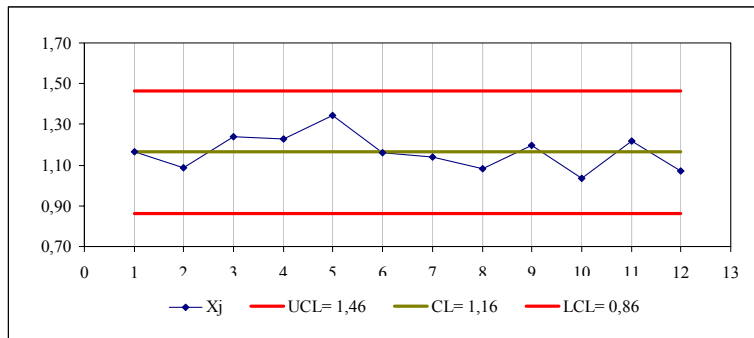
### Analýza rýchlosti liatia pri prehriatí 30 – 35 °C nad teplotou likvidu

Pre tretiu skupinu údajov je charakteristické mierne ľavostranné zošikmenie s opäť veľkou intenzitou kolísania okolo strednej hodnoty. Krabicový diagram (Obr. 12) so zaznačenými regulačnými aj tolerančnými hranicami a funkciou rozdelenia hustoty pravdepodobnosti naznačujú, že stupeň zhody týchto hraníc jednoduchým porovnaním je nepostačujúci. Tolerančné hranice sú užšie ako regulačné, hoci správne by to malo byť naopak. Proces sa podľa zobrazenia v diagrame javí ako nekonformný, nespoľahlivý, s posunom v polohe a s veľkým rozptylom.

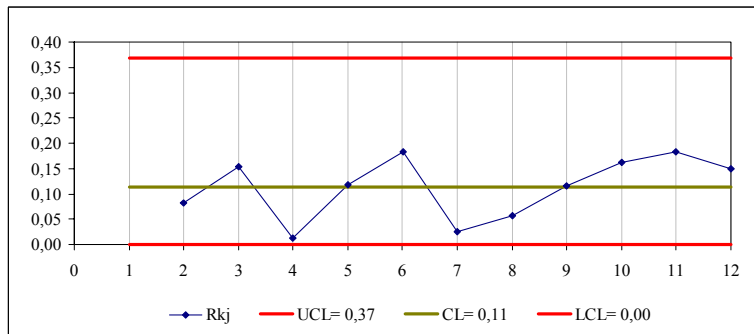


Obr. 12. Krabicový diagram pre hodnoty rýchlostí liatia /30- 35°C/.  
Fig. 12. Box and whisker plot for speed casting values /30- 35°C/.

Po vyrátaní regulačných hraníc a zakreslení hodnôt do regulačných diagramov (Obr. 13, 14) pre kľzavé rozpätie, ako aj pre individuálne hodnoty, nasledovalo vyhodnotenie.



Obr. 13. Regulačný diagram pre kľzavé rozpätia hodnôt rýchlosti liatia /30°C-35°C/.  
Fig. 13. Control Chart for moving ranges of casting speed /30°C-35°C/.



Obr. 14. Regulačný diagram pre individuálne hodnoty rýchlosti liatia /30°C-35°C/.  
Fig. 14. Control Chart for individual values of casting speed /30°C-35°C/.

Ani kľzavé rozpätie ani individuálne hodnoty v tretej skupine nepresahovali regulačné hranice. Z regulačného diagramu rýchlosti liatia tejto skupiny vyplýva, že hodnoty rýchlosti sa pohybovali v regulačných hraniciach od 1,47 do 0,87 m.min<sup>-1</sup>. Pričom stredná hodnota zozbieraných dát zodpovedá hodnote 1,17 m.min<sup>-1</sup>. Hodnotený proces rýchlosti liatia je teda v štatisticky zvládnutom stave.

Index  $C_p$  (Tab.3) je pre túto tretiu skupinu najvyšší z doposiaľ vypočítaných  $C_p$  indexov, ale ani jeho hodnota nevyjadruje dobré dodržiavanie spôsobilosti procesu.

Skutočná spôsobilosť procesu dodržiavať predpísané tolerančné medze je v tomto treťom súbore hodnôt najnižšia. Index  $C_{pk}$  hovorí o neschopnosti ich dodržiavať.

Podľa indexu  $C_{pm}$  proces výrazne míňa cieľovú hodnotu. Je to spôsobené nesprávnou polohou a silnou variabilitou hodnôt.

Tab. 3. Indexy spôsobilosti pre rýchlosť liatia /30-35°C/  
Tab. 3. Capability indexes of casting speed /30-35°C/

INDEXY SPŔSOBILOSTI			
$C_p$	$C_{pk}$	$C_{pm}$	$C_{pmk}$
0,59	0,12	0,34	0,07

Opäť najnižší z indexov  $C_{pmk}$  jasne poukazuje na takmer žiadnu mieru dosiahnutia stanovenej cieľovej hodnoty. Jeden z najcitlivejších indexov zareagoval veľmi prísne na neschopnosť procesu sa skutočne nachádzať v tolerančnom poli.

## Záver

Práca sa zaoberá štúdiom a vyhodnocovaním procesu výroby brám hlbokotážných ocelí stabilizovaných Al (z 5. základnej skupiny) s ohľadom na povrchovú kvalitu brám vyrábaných v zariadení na plynulé odlievanie ocele. Povrchová kvalita vyrobených brám, ako finálneho produktu oceliarne nie je ovplyvnená len kvalitou vstupov, spôsobom výroby a chemickým zložením ocele, ale aj správnu technikou liatia ocele, teda aj rýchlosťou liatia.

Analýza troch súborov hodnôt rýchlosti liatia jednoznačne ukázala, že proces liatia veľakrát prebiehal za nestabilných podmienok. Sledované rýchlosti v mnohých prípadoch vykazovali vyššiu variabilitu ako by bolo možné prisúdiť iba náhodným vplyvom, nachádzali sa nielen mimo tolerančných hraníc odporúčaných normou, ale proces nebol vždy správne centrován a v konečnom hodnotení ani spôsobilý.

Postupnosť *zákazník – dodávateľ – zákazník* spôsobuje, že pre spokojnosť finálneho zákazníka je nevyhnutné, aby boli spokojní všetci „zákazníci“ v postupnosti technologického procesu. Správnym riešením, ako zabezpečiť splnenie týchto požiadaviek a teda vyrábať kvalitnejšie, je využívať v riadení a rozhodovaní správne štatistické metódy. Včasné odhalenie problému umožňuje navrhnuť opatrenia na jeho minimalizovanie alebo úplné zabránenie jeho dopadov a vytvára potenciál pre neustále zlepšovanie kvality.

### Použitá literatúra

- Detailno-technologický predpis pre zariadenie plynulého odlievania., 2002, *U.S.Steel, Košice, s.r.o.*
- Detailno-technologický predpis pre úpravňu brám a expedíciu. 2002, *U.S.Steel, Košice, s.r.o.*
- Dolejší Z. a kol.: Plynulé odlévání oceli. *TEVUH, Praha 1987.*
- Floreková, L., Benková, M., Bednárová, D., Gondol'ová, L., Plichtová, B.: Metódy a prostriedky pre zabezpečovanie kvality., *Košice, ISBN 80-7099-411-X, 1999.*
- Floreková, L., Benková, M.: Štatistické metódy. *FPP FBERG TU Košice, 1999, ISBN 80-7099-411-8, 1999.*
- Plura, J.: Plánování a neustálé zlepšování jakosti. *Computer Press, Praha, 2001.*
- STN ISO 8258 Shewhartove regulačné diagramy. 1995., *ÚNMS SR.*
- Šima, M.: Analýza a vyhodnocovanie kvalitatívnych parametrov spracovania tekutej ocele., *Diplomová práca., TU v Košiciach F BERG KiaRP, 2005.*
- Tošenovský, J., Noskievičová, D.: Štatistické metódy pro zvyšování kvality. *Montanex a.s., Ostrava, 2000.*