

Vyhodnocení poměru nového a vratného materiálu v tavicí peci

Případová studie

Autor: Ing. Slavomír Skopalík Elekt Labs s.r.o.

1. Technologický význam

2. Zadání

Zadavatel: **ČZ Strakonice, a.s., divize Slévárna hliníku**

Poměr vratného a nového materiálu je jedním z mnoha nástrojů technologie a kontroly jakosti k zajištění výchozí suroviny (tekutého hliníku) pro vysokotlaké lití hliníku.

2.1. Cíl

Grafická prezentace poměru nového a vratného materiálu v tavicí peci STRIKO (dále jen poměr). Graf musí podávat relevantní údaje při zobrazení od jednoho dne po jeden měsíc. Řešení musí být integrováno do monitorovacího systému MASA.

2.2. Dostupná data

Monitorovací systém MASA zaznamenává tyto veličiny:

Zkratka	Jedn.	Popis	Způsob měření
DeliveredBars	kg	Dodané housky	Záznam při vážení pře vsazením
FlueGasTemp	°C	Skutečná teplota spalin	Každých 5 minut
MeltBatchTemp	°C	Skutečná teplota tavicího prostoru	Každých 5 minut
OVENTEMP	°C	Teplota kovu	Každých 5 minut
OVENWEIGHT	kg	Hmotnost vsázky v peci	Každých 5 minut
OffTakeMaterial	kg	Odebraný materiál	Záznam při odebrání
RecycledMaterial	kg	Hmotnost vráceného materiálu	Záznam při vážení před vsazením

Data jsou automaticky přenášena do centrální databáze.

3. Trocha teorie – model

3.1. Model

Uvedené požadavky vylučovaly použití sum hmotností nového a vratného materiálu za určité období (například směna), jelikož během toho období mohl poměr výrazně kolísat, případně, nebo naopak při vsazení malého množství materiálu vykázat zcestné hodnoty. Z toho důvodu bylo nutné použít model založený na stavové veličině (veličina, jenž je vnitřním stavem modelu a jejíž budoucí hodnota závisí na její aktuální hodnotě) s událostmi.

Jako stavová veličina byl zvolen vlastní poměr, označme jej jako **ratio** (interval hodnot $<0,1>$). Tato stavová veličina v kombinaci s měřenou hmotností vsázky v peci umožňuje okamžitý přepočítání na hmotnost nového, případně hmotnost vratného materiálu.

Události, které ovlivňují poměr:

- Vsazení nového materiálu (housek)
- Vsazení vratného materiálu (vratu)

Jednotlivé události **musí** vstupovat do modelu v tom pořadí, v jakém nastaly a pro správné zobrazení v grafu včetně časového okamžiku.

Vzorce:

$$\begin{aligned} m_{\text{novy}} &= \text{ratio} * \text{OVENWEIGHT} & [\text{kg}] & - \text{hmotnost nového materiálu} \\ m_{\text{vrat}} &= \text{OVENWEIGHT} - \text{ratio} & [\text{kg}] & - \text{hmotnost vratného materiálu} \end{aligned}$$

Pro každou událost *vsazení nového materiálu* se provede tento postup:

$$\begin{aligned} m_{\text{novy}} &= m_{\text{novy}} + \text{DeliveredBars} \\ \text{ratio} &= m_{\text{vrat}} / (m_{\text{vrat}} + m_{\text{novy}}) \end{aligned}$$

Pro každou událost *vsazení vratného materiálu* se provede tento postup:

$$\begin{aligned} m_{\text{vrat}} &= m_{\text{vrat}} + \text{RecycledMaterial} \\ \text{ratio} &= m_{\text{vrat}} / (m_{\text{vrat}} + m_{\text{novy}}) \end{aligned}$$

Každý systém, který obsahuje stavové proměnné je nutné posoudit z pohledu stability výstupní veličiny. Stabilita je zde zaručena skutečností, že všechny hmotnosti **vždy** větší než 0. Tím je definován možný rozsah hodnot pro **ratio** v intervalu $<0,1>$, prakticky však s vyloučením mezních hodnot 0 a 1, ke kterým se **ratio** může jen asymptoticky blížit.

3.2. ***Filtrace výstupních dat***

Vhledem k rychlým výkyvům, které však nepředstavují skutečnou změnu poměru, jako například rychlé vsazení většího množství vratného a následně v krátkém čase nové materiálu, bylo nutné výsledný schodovitý průběh vyhladit.

Filtrace plovoucím průměrem se ukázala nevyhovující, jelikož jednotlivé události nepřicházejí se stejnými časovými rozestupy, ale jejich rozestup může být značný. Například volná směna. V tomto případě se pak filtrovaný signál odchyluje od původního, bez známek přiblížování (trvalá systematická chyba).

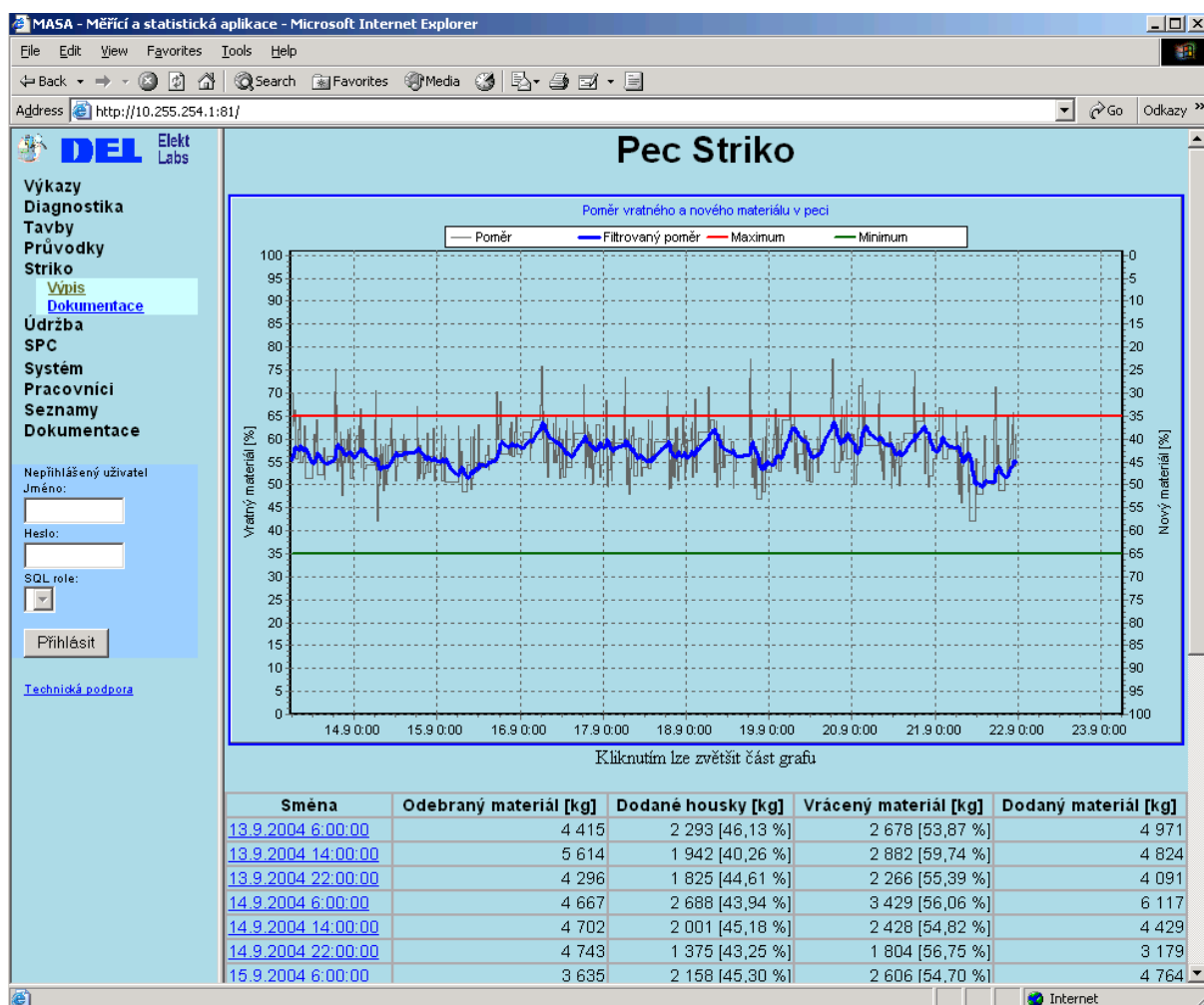
Z výše uvedených důvodů byla pro filtraci zvolena dolní propust prvního řádu. Tento filtr se exponenciálně blíží ke vstupní hodnotě, jediná časová konstanta tohoto filtru udává za jak dlouho je dosaženo při jednotkovém skoku (na příklad o 10%) 63% velikosti skoku. 95% je pak dosaženo při trojnásobku této konstanty. Při stanovování konstanty je třeba vycházet především z vlastní technologie a podmínek provozu, jelikož příliš malá (krátká) konstanta „nefiltruje“, příliš dlouhá zase příliš pomalu reaguje na změnu vstupní veličiny.

Po konzultacích a několika experimentech byla zvolena konstanta 2 hodin, která se ukázala jako vyhovující.

4. Realizace

Projekt byl realizován jako součást www stránek systému MASA ve vývojovém prostředí DELPHI. Pro vyhodnocení bylo použito výhradně data, která se nacházela v centrální databázi systému MASA a proto nebylo nutné vstupovat jakékoliv další údaje ručně.

Zobrazené limity nejsou pevné a lze je měnit podle aktuálních potřeb technologie.



Obr. 1 – snímek intranetové aplikace po integraci

Legenda k obrázku:

- tmavě modrá – filtrovaný průběh poměru
- tenká šedá – nefiltrovaný průběh poměru
- červená – maximum poměru vratného materiálu
- zelená – minimum poměru vratného materiálu
- pravá vertikální osa – poměr nového materiálu v peci

5. Vyjádření zákazníka