

# Realizace sběru dat z nízkotlakých lisů systémem MASA

V tomto článku je popsán postup připojení dvou nízkotlakých vstřikovacích lisů k informačnímu systému MASA pro monitorování a vyhodnocování provozu strojů a linek. Projekt byl realizován v divizi Slévárny hliníku podniku ČZ, a. s., ve Strakonici. Článek popisuje rozdělení projektu na jednotlivé fáze od prvotních příprav až po realizaci. Popisány jsou i obtíže, se kterými se projektant potýkal během celého průběhu realizace.

MASA je informační systém vyvinutý firmou Elekt Labs, s. r. o. Je určen pro monitorování a vyhodnocování stavu strojů, zařízení či jiných technologických celků na základě automatizovaného sběru dat. Cílem systému je soustavně a rychle identifikovat problémová místa za účelem jejich odstranění, a tím přispět k podstatné úspoře nákladů, zvýšení jakosti a růstu objemu výroby.

## Zadání projektu

Úkol spočíval v nahrazení dosavadního systému pro sběr dat ze dvou nízkotlakých lisů (lis 1 a lis 2) a připojení k systému MASA, který již zákazník používal k vyhodnocování dat z pecí pro tavbu hliníku a několika vysokotlakých lisů. Projekt do budoucna počítá s připojením dalšího nízkotlakého lisu (lis 3), který bude instalován v následujících měsících.

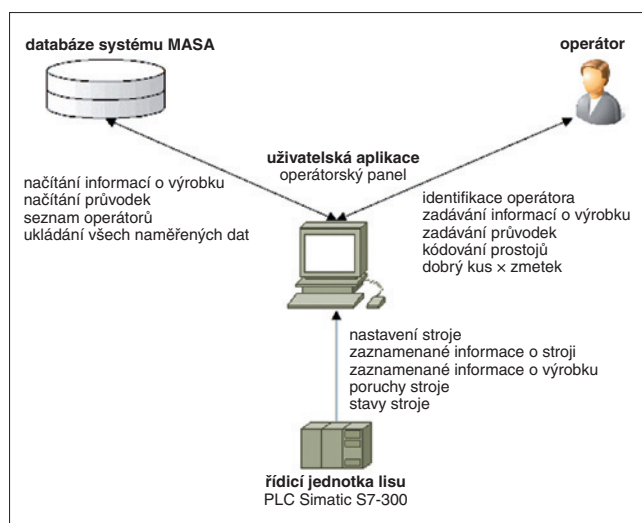
## Popis původního sběru dat

Při dosavadním způsobu sběru dat z nízkotlakých lisů byly do souborů ukládány hodnoty nastavených parametrů lisu, informace o poruchách a další provozní údaje. Adresářová struktura ukládaných dat byla vedena podle data a sériového čísla odlitku. To mělo za následek zdlouhavé dohledávání a obtížnou manipulaci s daty. Záznamy o výrobě byly vedeny na papírových průvodkách, které byly přiděleny operátorovi, jenž na ně ručně zapisoval dobré a vadné kusy.

## Přínosy systému MASA

Po připojení do systému MASA má obsluha lisu, mistři i celý management možnost sledovat nejen aktuální stav stroje, diagnostické údaje, produktivitu a zmetkovitost, ale i informace o zakázce a výrobcích

odkudkoliv, kde je přístup k webovému rozhraní systému MASA. Tyto informace jsou navíc k dispozici zpětně za celou dobu provozu systému.



Obr. 1. Diagram datového toku

Velmi silným nástrojem pro sledování využití stroje je výkaz výroby. Zde si uživatel může vybrat časové období, které chce vyhodnotit, a systém mu zobrazí základní výpis aktivity sledovaného stroje. V tomto výpisu může zjistit, kdy a v jakých stavech se stroj nacházel, produktivitu, přehled výkonu stroje, kde je soupis různých parametrů, jako např. výkon stroje, OEE (*Overall Equipment Effectiveness*), zmetkovitost, doba prostojů a odstávek či výrobní doba a průměrný takt stroje. Další možností je zobrazení Paretových diagramů uspořádaných podle různých kritérií.

## Analýza

Ať jde o malý nebo velký projekt, vždy je třeba pracovat co neefektivněji a zachovávat ověřené postupy, aby byly minimalizovány náklady a předcházelo se nejrůznějším problémům. Projekt byl rozdělen na tři fáze (příprava, realizace a dokončení). V následujícím textu je popsána náplň jednotlivých fází a úskalí, která se v průběhu projektu vyskytla.

## Časové rozdělení projektu

Na celou realizaci bylo vyhrazeno jedenáct týdnů. Jednotlivé dílčí úkoly byly rozděleny mezi tři techniky tak, aby práce byla co neefektivnější. První technik měl na starosti vedení celého týmu a projektu, obstarání mechanických částí, výběr průmyslového počítače a ostatních komponent, komunikaci se zákazníkem a dodavateli a analýzu programu v PLC lisu. Druhý technik pracoval na vývoji softwarové aplikace a úpravě databáze a třetí vypomáhal při vývoji softwaru a dále vyvinul simulátor lisu.

## Přípravná fáze

Tato fáze je jednou z nejdůležitějších, jelikož na základě jejích výsledků se odvíjí realizační fáze projektu. Charakter projektu vyžadoval analýzu stroje, určení relevantních dat, analýzu toku dat a struktury softwarové aplikace pro interakci s operátorem.

Data, která mají být zpracovávána, je třeba určit v úzké spolupráci s výrobním oddělením podniku tak, aby se zaznamenávalo pouze to, co si zákazník skutečně přeje. Obecně lze informace rozdělit do těchto kategorií:

- *Nastavení stroje.* Jde o hodnoty, které byly nastaveny obsluhou na operátorském panelu lisu. Archivací těchto hodnot je technologům umožněno sledovat správné pracovní postupy a jsou jim poskytnuty podklady pro další analýzu či doložení konkrétního pracovního postupu.
- *Zaznamenané informace o stroji.* V této kategorii jsou data, která byla zaznamenána na PLC lisu a informují o aktuálních hodnotách sledovaných parametrů. Ukládání těchto dat je plně automatizováno, a je tedy vysoce odolné proti zásahu člověka.
- *Zaznamenané informace o výrobku.* V této kategorii jsou data, která jsou přímo spojena s odlitkem, např. čas výroby, tlaky jednotlivých tlakovacích fází apod.
- *Poruchy stroje.* Pro analýzu využití časového fondu lisu a jeho poruchovosti je třeba uchovávat informace o poruchách (kritických i nekritických), které na stroji vznikly.
- *Stavy stroje.* Jde o základní pracovní režimy lisu, ve kterých se v průběhu výrobního procesu může vyskytovat. Tyto stavy jsou důležité např. pro analýzu využití časového fondu lisu.
- *Prostoj.* Na základě podkladů od výrobního oddělení jsou nízkotlakému lisu přiřazeny odpovídající typy prostojů. Když lis nevyrobí, automaticky se změní stav stroje

a obsluha je vyzvána k uvedení informací, proč se výroba zastavila.

Zmíněné informace mají ve své podstatě dva zdroje dat (obr. 1). Prvním zdrojem je PLC lisu, z něž se čtou veškeré informace o měřených a nastavovaných veličinách automaticky tak, aby nebyl možný zásah obsluhy. Druhým zdrojem je samotný operátor, který



Obr. 2. Instalace operátorského panelu

na lisu pracuje. Ten do systému zadá informace o typu výrobku, čísle průvodky a rozhodne, zda je výrobek dobrý či zmetek. Jestliže operátor definuje nový typ výrobku či vloží číslo průvodky, bude tento záznam uložen do databáze. V budoucnu již stačí zadat číslo výrobku a příslušné údaje se uloží do databáze k definovanému typu výrobku.

Tento koncept počítá s tím, že se vytvoří operátorský panel, na kterém bude spuštěna softwarová aplikace. Ten bude mít za úkol komunikovat s řídicí jednotkou lisu, fungovat jako HMI (Human Machine Interface) pro interakci s operátorem a rovněž pracovat s databází systému MASA.

### Realizační fáze

Pro názornost bude tato fáze rozdělena na dvě části, které spolu úzce souvisí a na jejichž vyřešení závisí úspěch celého projektu.

- *Realizace hardwarové části.* V tomto úkolu je třeba vybrat vhodný operátorský panel, realizovat jeho začlenění do existujícího operátorského pracoviště a zvolit komunikační rozhraní s řídicí jednotkou lisu.
- *Vývoj softwarové aplikace.* Mezi hlavní úkoly této části patří návrh GUI (Graphical User Interface) a s tím spojeného názvosloví, implementace komunikačních protokolů pro čtení dat z PLC lisu, pro komunikaci s databází systému MASA a zpracování některých dat. Nedílnou součástí je i úprava databáze systému MASA pro začlenění nových strojů do systému.

Důležitým bodem pro obě fáze je návrh správné ergonomie operátorského panelu tak, aby byla co nejvíce zkrácena doba, kterou musí operátor vynaložit na obsluhu systému. Toho lze dosáhnout zvolením dostatečně velké obrazovky, jejím vhodným umístěním na pracovišti operátora, přehledným rozmístěním ovládacích prvků aplikačního softwaru a srozumitelným názvoslovím. Kdyby to nebylo dodrženo, stala by se obsluha systému pro operátora náročnou a nepřívětivou. To by mělo v krajním případě za následek prodloužení doby mezi výrobními cykly a s tím spojené snížení produkce.

### Realizace hardwarové části

Klíčové aspekty pro výběr operátorského panelu byly dva. První byl výběr komunikačního rozhraní pro PLC lisu. Jelikož jde o prostředí těžkého průmyslu, dalším důležitým faktorem byla odolnost a velikost obrazovky, která musí splňovat požadavky na správnou ergonomii.

Jako řídicí jednotka všech lisů je použit PLC Simatic S7-300. U lisu 1 však není k dispozici komunikační procesor CP 343-1 Lean, který by umožnil pro komunikaci po-

Proto bylo nakonec zvoleno řešení, jež spočívalo v použití adaptéru Simatic S7 PC Adapter USB, který je připojen na rozhraní MPI.

Na základě uvedených požadavků byl vybrán průmyslový počítač, který má dva ethernetové konektory (jeden bude použit pro technologickou síť a druhý pro oddělené připojení do lokální sítě lisu), rozhraní USB pro připojení adaptéru S7 PC Adapter USB a 15" dotykovou obrazovku.

Posledním krokem před instalací je určení polohy operátorského panelu. Ta musí splňovat požadavky na správnou ergonomii pracoviště. Po konzultacích s výrobním oddělením společnosti bylo rozhodnuto, že bude počítač zabudován do ocelové skříně, která bude upevněna na bok hlavního rozváděče lisu (obr. 2).

### Vývoj softwarové aplikace

Z obr. 1 je patrné, že uživatelská softwarová aplikace bude jádrem celého projektu. Ta totiž zpracovává všechna data a obstarává komunikaci mezi subsystemy a operátorem. V přípravné fázi projektu byly nastíněny funkce, které musí softwarová aplikace plnit.

Podle toho byl zvolen postup jejího návrhu. Jelikož jde o softwarovou aplikaci, kterou bude operátor obsluhovat pomocí dotykového panelu, je třeba klást velký důraz na grafické rozhraní – GUI. To musí být přehledné a intuitivní (obr. 3). Akceptačním testem je schopnost ovládnutí nezaškoleným operátorem. Vhodným způsobem, jak předejít možným problémům s nevhovujícím GUI, je nechat si schválit ukázky obrazovek aplikace. Tím je zákazník přijatelným způsobem zapojen do vývoje a případné nedostatky se mohou upravovat na jeho přání.

Komunikaci mezi aplikací a PLC lisu obstarává přímo aplikace, a proto není třeba jiný externí software (OPC server apod.). V programu PLC byly lokalizovány bloky dat, v nichž jsou uloženy potřebné parametry. Pro odladění softwaru „nanečisto“, byl vyvinut simulátor výrobního procesu. Díky tomu bylo možné celou softwarovou aplikaci ověřit předem a odstranit většinu chyb před instalací u zákazníka.

### Dokončení projektu

Zprovoznění systému u zákazníka a následné předání do užívání vyžadovalo úspěšně dokončit tyto úkony:

- ověření všech vstupních dat aplikačního softwaru,

ELEKT LABS		Nízkotlaký lis č. 2		MASA
<b>POSLEDNÍ VÝROBEK</b>		<b>STAV STROJE</b>		
Čas výroby:	2012-07-19 14:56:12	Stav stroje:	AUTO	
Sériové číslo:	71	Kód prostroje:	Prostoj	
Tlak v 1. kroku [mbar]:	10	Počátek prostroje:		
Tlak v 2. kroku [mbar]:	100	<b>PRŮVODKA</b>		
Tlak v 3. kroku [mbar]:	150	Průvodka:	P1234567	
Tlak v 4. kroku [mbar]:	---	Dobrych kusů:	18	
Tlak v 5. kroku [mbar]:	---	Vadných kusů:	12	
Tlak v 6. kroku [mbar]:	---	Operátor:	admin DataB...	
Tlak v 7. kroku [mbar]:	---	Vložena:	2012-07-19 11:07:54	
Tlak v 8. kroku [mbar]:	---	Čas cyklu [s]:	180	
Stav výrobku:	Zmetek	<b>FORMA</b>		
<b>AKTUÁLNÍ VÝROBEK</b>		Forma:	ukazka_formy	
Teplota pece [°C]:	793	Slitina:	Testy	
Tlak v peci [mbar]:	19	<b>Zobrazení grafů.</b>		
		<b>Forma</b>		

Obr. 3. Ukázka webového rozhraní systému MASA

užit ethernetové rozhraní. Proto bylo nutné najít náhradní řešení.

Prvotní předpoklady počítaly s doplněním chybějícího komunikačního procesoru k PLC. To by ale vyžadovalo součinnost s dodavatelem lisu a celkové náklady na realizaci by vzrostly.

Jelikož PLC lisu 1 komunikoval s operátorským panelem lisu prostřednictvím proprietárního rozhraní MPI, byla jednou z možností instalace softwaru Datacross, který vyvinula firma Elekt Labs pro sběr dat z nejrůznějších zařízení. Ten by z rozhraní MPI četl data PLC a prostřednictvím ethernetového rozhraní by je poskytoval softwarové aplikaci. Toto řešení by mělo jednu hlavní nevýhodu: aplikace by byla nainstalována na hardwaru, který spadá pod správu jiné firmy. To by mohlo vést k problémům.

- doplnění chybějících dat do PLC lisu,
- kontrolu vyhodnocení výrobního cyklu,
- ověření funkce v systému MASA,
- předání zákazníkovi a zaškolení personálu.

Již v přípravné fázi se vyskytl problém: některá data vyžadovaná zákazníkem nebyla k dispozici a nebylo je možné v potřebné přesnosti nepřímou určit. Proto bylo nutné přístup k datům vyžádat od programátora dodavatele lisu. Ve spolupráci s ním byl upraven program PLC lisu. Po důsledné kontrole všech funkcí byla softwarová aplikace předána zákazníkovi spolu se zaškolením personálu.

### Závěr

Úkol připojit tři nízkotlaké lisu do systému MASA může být svým rozsahem řazen mezi poměrně nenáročné projekty. Po analýze projektu byl vybrán průmyslový počítač, na kterém je spuštěna softwarová aplikace, jež čte data z PLC lisu, funguje jako GUI pro operátory a následně ukládá data do databáze systému MASA. Počítač přímo komunikuje s PLC lisu prostřednictvím ethernetového rozhraní (nebo v případě lisu 1 prostřednictvím Simatic S7 PC Adapter USB), odkud si

čte potřebná data. Při přípravě návrhu byl kladen velký důraz na správnou ergonomii pracovního prostředí i grafického rozhraní aplikace.

Zákazník může podrobně analyzovat využití strojů, má k dispozici data pro doložení výrobních postupů při reklamaci nebo auditech a na základě produktivity může upravovat hodnocení operátorů. Zákazník si systém chválí a v současné době se pracuje na připojení nového vysokotlakého lisu do systému MASA.

Matěj Kozák, Elekt Labs s. r. o.

## Snímač obrazu pro úlohy typu *bin picking* – Shapescan3D

Polotovary ve výrobě jsou mezi jednotlivými výrobními operacemi často přepravovány volně ložené v kontejnerech. Skládat je do transportních přípravků sice usnadňuje následnou automatickou manipulaci s nimi, ale samotné skládání je pomalé a drahé.

Naproti tomu je ale nutné na navazujícím pracovišti polotovary z kontejneru vyjmout. Úloha typu *bin picking*, tedy vybírání neorientovaných předmětů z kontejneru, je ve výrobě běžná, ale v automatizaci patří k těm náročnějším. Často je tato činnost vykonávána ručně nebo pomocí různých mechanických zařízení, která předměty z kontejneru před uchopením robotem orientují. K firmám, které ji dovedou plně zautomatizovat, nyní přibyla i německá Isra Vision. Její snímač Shapescan3D se vyznačuje velkou flexibilitou a příznivou cenou. Přednostmi, kterými tento snímač vyniká nad konkurencí, jsou velmi snadná a rychlá instalace a uvedení do provozu bez potřeby speciálních znalostí z oboru zpracování obrazu.

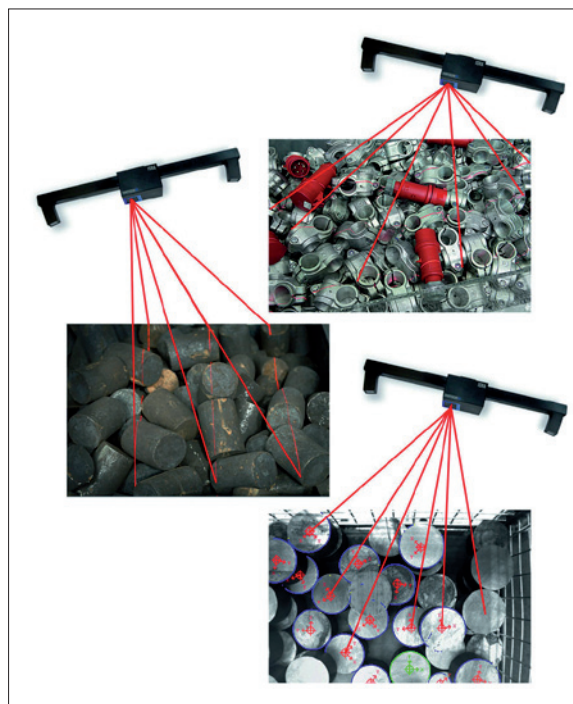
Proč v této úloze použít systém strojového vidění? Polotovary se z kontejnerů vybírají manuálně, pomocí mechanického přípravku nebo automaticky. Ruční práce je velmi monotónní a přitom náročná na přesnost – obsluha se nesmí dopustit chyby. Druhou možností jsou různé mechanické tříděče. Ty se obvykle skládají z vibračních nebo spirálových unášeců. Jsou to zařízení velmi hlučná a náročná na prostor. Nejsou flexibilní, jsou určena jen pro jediný typ výrobku a jsou drahá.

Vybírání polotovarů robotem je elegantní, flexibilní a cenově výhodné. Robot je ovšem nutné vybavit vhodným systémem strojového vidění, který mu umožní vybírat volně ložené, náhodně orientované polotovary, dokonce různých tvarů.

Systém Shapescan3D (obr. 1) od firmy Isra Vision využívá dvě běžné kamery a speciální osvětlovač. Tato kombinace poskytuje možnost přesně rozeznat pozici každého dílu v kontejneru. Z mraku bodů jsou určována geometrická

Pro uživatele je velkou výhodou snadná instalace senzoru Shapescan3D. Využití jej pro navádění robotu neznamena složité programování, ale jen nastavení několika parametrů. Doba, kdy to byla náročná práce pro experty na strojové vidění, je minulostí, nyní instalaci zvládne běžný uživatel.

Snímač se upevňuje nad kontejner s polotovary. Montáž je stacionární, není třeba žádný komplikovaný kinematický mechanismus. Snímač umožňuje vybírat předměty z běžného kontejneru o rozměrech 1 200 × 1 000 × 800 mm. Pracovní vzdálenost je 2 000 mm. Výstup GigE je velmi flexibilní a přitom rychlý: skenování celé plochy kontejneru trvá méně než 1 s. Strukturované osvětlení zaručuje, že obraz je snímán velkou rychlostí bez toho, že by se snímač, robot nebo kontejner musely pohybovat. Snímač není citlivý na rušivé okolní světlo. Snímání navíc není závislé na barvě identifikovaných předmětů. Systém je velmi přesný. Umožňuje dokonce vybírat z jednoho kontejneru v rámci jednoho skenu několik druhů předmětů. Kompaktní



Obr. 1. Snímač Shapescan3D a typické úlohy, které je schopen řešit

ká primitiva a v prvním kroku se na ně aplikuje metoda prostorového vzorkování tvarů. Software následně na základě těchto primitiv vyhledává složitější tvary. Takto je možné spolehlivě identifikovat objekty různých tvarů a velikostí v různé hloubce v kontejneru a určit jejich pozici a orientaci.

ní tvar snímače je velmi vhodný do průmyslového prostředí.

Doba návratu investice je v typickém případě velmi krátká. Snímač významně omezuje náklady na operace *bin picking* a zvyšuje pružnost výroby.

(Isra Vision)