

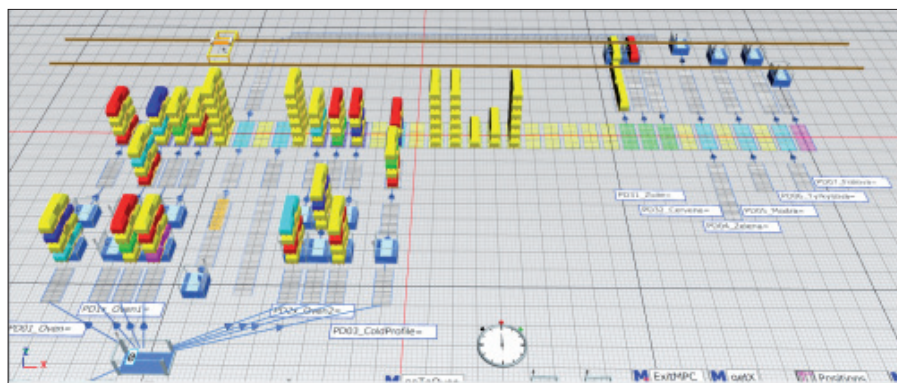
Projektování a simulace systému výrobní logistiky

Projektování výrobních systémů je komplexní úloha, která vyžaduje součinnost mnoha odborností. Článek na příkladu výrobního úseku za procesem tepelného zpracování ukazuje, jak lze moderním způsobem s pomocí počítačové simulace a digitálního modelu – digitálního dvojčete – navrhnout a optimálně řídit transport hliníkových palet s polotovary.

Doporučení č. 1 – cílem není dodávka a instalace zařízení, nýbrž implementace řešení, které splňuje projektované parametry

Při poptávkovém řízení bylo požadováno předložení nabídky na dodávku a instalaci,

by, ověřovali algoritmy pro obsazování pozic v mezioperačním zásobníku a další stěžejní parametry (obr. 1). Vývoj algoritmu řízení pro model probíhal v úzké součinnosti s vývojem aplikačního softwaru pro řídicí sys-

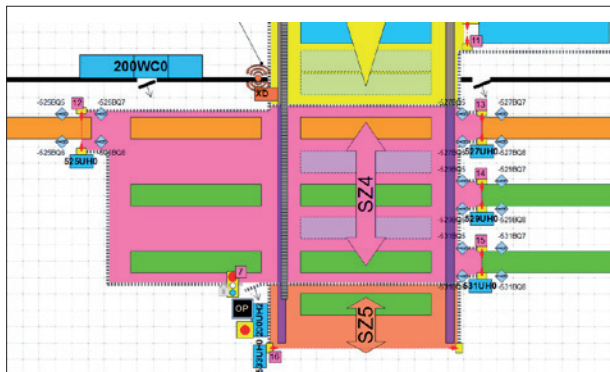


Obr. 1. Digitální model projektovaného výrobního systému vytvořený v Tecnomatix Plant Simulation (Siemens)

ci nového manipulátoru. V průběhu jednání se brzy ukázalo, že zákazník potřebuje vyřešit celou logistiku výrobního úseku. Skutečné zadání bylo nutné přeformulovat a dát odpověď, zda požadavek vyřeší pořízení jednoho manipulátoru, dvou manipulátorů, nebo celé sestavy vhodně uspořádaných zařízení. Simulace zároveň umožnila zákazníkovi, kromě ověření kapacitních možností systému, navrhnout koncept bezpečné automatizace a podpořit zaškolení personálu.

Doporučení č. 2 – digitální model ve 3D zobrazení je vynikající pomůckou pro školení obslužného personálu

V popisovaném výrobním úseku je transportováno až 500 palet. Autoři článku v softwarovém nástroji Tecnomatix Plant Simulation firmy Siemens zpracovali digitální model projektovaného výrobního systému, na kterém simulovali kapacitní možnosti výro-



Obr. 2. Struktura projektovaných bezpečnostních ovládacích systémů byla namodelována a ověřena v softwarovém nástroji Siemens Safety Evaluation Tool

tém Siemens Simatic S7-1500. Cílem bylo vytvoření jednoho společného vývojového diagramu – algoritmu řízení (i když v reálné implementaci odlišné syntaxe). Volby, které

má obsluha k dispozici na dotykovém panelu HMI (např. kritéria pro obsazování buněk v mezioperačním zásobníku), lze volit a simulovat i na digitálním modelu.

Doporučení č. 3 – bezpečnost jako základní stavební kámen, nikoliv nutné „roubované“ ex post

Bezpečnostní úlohy jsou řešeny pomocí Safety PLC Siemens S7-1517 F v decentrální konfiguraci. Projektované bezpečnostní světelné závěsy Pilz PSENOpt vybavené funkcí *muting* (ovládané pomocí čtyř indukčních čidel), bezpečnostní dveřní systémy Pilz PSEndoor i tlačítka nouzového zastavení jsou zapojeny do bezpečnostních vstupů F-DI projektovaného PLC. Struktura projektovaných bezpečnostních ovládacích systémů byla namodelována a ověřena v softwarovém nástroji Siemens Safety Evaluation Tool, testovaném společností TÜV (obr. 2). Výstupem bylo ověření vztahu $PL \geq PLr$ (vypočtená úroveň vlastností je vyšší nebo rovna požadované), jak je dáno normou ČSN EN 13849-1.

Mnohdy se argumentuje tím, že bezpečnost zpomaluje výrobu. Proto byly zmíněné

bezpečnostní prvky vloženy do digitálního modelu pro ověření, zda jejich implementace nemá negativní vliv na projektované parametry výrobního úseku, a pro zjištění, jak bude reagovat manipulátor při požadavku na vstup do chráněné zóny a jaký vliv na výrobní úsek bude mít narušení bezpečnostní zóny v délce pěti, deseti nebo i více minut.

Doporučení č. 4 – je důležité mít správné informace ve správný čas

Transportované palety se identifikují pomocí keramických štítků s datamatrix-kódem ECC-200. Teplotní odolnost keramických štítků je až +600 °C. Pro zvýšení spolehlivosti jsou na každé pa-

TAURID
TAURID Ostrava s.r.o.
www.taurid.cz

Realizujeme řízení výrobních procesů

We implement control for industrial processes

TRANSPORT A ZPRACOVÁNÍ
TRANSPORT AND PROCESSING OF
POLOTOVARŮ SEMI-PRODUCTS

- dopravníky, manipulátory, zdviže, zakladače, paletizátory
- ohřev lázní, chlazení, sušení, fezání polotovaru
- navažování, míchání
- analýza a simulace výrobních systémů
- diskontinální a kontinuální výroba

letě dva štítky a na manipulátoru dvě čtecí hlavy. Počítačová simulace transportu odhalila významnou závislost mezi počtem manipulací za čas a včasnou identifikací transportní palety. Čím dříve manipulátor obdrží informaci o paletě (obsahu palety), tím výhodnější způsob transportu manipulátor volí a tím více manipulací za čas zvládne.

Dopravníky za pecí navезou paletu do prostoru pod dráhu dvouosého manipulátoru, který se pohybuje ve výšce 5 m. V tom okamžiku se vygeneruje

událost: požadavek na odbavení. Pokud manipulátor nemá informaci o obsahu palety, nezná její cíl a rozhoduje pouze na základě jednoho kritéria. Když ale v seznamu událostí bude také informace o obsahu palety, manipulátor bude znát cíl a může mnohem lépe seřadit manipulace, které čekají ve frontě. Algoritmus se snaží poskládat manipulace tak, aby manipulátor byl co nejvíce vytížený a nejezdil po 50 m dráze prázdný.

Doporučení č. 5 – mějte dokonalý přehled o pohybu materiálu, polotovárů i finálních výrobků ve výrobním systému

Palety jsou identifikovány pomocí data-matrix-kódů na keramickém nosiči. Ve hře byla také metoda RFID, ale u teplot kolem +200 °C teplotní odolnost tagů končí.

Výrobní úsek používá i ruční manipulaci, při níž však systém ztrácí informaci o aktuálním umístění palety. Proto byla zvažována implementace lokalizačního systému RTLS. Jenže ten má svá konstrukční omezení a navíc v současnosti jde o velmi nákladný systém, proto argumenty pro jeho použití musí být velmi silné.

Doporučení č. 6 – ověřte chování výrobního systému pomocí počítačové simulace na digitálním modelu; jen tak získáte větší jistotu a minimalizujete rizika

A nyní podrobněji k principům řízení uvedeného výrobního systému. Z pohledu řízení je třeba co nejrychleji zpracovat palety na vstupu a co nejvíce vytěžovat výstupní pozice. Zároveň vhodně odvázet, stohovat a bufferovat (umísťovat v meziskladu) prázdné palety tak, aby neblokovaly výstupní pozice a nezabíraly místo v systému (obr. 3).

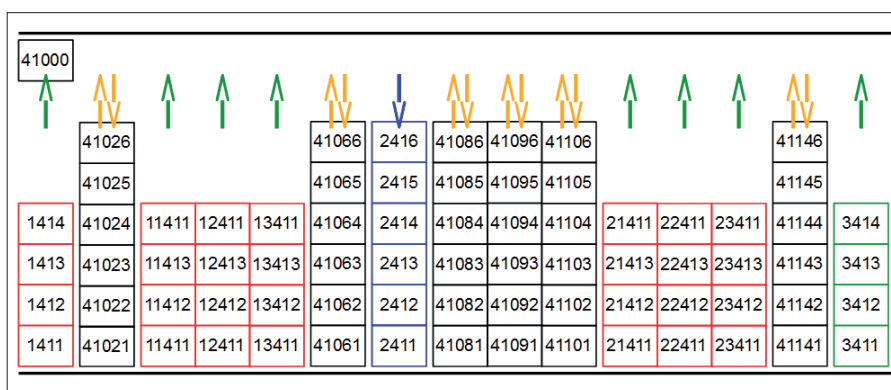


Obr. 3. Fyzická realizace skladu palet s polotovary

ní musí proběhnout celé najednou, jinak by nebyla zajištěna vždy dostupná volná pozice.

Analýzou několika simulačních běhů je možné zjistit optimální počty bufferovacích pozic pro dané vstupní mixy. Vzhledem k množství prováděných úkonů (jobs), kdy jeden se skládá z přejezdu na pozici, snížení na pozici, vyzvednutí, přesunu na další pozici a snesení dolů, je úzkým místem samotný manipulátor. Proto má smysl optimalizovat proces tak, aby počet úkonů byl co nejmenší.

Algoritmus řízení musí zvládnout určení počtu palet ve stohu, kdy se spustí přeskládání (již při dvou, nebo až je stoh plný), možnost přerušit proces přeskládání stohu, určení, kolik volných míst pro přeskládání alokovat (kdyby bylo pro přeskládání rezervováno příliš mnoho pozic, nebylo by kde bufferovat), a určení počtu rez-



Obr. 4. Zobrazení palet ve stohu

Pro realizaci metody FIFO se po příchodu stohu do systému přiřadí každé paletě časová značka (obr. 4). Čas od času musí být palety přeskládány – když se nejnovější palety dostanou na dno a starší palety naopak na vrch stohu. K chronologickému vyskladnění lze přidat další podmínky. Například prioritní vyskladnění určité slitiny (alloy-based), zakázky (order-based) nebo manuální režim (operator-decided), kdy o tom, co se vyskladní a kam, rozhodne operátor. Některé pozice slouží pro plné i prázdné palety zároveň, ty se nikdy nesmí zahltit.

Stěžejním bodem řízení je rozdělení bufferovacích pozic. Přesné počty potřebných pozic závisí na rychlosti zpracování a vstupním výrobním mixu. Systém řízení pracuje s tabulkou, do které je možné vložit atribut bufferovací pozice: pevně určená pozice, automatické přidělení, nepoužívaná pozice (pro údržbu). Systém při jejich vytěžování bere v úvahu, že jedna musí zůstat volná pro přeskládání. To také znamená, že přeskládá-

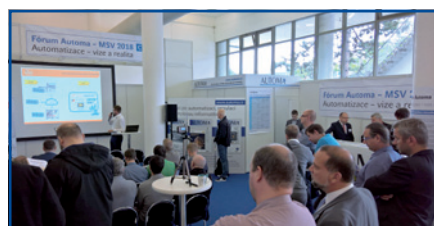
vovaných pozic dynamicky – a to není konečný výčet situací, s nimiž se musí umět vypořádat.

Závěr

Závěrem je možné konstatovat, že nezáleží na typu a velikosti výrobního systému. Ať už je to větvený dopravníkový systém, výroba polotovárů s využitím meziskladů, montážní linka s větším počtem pracovišť v automobilovém průmyslu, nebo galvanovna, či vanová mořicí linka, cíl je vždy stejný: dát odpověď na otázky týkající se ekonomického zdůvodnění, technologické úrovně a kvality, bezpečné automatizace, optimálního způsobu řízení i flexibility do budoucna.

Společnost Taurid Ostrava (kontakt viz inzerát na předchozí straně) pořádá pro zájemce o danou problematiku semináře v Ostravě nebo v Brně. Zájemci si mohou také domluvit individuální konzultace s odborníky firmy.

(Taurid Ostrava, s. r. o.)



Fórum automatizace – vize a realita

MSV 2019, Brno 7. až 11. 10. 2019

hala C, stánek 1

AUTOMA