

# Problematika zavádzania konceptu Industry 4.0 - diel V. - prípadové štúdie

V nadväznosti na predchádzajúci článok o tom, ako postupovať pri uplatňovaní stratégie Industry 4.0 vo výrobných firmách, pripravili autori príklady zaujímavých implementácií, ktoré realizovali u svojich zákazníkov. Poukazujú hlavne na praktickú pridanú hodnotu pre zákazníkov, použité technické riešenie nie je v tomto článku až tak dôležité.

## Prípadová štúdia zákazníka 1 - automatizované operatívne plánovanie výroby a jej optimalizácia

Zákazník, ktorý vyrába diely pre oblasť automobilového priemyslu a využíva korporátny systém ERP, hľadal riešenie, ktoré by zjednodušilo proces plánovania výroby a prípravy výrobných plánov (*forecast*). Nakoľko využívaný systém ERP bol vzhľadom na skutočnosť, že dokázal plánovať iba do neobmedzených kapacít, v tomto prípade nepoužiteľný, využívali plánovači pre plánovanie dnes asi najrozšírenejší plánovací systém MS Excel. Toto riešenie však takisto nebolo ideálne, nakoľko schopnosť práce s rozsiahlymi dátami v MS Excel sú pomerne limi-

tované, a takisto podstatným faktorom v tomto prípade bola i bezpečnosť. Veľkým problémom bola skutočnosť, že ochrana dát pred nechcenými prepismi v MS Excel je takmer nemožná. Ďalším z významných faktorov bola rýchlosť prípravy požadovaných výstupov, nakoľko napriek veľmi významnému používaniu makriérov to bola náročná ručná práca trvajúca niekoľko človekodní. Posledným z významných faktorov bola potrebná optimalizácia výrobného plánu, čo bola vyslovene záležitosť osobných schopností plánovača.

Spoločne so zákazníkom bolo definované zadanie (*project scope*), kde boli stanovené požadované vstupy, ktoré v tomto prípade predstavovali približne tri rozsiahle exporty zo systému ERP. Následne sa určili požadované výstupy, ktoré boli vizuálne takmer identické s používanými výstupmi XLS a ich počet sa pohyboval okolo dvadsať. Toto spôsobovalo veľké časové problémy, pretože neustála manuálna aktualizácia uvedených výstupov bola časovo veľmi náročná a stále sa opakujúca rutinná činnosť priamo neprinášala žiadnu pridanú hodnotu.

Pre samotné riešenie bol využitý koncept Industry 4.0 – digitálne dvojča, a bola vytvorená digitálna kópia výrobného systému, ktorú v tomto prípade reprezentoval digitálny simulačný model. Simulačný model a jeho al-

goritmy boli vytvorené tak, aby zohľadňovali potreby a možnosti zákazníka a maximálne automatizovali proces prípravy dlhodobých i krátkodobých plánov, prípravu výrobných plánov, a k dispozícii sú takisto simulácie vyťaženia existujúcich, resp. pridania nových výrobných zdrojov. To je veľmi dôležité pre rozhodnutie zákazníka pre novú investíciu – ak by dlhodobé simulácie po optimalizácii ukazovali potrebu nových výrobných

Obr. 1. Zákazník 1 – optimalizácia krátkodobého plánu výroby

zdrojov, je toto možné riešiť vopred, a potrebu takejto investície a jej návratnosť možno i reálne zdôvodniť.

Zaujímavosťou v tomto prípade je, že plánovač priamo nepracuje v prostredí žiadneho softvéru. Celý systém bol navrhnutý a vytvo-



Obr. 2. Zákazník 2 – aplikácia na zobrazovacom paneli

rený tak, aby prácu maximálne zjednodušoval a urýchlil, avšak aby pracoval v „neviditeľnom“ móde na pozadí. Plánovač využíva veľmi jednoduché webové rozhranie, prostredníctvom ktorého zadá požadované vstupy, čo

je záležitosťou pár sekúnd, následne digitálny simulačný a optimalizačný algoritmus pripraví na pozadí všetky požadované výstupy, ktoré následne uloží na portál, odkiaľ si ich plánovač stiahne a uloží vo formáte, aký potrebuje (napr. i XLS). Tieto výstupy sú presne vo formáte, aký sa využíval i doposiaľ, jediným rozdielom je ich automatizovaná príprava a digitálna optimalizácia výstupov oproti doposiaľ využívanému manuálnemu spôsobu. Dramaticky sa skrátil i čas prípravy – rádozo z hodín až dní na minúty. Prístup k aktuálnym výrobným plánom (pre čítanie) majú v porovnaní s minulosťou i ďalší pracovníci, čo je ďalší z prínosov tohto riešenia. Uvedený spôsob automatizovaného generovania a optimalizácie výstupov s využitím stratégie Industry 4.0 – digitálne dvojča, zákazníka veľmi zaujal a po ukončení testovacej fázy v pilotnom závode na Slovensku ho plánuje rozšíriť i do ďalších svojich závodov po celom svete. Príklady výstupov na portáli je možné si pozrieť na obr. 1.

## Prípadová štúdia zákazníka 2 – digitálny dispečing montáže

V súčasnej dobe digitalizácie sa možno niekedy paradoxne dostať k tomu, že firma začne byť „predigitalizovaná“ a premeniť digitálne dáta na zmysluplné informácie môže byť občas veľký problém. Táto štúdia poukazuje na pomerne zaujímavú aplikáciu pre „premenu digitálnych dát“ na zmysluplné a štruktúrované informácie. Zákazník vyrába komplexné výrobné zariadenia, ktoré sú rozmerovo veľké a ťažké a sú vyrábané zákazkovo podľa špecifických požiadaviek zákazníkov, ktorí sa geograficky nachádzajú po celom svete.

Základná požiadavka bola, aby vznikol akýsi digitálny dispečing montáže, čo je kritická časť výroby, kde sa budú zobrazovať kľúčové informácie o zákazkách, tieto budú 100 % aktuálne a bude sa dáť na ne spoľahnúť. Na základe týchto informácií sa budú dať operatívne prijímať zásadné rozhodnutia. Výsledné riešenie bolo požadované vo forme vizualizácie a reportov.

Problémom bolo vymyslieť spôsob, ako prepájať viacero výrobných systémov a databáz „v reálnom čase“, z ktorých každý sys-

tém funguje trochu inak a navyše dáta sú fyzicky rozmiestnené po viacerých serveroch vo viacerých geografických lokalitách. Kľúčové informácie zo systému ERP sú umiestnené v materskej firme v Nemecku a tu bola ďalšia požiadavka, aby riešenie nevyžadovalo žiaden programátorský zásah do globálneho systému ERP. Zmienená požiadavka je celkom bežná v korporátnych firmách, zvyšuje však stupeň komplexity riešenia. Niektoré informácie, ktoré boli pre digitálny dispečing montáže potrebné (napr. typ prestoja montážneho pracoviska), sa ale nevyskytovali v žiadnej databáze a bolo potrebné vymyslieť, ako sa zadajú a spájajú s informáciami z ostatných databáz.

Z uvedeného je zrejmé, že tento projekt bol hlavne integračný – t. j. ako poprepájať dáta z „dátových ostrovov“ a premeniť ich na zmysluplné štruktúrované informácie. Tieto dáta bolo možné prepojiť aj pred týmto projektom, a to „manuálne“ formou exportov do XLS a následných kontingenčných tabuliek. Toto však bolo časovo pomerne náročné, málo operatívne, a teda pre reálne potreby veľmi ťažko použiteľné.

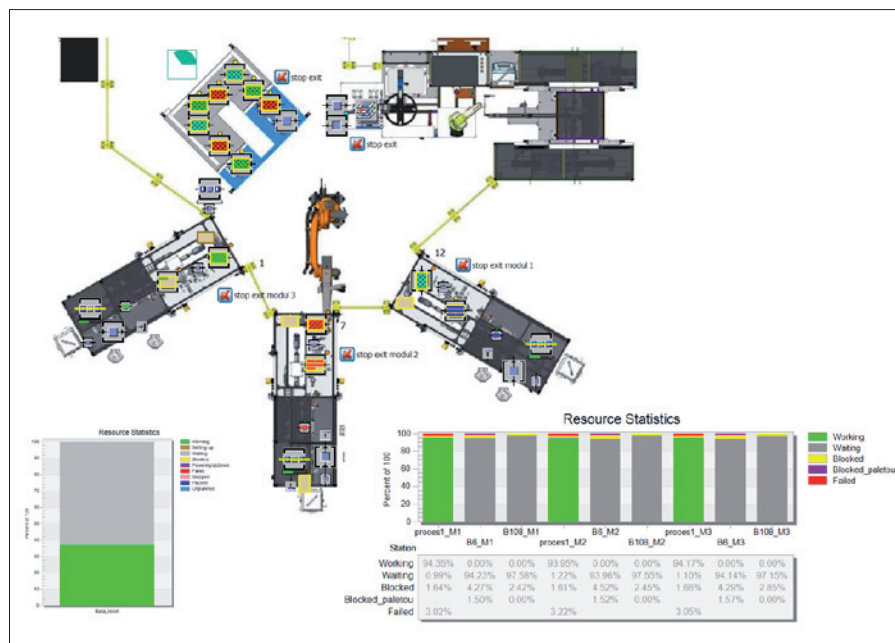
Výsledok projektu možno vidieť na priložených obrázkoch v obr. 2. Vznikla hlavná vizualizácia digitálneho dispečingu montáže, ktorá je umiestnená priamo vo výrobe a reprezentuje ju veľkoplošný LED panel v 4k rozlíšení vzhľadom na potrebu zobrazenia pomerne veľkého počtu informácií na jednej ploche. Na paneli sú prehľadne zobrazené všetky montážne pracoviská so zákazkami, ktoré sa na nich aktuálne realizujú. Ku každej zákazke sú zobrazené kľúčové informácie, ako je *lead time* vrátane aktuálneho stavu (mešká/nemešká voči plánu), počet čerpaných hodín pre mechanickú a elektrickú montáž (aktuálne čerpanie hodín voči plánu) a niektoré ďalšie KPI, ktoré zákazník potreboval sledovať. Dáta synchronizované z viacerých databáz sú nonstop pravidelne aktualizované v časovej perióde 15 min, na základe čoho sa automaticky aktualizuje i vizualizácia digitálneho dispečingu montáže. Bolo pridané webové rozhranie pre majstra, ktorý v prípade prestoja tento manuálne zadá k danému montážnemu pracovisku/zákazke, a prestoj sa automaticky synchronizuje s ostatnými dátami z ostatných databáz a zobrazuje sa i na vizualizácii.

Očakávania zákazníka mať v reálnom čase prehľad o aktuálnom prehľade stavu zákaziek, čerpaných hodinách, *lead time* a ďalších KPI sa tak začínajú naplňovať a operatívne každodenné výrobné porady je možné postupne preniesť z kancelárie priamo do výroby. Každý z pracovníkov, či už ide o majstra, operátora alebo vedúceho, je „viahnutý“ do aktuálneho diania vo firme a na základe aktuálnych informácií je možné urobiť kvalifikované rozhodnutie pre aktuálny deň v oveľa kratšom čase, ako tomu bolo doposiaľ. Rovnako je možné v predstihu urobiť opatrenia na elimináciu prečerpaných hodín na zákaz-

ku, keďže sa stav čerpania hodín jednotlivými pracovníkmi na operácie zobrazuje v reálnom čase, čo sa v minulosti riešilo až pri uzatváraní zákazky, kedy už žiadne korekcie možné neboli. Takisto je možné vidieť i aktuálny stav pracovníkov na mechanickej a elektrickej montáži, vrátane informácie, či pracujú na činnostiach pridávajúcich hodnotu výrobku alebo nie.

chcel vopred overiť, že naprojektovaná nová výrobná linka bude schopná reálne produkovať množstvá, ktoré boli dané v projekte.

V tomto prípade išlo o výrobnú linku s veľmi krátkym výrobným taktom, ktorá bola doplnená o nové robotizované pracoviská. Cieľom bolo posúdiť tri kľúčové parametre – identifikáciu kritických miest v navrhnutých procesoch, overenie dodržiavania času



Obr. 3. Zákazník 3 – layout naprojektovanej linky

Podobné typy kustomizovaných výstupov pre danú rolu vo firme sú podľa názoru autorov prostriedkom, ako maximálne využiť hodnotu dát vo firme a premeniť ich na zmysluplné informácie, na základe čoho je možné prijímať kvalifikované rozhodnutia.

### Prípadová štúdia zákazník 3 – digitálna simulácia a overenie novej investície

Investícia do novej výrobnéj linky v sebe nesie vždy určité riziká, nakoľko vopred určiť jej výkonnosť na základe statických prepočtov býva pomerne zložitá a v mnohých prípadoch i veľmi nepresná. Statický prepočet potenciálne možnej produkcie (v MS Excel) totiž nedokáže zohľadniť všetky špecifiká procesov, ktoré sa medzi sebou navzájom neustále ovplyvňujú, a vznikajú tak úzke miesta, ktoré celkovú výkonnosť výrazne znižujú. Toto býva dosť veľkým problémom hlavne v prípade veľmi krátkych časov cyklov (rádovo v sekundách) a veľkého množstva operácií a procesov, z ktorých niektoré sú automatické, niektoré poloaautomatické, a niektoré dokonca manuálne.

Jedným z možných riešení, ako vopred identifikovať úzke miesta a tým i reálne posúdiť celkovú výkonnosť výrobného systému, ktorý zatiaľ fyzicky neexistuje, je využiť stratégiu Industry 4.0 – digitálne dvojča. Takáto úloha bola riešená pre zákazníka, ktorý si

cyklu na výstupe z linky a zistenie dopadov jednotlivých prestopov a mikroprestopov na výsledný takt celej linky.

V spolupráci so zákazníkom preto vznikla digitálna kópia budúceho výrobného systému (digitálne dvojča), na ktorom prebehli rôzne experimenty ešte predtým, ako sa samotná linka začala fyzicky vyrábať. Počas digitálneho overenia výkonnosti boli overené a otestované viaceré výrobné scenáre, vrátane získania informácií o skutočnej vyťažiteľnosti jednotlivých výrobných procesov, a boli identifikované problémové miesta, na ktorých vznikali prestoje a mikroprestoje. Na základe týchto informácií bol upravený celkový koncept riešenia, nakoľko sa zistilo, že niektoré prvky novej linky by v budúcnosti spôsobovali problémy, ktoré by očakávanú výkonnosť celej linky výrazne znížili, a skutočný čas cyklu by tak bol výrazne dlhší, ako bol požadovaný a očakávaný čas.

Vytvorené digitálne dvojča, ktoré bolo využité pre simuláciu a overenie zatiaľ neexistujúceho výrobného systému, bude v budúcnosti možné pripojiť na zber dát z reálnej linky po jej inštalácii a uvedení do prevádzky. Zberané dáta z výroby tak budú monitorovať a vyhodnocovať softvérové algoritmy, čo je základom pre udržateľnosť a trvalé zlepšovanie inštalovaného výrobného systému.

Robin Mitana, SIDAT Digital