

Aktivní monitorování digitalizované strojní výroby v praxi

Článek popisuje softwarový systém SIDAS® OEE, určený k vyhodnocování celkové efektivity strojů, a jeho použití ve firmě Attl a spol. Nástroj nahrazuje ruční sběr dat a umožňuje vyhodnocování efektivity jednotlivých strojů v reálném čase.

Každý proces výroby, ať je, či není automatizován, vyžaduje neustálou kontrolu, zda daná produkce splňuje předepsané požadavky, a to jak z pohledu počtu kusů a jejich kvality, tak i z pohledu času spotřebovaného na naplánované výrobní operace.

Řídicí systémy, které se běžně k řízení strojů nebo výrobních technologií používají, se orientují hlavně na to, aby byl splněn jejich základní cíl, tj. umožnit obsluhu, aby mohla výrobní proces efektivně (a optimálně) řídit.

Běžná praxe strojní výroby, kdy se produkce realizuje na jednotkách nebo desítkách strojů či výrobních linek, však od řídicího systému očekává nejen řešení úlohy řízení vlastního stroje nebo linky, ale také získání kompletní sady aktuálních informací o provozu výrobní technologie, která bude zahrnovat počty dobrých a špatných kusů, přehledy provozních dob a přerušení výroby včetně jejich příčin a rovněž údaje kvalitativního charakteru. Všechny tyto údaje je potom třeba zpracovat a výsledky vypovídající formou prezentovat buď v podobě zobrazení na velkoplošných monitorech, nebo v podobě tiskových sestav – reportů. Kromě sestav jednotlivých sledovaných hodnot v aktuální, popř. i historizované podobě je žádoucí zobrazovat též ukazatele typu KPI (Key Performance Indicator).

De facto to tedy znamená rozšířit řízení výrobních strojů nebo linek o aplikaci, která je schopná všechny tyto požadavky splnit.

Hypoteticky se nabízejí tři cesty, jak by bylo možné toho dosáhnout:

- rozšíření funkcí řídicích systémů strojů a linek o takovou aplikaci,
- implementace potřebných funkcí do systému ERP (Enterprise Resource Planning),
- vytvoření mezivrstvy mezi řídicími systémy strojů a systémem ERP, která by jako jakási „inteligentní rozhraní“ představovala spojovací článek mezi oběma těmito systémy a požadované funkce bezeschytně a spolehlivě splňovala.

Ukazuje se ale, že řešení požadovaných úloh není v praxi možné ani rozšířením funkcí řídicího systému stroje, ani jejich implementací do systému ERP.

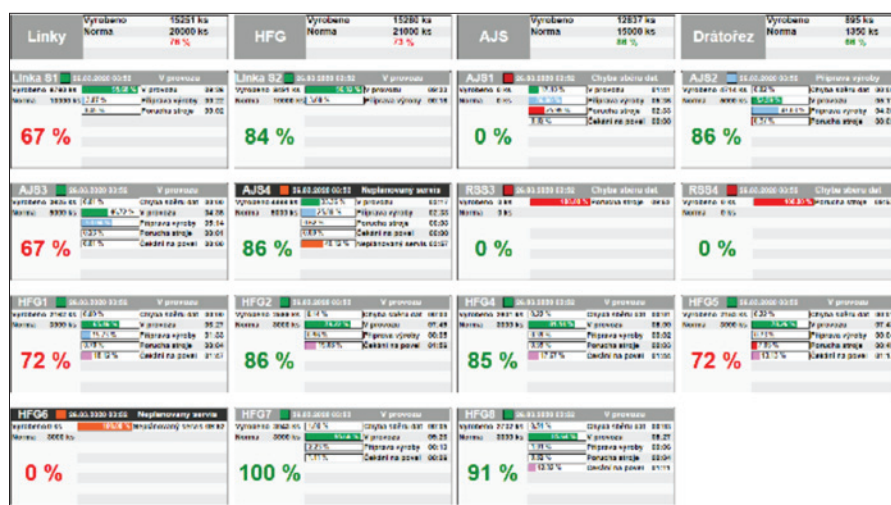
V případě řídicích systémů strojů a linek je hlavním omezením jejich výkon a koncepce řešení, která v nich neumožňuje takovou aplikaci provozovat. Překáž-

kou je také skutečnost, že při větším počtu strojů či linek velmi často jde o řídicí systémy různých generací nebo i od různých výrobců.

U implementace do systému ERP by snad bylo možné využít některé již existující kom-

ponenty řešení by rovněž nebylo vhodné. Hlavním důvodem je především absence výkonné archivační databáze pro hodnoty získávané v reálném čase a absence systému pro komplexní reportování.

Všechny tyto poznatky a závěry vedly firmu Sidat k tomu, že se v uplynulých několika letech vydala cestou vývoje a implementace vlastní zákaznický orientované platformy. Ta vychází z toho, že se mezi stávající řídicí

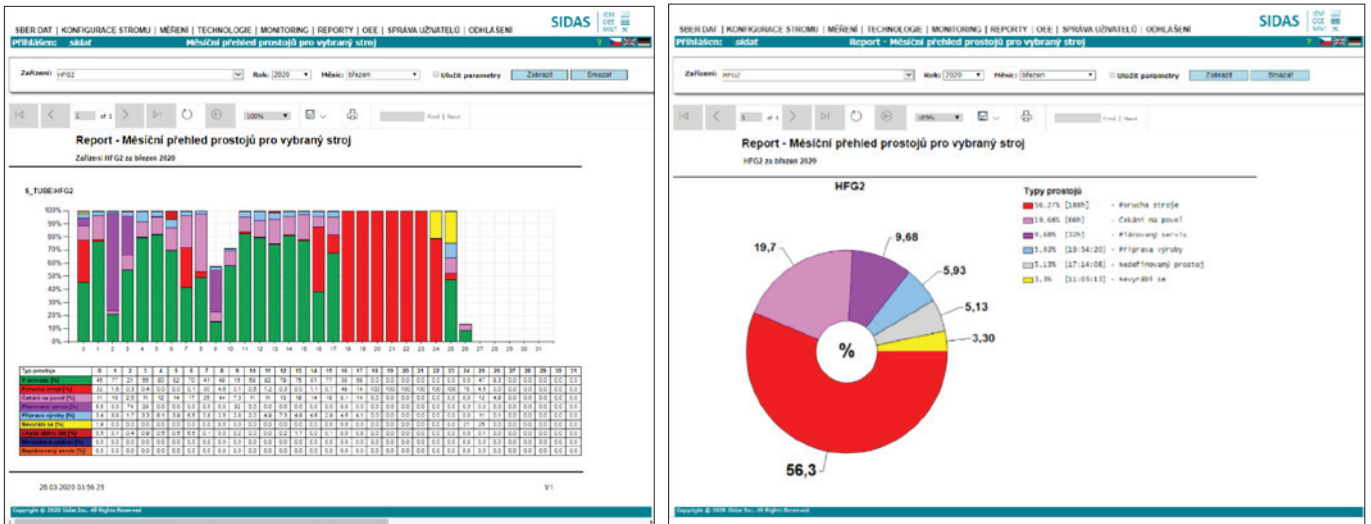


Obr. 1. Online pohled na celkovou výrobu (nahore) a detail stroje (dole)

ponenty ERP (např. pro zpracování pokročilejších reportů), omezením je však zejména absence prostředků pro zpracování dat v reálném čase a orientace na tabulkové databáze pro transakční zpracování.

Zbývá tedy posoudit třetí z uvedených možností. Zde se sice nabízí využít pro tuto mezivrstvu jako základ některý z klasických systémů HMI/SCADA, ukazuje se ale, že ta

systémy a systémy ERP vloží nová funkční aplikační mezivrstva, která kromě úloh charakteru OEE (Overall Equipment Effectiveness) pokrývá široký rozsah specifických úloh aktivního monitorování výroby. Platformu firma Sidat nabízí pod komerčním názvem SIDAS® OEE. Nyní ji využívají zákazníci ve více než dvou desítkách tuzemských výrobních podniků.



Obr. 2. Měsíční report prostojů stroje

Princip monitorování výroby prostřednictvím SIDAS® OEE

Základní princip, který je uplatněn u řešení na této platformě, využívá monitorování vybraných stavových proměnných z řídicího systému PLC a operátorského panelu, jež popisují stav daného výrobního stroje v reálném čase. Tyto stavové proměnné jsou primárně připravené v datech PLC a jednoznačně popisují, v jakém stavu se dané zařízení nachází. Je-li informace ve stavovém slově PLC nedostatečná, je tato automatická stavová proměnná ještě doplněna ručně zadanou informací z operátorského panelu nebo z externího přepínače či tlačítka. Všechny zmíněné stavové informace se následně archivují v real-time databázi a tím vzniká kompletní obraz o průběhu výroby. Je-li to potřebné, lze stavové informace ještě doplnit informacemi o počtech kusů, popř. o jakýchkoliv dalších veličinách, které mají vliv na výrobní proces (teploty, tlak, rychlost pohonů atd.). Tímto způsobem tedy vzniká v reálném čase kompletní obraz o provozu daného stroje nebo linky. Vlastní řídicí systémy PLC jsou obvykle připojeny rozhraním OPC (*Open Platform Communications*), je však možné přistupovat i k jiným databázím, např. rozhraním ODBC (*Open Database Connectivity*).

Uživatel se k aplikaci SIDAS® OEE následně připojí prostřednictvím webového přístupu přes webový prohlížeč počítače, tabletu nebo telefonu. Má přitom k dispozici dva základní pohledy na data.

První je online pohled na výrobu webovým prohlížečem s historií daného provozu. Na počítači, tabletu nebo telefonu či na velkoplošné obrazovce je možné graficky zobrazit stav jednotlivých strojů a v detailu jsou v Gantově diagramu grafickou formou zakresleny vývoje stavu na jednotlivých strojích. Tento pohled na data se používá pro aktivní sledování výroby mistrem nebo vedoucím výroby a umožňuje okamžité zásahy do produkce v případě viditelných poruch či vi-

ditelného neplnění potřebných plánovaných úkolů. Součástí zobrazení bývá i aktuální počet vyrobených kusů, plán výroby a nebo aktuální efektivita produkce.

Druhý pohled na data je pohled prostřednictvím reportů. Ten uživateli umožní analy-

vá období výroby, přestávek, přestaveb apod., aby výsledný report byl věrohodný a vazba na nadřazený informační systém pro zadání plánu nebo norem výroby smysluplná. Reporty následně popisují počty vyrobených kusů za směnu, využití strojů, dostupnost strojů a další zvolené ukazatele.

Vzhledem ke stále rostoucím požadavkům na efektivitu výroby a monitorování kvality si uvedené řešení ke sledování své výroby zvolila také společnost Attl a spol. s r. o., která vyrábí jednoúčelové linky a výrobky pro automobilový průmysl pro odběratele z celého světa.

Sledování OEE ve firmě Attl a spol.

Výroba autodílů ve společnosti Attl a spol., kterou je třeba sledovat, je složena z jednotlivých výrobních strojů – lisovacích linek. Každá výrobní linka je vybavena vlastním řídicím systémem s operátorským panelem, prostřednictvím kterého se řídí jednotlivé pohony, posuvy a další části výrobní linky.

Základním požadavkem na instalaci nového systému bylo implementovat kompletní řešení monitorování výroby, které bude bez zásahu obsluhy sledovat danou produkci. Celý projekt byl rozdělen do



Obr. 3. Přehled dostupnosti a týdenní report výroby

zovat historická data o výrobě z různých zorných úhlů. Nedílnou součástí reportovacích pohledů na data je vždy definice časového modelu výroby, kdy je nutné definovat časové

několika kroků, které reflektují hierarchickou strukturu řešení této úlohy.

Prvním krokem bylo vybudování komunikační sítě mezi jednotlivými stroji, serverovou infrastrukturou a velkoplošnými zobrazovacími panely. Díky v podstatě homogennímu prostředí řídicích systémů na bázi

PLC Simatic S7 (Siemens) bylo možné sto procentně využít síť Ethernet a protokol S7. S infrastrukturou byly rovněž nainstalovány velkoplošné obrazovky s webovým zobrazovacím prostředím a na serverové infrastruktuře vytvořeny virtuální servery pro instalaci jádra systému SIDAS® OEE.

Druhým krokem bylo rozšíření hardwarové konfigurace a příprava dat v řídicích systémech jednotlivých stajů. Díky vývoji aplikačního softwaru jednotlivých stajů přímo pracovníky firmy Attl a spol. se podařilo velmi rychle implementovat řešení, která byla pro přípravu dat z PLC k monitorování potřebná. Pro každý stroj

Rozhovor s Pavlem Štefanem, programovým manažerem výroby dílů pro automobilový průmysl společnosti Attl a spol.

Pane Štefane, můžete nejprve představit vaši firmu?

Firma Attl vznikla v roce 1920 jako zámečnická dílna pana Aloise Attla a dodnes patří rodině Attlových. Firma má čtyři divize: výrobu jednoúčelových strojů, výrobu dílů pro automobilový průmysl, výrobu otevřených tenkostěnných pozinkovaných profilů a výrobu montovaných obloukových hal.

Kterých divizí se týká instalace systému pro sledování celkové efektivity strojů – OEE?

Jsou to divize výroby jednoúčelových strojů a divize výroby dílů pro automobilový průmysl.

Jaké díly pro automobilový průmysl nabízíte?

Jde o tenkostěnné podélně svařované trubky z korozivzdorné oceli, které se používají ve výměnících EGR, *Exhaust Gas Recirculation*, u vznětových motorů. Výměník je součástí výfukového systému – výfukové plyny se v něm ochladí a vstříkují zpět do spalovacího prostoru. Směs výfukových plynů s nasávaným vzduchem má menší obsah kyslíku než čistý vzduch, proto dochází ke spalování při nižší teplotě a vytváří se méně oxidů dusíku, aby motory splnily přísné emisní normy.

Pro tyto výměníky vyrábíme trubky různých tvarů a průřezů: přímé kruhové (pro by-pass výměníku), přímé vlnité, tvaru U se spirálovým zvlněním nebo oválné dimplované¹⁾ přímé, ve tvaru U a S. Výrobu trubek nabízíme jako kompletní službu: zákazník naší společnosti dodá výkresovou dokumentaci požadovaných trubek, na základě které navrhne technologii, vyrobíme stroje na konkrétní aplikaci a trubky zákazníkovi dodáváme.

Co je třeba při výrobě sledovat?

Potřebujeme znát údaje o průběhu výroby na jednotlivých strojích a v jednotlivých směnách, a to nejen zpětně, pro pozdější analýzy a přijetí nápravných opatření, ale i pro sledování aktuální situace na směně a možnost okamžitého zásahu. To bylo zadání výběrového řízení, s nímž jsme oslovili několik dodavatelů.

Proč jste se rozhodli pro SIDAS® OEE?

Systém SIDAS® OEE umožňuje obojí, získat aktuální přehled i údaje o historii výroby. Zpočátku pro nás bylo důležité především získání aktuálního přehledu pro pracovníky ve výrobě, vedoucí směn nebo servisní techniky. To je důležité pro možnost okamžitého zásahu.

Jak jste výrobu sledovali předtím?

Byli jsme odkázáni na údaje od obsluhy strojů. Manuální získávání dat ale není přesné a zdržuje jak obsluhu, tak vedoucí směn.

Jak sledujete aktuální výrobu nyní?

Aktuální údaje jsou zobrazovány na monitorovacích pracovištích přímo ve výrobě i v kanceláři vedoucích směn. Umožňuje nám to zkrátit dobu mezi výskytem události a zásahem, který na ni reaguje. Zatímco dříve nějakou dobu trvalo, než se informace o poruše dostala k vedoucímu směny a k servisnímu pracovníkovi, dnes mají potřebné údaje okamžitě.

Co instalace systému SIDAS® OEE přinesla?

Po zavedení sledování aktuálního stavu výroby vzrostla efektivita celé výrobní linky o zhruba 15 %. To je výsledek, s nímž jsme velmi spokojeni.

Využíváte i historická data?

Zpětné monitorování výroby používáme k analýzám, jak dlouho se na konkrétních zařízeních vyrábělo, kolik času zabíraly odstávky, servis nebo poruchy. Při srovnání s ručně pořizovanými záznamy jsme zaznamenali odchylku o 15 až 20 %.

Proč docházelo k tak velkému zkresení?

Pracovníci měli tendenci zápisy optimalizovat. Diskutovali jsme s pracovníky o tom, zda k této činnosti dochází zčásti účelově, aby došlo ke zlepšení výsledků, nebo vznikají tyto odchylky z jiných důvodů. Při ručním sběru dat je třeba s určitou odchylkou vždy počítat. Vzniká například tím, že operátoři nezaznamenávají všechny události, ulehčují si práci tím, že kratší výpadky neuvádějí nebo je zahrnují souhrnně do jiných dob. Je to pochopi-

telné, protože v okamžiku, kdy vznikne problém, je jejich prioritou tento problém vyřešit, a až později se zabývají administrativou.

K čemu jsou zpřesněné údaje dobré?

Umožňují nám například lépe plánovat výrobu a servisní činnost nebo sledovat kvalitu výroby. Toho bychom mohli dosáhnout i při ručním sběru dat, ale museli bychom vytvořit tým, který by se sběrem dat zabýval. To by pochopitelně bylo velmi nákladné. Věřím, že by to bylo řešení pro krátkodobý projekt, ale pro dlouhodobou sériovou výrobu nikoliv. U nás na stejných strojích vyrábíme stejné nebo podobné produkty pět až deset let. Proto je pro nás výhodnou variantou automatický sběr dat.

Splnil SIDAS® OEE to, co jste od něj čekali?

Ano, bezesbýtku. Zaveden byl v roce 2019 a nyní se věnujeme tomu, aby se jej pracovníci naučili účinně využívat ke zvyšování efektivity jednotlivých směn. Zpětné analýzy nám nejsou užitečné jen k tomu, abychom kontrolovali pracovníky k využívání pracovní doby, ale zejména k analýze problémů ve výrobě a návrhu opatření. Při ručním sběru dat nám některé souvislosti mohly uniknout.

Máte se systémem další plány? Budou jej využívat i jiné divize?

Jedněmi z klíčových aktivit naší firmy jsou konstrukce a výroba jednoúčelových strojů. Tím společnost opětovně začínala svou činnost, když byla firma rodině Attlových vrácena v restituci. Jedná se o svařovací stroje, stroje na válcování plechů za studena, hydroformingové lisy a další. Naše stroje umožňují široké spektrum uplatnění, vyrábějí dálniční svodidla i tenké trubičky pro farmaceutický průmysl. S firmou SIDAT nyní diskutujeme o tom, jakou formou bychom SIDAS® OEE mohli nabízet jako součást softwaru dodávaných technologických linek našim klientům, aby jej mohli používat ke sledování a zlepšování jejich efektivity.

Děkuji za rozhovor.

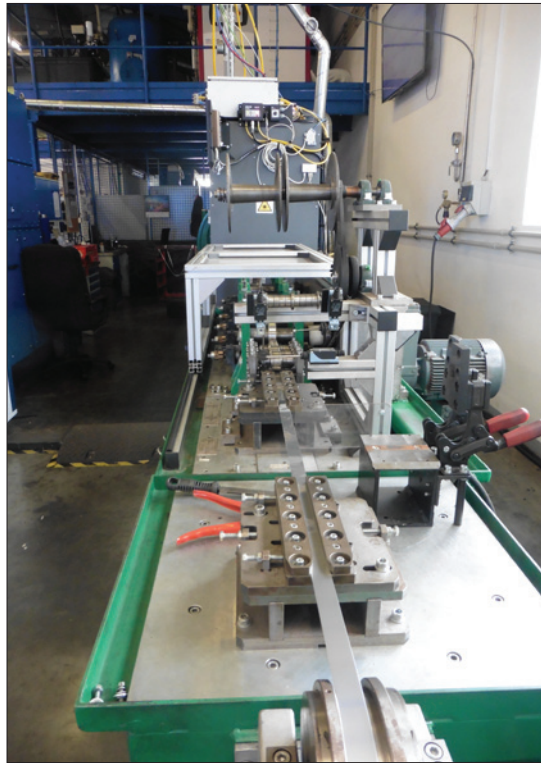
(Rozhovor vedl Petr Bartošík.)

¹⁾ Dimplovaná trubka je trubka se zvlněným povrchem. Zvlnění zvětšuje teplosměnnou plochu trubky a ovlivňuje charakter proudění v trubce.

bylo vytvořeno jednotné stavové slovo stroje, doplněné o další údaje potřebné k reportování. Součástí bylo také jednak rozšíření zadávání z operátorského panelu o informace sloužící pro vkládání údajů do systému SIDAS® OEE, jednak realizace datové vazby na informační systém, která obsahovala data o plánu a normách výroby pro následné porovnávání výsledků.

Ve třetím kroku bylo na virtualizační platformu firmy Attl a spol. nainstalováno jádro systému SIDAS® OEE a nakonfigurováno spojení PLC a serveru SIDAS® OEE prostřednictvím OPC serveru. Tím se předem připravená přehledová vizualizace stavu strojů a zobrazení detailů produkce daných strojů (obr. 1) začaly plnit reálnými daty.

Tyto obrazovky se staly základem online sledování a řízení výroby v dané chvíli. Údaje však poskytují operátorům a vedení pouze informace v reálném čase, a bylo tedy ještě nutné zkonfigurovat reportovací modul systému SIDAS® OEE, který poskytuje informace o datech z historie výroby.



Obr. 4. Výrobní linka na výrobu trubek pro výměníky EGR ve firmě Attl a spol. – v této části linky se plochý pásék svine do trubky, která se následně svařuje laserem a dělí na požadovanou délku

Závěr realizace projektu se týkal implementace reportovacího modulu. Každá výrobní společnost používá svoji poněkud odlišnou podobu reportů, a proto byl pro společnost Attl a spol. základní modul modifikován tak, aby poskytoval požadované údaje o celkové produkci, prostojích a dostupnosti v měsíčním a týdenním časovém snímku, jak je ve standardech firmy běžné. Na obr. 2 a obr. 3 jsou příklady těchto reportů.

Poslední etapou celého projektu bylo otestování a validace výsledků reálné výroby a zobrazených a reportovaných údajů.

Další vývoj produktu SIDAS® OEE

Na následující období připravuje společnost SIDAT rozšířenou verzi systému SIDAS® OEE s názvem SIDAS® OEE Remote Plant. Ta uživateli umožní sledovat lokální produkci v různých teritoriálně vzdálených provozech. Současně bude možné online sledovat vybraná data a vytvářet kompletní reporty o celkové produkci v jednotlivých pobočkách. Uvedení této novinky, která je uživateli velmi žádána, na trh je připraveno na konec roku 2020.

Radim Novotný, Miroslav Dub,
SIDAT, spol. s r. o.

► Industry Education – vzdělávací portál pro menší a střední výrobní firmy

Znalosti a informace, které pomohou malým a středním firmám (především strojírenským) zůstat konkurenceschopné a získat větší podíl na trhu, poskytuje nově založený vzdělávací portál Industry Education.

Portál pořádá specializované kurzy a webináře na předem stanovené téma a rovněž poradenské akce podle požadavků klienta. Aby mohl tyto služby poskytovat, spolupracuje portál s mnoha specialisty na průmysl 4.0, implementaci nových technologií, B2B marketing, externí a interní komunikaci a také s profesionálními novináři, mentory, koučů, vývojáři softwaru, grafiky atd.

Jednou ze služeb portálu je pomoc firmám na cestě k digitální transformaci. A to od počáteční analýzy současného stavu přes definici stavu, jehož si firma přeje dosáhnout, až po kompletní transformaci. Pro tyto činnosti totiž na trhu práce chybějí potřební odborníci, proto portál Industry Education pomůže firmám vyškolit si vlastní lidi, kteří pak bu-

dou schopni transformaci ve firmě vést až do úspěšného konce.

Podrobné informace jsou na stránkách www.industryeducation.cz. (ev)

► Analytické nástroje jsou kritickou součástí transformace průmyslu

Společnost LNS Research ve spolupráci s asociací MESA International (*Manufacturing Enterprise Solutions Association*) společně zveřejnily studii *Analytics That Matter in 2020: A New World*. Elektronická kniha je další ze studií, které LNS a MESA začaly publikovat před již více než deseti lety. Ukazuje na kritický význam analytických nástrojů pro úspěšnou transformaci průmyslu.

Na studii se podíleli výrobci z různých oborů. Ukazuje, kde mají průmyslové organizace slabá místa a jak dlouhá cesta vede k dosažení provozní dokonalosti. Na základě průzkumu, který LNS Research a MESA opakují každé dva roky, se ukázalo, že počet společností, jež používají formální analytický program, vzrostl o 52 %. Autor analýzy

Andrew Hughes z LNS Research ale konstatoval, že nástroje jsou využívány zejména k diagnostice a predikcím, ale v oblasti preskriptivních funkcí vzrostlo používání analytických nástrojů jen o 39 %.

V nové analýze je též zhodnocen vliv opatření proti nemoci covid-19 na výrobce a jejich transformační iniciativy.

Analýza hodnotí mj. tato témata:

- proč jsou analytické nástroje důležité pro transformaci průmyslu,
- které typy analytických nástrojů jsou přehlíženy a proč by se na ně výrobci měli zaměřit,
- jaký je vliv opatření proti covidu-19 na využívání analytických nástrojů v průmyslu,
- proč jsou důležité datové modely a jak vytvořit správný model,
- jaké role jsou pro úspěšné používání analytických nástrojů rozhodující a jak efektivně sdílet informace s majiteli firmy,
- proč je důležité nejen přidávat další analytické funkce do celkového mixu.

Analýzu je možné zdarma získat na <https://blog.lnsresearch.com/analytics-that-matter-in-2020-a-new-world>. (Bk)