

Na kontrolu kvality výroby s rozmyslem

Kontrola kvality výroby je obor, v němž je společnost DEIMOS jako doma. Dodává totiž na zakázku výrobní linky, jednoúčelové stroje i samostatné stanice automatické kontroly kvality. Ředitel společnosti DEIMOS Vladislav Němec a vedoucí oddělení realizace Miloslav Rolenc se podělili o své rozsáhlé zkušenosti, které získali ze zakázek především pro firmy z oblasti automobilového průmyslu. Dotkli se i toho, kam se bude obor kontroly kvality vyvíjet v budoucnosti.

Jaké typy stanic pro automatickou kontrolu kvality dodává firma DEIMOS?

Němec: Víceméně libovolné, podle požadavku zákazníka. Obecně je zařízení pro automatickou kontrolu kvality buď součástí dodávané linky, většinou v několika různých bodech procesu, nebo dodáváme pouze tester. Ten se buď vestaví do stávající výrobní linky, nebo funguje jako samostatná stanice. Nejtypičtější je kontrolní stanice ověřující kompletní parametry na konci výrobního procesu, takzvaný *end-of-line tester*.

Rolenc: Zakázky dostáváme hlavně z oblasti automotive, od přímých dodavatelů velkých automobilů. Automobilový průmysl je poměrně striktně vázán legislativou a všechny kroky výrobního procesu se tam velmi přísně kontrolují.

Proč se v automobilkách tak přísně dbá na kvalitu výroby?

Němec: Počátek tak striktního sledování kvality je v 70. letech minulého století, kdy se přišlo s koncepcí *zero defects*, ZD^{*)} – tedy bezporuchové výroby, kdy se vše má vyrobit správně na první pokus. Na zmetek se tedy nemá přijít až po závěrečném měření, ale zmetky by neměly vůbec vzniknout. Jeden z mála oborů, kde se koncepce ZD zachovala dodneška, je automobilový průmysl. Řídí se jí 80 až 90 % našich zákazníků. V jiných oborech se zákazníci smíří s tím, že se výrobky třídí na konci, že tedy napoprvé nevzniká perfektní produkt.

Výrobky do automobilů se tedy nekontrolují až na konci výrobní linky, ale jde o preventivní kontrolu?

Němec: Snahou je za každou cenu zabránit tomu, aby se udělala chyba v průběhu výroby. V důsledku toho se kontroluje téměř všechno. Kontroly kvality se často „perou“ s taktem stroje a výrobní kapacitou, protože kontrola může být časově velmi náročná a nákladná. Automatizace výroby bez kontroly kvality je vlastně laciná disciplína. Co tu cenu výrazně zvyšuje, je kontrola kvality.

Jak vznikne bezchybný, kvalitní výrobek?

Rolenc: Pro kvalitní výrobek je úplně nejdůležitější správně navržený výrobní proces. Špat-

ným postupem těžko vznikne dobrý výrobek. Četné kontroly mají zabránit lidským chybám. Aby se nestalo, že se pro stroj připraví třeba špatné šrouby, které jsou sice kvalitně vyrobené, ale jsou pro jiný typ výrobku. Takže nejprve se kontrolují vstupní komponenty. Zákazník potom spolu s námi definuje nejčastější vady, na ty se následně navrhne kontroly (např. špatně vyříznutý závit, špatná drážka apod.).

Jaké kontroly se provádějí v průběhu výroby?

Rolenc: Na konci každého mezikroku se zkontroluje, že proběhl správně – a že například nedošlo k poškození manipulací a montáží. Zvlášť důležité je zkontrolovat, zda se správně provedly všechny výrobní kroky předtím, než se do výrobku namontuje nějaká nákladná a těžko demontovatelná komponenta, velmi často zatavený nebo lepený plošný spoj a tak podobně. Je pochopitelné



Vladislav Němec, výkonný ředitel

Výkonným ředitelem je od roku 2015. Předtím řídil ve společnosti DEIMOS jako externista zavádění nových řídicích postupů. Jejich cílem bylo zvýšit kvalitu řízení a organizace projektů ve společnosti. Nové řídicí postupy jsou nezbytným krokem pro další růst společnosti.

ekonomičtější vyhodit nebo opravit vadný polotovár bez drahého dílu, který není možné po demontáži použít znovu v dobrém výrobku. Průběžná kontrola je nutná také v případě, kdy v celkové sestavě jednotlivé díly již nejsou pro kontrolu dostupné, protože zkrátka na jednotlivé díly dovnitř není vidět.

Vyžadují zákazníci možnost opravovat vadné kusy?

Němec: Poslední dobou je snahou nevyhazovat vadné kusy, ale pokusit se je rozebrat a složit správně znovu. Co nejméně odpadu není jenom ekonomické, ale i ekologické

hledisko. Mnohdy je to ale docela oříšek. V momentě, kdy je díl jednou zaznamenán jako vadný, linka ho neakceptuje a poměrně usilovně se brání vpuštění takové součásti do procesu. Na to je nutné myslet při přípravě řídicího softwaru. Opět to poněkud zesložituje celý stroj, nicméně v současné době jde již o standardní požadavek.

Kdo vlastně určuje, jaké kontroly mají být v průběhu výroby provedeny?

Němec: Naším zákazníkem je dodavatel dílů do automobilu. Ten dostane většinou od automobilky definované testovací parametry výrobků. Podle nich se automobilka rozhodne, zda je dodávaný výrobek správ-



Miloslav Rolenc, vedoucí realizace projektů

Ve společnosti pracuje od roku 2007. Nejprve řídil tým konstruktérů a nyní má na starosti celý realizační tým včetně projektových manažerů. Je zodpovědný za celý projekt – od prvotní konzultace s klientem přes návrh unikátního konstrukčního řešení až po realizaci projektu a ladění detailů při dodávce stroje klientovi.

ny (a zda ho tedy použije v automobilu). Dejme tomu u kompresoru do klimatizace definuje maximální proudový odběr, hlučnost, vibrace, mezní tlaky a další parametry. V konstrukční kanceláři našeho zákazníka navrhne kompresor se zadanými parametry a nám do zadání na montážní linku kompresoru uvedou požadavky na tyto parametry výrobku. Naším úkolem je potom zajistit dodržení parametrů buď procesně, nebo cílenou kontrolou.

Rolenc: Většinou dostáváme buď prototyp, nebo 3D model výrobku a výše zmíněné parametry. Parametry, které se mají kontrolovat v mezikrocích nebo jen tam, kde je to implicitně dáno montážním procesem, definujeme my. Výsledky všech testů a kontrol se pochoitelně ukládají do databáze, aby bylo možné je vždy ověřit a zpětně dohledat.

Jak se vyvíjí obor kontroly kvality výroby?

Němec: V poslední době stále narůstá podíl výpočetní techniky ve výrobě. V linkách, které dnes dodáváme, je často tak výkonný počí-

^{*)} Zero Defects (ZD) – strategie vedoucí k odstranění chyb v průmyslové výrobě. Od roku 1964 až do počátku 70. let minulého století byla strategie ZD s oblibou využívána v americkém průmyslu. Strategii ZD rozpracoval Philip B. Crosby, manažer oddělení řízení kvality pro raketový program Pershing.

tač, s jakým se dřive stříhaly filmy, takže není problém, aby zpracoval další a další kontroly. Dřive se montáž výrobků kontrolovala podle toho, zda se kroky vykonaly ve správném čase se správnými parametry. Postupem času to přestalo stačit a místo dřivějších jednoduchých kontrol nyní nahráváme zvuk, měříme vibrace laserem, pořizujeme fotografie z mnoha různých stran a ukládáme je. To vše se analyzuje, ukládá na disky, tiskne do reportů.

Rolenc: U zákazníků jsou velmi oblíbené kamery a zpracování obrazu metodami na hraně umělé inteligence. V průběhu procesu se měří rozměry pomocí 3D skenerů na desetiny milimetru nebo i přesněji. Roste i počet samostatných kontrolních stanic. Na lince nyní může být i polovina ze všech kontrolních pracovišť. Kontroly ale mají smysl jen tehdy, je-li jednoznačné, který výsledek je správný a který špatný. Určit, která kontrola má, nebo nemá smysl, není vždy úplně jednoduché, obzvlášť v nadšení ze všech různých možností moderních senzorů.

Němec: Například se nám stalo, že zákazník hodně stál o to, aby nahrával zvuk při roztočení motoru ve výrobku. Vznikaly poměrně dlouhé zvukové záznamy. Přitom se za celou životnost stroje vůbec nepodařilo najít korelaci mezi markery ve zvuku a vadami tohoto konkrétního výrobku – jednoduše přijít na to, který zvuk indikuje správný a který špatný výrobek. Takže z té spousty nahrávek není žádný závěr. Na jiné lince jsme proměřovali vibrace na motoru pomocí laserových senzorů. Ovšem najít korelaci mezi vibracemi a konkrétními vadami motoru, které je možné zjistit i jinak, bylo na úrovni výzkumné práce.

Zdá se, že obor kontroly kvality se nyní bouřlivě rozvíjí. Mají kontroly kvality nějaká omezení?

Němec: Jde o to, aby kontroly úplně neparalyzovaly výrobu. Možnost cokoliv měřit, nahrávat, kontrolovat a ukládat je svůdná – takže si o to zákazník rád řekne. Je možné uchopit kompresor robotem a otáčet jím před HD kamerou, ovšem je také nutné ho dostatečně rychle vyrobít. Takže dnes už nejde o to, zda jsme schopni něco zkontrolovat, ale o to, jak sestavit řetěz kontrol tak, aby pokrýl všechny nutné parametry a přitom výroba běžela dostatečně rychle.

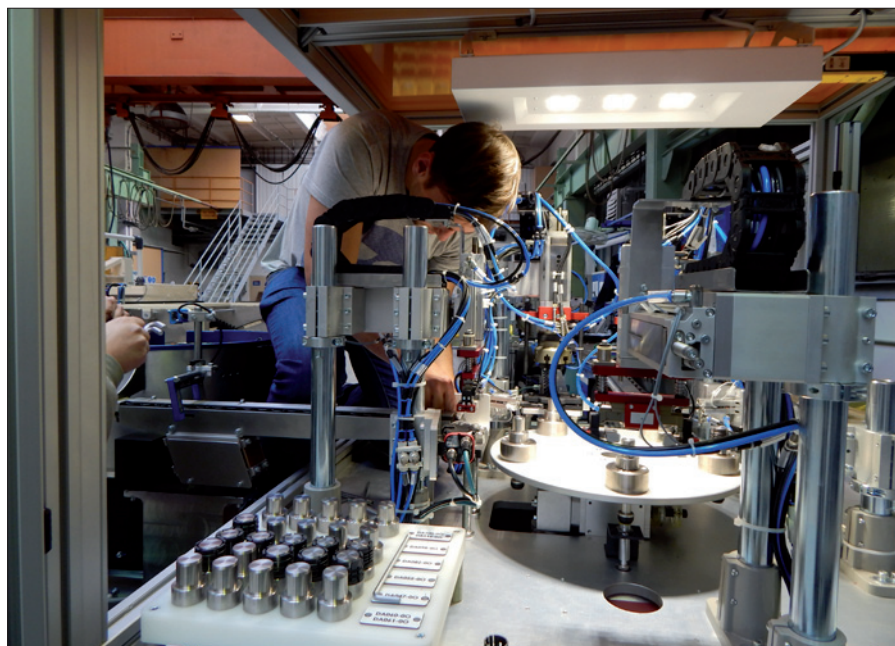
Sofistikovaná zařízení pro kontrolu kvality jsou docela nákladná. Jste schopni zákazníkovi říct, že je některé kroky možné provést daleko efektivněji a třeba s nižšími náklady?

Němec: Primární cíl je společný: dosáhnout provozních parametrů. Efektivně – tedy s racionálním poměrem ceny k výkonu. Pokročilé senzory jsou jedny z nejdřivějších součástí, které pro naše stroje nakupujeme, většinou v zahraničí. Jejich cena je dost vysoká, protože někteří dodavatelé na ně mají faktický monopol a příliš se nesnaží přizpůsobovat ceníky. Největším zaklínadlem jsou dnes kame-

ry, ovšem jejich dodavatelé často neupozorní na jejich omezení, třeba na hraniční světelné podmínky, nutný kontrast, rozlišovací schopnost... Některé problémy jsou pouze úsměvné a snadno řešitelné – například nám „oslepl“ kamerový systém poté, co byl stroj umístěn do prosklené haly a obsluhován operátory ve svítivě bílých antistatických kombinézách. Na oblečení našich kolegů převažuje šedá, při testech v naší hale bylo tedy vše v pořádku. Odražené světlo pronikalo dovnitř místem pro odebrání výrobků. Ale to je úloha více-

několik vteřin, je ochotnější vyřešit kontrolu mechanickým způsobem, který trvá půl vteřiny. Snažíme se postavit linku tak, aby byla co nejlevnější na údržbu, na provozování, na uvádění do provozu a také na změny v případě, že se výrobek upraví.

Jsou však úlohy, kde jsou kamery nenahraditelné. Třeba kontrola nanášení pájecí pasty. Dřive nebylo možné automaticky zkontrolovat, zda je pasta dostatečně nanesena, a nyní je to pro kamerový systém poměrně triviální úloha.



Obr. 1. Montáž automatického stroje v provozu firmy DEIMOS

měně řešitelná. Situace, kdy zákazník požaduje kamerou kontrolovat přítomnost černého těsnění pod matným černým šroubem na dně černé krabice, je již složitější. Víra ve schopnosti techniky je někdy přehnaná.

Navíc kamery lze v nadpoloviční většině případů nahradit jednoduchým čidlem dotyku nebo jiným přístupem. Hloubku vrtaného otvoru je většinou snazší ověřit odpruženou tyčkou než laserovým dálkoměrem. Ověřený mechanický postup také většinou škytá menší prostor pro chybu. Nezvyšuje výrazně komplexitu stroje.

Rolenc: A navíc se speciální zařízení často chovají jako černé skříňky. Komunikujeme s nimi přes nastavené rozhraní, ale nevíme, co se děje uvnitř. Často kvůli nim musíte mít i kvalifikovanější obsluhu. Ohnutou odpruženou tyčku snadno opraví mechanik, na stávkující kamerový systém ale potřebujete proškoleného odborníka. A čím více je na lince takových systémů, tím nákladnější je obsluha a servis.

Kontroly kvality je tedy třeba navrhovat s rozmyslem. Na jaké argumenty slyší zákazníci?

Rolenc: Zákazníci slyší na magické slovo takt. Jakmile zjistí, že vyhodnocení zabere

Co je rozhodující pro to, abyste získali zakázku na linku nebo stroj od dodavatele do automobilového průmyslu?

Němec: Prvním kritériem je čas realizace. Na zakázky není moc času. V automobilovém průmyslu se totiž v současnosti obnovuje výrobní zařízení velmi rychle. Celý obor zrychlil v době hospodářské krize v letech 2008 až 2009. Automobilky hledaly cesty, jak zachovat odbyt, a tedy udržet produkci. A tak začaly s častějším uváděním nových modelů. Nyní se jednou za rok a půl představí nový facelift a každé tři čtyři roky nový model. V novém modelu je velký podíl nových dílů, který vyžaduje nové výrobní zařízení. Zatímco linka na stáčení piva nebo plnění jogurtů může být v provozu desítky let a mění se pouze etikety, v automobilovém sektoru potřebujete každé dva roky nové stroje. Proto je čas realizace pro zákazníka prvním parametrem, podle kterého se rozhoduje. Typicky je na postavení linky devět až deset měsíců.

Co dalšího hraje roli v rozhodování o zakázce?

Němec: Zákazník musí být přesvědčený o tom, že zakázku v předepsaném čase skutečně zvládneme. Velmi bedlivě se posuzuje každý dodavatel. Zákazníka zajímá, jak vyrá-

bíte, kde vyrábíte, jak vypadá vaše projekto-
vé řízení, komunikace, interní procesy. Reali-
zační schopnost se doloží jednak referencemi
a jedním týmem, jak sestavíme nabídku, předloží-
me projektové plány a v nich ukážeme cestu,
jak projekt řešit. Stroje a linky jsou prototypy,
v těch rozsáhlejších se většinou řeší nějaký
problém, který je nový, unikátní.

Patří cena mezi důležitá kritéria při rozhodování, která firma zakázku získá?

Němec: Cena je samozřejmě velmi důle-
žitá. Nikdo stroj nekoupí dvakrát draž, než
za kolik ho nabídne konkurent. Na zlevňo-
vání se tlačí i shora v celém řetězci. Auto-
mobilka si potřebuje vytvořit cenový pro-
stor. Protože i když jsou nyní auta vybavena
daleko lépe než dřív a počet dílů se vzhle-
dem k požadavkům na komfort a bezpečnost
zdvojnásobí až ztrojnásobí, nejsou pětikrát
dražší než před deseti lety.

Jak probíhá zakázka na výrobní linku, stroj nebo kontrolní pracoviště pro výrobce do automobilového průmyslu?

Rolenc: Nejprve vytvoříme koncept ře-
šení a podle něj 3D model požadované lin-
ky nebo stroje. Nad ním si se zákazníkem
ověřujeme, že mu zvolený koncept vyhovuje
a odpovídá všem požadavkům. Z 3D mode-
lu vzniká výkresová dokumentace, kusovníky
a další podklady. Podle dokumentace nakou-
píme komponenty, vyrobíme speciální díly
a sestavíme stroj.

Němec: K oživení a testování používáme
vzorky dodané zákazníkem. Finální výrobky
se téměř vždy nějak liší od původních mode-
lů nebo prototypů, se kterými jsme pracovali.
Doplní se šroub, mírně se změní tvar, použije
se jiný materiál. S tím vším je nutné počítat.
Proto přibližně stejnou dobu, která je třeba
na montáž stroje, věnujeme jeho ladění, tes-
tování a úpravám. Následně stroj uvedeme
do provozu a před odvozem testujeme u nás.
Funkční zařízení se poté rozebere na menší
funkční celky a odveze k zákazníkovi. Tady
opět často dochází ke změnám oproti původ-
nímu plánu. Po několika kolech testů za účasti
našeho zákazníka i automobilky proškolíme
obsahu i údržbu, finalizujeme dokumentaci
a zařízení přechází do provozu. Tím pro nás
zakázka „více méně“ končí.

Vracíte se k zákazníkovi i poté, co je stroj nebo linka v provozu?

Němec: Ano, jestliže zákazník chce stroj
nebo linku rozšířit, přidat funkcionalitu, za-
měnit díl nebo něco podobného. Míváme se
zákazníky dlouholetá partnerství, pro kaž-
dého z nich obvykle řešíme desítky projek-
tů, takže lze vlastně říct, že od něj spíš vů-
bec neodcházíme, než že bychom se vraceli.

Při kontrole kvality vzniká velké množství dat. Zpracování a analýzy dat jsou ještě náročnější, je-li vyžadována výsledovatel- nost (traceabilita) výrobků. Jak přistupuje k práci s daty společnost DEIMOS?

Němec: Pro automobilky je traceabilita
povinná, z důvodu bezpečnosti legislativně
zakotvená. Svolávací akce při zjištění nějaké
skryté vady série dílů vychází právě z těchto
dat. Dnes je možné dohledat konkrétní šroub
v každém automobilu.

V naší firmě máme zvláštní tým pro práci
s daty. Dříve byl dost striktně oddělen systém
řízení výroby od sběru dat. Nyní se sběr dat
prolíná řízením výroby. S daty už nepracuje jen
oddělení kvality zákazníka, stroje komunikují
mezi sebou. Komunikace probíhá elektronicky
napřímo, palety jsou osazené tagy RFID nebo
čárovým kódem. V důsledku je potom možné
například zabránit vpuštění konkrétní série dílů
(nebo výrobků obsahujících tyto díly) kamko-
liv do výrobního procesu v továrně.

V principu se od centrálního řízení vý-
roby přechází k paradigmatu multiagentní-
ho systému. Což je vlastně základ koncepce
průmyslu 4.0.

Data mohou po analýze napovědět výrobcům mnoho zajímavého o jejich podniku. Jak vidíte tyto možnosti v budoucnu?

Němec: Pravděpodobně jsme již blízko zlo-
mu, kdy se z ohromného množství dat, které
se získává při kontrole kvality, začnou smyslu-
plně vyvozovat informace, které nejsou „vidi-
itelné na první pohled“. Začnou se více využí-
vat mechanismy umělé inteligence. Současný
internet věcí je vlastně taková továrna rozpro-
střená ve větší ploše s menšími zařízeními. Je
škoda stejný mechanismus nevyužívat i v obo-
ru, který má k technice nejbližší.

Uložené záznamy výrobních operací mů-
žeme spojovat, obohatit o další data, napří-

klad o teplotě či o tom, kdo byl na směně,
jaké bylo počasí apod. Tak získáme nové užiteč-
né informace. Třeba o tom, že se za určitých
konkrétních podmínek hromadí odchylky
v tolerancích, které jsou sice ještě ve shodě,
ale jejich trend je negativní.

V současnosti dokážeme leccos zpětně do-
hledat, v budoucnu budeme predikovat. Již
nyní dokáže průměrný CNC stroj zjistit, že
se mu tupí nástroj a je třeba ho vyměnit, aby
i nadále vyráběl přesně. Ale zatím stroje ne-
dokážou vzájemně komunikovat a informace
nejdou centrálně vyhodnocovány. Vše kom-
plikuje i to, že dodavatelé jednotlivých zaříze-
ní řeší sběr dat odlišným způsobem. Součas-
né standardy pro MES a další jsou spíše sérií
doporučení. My se snažíme tuto úlohu zastře-
šit a sjednotit a komunikovat i s dalšími spo-
lečnostmi tak, aby vznikl přijatelný standard
na úrovni konkrétní referenční implementace.

Jaké další trendy pozorujete v oboru průmyslové automatizace?

Němec: Velké IT firmy, které původně
spolupracovaly zejména s finančním sekto-
rem, se začínají zaměřovat na internet věcí
a snaží se přiblížit k průmyslu – ať již pro-
střednictvím akvizice firem, nebo vlastního
vývoje. Nezbývá než doufat, že budou respek-
tovat specifika průmyslové výroby. V řadě
oborů je považováno za normální, že počítač
občas „spadne“. Tak ho vypneme a zapneme
a ono se to srovná. Ve výrobě není možné pře-
rušit provoz a sledovat nápis: „Nevypínejte
počítač, probíhá aktualizace.“

Proč si myslíte, že se firmy zaměřené do- sud spíše na kancelářský software začínají zaměřovat na průmysl?

Němec: Většina softwaru pro banky, finan-
ční instituce a jiné organizace se stala komodi-
tou. Hardwarovou infrastrukturu zase vytlačují
cloudová řešení. Dříve se na zakázku stavěly
i menší webové stránky, dnes je to záležitost
online objednávky a konfigurace. Trh se ne-
zmenšuje, pouze se mění struktura. IT firmy
se naučily analyzovat data ze sociálních sítí,
z platebních systémů bank, z velkých databá-
zí. Tyto analýzy nabývají na významu i v prů-
myslu, snad s výjimkou Facebooku.

Rozmlouvala Eva Vaculíková.

► Konference o průmyslu 4.0 v Olomouci

Tým studentů Moravské vysoké školy
Olomouc se rozhodl uspořádat konferenci
o čtvrté průmyslové revoluci a změnách, které
s sebou přináší moderní internetové a webo-
vé technologie. Konference se bude věno-
vat širokému rozsahu témat: kromě techniky
a technologií pro průmysl 4.0, cloudových
služeb a internetu věcí se bude hovořit a dis-
kutovat také o ekonomických a sociálních

změnách, které s sebou probíhající průmy-
slová revoluce nese. Jedním z témat budou
i chytrá města a život v nich.

S jakým záměrem je konference pořádá-
na? O tom hovoří sami pořadatelé. „Chceme,
aby firmy, školy, malí podnikatelé a studen-
ti v Olomouckém kraji nestáli opodál. Pro-
to pořádáme konferenci, která zvýší zapoje-
ní olomouckého regionu do technologického
vývoje. Odborníci z vysokých škol i firemní
praxe představí fenomén čtvrté průmyslové
revoluce, která již začala, a rozeberou její

různé aspekty a dopady. Zahájí tak tradi-
ci každoroční konference ctvrtarevoluce.cz
v Olomouckém kraji.“

Konference se bude konat 18. října 2017
v prostorách BEA campusu Moravské vy-
soké školy Olomouc. Pořadatelem je Mo-
ravská vysoká škola Olomouc, generálním
partnerem Tesco SW. Mediálním partnerem
je časopis Automa.

Účast je zdarma, podmíněná registrací
na webové stránce www.ctvrtarevoluce.cz.

(ed)