

Digitální dvojče není počítačová hra, ale užitečný nástroj

Digitální dvojče – to je módní termín, jehož skutečný význam si ale uvědomuje málokdo. Natož abychom viděli potenciál, který s sebou nese. Tento článek uvede několik příkladů, jak digitální dvojčata využívají – nebo plánují využívat – ve firmě ŠKODA AUTO, a. s., v Mladé Boleslavi.

O tom, že ve Škodě Auto mají moderní lisovnu plechů, jsme už psali [Bartošík, P.: *Nová lisovací linka PXL II v akciové společnosti Škoda Auto již v plném provozu*. Automa, 2017, č. 5, str. 26. Dostupné na: https://automa.cz/Aton/FileRepository/pdf_articles/10496.pdf] (obr. 1). Již tenkrát mi tam ukazovali první nesmělé počátky pozdějšího systému sledování stavu zařízení (*condition monitoring*; obr. 2). Za systém zvaný *Smart Maintenance* (chytrá údržba) implementovaný právě na lince PXL II získala Škoda Auto od sdružení IT manažerů CACIO ocenění IT projekt roku 2018 (obr. 3). Systém je popsán v článku [Hloska, J.: *Soutěž IT projekt roku 2018 vyhrála Škoda Auto*. Automa, 2019, č. 4, str. 41. Dostupné na: https://automa.cz/Aton/FileRepository/pdf_articles/12126.pdf].

Současnou lisovnou a její digitální podobou mě provázel Lukáš Kousal, odborný koordinátor provozu lisovny a automatizace.

Zjišťování stavu zařízení a chytrá údržba v lisovně

Škoda Auto využívá centrální úložiště dat, tzv. datové jezero – *data lake*. Do něj se ukládají data získaná snímači ve výrobě a z něj čerpají jednotlivé aplikace, včetně zmíněné chytré údržby, *Smart Maintenance*.

Základní funkce, k níž se data v datovém jezeru využívají, je zobrazení stavu výroby a výrobních zařízení. Oprávněné osoby si mohou – dokonce přímo v modelu výrobního zařízení – zobrazit mnoho užitečných hodnot: počet vyrobených kusů, z toho počet neshodných kusů, aktuální a průměrnou hodinovou nebo denní spotřebu elektřiny a vzduchu, množství pracího oleje v nádrži, jeho teplotu a viskozitu atd.

Jenže sledovat neustále všechny tyto hodnoty není v lidských silách. První věc, jak je možné snížit počet hodnot, jež je třeba sledovat, je vytvoření systému alarmů.

Alarm se generuje, když je překročena nastavená hodnota a obvykle je vyžadován zásah – automatický nebo manuální. Alarmy často mívají dvě úrovně: první je varování (alert) a druhý je alarm. Ale i alarmů a alertů se může generovat velké množství a určit z nich příčinu nemusí být snadné.



Obr. 1. Lisovací linka PXL II v Mladé Boleslavi (foto: ŠKODA Media Services)

Využití umělé inteligence

Celou věc je možné uchopit i jinak. Lukáš Kousal, který na nové koncepci prediktivní údržby spolupracuje se Zdeňkem Havelkou z firmy Cerebrica, svůj záměr vysvětluje takto: „Jak lékař pozná, že máte chřipku? Máte horečku a zimnici, bolí vás hlava a klouby, cítíte velkou únavu. Stejně je tomu u lisovací linky. Z alarmů, jejich pořadí a závažnosti můžeme usoudit, jaká je příčina závady. Ovšem



Obr. 2. V údržbě lisovací linky se využívají digitální dvojčata a rozšířená realita (foto: ŠKODA Media Services)

my chceme jít ještě dál. Člověk často pozná, že není ve své kůži, ještě před objevením závažných příznaků choroby. Naším cílem je na základě analýzy získaných dat předvídat, že se lisovací linka ‚necítí ve své kůži‘. Rozpoznání vzorců v časových řadách pomocí umělé inteligence by nám mohlo pomoci poruchy předvídat mnohem dříve, než dospějí ke generování alarmů vyžadujících bezprostřední reakci, třeba i odstavení linky. To umožní lépe plánovat údržbu a zvýšit spolehlivost linky.“

Problémem je, že takový systém je nesmírně náročný na množství dat. Ta lze získat dlouhodobým měřením a sběrem digitálních obrazů různých poruch.

Velmi by pomohlo detailní digitální dvojče linky s charakteristikami chování jednotlivých komponent. Jenže k tomu není dostatek informací od výrobců. Ti dosud nejsou zvyklí taková data zákazníkovi poskytovat. Do jisté míry je tomu tak i proto, že je považují za své know-how a bojí se, že by se dostala ke konkurenci. I když konkurenci nic nebrání v tom, aby si výrobek zakoupila a příslušné „utajené“ charakteristiky sama proměřila.

Současný stav implementace chytré údržby

Sledování stavu zařízení – *condition monitoring*, nyní Škoda Auto provozuje ve všech halách lisovny a postupně je rozšiřuje do dalších provozů: lakovny, svařovny atd. Systém využívá platformu ThingWorx pro komplexní *condition monitoring* nejen strojů a zařízení. Na této platformě je vytvořena aplikace FIOT od společnosti FOXON. Kompletní sbíraná data se ukládají na do tzv. centrálního datového jezera umístěného na serverech ve ŠKODA AUTO.

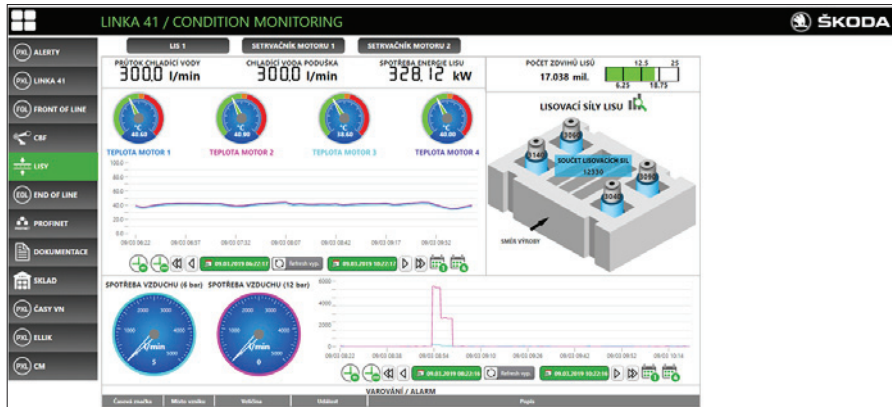
Pracovníci údržby si mohou ve své aplikaci zobrazit 3D model linky, zprůhlednit si ho a podívat se na aktuální alarmová hlášení. 3D modelem mohou podle potřeby natáčet, přibližovat si ho nebo vzdalovat. Poklikáním na danou komponentu se zobrazí další aktuální informace, ale i technická dokumentace. To však jen v případě, že jsou data k dispozici.

Digitální dvojče se postupně vyvíjí a doplňuje, jenomže to stojí čas a peníze. Často je třeba do provozu doplnit další snímače, které potřebná data sbírají. Naštěstí to jde dělat postupně, krok za krokem, a tak zvyšovat

využitelnost celého systému. Nejde o to, aby se firma chlubila krásným a komplexním digitálním dvojčtem, ale aby využila přínosy digitalizace v praxi.

Plánování výroby

Lisovací linka není z hlediska výroby kritická jako např. svařovna nebo montáž. Díly se lisují do zásoby, aby vždy vystačily alespoň na dva dny výroby.



Obr. 3. Za aplikaci Smart Maintenance získala firma Škoda Auto od sdružení IT manažerů CACIO ocenění IT projekt roku 2018 (ŠKODA Media Services)

Výroba na sklad dává prostor pro plánování výroby. Plánovač určí, kdy se který díl má začít vyrábět a kolik kusů se má vyrobit. Podle toho se ze skladu nástrojů vyžádá potřebný nástroj. Lisovací linka totiž umožňuje nástroj vyměnit za několik minut, ale ten už musí být u linky připravený – a jeho doprava na místo a příprava trvá mnohem déle.

Starou metodou se to dělá tak, že plán je tvořen manuálně díky čtyřem plánařům, kteří ručně vypisují několikadenní plán dopředu na základě informací z výroby, údržby a plánu výroby vozů. Plánaři využívají své know-how a orientační časy převozu lisovacích nástrojů. To všechno je sice těžkopádné, ale funguje to. Až do okamžiku, než se na lince objeví problém a výrobu je třeba přeplánovat. A když problém vznikne o víkend, kdy není k dispozici kompletní tým, je to složitá situace.

Proto se Škoda Auto snaží vytvořit automatizovaný systém plánování. Předpokladem je, aby všechna data byla na jednom místě a aby vždy byly k dispozici potřebné informace. V tomto případě nestačí digitální dvojče lisovací linky, ale je třeba také digitální dvojče skladu lisovacích nástrojů, v němž by byly dostupné aktuální informace. Potom je možné určit, kde je konkrétní požadovaný nástroj a že jeho příprava k lince bude jeřábníkovi trvat např. 75 minut. Na základě těchto informací a s využitím umělé inteligence je potom možné automaticky naplánovat, popř. přeplánovat výrobu podle aktuálních možností a požadavků.

Počítá se dokonce s rozšířením plánování i mimo firmu Škoda Auto. Podobnou lisovací linku má totiž koncern Volkswagen v Bratislavě. Kdyby došlo k tomu, že by

v Mladé Boleslavi nestačili vyrobit dostatek dílů a mohla se zastavit výroba, lze požádat o pomoc tam. Jenže to znamená spoustu telefonování a zjišťování. Kdyby se podařilo systém zautomatizovat, bylo by možné okamžitě zjistit, zda je přesun výroby reálný, včetně naplánování přesunu lisovacího nástroje podle aktuální dopravní situace. Lisovací nástroje mají totiž hmotnost až 50 tun, takže je třeba také objednat kamion, který nástroj odveze.

Vytápění a osvětlení

Digitální modely budov umožňují monitorovat a lokalizovat vytápění, klimatizaci nebo osvětlení. Jak se takový systém vplácí, vysvětluje Lukáš Kousal: „Stalo se nám například, že se zasekla vrata pro zásobování haly a zůstala otevřená. Protože to bylo v zimě, do haly vnikal studený vzduch a vzduchotechnika začala halu vytápět. Protože není lehké včas zjistit poruchu vrat přes noční směnu, bylo pro nás těžké odhalit příčinu náhlého zvýšení spotřeby tepla. V digitálním dvojčeti budovy mohou být k dispozici data o tom, kdy a jak dlouho byla vrata otevřena. Protože se současně snímá i venkovní teplota a teplota v hale, je jednoduché navrhnout algoritmus, který údržbu upozorní na nutnost zásahu. V zimě je třeba zasáhnout okamžitě, kdežto v létě není třeba tak pospíchat.“

Grafická podoba modelu budov je mnohem přehlednější. Zatímco dříve se údržbář dozvěděl, že uzel 92031 v hale M4 vykazuje neobvykle velkou spotřebu tepla, nyní se mu může v modelu rozklikat umístění uzlu v hale a celé vedení, které je k němu připojeno. To umožňuje mnohem rychleji odhalit zdroj poruchy a začít ji řešit.

Stejně by to mohlo být i s osvětlením: jestliže systém zjistí, že v určité části skladu nebo dílny nejsou žádné osoby, ale přesto se tam svítí, může automaticky ztlumit osvětlení nebo zhasnout.

Svoz odpadu

Další vizí v digitálním modelu výrobního areálu je model svozu odpadu. V modelu je

Digitální dvojčata budov

Kromě digitálních dvojčat výrobních zařízení má Škoda Auto také digitální dvojčata budov areálu. Zatímco modely výrobních zařízení byly vytvářeny v prostředí FIOT, budovy byly oskenovány a digitální dvojčata byla vytvářena v systému Twinzo (obr. 4). Jde o prostředí, jehož autorem je slovenská firma 5.0 Technologies a které se stává na našem trhu standardem.



Obr. 4. V současné době využívá Škoda Auto pro tvorbu digitálních dvojčat výrobních zařízení a budov software Twinzo v režimu Proof of Concept (POC)

uvedeno rozmístění jednotlivých nádob s údaji o jejich kapacitě a plánu svozu. To usnadňuje práci svozové firmě, ale i pracovníkům, kteří mohou snadno zjistit, kde je např. nejbližší nádoba na železný odpad. V budoucnu by mohly být nádoby vybaveny také snímačem zaplnění – např. jednoduchým koncovým spínačem na víku, který ohlásí, že se víko nedovfelo, to znamená, že je nádoba naplněná. To je signál pro svozovou firmu, ale i pro pracovníka, aby s vozíkem odpadu jel ke vzdálenější, ale prázdné nádobě.

V tomto případě je ale zvlášť obtížné zajistit, aby model odpovídal skutečnosti. Stačí, když nádoba někomu překáží, on ji odveze za roh a potom už ji nevrátí. Počítá se proto s tím, že by se poloha sběrných nádob měla průběžně sledovat.

Aplikace pro pokrývače

Další možností využití digitálních dvojčat budov je plánování oprav střech. Když do budovy zatéká, její správce eviduje místo na podlaze, kam voda kape, jenže problém nemusí být na střeše ve stejném místě kolmo vzhůru. Voda někdy teče po konstrukci stropu na velkou vzdálenost.

V tomto případě se využívá dron s termovizí. Po dešti, když oschne povrchová voda, odhalí termovize místa, kde by mohlo zatékat. Srovnáním mapy střechy a mapy zatékání na podlaze je možné s velkou pravděpodobností určit, která místa na střeše je třeba opravit přednostně. Současně lze posoudit celkový stav střechy a popř. naplánovat rozsáhlejší opravu. Prostřednictvím digitálního dvojčete

je možné údržbu plánovat mnohem pohodlněji a rychleji než klasickým zakreslováním do stavebního výkresu střechy.

Shrnutí

Digitální dvojčata v průmyslu mohou být dvojčata jednotlivých komponent, např. pohonů či robotů, výrobních linek nebo celého podniku včetně budov. Možnosti jejich využití jsou nepřeberné. K jejich využití v praxi je však třeba mít k dispozici velký soubor ověřených a spolehlivých dat. Zvláště u velkých podniků vyniknou přednosti datových jezer – *data lake* – se společnou databází aktuálních i historických dat.

Petr Bartošik

Digitální dvojčata ve firmě Škoda Auto – teorie a praxe

Rozhovor s Jaroslavem Urbánkem, vedoucím výroby, a Lukášem Kousalem, odborným koordinátorem provozu lisoven a automatizace společnosti Škoda Auto, a. s.

Pánové, náš rozhovor má být o využití digitálních dvojčat. Zeptám se tedy přímo: k čemu jsou vám digitální dvojčata dobrá? Je možné je využít i k řízení výroby?

Lukáš Kousal: Digitální dvojčata, která se používají k řízení výroby, jsou takzvané procesní digitální dvojčata. Tak daleko ale ještě nejsme – zatím jsme ve stadiu ověření konceptu. Digitální dvojčata přímo k řízení výroby nevyužíváme.

Jaroslav Urbánek: Přesně tak. Využíváme ale spoustu digitálních nástrojů, sbíráme data a realizujeme condition monitoring jednotlivých strojů a zařízení. V mnoha ohledech jsme velmi vpředu, ale zároveň musím jasně říci, že to neděláme proto, abychom sklízeli ceny a jezdili se k nám dívat novináři. Nástroje pro chytrou údržbu pomáhají zkracovat prostoje. Prostoje jsou totiž v automobilovém průmyslu velmi drahé.

Investovat do digitálních dvojčat se tedy vyplatí jen velkým firmám?

Jaroslav Urbánek: To ne, tak bych to neřekl. Vyplatí se to firmám, které dělají složité věci a pracují v krátkém taktu.

Lukáš Kousal: To slyším ze všech stran: vy jste Škoda Auto, vy jste obrovský podnik, vy si to můžete dovolit. Ale já oponuji, že naše lisovna je v rámci Škody Auto střední podnik. Ano, mám velkou výhodu, že mám za zády velký koncern, ale i malá firma může efektivně využívat digitalizaci.

Jaroslav Urbánek: Když jsme před lety začínali, pan Peterka z liberecké firmy Foxon nám digitální dvojče předváděl na obyčej-

ném soustruhu. Pochopitelně, bylo to i proto, aby nezačínal tím nejsložitějším, ale dovedu si představit, že i malé dílně s pěti nebo šesti obráběcími stroji, jsou-li pro ně dodací lhůty kritické, se digitalizace vyplatí.

Lukáš Kousal: Vždycky je třeba začít finanční rozvahou. Digitalizování condition monitoring sice zkrátí dobu lokalizace závady, ale digitální dvojče něco stojí a navíc, digitální dvojče není k ničemu, když nemá aktuální data z výroby. To v mnoha případech znamená montáž dodatečných senzorů, které také nejsou zadarmo.

Říkáte, že digitální dvojče něco stojí. Kolik tedy stojí 3D model? Za kolik ho výrobce stroje prodá?

Jaroslav Urbánek: To je docela problém, protože dodavatelé strojů nám stále dodávají dokumentaci v papírové formě. Místo digitálních dat a 3D modelu dostaneme kilometr šanonů. Takže když potom dojde k méně běžné závadě, naši údržbáři, i když jsou velmi šikovní, nemají čas prohledávat papírovou dokumentaci a raději zavolají výrobci. A charakteristiky, které potřebujeme do našich digitálních dvojčat, si musíme proměřovat sami.

Využíváte v údržbě také rozšířenou realitu?

Jaroslav Urbánek: Když jsme se s ní poprvé setkali, zdála se nám úžasná, ale naše nadšení rychle vprchalo. Rozšířená realita byla efektní, ale v praxi nepoužitelná.

Ovšem teď používáme brýle Microsoft Hololens 2 a software od pražské firmy Pocket Virtuality a to už je něco jiného. Údržbář může skenovat prostor kolem sebe, vyhledávat optické značky, které mu napoví, na co se

dívá, brýle jej propojí s živými daty a uloženou dokumentací. Navíc může problém na dálku konzultovat s odborníkem.

Lukáš Kousal: Chtěli bychom, aby údržbář měl k dispozici i digitální rozpad stroje. Tady ale narážíme na to, že technicky je to realizovatelné, ale výrobce stroje nám k tomu nedá potřebná data. Nechce, aby bylo vidět dovnitř. To nás velmi omezuje.

Jak se na vaše snahy dívají představitelé mateřského koncernu Volkswagen?

Jaroslav Urbánek: U nás se klade velký důraz na inovace, takže není problém je financovat. Vždycky se všechno nepovede a vývoj nás někdy zavede i do slepé uličky. Ale zájem koncernu nám umožňuje, abychom tím neuskončili a mohli zkusit jinou cestu. To je v rámci ověření konceptu, *proof of concept*. Pokud jde o vlastní realizaci, tam už musíme pečlivě počítat náklady a výnosy a skládat účty.

Daří se nám a jsme v mnoha ohledech v rámci koncernu považováni za průkopníky a za vzor. Nemohli bychom ale uspět bez nadšených a zapálených lidí, jako je právě Lukáš Kousal.

Děkuji Vám za rozhovor.

Lukáš Kousal bude vystupovat na akci Digital Stage na MSV v Brně. Rozhovor s ním si mohou zájemci poslechnout na živo dne 4. 10. 2022 ve 14:15 přímo na výstavišti nebo prostřednictvím vysílání ElektriKa.tv. Později bude k dispozici i záznam jeho vystoupení. Škoda Auto bude mít na MSV v Brně svůj stánek v rámci projektu Digitální továrna. Zde s ním bude možné diskutovat o využití digitalizace a digitálních dvojčat ve firmě Škoda Auto.

Rozhovor vedl Petr Bartošik.