

Prediktivní údržba / AI, machine learning +extra #Covid-19 (str.13)

Úvodník

Vážení partneři a přátelé NCP4.0,

zdravím vás v lehce zpožděném vydání Bulletinu Průmyslu 4.0. Chod všech našich partnerských institucí, firem a start-upů byl velmi ovlivněn pandemií koronaviru a stejně tak Národní centrum Průmyslu 4.0.

Těší mne, s jakou vervou a elánem se téměř každý z vás s nastalou situací pere. S jakou obrovskou aktivitou, invencí a energií se snažíte nejenom udržet a zachránit fungování vašeho businessu (což je logické a nezbytné), ale také jak moc se snažíte pomáhat. Zapojujete se do projektů, šijete roušky, měníte svůj obchodní model, podporujete ostatní.

Mnozí z vás, partnerů Centra, jste se také zapojili do projektu CIIRC ČVUT, který byl realizován v rámci programu RICAIP a ve kterém ředitel Lískovec, spolu se zaměstnanci NCP4.0, sehráli nemalou roli. Jedná se učenímový příklad transferu znalostí z akademické sféry do průmyslu, o naši první realizaci distribuované flexibilní výroby, ale především o aktivní roli a zapojení se do řešení situace s nedostatkem ochranných pomůcek. Jistě již víte, že se jedná o certifikovanou ochrannou polomasku CIIRC RP-95 vyráběnou pomocí 3D tisku a v licenci již i v sériové výrobě za pomoci vstříkolisu. O tom, jak celý projekt vznikl, kdo do něj byl zapojen a proč je tak významný nejen pro NCP4.0, píšu podrobněji v článku v tomto čísle. Na tomto místě bych však ráda všem zúčastněným poděkovala za nasazení, altruismus a solidaritu. Jsou to totiž vlastnosti, na které bychom neměli zapomínat ani v době mimo krizové situace. Ostatně na sdílení a spolupráci je založen i ekosystém pro Průmysl 4.0, jehož jste všichni součástí.

Koronavirus a to, jakým způsobem ovlivňuje i další partnery, je nedílnou součástí tohoto čísla. Prediktivní údržba a strojové učení, což jsou plánovaná témata pro dubnové číslo, však nezůstávají v pozadí. Sešlo se nám ohromné množství kvalitních textů, které toto téma řeší. Údržba je nadčasová a já děkuji všem partnerům, že si v této hektické době našli čas pro přípravu článků. Tímto zde také vítám nového spolupracujícího partnera, Českou společnost pro údržbu, jejíž příspěvek k tomu tématu je v České republice neoddiskutovatelný. Vítám i další partnery, jimiž jsou na úrovni akademický Partner – Univerzita Jana Evangelisty Purkyně v Ústí nad Labem a na úrovni Asociovaný partner Denso Manufacturing Czech s.r.o.

Konference, workshopy i dny otevřených dveří, kterých jsme na jaro plánovali celou řadu, jsme museli pro tuto chvíli odložit a pevně věříme, že se potkáme na podzim. Ať už na Mezinárodním strojírenském veletrhu, do kterého se velmi aktivně zapojujeme, na Dni otevřených dveří nebo na velké konferenci k Průmyslu 4.0, kterou pro vás chystáme. V mezičase pro vás budeme připravovat podcasty nebo články. A proč nejdeme cestou webinářů? Přestože i my v současné době fungujeme přes Zoom nebo Teams, online seminář nenabízí plnohodnotnou variantu toho jak s vámi, našimi partnery, chceme komunikovat a sdílet zkušenosti.

Vážení čtenáři, přeji Vám hodně zdraví i inspirace a věřím, že si v této dynamické době najdete čas na čtení.



Přeji vám inspirativní čtení,

Alena Nováková
zástupkyně ředitele
Národního centra Průmyslu 4.0

Prediktivní údržba technologií s non-stop provozem pomocí umělé inteligence

Autor: Vratislav Beneš, OptiSolutions

Výrobní technologie fungující v režimu 24/7 mají tu nepříjemnou vlastnost, že každá jejich odstávka je drahá. Většinou se jedná o znemožnění výroby velkého rozsahu, což má za následek značné ekonomické dopady. Pod takové technologie patří i různé dopravníky. Často se jedná o dopravníky dlouhé stovky metrů a čítající stovky až tisíce článků. Jejich zastavení znamená neschopnost dopravovat vyráběné polotovary mezi jednotlivými operacemi. A to ve výsledku znamená odstávku všech pracovišť a v konečném důsledku nulovou produkci.

Většinou se jedná o klíčovou technologii daného provozu. Mezi hlavní cíle údržby takových provozů proto patří minimalizace odstávek v produkční době a směřování oprav na dny výrobního klidu (většinou sobota odpoledne až neděle dopoledne). Pro splnění těchto dvou cílů je nutná znalost aktuální vitality technologie a odhalení plíživě se vyvíjejících poruch. V následujících příkladech si ukážeme, jak využít umělou inteligenci k analýze senzorických dat pro predikci nežádoucích stavů.

Ukázky níže uvedené jsou realizovány u našich zákazníků z oblasti automotive. Systém použitý pro řešení jednotlivých úkolů je LOTYLDA DL (Deep Learning).

Řetěz jako kritický prvek lakovny

Na lakovací lince probíhá sled na sebe navazujících činností, které vyžadují předávání si lakovaného dílu. K tomu slouží dopravník, na který se věší rámy nesoucí výrobky určené k lakování. Dopravník většinou běží nepřetržitě a jeho rámy se zastavují na jednotlivých operacích nezávisle na dopravníku. Dopravník se skládá z nosníků a tažného řetězu, který je seskládaný ze stovky článků. Jednotlivé články jsou navzájem spojeny spojkami, a ty bývají největší slabinou celé soustavy. Jsou namáhané a dochází k jejich uvolnění, což má za následek rozpojení řetězu a tím i disfunkci celého dopravníku.

A jak to tak bývá, řetěz se rozpojí většinou v místech, ke kterým je nejhorší přístup. V praxi to pak znamená odstávku v řádu desítek minut. Aby se zamezilo takovéto situaci, je potřeba, aby někdo (nebo něco) sledoval každý článek, každou spojku a zaznamenával si články či spojky, které jsou poškozené, nebo vykazují náznaky poškození. Ale kdo bude dobrovolně koukat 24/7 každou sekundu na monotónně běžící řetěz? Správně, umělá inteligence! Konkrétně neuronové sítě.

S neuronovými sítěmi na zaprášený řetěz



Obr. 1: Ukázka řetězu dopravníku

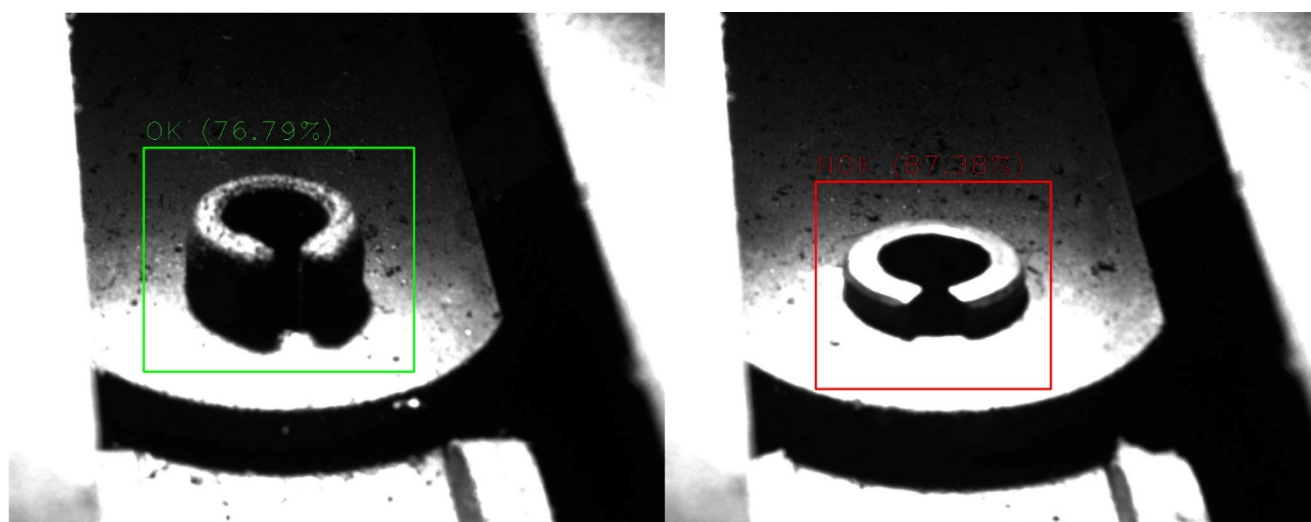
Dobrovolníka na sledování článků řetězu jsme našli, tak teď už jen, aby uměl najít vadné články a spojky. Klíčovým faktorem je pořízení snímku každého článku a spojky řetězu, k čemuž slouží nad řetězem umístěná kamera s osvětlením a detekcí začátku článku. Cílem je kontrolovat zejména spojky, což jsou pružné kolíky, které jsou na začátku a konci každého článku. Řetěz je ale během výroby dynamicky zatěžován (veze různé navěšené rámy, přičemž překonává převýšení), což znamená, že je nerovnoměrně napínán. A to má za následek, že sledovaný kolík občas uskočí ze záběru. Pro potlačení tohoto negativního jevu je proto nutné vyčítat zatížení řetězu z PLC nebo dopočítávat profil řetězu z externího senzoru, např. laserového snímače.

Obojí má za cíl přesně určit polohu sledovaného kolíku před kamerou a vygenerovat trigger pro kameru. Snímky jednotlivých kolíků je následně potřeba ohodnotit a rozhodnout, zdali je kolík v pořádku anebo je adeptem na výměnu.

Každý kolík by měl dostatečně vyčnívat nad vrchní díl článku a zároveň být orientovaný po směru tahu řetězu. Vzhledem k tomu, že se dopravník nachází v prašném prostředí, lze očekávat vysokou variabilitu jednotlivých snímků v důsledku usazování nečistot. Pro vyhodnocení je tedy nutné použít metodu, která si s tím poradí. Jako ideální se nabízí umělá neuronová síť.

Pro detekci jednotlivých vad se nabízí tzv. „učení s učitelem“, což je analogie k učení člověka podle vzoru „toto je špatně/toto je dobře“. Sice se jedná o časově náročný proces, ale výsledkem je systém, který je naučený na známé vady. Systém tedy pozná, že čím více je kolík souosý a vystrčený, tím více je OK. Naopak, čím více je kolík vyosený a zastrčený, tím více je NOK. Míra „více“ je vyjádřena v procentech – viz obr. 2.

pokračování na následující straně



Obr. 2: Ukázka ohodnocení OK a NOK kolíku systémem LOTYLDA DL

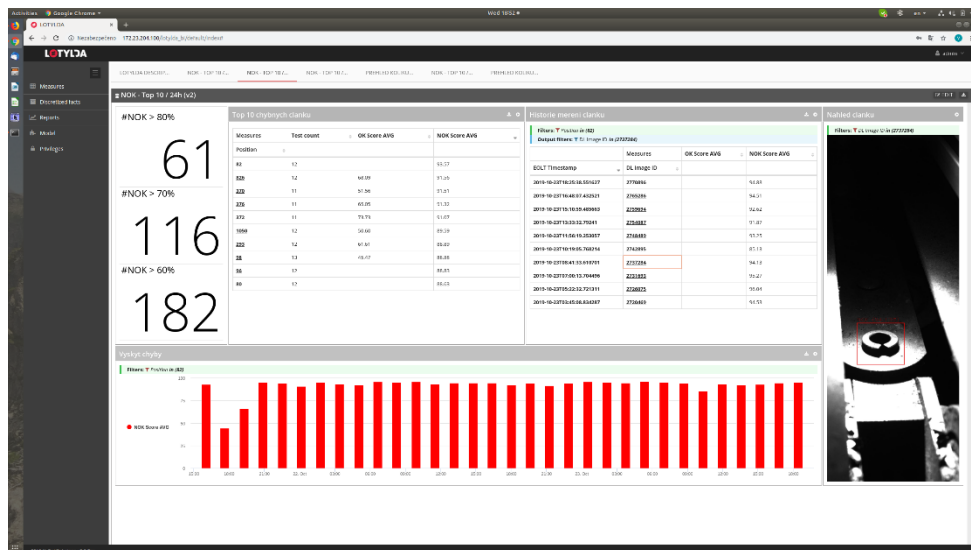
Dalším klíčovým faktorem je schopnost opakovaně detekovat vždy ten samý kolík. To je nezbytné pro určení místa potenciální poruchy. Pokud dopravník nemá každý článek jednoznačně identifikovatelný např. číslem nebo kódem, pak nezbyvá, než určit počátek řetězu a každý kolík od něj relativně indexovat. Počátek řetězu lze definovat mechanicky (senzorem) nebo opticky (vybraný článek nese uměle vytvořený signifikantní znak).

Zákon velkých čísel ukáže na poškození

Protože řetěz je dynamický, jednotlivé snímky stejného kolíku se mohou lišit a může docházet i k různým ohodnocením neuronovou sítí. Aby nedocházelo k rozhodování o poškození na základě osamocené informace, vycházíme ze zákona velkých čísel, kdy vyhodnocujeme poškození daného kolíku až ze znalosti ohodnocení několika průjezdů. Každý kolík je ohodnocen časovou značkou a číslem průjezdu celého dopravníku kontrolním místem s kamerou. Z jednotlivých průjezdů je pak sestavována časová řada, kterou lze využít k detekci nežádoucích trendů a predikci plíživých poškození kolíků.

Na obr. 3 je ukázka reportu, který slouží údržbě pro vyhodnocení poškození jednotlivých kolíků. Tento sledovaný řetěz má přes 1000 kolíků. Z pohledu údržby jsou zajímavé pouze ty, které mohou být poškozené, tedy když jsou neuronovou sítí ohodnoceny jako NOK. Kolíky s ohodnocením NOK nad 80 % jsou důkladně analyzovány během pracovního týdne. Každý den ráno je automaticky zasíláný report s informacemi o podezřelých kolících. Report slouží jako podklad pro poradu.

Jednotlivé průjezdy dopravníku kontrolním bodem lze zpětně dohledat, podívat se na pořízený snímek a jeho ohodnocení neuronovou sítí. Historické ohodnocení je také v grafu. Nad ohodnocením míry NOK se počítá trend, který je důležitý pro predikci, kdy může být daný kolík potenciálně vadný. Údržba se na základě těchto informací rozhodne, jestli provede ad-hoc odstávku ještě v ten den nebo kontrolu daného kolíku naplánuje na víkend.



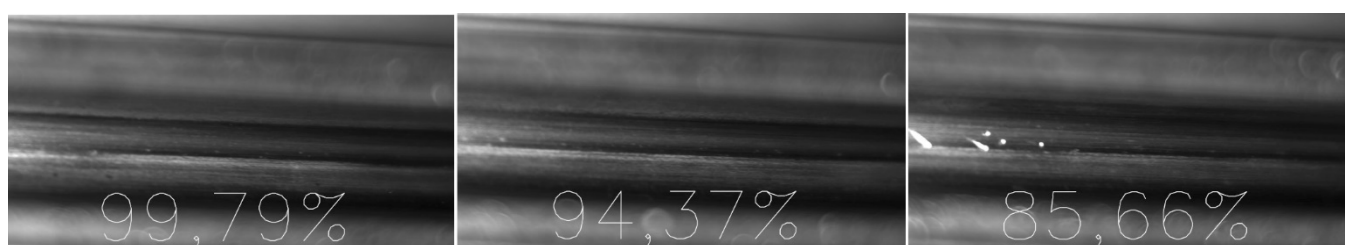
Obr. 3: Ukázka ohodnocení kolíku za poslední 3 dny

Toho lze využívat zejména pro monitorování stavu nosníků dopravníků nebo napájecích či komunikačních drah. V takovýchto případech je třeba vysledovat odchylky od normálu. Dá se to přirovnat k zaškolení člověka, kdy se mu řekne „Hele Pepo, takhle by to mělo vypadat. No, a všechno co je jiné, tak nahlas jako vadu.“

Protože „Pepu“, který by byl ochotný kontrolovat stovky metrů dlouhé nosníky nebo vodiče, většinou nemáme, musíme si vypomoci moderní technikou. Opět pomohou neuronové sítě. Pro tuto úlohu lze využít tzv. autoenkodérů, ovšem s aplikací nad časovou řadou (sítí typu Long-Short Term Memory).

V praxi to znamená, že se ze vstupních dat (vizuální obrázky, měření elektrických nebo neelektrických veličin) sestaví obrázek pro každý úsek sledovaného systému (nosníky, napájecí, datové dráhy atd.). Nasnímají se úseky, o kterých expert prohlásí, že jsou OK a tyto úseky se neuronová síť naučí. Například síť necháme predikovat snímek následujícího úseku o délce 5 cm ze znalosti průběhu předchozího úseku o délce 20 cm. Takový model pak říká, jak je daný datový snímek podobný ideálnímu snímku, který by měl nastat. Obecně lze říct, čím více se blíží 100 %, tím je „normálnější“. Nízké hodnocení naopak indikuje výskyt abnormality, která může představovat vadu či poškození.

Příkladem může být detekce poškození napájecí troleje dopravníku (viz obr. 4), kde se vyskytl vryp (pravý snímek s ohodnocením 85,66 %). Systém sleduje stav troleje při každém průjezdu daným místem a zároveň sestavuje časovou mapu jednotlivých průjezdů, mezi kterými počítá trend vývoje vad. Drobný škrábanec, který se při ranní směně jevil jako nezajímavý, odpoledne již mohl nabrat signifikantních rozměrů poruchy. Systém pak tedy nahlásí možnou vadu do nadřazeného systému údržby.



Obr. 4: Ukázka detekce anomálií (OK, OK, vryp)

Takto nahlášené vady pak posuzuje kompetentní osoba a až na základě jejího rozhodnutí dochází k prohlášení, zda se jedná o vadu či běžný jev. Obě tyto informace následně vstupují do další fáze učení systému, kdy lze na jejich základě rozšířit trénovací množinu dobrých vzorů nebo naopak budovat trénovací množinu vad. Tu se systém naučí a v budoucnu je potom sám schopen jednoznačně identifikovat možné problémy.

Predikce nežádoucích stavů

Obě zmíněné metody vedou k popisu aktuálního stavu. Důležité je znát pravděpodobnost, kdy se z potencionálně nežádoucího stavu stane reálná hrozba ohrožující proces výroby. K tomu slouží predikce ohodnocení jednotlivých stavů do budoucna. Tím lze předvídat, zdali kolík na dopravníku překročí kritickou mez vypadnutí na odpolední směně nebo vydrží až do víkendu. Taková informace pak dává prostor pro rozhodnutí o opravě a naplánování případné odstávky.

Údržba podle plánu z pohledu požadavků automobilového průmyslu

Autor: prof. Dr. Ing. Pavel Němeček, proděkan pro vědeckou činnost a spolupráci s průmyslem, Technická univerzita v Liberci, Fakulta strojní

Automobilový průmysl není z pohledu údržby ničím výjimečný a nemá žádné speciální priority. Je však otevřen moderním postupům, má podporu ve vnitřních předpisech a prioritní zájem na spolehlivosti výrobních technologií a produktivitě. Z tohoto pohledu je zdrojem informací, vzorem systémového přístupu a nositelem myšlenek Průmyslu 4.0.

Protože se pohybují napříč průmyslem České republiky, vidím význam automobilového průmyslu z hlediska údržby především v tom, že jde napříč všemi možnými postupy, řídí se jasnými pravidly a zaměstnává velké množství odborníků.

Na úvod je třeba říci, že z pohledu požadavků a praktického provádění se automobilová výroba nijak zásadně neliší od ostatních segmentů průmyslu. Základ tvoří stroje pro zpracování kovových materiálů a plastů, montážní linky a obslužná zařízení. Principy údržby nejsou ale určeny pro automobily samotné, i když i zde je možné najít mnoho společných prvků. Hlavní zodpovědností údržby je především zajistit plnění cíle, kterým je co nejvyšší produktivita.

Údržba musí být především produktivní

Mezinárodní standard kvality automobilového průmyslu IATF 16949:2016 Norma pro systém managementu kvality pro automobilový průmysl, stanovuje požadavky na vytvoření, zavedení a udržování dokumentovaného systému celkové produktivní údržby. Jedná se především o povinnost:

- Identifikovat objekty údržby (stroje podle priorit), definovat cíle údržby (včetně kvantifikace) a plány údržby a pravidelně je přezkoumávat.
- Zajistit zdroje údržby a promítnout specifické požadavky zákazníka.
- Zaměřit se na používání metod preventivní údržby a metod prediktivní údržby (je-li to vhodné).
- Provádět periodickou revizi.

K normě IATF 16949 je třeba říci, že požadavek směřuje k zavedení tzv. produktivní údržby, čímž je sledován prioritní cíl, kterým je zajištění nejvyšší produktivity výroby. To je také v souladu s cíli údržby definovanými v ČSN EN 13306, i když tato norma termín produktivní údržba nedefinuje. Údržba samotná pak představuje činnosti směřující k udržení ve stavu nebo jeho navrácení do stavu, v němž může vykonávat požadovanou funkci, což je podmínka nutná. Ucelenou metodikou, jak požadavky naplnit, je koncept Total Productive Maintenance (TPM) neboli Totálně produktivní údržba.

Požadavky jsou definovány dostatečně flexibilně na to, aby se daly použít u všech firem v řetězci automobilového průmyslu. Jsou propojeny s požadavky ISO 9001 a zároveň nechávají prostor pro vstup moderních trendů, např. Průmyslu 4.0. Důležitým krokem je, aby si provozovatel udělal jasnou rozvahu o prioritách, důležitosti objektů z hlediska produktivity a cílů a takto vytvořené struktury přiřadil jednotlivé formy údržby. Každá má pak svoje specifické zdroje a způsoby zajištění produktivity.

Preventivní, prediktivní nebo autonomní údržba?

Norma automobilového průmyslu výslovně zmiňuje preventivní údržbu a v případě, je-li to vhodné, doporučuje prediktivní údržbu. To však neznamená, že ostatní způsoby nejsou možné. I zde platí, že co není systémově udržováno, je udržováno „po poruše“ a TPM přichází s velkým tématem, kterým je samostatná (autonomní) údržba. Tedy údržba prováděná obsluhou stroje. Systém údržby tedy může zahrnovat všechny její formy, avšak prioritně by se měla zvážet forma preventivní a prediktivní.

Určitým problémem se může zdát kvantifikace výsledků údržby. Jednoduché vyčíslení úspor naráží na definování stavu „nula“, ke kterému se bude úspora vztahovat a na zohlednění jednorázových a průběžných investic. IATF 16949 výslovně uvádí bezrozměrné indikátory, jakými jsou OEE - Overall Equipment Effectiveness, střední doba mezi poruchami MTBF - Mean Time Between Failure a střední doba do opravy MTTR - Mean Time To Repair.

Další indikátory rozdělené do tří úrovní lze nalézt v ČSN EN 15341 Údržba - Klíčové indikátory výkonnosti údržby. Jejich změna ve sledovaném období značí i přínos údržby. Je však třeba říci, že v množství indikátorů nelze nalézt jediný univerzální a zcela objektivní indikátor.

Údržbu stroje je nutné plánovat už při jeho vzniku – to je Průmysl 4.0

Mezinárodní standard, navazující normy, koncept TPM a dlouholetá praxe plánované údržby ve vyspělých zemích mohou budit dojem, že problematika údržby je jasně vymezena a od výrobců se vyžaduje pouze její systémová aplikace, hodnocení a trvalé zlepšování. Na trhu existuje špičková měřicí technika, potřebný HW a SW a také zde existuje systém vzdělávání a certifikace pracovníků (např. Dům techniky Ostrava, Asociace technických diagnostiků ČR, ČSPÚ). Avšak nic z uvedeného nebrání tomu, aby se i zde zaváděly (a v mnoha případech se tak již děje) prvky Průmyslu 4.0.

Jedním z důležitých kroků je, aby výrobci strojů již při návrhu stroje uvažovali o jeho udržovatelnosti. Tedy, aby se na jeho konstrukci dívali jako údržbáři a do klíčových míst navrhovali vhodné snímače, řešili přístupnost míst pro autonomní údržbu a navrhovali způsoby a periodu preventivní/prediktivní údržby. Výrobce stroje se tak stává partnerem TPM a je zdrojem důležitých informací.

Ve spolupráci s výrobcí strojů a jejich uživateli jsou budovány informační cesty, kterými jsou přenášeny a následně ukládány důležité informace a data, která pak využívají obě strany. Uživatel pro provádění údržby a výrobce stroje pro zlepšení konstrukce a udržovatelnosti.

V rámci samostatné údržby jsou některé úkony automatizovány nebo centrálně řízeny a na jejich optimalizaci se podílí všichni zainteresovaní, přičemž všechny tyto kroky mají za cíl *zvýšení spolehlivosti stroje a jeho produktivity*.

pokračování na následující straně

Prostor pro zlepšení firemní údržby je ve všech směrech

Automobilový průmysl je důležitým segmentem průmyslu v České republice a v mnoha směrech určuje trendy. Z pohledu produktivní údržby je zdrojem inspirace, ale mohou říci, že ostatní segmenty průmyslu rozhodně nezaostávají. Za všechny bych ukázal na energetiku, chemický průmysl nebo přepravu zemního plynu. Ale prvky pokročilých forem údržby vidím i u tiskových strojů, výroby izolačních materiálů, ve výrobě zdravotnické techniky a hygienických potřeb - tedy především tam, kde je výpadek výroby společensky nežádoucí.

Oddělení údržby, která jsou většinou součástí systémů řízení kvality a mají podíl na rozhodování ve firmách, často naráží na problémy spojené s optimalizací metod technické diagnostiky a volbou vhodného HW a SW. Dalším problémem bývá tvorba plánu údržby včetně vazby na řízenou dokumentaci, struktura a vzdělávání personálu údržby, příprava a provádění samostatné údržby a v neposlední řadě také možnosti trvalého zlepšování a vzdělávání pracovníků v problematice údržby.

Zde se ukazuje význam nezávislých organizací a pracovišť, která mohou v celém komplexu nebo v dílčích problémech poskytnout objektivní podporu. Testbedy, které se problematikou údržby zabývají buď samostatně (např. na TUL) nebo jako součást jiných aktivit (robotizace, automatizace), poskytují potřebné vzdělávací akce, poradenství, a především možnost praktického výcviku nebo návrhu řešení přímo na místě u stroje.

Systém vizuální kontroly jakosti na bázi hlubokých neuronových sítí

Autor: Jan Václavovič, vedoucí obchodního oddělení JHV-ENGINEERING

Budoucnost průmyslových kamerových systémů patří systémům se strojovým učením. Jen pro příklad – v letech 2000-2012 bylo každý rok publikováno o 15 % více článků o strojovém učení než v předchozím roce. V přelomovém roce 2012 byla vyvinuta metoda klasifikace obrázků pomocí hluboké neuronové sítě AlexNet, která odstartovala ještě rychlejší než exponenciální zájem o obor. Poslední tři roky bylo publikováno vždy o cca 50 % více publikací než v roce předchozím (viz obr. 1).

Tento překotný vývoj vede k tomu, že metoda, která byla včera na špičce poznání, je dnes pouze průměrná a dnes vyvinutý průměrný software může být lepší než dva roky starý, dříve špičkový, nástroj. Nám se podařilo implementovat zákazníkovi nové řešení (popsané níže) pouhé tři týdny poté, co bylo publikované – je málo oborů lidské činnosti, kde je takto krátká doba od vývoje a publikace nové metody k nasazení zákazníkovi. V jiných oborech se typicky jedná o dlouhé roky.

Navržené řešení bylo připravené ve spolupráci se společností **GoodAI Solution**, která se cíleně zabývá vývojem umělé inteligence a machine learning a jejich integrací do výrobních technologií nabízených také JHV. Součástí skupiny JHV – GROUP je od podzimu loňského roku a v současné době se věnuje zejména vývoji aplikací pro počítačové vidění, diagnostiku strojů nebo systémů prediktivní údržby a řešení pro detekci anomálií; v portfoliu má také řešení pro zpracování textu, videa a dat.

Strojové vidění zastoupí unavené lidské oči

Typickým příkladem použití této metody je kvalitativní kontrola výrobku, kdy zákazníci požadují vizuální kontrolu jakosti minimálně na úrovni lidských kontrolorů kvality. Velmi často se jedná o detekci vad, které lze jen těžko postřehnout okem, a to i po velmi důkladné kontrole. Bohužel nevhodné nasazení klasického řešení pomocí kamerového systému může být jeden z důvodů pomalejšího nástupu strojového učení do kontroly jakosti. Tyto „chytré kamery“ jsou založeny na klasickém strojovém vidění, ale bez použití prvků strojového učení. Metody pak selhávají na úlohách, které člověk nemůže snadno algoritmovat.

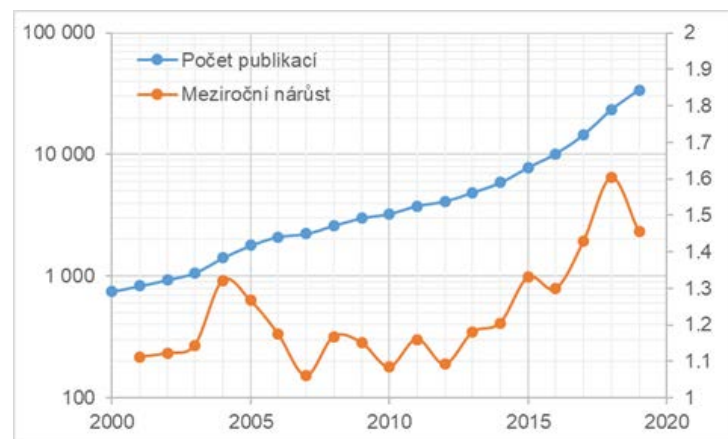
Systémy využívající strojové učení jsou naopak „chytrější než chytré“ kamery. Systém se „naučí“ z několika (jednotek až desítek) příkladů a je připraven k použití. Na obr. 2 je příklad přesného systému, který správně rozpozná vady na povrchu plastového dílu. Vady označené šipkou byly rozpoznány systémem natrénovaným pro 8 typů vad. Pro každou vadu bylo k dispozici 3 – 40 trénovacích obrázků a několik testovacích obrázků - tj. obrázků, na které systém nebyl trénovaný, ale sloužily pouze k jednorázovému otestování již natrénovaného systému.

Výše popsané řešení bylo dodatečně integrováno do výrobní linky na základě požadavku na dodatečnou 100 % automatickou inspekci z důvodu zvýšení kvality produkce, neboť stávající řešení spočívalo ve využití operátora, který nebyl schopen kontrolu provádět opakovaně ve stejné kvalitě. Kromě úspory nákladů na operátory mělo naše řešení vizuální kontroly pomocí inteligentního kamerového systému významný dopad na stálost výstupu. A díky strojovému učení se podařilo vytvořit systém schopný detekovat vady, které je náročné nalézt lidským okem, a které jsou pomocí „chytrých“ průmyslových kamer zcela neidentifikovatelné. Ergonomicky nevyhovující vizuální inspekce s kolísající kvalitou tak byla plně nahrazena kontrolou automatickou, a kromě toho došlo i ke snížení nákladů na jednoho operátora.

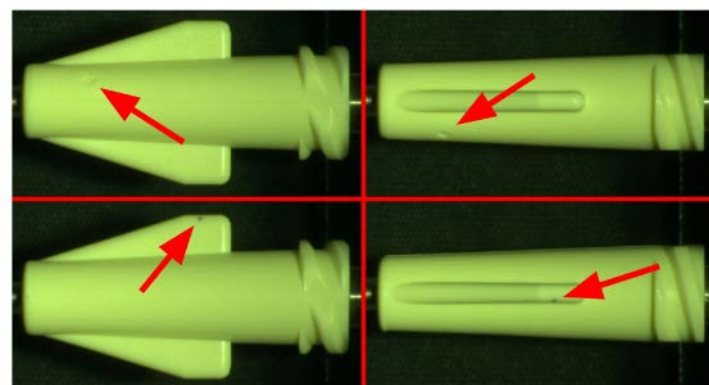
Spolehlivost strojového vidění závisí na kvalitě vstupních informací

Bohužel, stejně jako v ostatních oblastech, se i zde často setkáváme s případy, kdy systémy, založené na strojovém učení a hlubokých neuronových sítích, ve výsledku dostatečně neuspokojí očekávání. Není to ale tím, že by systém nedokázal požadavek řešit, ale spíše tím, že při vývoji metody je třeba vyřešit mnoho detailů a udělat rozhodnutí, která mají ve výsledku dopad na výkon metody. Dále je třeba brát v úvahu specifické potřeby každého zákazníka a položit si otázky typu: Jak často se systém setká s vadným výrobkem? Jak se budou indikovat vady na trénovacích obrázcích? Jak je řešena manipulace s výrobky? Jak jsou výrobky baleny a připraveny na kontrolu? Jaké náklady přináší vadný výrobek omylem označený jako OK a jaké „OK výrobek“ označený jako vadný? Jak se změní navazující kontrola jakosti a celková organizace výroby apod.

Odpovědi na výše zmíněné otázky je nutné najít společně se zákazníkem ještě před vlastní realizací. V těchto případech se vždy vyplatí detailní zpracování „proof of concept“ projektu, který zajistí bezpečí investice a hladké nasazení kompletního řešení do výroby.



Obr. 1 - Vývoj počtu publikací s řetězcem "machine learning" v abstraktu. Zdroj: dimensions.ai.



Obr. 2 - Vady rozpoznané přesným systémem kontroly jakosti

Evropská podpora digitalizace českým firmám prostřednictvím projektů Manulearn a Digital Transformation

Autor: Alena Burešová, NCP4.0



Digitalizace a obecně technologie a postupy výroby vycházející z principů Průmyslu 4.0 představují směr, který by v současné době neměl být opomíjen žádnou výrobní firmou. Zvýšení automatizace a digitalizace výroby, vedoucí ke zlepšení efektivity výroby a snížení jejích nákladů, jsou oblastmi, které jsou pro firmy nejenom zajímavé, ale aktuálně se stávají téměř nutností. Ne každá firma má však na zavedení nových trendů výroby potřebné prostředky a nástroje – ať už se to týká financí, know-how nebo úrovně celkové připravenosti.

Mezi nástroje, které mohou firmám s digitalizací pomoci, patří projekty **Manulearn** a **Digital Transformation in RIS (Regional Innovation Scheme)** vypsané pod hlavičkou evropského konsorcia **EIT Manufacturing**. ČVUT a Národní centrum Průmyslu 4.0, jakožto součást CIIRC ČVUT, je členem konsorcia, které výzvy zaměřené na podporu rozvoje malých a středních podniků v Evropě, vypsal. Projekty cílí na rozvoj a posílení výroby, a to zejména prostřednictvím zvýšení digitální zralosti firem, která je hnacím motorem pro vývoj inovativních produktů a služeb, pro vznik nových podniků nebo pro trénink a vzdělávání nové generace podnikatelů či zaměstnanců. NCP4.0, které je součástí evropské sítě **Digitálních Inovačních Hubů (DIH)**, svými službami pomáhá vytvářet systémové prostředí pro digitalizaci a zároveň poskytuje praktickou asistenci zájemcům o digitalizaci jejich provozů.

Cílem projektu **Manulearn** je rozšířit kapacitu inovací v zemích EU, a to prostřednictvím zlepšování vzdělávacích programů zaměřených na podporu digitálních schopností tak, aby výrobní podniky byly lépe připravené čelit možným problémům při výrobě v budoucnu. V rámci tohoto programu budou studenti, vědci a firmy společně rozvíjet své digitální schopnosti při kolektivním řešení výrobních úkolů.

V rámci první fáze projektu, která se uskutečnila v březnu tohoto roku, proběhlo mapování aktuálního stavu digitalizace firem a jejich potřeb, a zároveň byla zjištěna aktuální kapacita a programy relevantních vysokých škol. Výsledky obou šetření byly vyhodnoceny a následně porovnány se situací v jednotlivých evropských zemích. V návaznosti na výstupy z první fáze šetření, které přineseme v dalším čísle Bulletinu, budou ve spolupráci se zahraničními partnery pro firmy připraveny webináře, online školení a další aktivity posilující odborné vzdělávání v oblasti moderních výrobních technologií.

V rámci projektu **Digital Transformation in RIS** měly malé a střední firmy možnost získat příspěvek ve výši 15 000 EUR na poradenskou činnost směřující k podpoře jejich digitalizace a zvýšení efektivity výroby. Součástí projektu je i sběr dat a vyhodnocení digitální vyspělosti v jednotlivých zemích EU. Výsledná mapa digitální vyspělosti bude zájemcům volně k dispozici.

Manulearn a Digital Transformation in RIS jsou jenom ukázkou z mnoha aktivit, kterým se projektové konsorcium EIT Manufacturing věnuje. Řada projektů je koncipována na víceleté období, což umožňuje firmám, které se do nich zapojí, ovlivnit jejich budoucí podobu. Pro bližší informace o projektech konsorcia EIT Manufacturing nás neváhejte kontaktovat. Aktuální informace o aktivitách EIT Manufacturing budou zveřejňovány na našich webových stránkách www.ncp40.cz. Pokud byste se chtěli dozvědět více o Evropském institutu inovací a technologií (EIT, European Institute of Innovation and Technology), jehož je EIT Manufacturing součástí, neváhejte navštívit webové stránky <https://eit.europa.eu/>.

NOVÍ PARTNEŘI NÁRODNÍHO CENTRA PRŮMYSLU 4.0

Univerzita Jana Evangelisty Purkyně v Ústí nad Labem – Partner (akademická sféra)



UJEP je jedinou veřejnou VŠ se sídlem v Ústeckém kraji, a tedy jedním z klíčových hráčů v oblasti vzdělávání, výzkumu a vývoje v regionu. Koncept Průmyslu 4.0 reflektuje ve všech těchto oblastech a často ve spolupráci s partnery z aplikační sféry. Poskytuje řadu studijních programů, které zahrnují problematiku Průmyslu 4.0, a další podobné připravuje k akreditaci. Cílem partnerství s NCP4.0 je posílení přenosu myšlenek a konceptu P4.0 do oblasti vzdělávání, a to jak směrem ke studentům, tak i k průmyslovým partnerům a odborné i široké veřejnosti.

Denso Manufacturing Czech s.r.o. – Asociovaný partner



Společnost Denso je globální výrobce komponentů pro automotive z Japonska, s výrobními závody a pobočkami po celém světě. Denso se intenzivně věnuje modernizaci svých výrobních závodů v oblasti automotive za využití konceptů a principů Průmyslu 4.0, přičemž rozvíjí nové technologie podporující flexibilní a konkurenceschopnou výrobu. Výsledky této inovativní činnosti jsou k vidění také v jejich libereckém výrobním závodě, který v současnosti zaměstnává 3 200 lidí. Jakožto partner NCP4.0 má Denso zájem sdílet a dále rozvíjet koncept P4.0 a jeho zavádění do výroby.

Česká společnost pro údržbu, z.s. – Spolupracující partner

ČSPÚ je celonárodní autoritou v oblasti údržby a certifikace pracovníků údržby na všech odbornostních úrovních. V úzké spolupráci s Technickou fakultou ČZU v Praze se zabývá sledováním nejnovějších trendů v údržbě strojů a zařízení a jejich zaváděním do praxe, a to včetně prediktivní údržby a Údržby 4.0, která vychází z konceptů Průmyslu 4.0. V zapojení do činnosti NCP4.0 vidí ČSPÚ mimo jiné i otevření dalších možností pro získávání a výměnu informací k problematice P4.0.



PODCAST

**Vladimír Mařík & Alena Nováková –
Hlas a duše Průmyslu 4.0**

Autor: Lukáš Smělík, Vše o průmyslu

V České republice je jen málo potenciálních hostů pořadu, kteří by lépe ztělesňovali pojem Průmyslu 4.0 v tuzemském pojetí. Zatímco prof. Vladimír Mařík je jakýmsi pomyslným otcem tohoto pojmu, paní Alenu Novákovou v poslední době vnímám jako hlas Průmyslu 4.0. Pojďme zjistit, čím chtěli být jako malí...

VŠE O PRŮMYSLU



Poslouchejte zde:
[Spotify](#)
[Apple Podcast](#)
[Google Podcast](#)
[Vše o průmyslu](#)

Začněte prodávat online - 10 tipů, jak rychle zřídit e-shop

Autor: Libor Vacata, Brand Manager ABRA Software

Oslabuje váš byznys ztráta osobního kontaktu se zákazníky? Nyní je čas definitivně se rozhodnout pro spuštění prodeje online. V situaci, kdy není, ať už z jakéhokoli důvodu, možné prodávat zboží zákazníkům přímo, je investice do e-commerce rychlou cestou, jak minimalizovat případné ztráty.

Digitalizace prodejního procesu

Využití nástrojů e-commerce je logickým vyústěním digitalizace celé firmy. Přímě totiž navazuje na ostatní procesy ve firmě, které jsou digitálně propojeny v informačním systému. V e-commerce proto můžete využívat aktuální informace ze skladů, objednávek nebo i customizované výroby. Vaše nabídka na internetu se totiž nemusí omezit pouze na prodej finálních produktů. Pomocí různých aplikací zpřístupníte B2B zákazníkům individuální konfiguratory výroby, vizualizační 3D nástroje, virtuální prohlídky, partnerská řešení a mnoho dalšího.

E-shop v rychlém cloudu

Prvním vstupem do světa e-commerce je právě zprovoznění e-shopu. Pokud již svoje zboží nabízíte v kamenné prodejně, e-shop pro vás bude v podstatě jen novým prodejním kanálem. Ten je navíc efektivnější, rychlejší a zároveň může být pro vaši firmu cestou k optimalizaci nákladů, oslovení více zákazníků a oprostění se od závislosti na lokálních podmínkách.

Online prodej ovšem klade určité nároky na technické řešení a internetové připojení, což ne vždy lze v lokálních podmínkách zajistit. Proto je nutné zvážit převedení informačního systému, na nějž je e-shop napojený, do cloudu, který nabízí efektivní škálování výkonu a lepší konektivitu pro zákazníky vašeho e-shopu. Benefitem pro uživatele je pak možnost pracovat online odkudkoliv.

10 kroků k rychlému spuštění e-shopu

Než se pustíte do spouštění e-shopu, projděte si deset základních kroků, které vám pomohou sestavit celou online obchodní strategii. V jednotlivých bodech vám s realizací pomůže seriózní dodavatel e-commerce řešení.



1. **Zvolte název e-shopu a zříďte vhodnou doménu.** Pokud nemáte dostatečné technické zázemí, začněte s provozem informačního systému v rychlém a bezpečném cloudu, který zajistí okamžitou konektivitu pro vaše budoucí zákazníky
2. **Rozhodněte se o podobě koncového prodeje.** Zaměříte prodej na koncové zákazníky B2C nebo na business partnery B2B nebo potřebujete oboje kombinovat?
3. **Nastavte si, jaký sortiment budete nabízet online.** Půjde o kompletní sortiment nebo jen vybrané produkty?
4. **Sestavte popis nabízených produktů** – základní popis, technické parametry, podrobnou dokumentaci, další specifikace apod. Pro online prodej jsou také klíčové kvalitní produktové fotografie.
5. **Aktualizujte obchodní podmínky.** Bude potřeba upravit způsob reklamace, možnost vrácení zboží do dvou týdnů bez udání důvodu a další specifické podmínky pro online prodej.
6. **Nastavte způsob doručování zboží zákazníkům.** Upravte procesy expedice, uzavřete kontrakty s dopravci, vyjednejte s nimi přesné podmínky nebo si zajistěte vlastní dopravu. Nezapomeňte zajistit také materiál pro balení zboží.
7. **Upravte platební podmínky.** Kromě hotovostní platby umožněte zákazníkům platbu dobírkou, převodem z účtu a neměli byste vynechat online platbu kartou a přes online platební brány. Definujte spolupráci s bankami.
8. **Stanovte obchodní pravidla pro tvorbu cen a slev v online prodeji.** Zvažte různá zvýhodnění oproti cenám v kamenné prodejně.
9. **Nastavte vnitřní procesy dle potřeb online prodeje:**
 - zpracování objednávek, vystavování faktur, evidence plateb a komunikace o stavu objednávky
 - expedice a logistika – proces balení a odesílání zboží
 - reklamace a vrácení zboží
 - způsob správy a údržby katalogu zboží a cen
 - online marketing – zvažte možnost využít vhodnou reklamní agenturu
10. **Využijte základní šablonu s funkčním designem od dodavatele e-commerce řešení.** Je to nejrychlejší způsob, jak zprovoznit online prodej. Pokud vyžadujete specifické funkce, je potřeba počítat s individuální implementací, která klade značné nároky na čas.

Po spuštění e-shopu nezapomeňte své zákazníky informovat o nové možnosti nákupu. Využijte marketingové nástroje Seznam a Google, propojte se s agregátory zboží jako je Heureka.

Oblast e-commerce je nedílnou součástí Průmyslu 4.0. Jakmile firma otevře online prodejní kanál, měla by se zabývat také tím, jak využít svoje digitální informace pro lepší komunikaci a služby pro zákazníky. Výrobní firmy mohou například umožnit zákazníkům online napojení až na výrobní halu a zajistit kompletně customizované produkty.

Když se pohon stává snímačem

Smart Condition Monitoring poskytuje monitorování stavu v reálném čase bez dalších měřicích senzorů

Autor: Lenze, s.r.o.



Témata, jako prediktivní údržba a prediktivní modely založené na umělé inteligenci (AI), jsou v současné době ve strojírenství v popředí zájmu. Ale mnoho zákazníků nemá žádnou skutečnou představu o tom, jaké druhy „předpovědí“ lze provést. Zajímají se pouze o monitorovací stroje a procesy. Existuje však řešení, které umožňuje realizovat inteligentní monitorování stavu a poskytovat rozsáhlé informace o „zdravotním stavu“ strojů a zařízení, bez potřeby další nákladné senzorové technologie.

Monitorování stavu a prediktivní údržba se často považují za synonyma, ale ve skutečnosti jde o dva velmi odlišné procesy. Prediktivní údržba je predikce událostí nebo pravděpodobnosti událostí, například toho, že pravděpodobnost výskytu poruchy v převodovce během následujících 50 provozních hodin vzroste na více než 90 procent. Tento druh predikce může být použit k plánování výměny převodovky v pravý čas před tím, než dojde k poruše stroje nebo odstávce výroby.

Monitorování stavu je naproti tomu předběžnou fází, která umožňuje podrobnější popis současného stavu interpretací dostupných údajů. To vyžaduje hlubší pochopení strojů a procesů, aby bylo možné z „holých“ dat vytvořit smysluplné informace. Analýzy založené na strojovém učení (ML) a umělé inteligenci mohou pomoci odhalit anomálie rychleji.

Žádná další senzorová technologie

Přidaná hodnota nabízená monitorováním stavu není spojena s vyššími náklady na hardware, což je pro OEM výrobce obzvláště zajímavá skutečnost. Je to tím, že nejsou potřeba žádné další senzory. Řešení spočívá v extrahování přidané hodnoty informací ze zdrojů dat, které jsou již k dispozici.

Společnost Lenze poskytuje předem otestované algoritmy pro různé aplikace, což pomáhá strojním inženýrům převést jejich procesní znalosti a znalosti strojů na model sledování stavu, který zlepšuje efektivitu. Odhadem, při zavedení condition monitoringu může firma uspořit až 30 % nákladů na údržbu a snížit frekvenci odstávek až o 50 %, což uspoří velké náklady spojené s výpadkem výroby.

Tento princip lze demonstrovat dvěma různými přístupy. Jedním z nich je model, který porovnává skutečné naměřené hodnoty s hodnotami z předpokládaného matematického popisu stroje. Pokud jsou překročeny určité tolerance, je to interpretováno jako chyba.

Druhý přístup je založen na údajích. Algoritmus se učí chování systému a tomu, jak se vzájemně ovlivňují různé parametry, jako je například rychlost, zrychlení, točivý moment, poloha nebo spotřeba proudu. Skutečné hodnoty jsou porovnány s naučeným popisem, čímž se definují odchylky.

Například zvýšené tření na vřetenu nebo opotřebení řemenového pohonu může být detekováno pomocí hodnot proudu a točivého momentu, ať už jde o absolutní zvýšení hodnoty nebo anomálie ve frekvenční analýze. Monitorování stavu v obou případech vyhodnotí alarm a zobrazí příčiny na přístrojové desce.

Řídicí systém nebo cloud?

Dva přístupy k monitorování stavu se liší nejen svým názvem. Také otázka, jak jsou tato data vyhodnocena, má různé odpovědi. Vyhodnocení založené na modelu se obvykle provádí v řídicím systému, neboť nevyžaduje žádný významný výpočetní výkon. ML a AI analýzy používané pro datová hodnocení jsou naopak obvykle implementována jako cloudová aplikace.

Portfolio společnosti Lenze dává OEM výrobcům úplnou svobodu volby. Zahrnuje řadu různých PLC pro monitorování stavu podle modelu. Vyhodnocení založené na datech může být provedeno také lokálně, pokud je použito nejvýkonnější PLC c750. Alternativně lze pomocí brány x500 zajistit cestu do cloudu. V kombinaci s platformou x4 mají strojní inženýři cloudové řešení na klíč, které pokrývá nejen monitorování stavu, ale také vzdálenou údržbu zařízení a uživatelsky přívětivý Asset Management.

Prediktivní údržba jde ruku v ruce s digitalizací výroby

Autor: Siemens, s.r.o.

Každý den vzniká v závodech Siemens v Mohelnici a Frenštátě pod Radhoštěm přes tisíce elektromotorů a kusů jejich komponent, které následně putují do celého světa. Převážnou část produkce tvoří motory vyráběné přesně podle individuálních požadavků zákazníků v malých sériích. Takto náročnou produkci zvládají jen díky promyšlenému toku dat napříč celou firmou, digitálním dvojčatům strojů i pracovišť a důsledným zaváděním digitalizačních řešení. Díky dosažení vysokého stupně digitalizace a fungování podle konceptu Průmyslu 4.0 oba závody zvýšily svou produktivitu, zkrátily dobu vývoje a jejich výroba je výrazně flexibilnější.

Výroba deseti tisíců kusů stejných motorů na sklad je již minulostí. Dnes chtějí zákazníci individuálně upravené elektromotory v malých sériích, a navíc dodávané stylem just-in-time nebo just-in-sequence. Ročně se tak v Mohelnici a ve Frenštátě vyrobí okolo milionu kusů motorů včetně komponent pro elektromotory a vývojové oddělení závodů zpracovává zhruba na 12 tisíc nových provedení. Pro tak náročnou agendu potřebují adekvátně spolehlivou a robustní infrastrukturu – fyzickou i virtuální. V celém podniku je proto nasazeno široké spektrum softwarových i průmyslových automatizačních řešení Siemens. Dobrou kondici vybraných klíčových strojů nově hlídá i aplikace nasazená na platformě MindSphere.

Prvky digitalizace Siemens využívá ve všech oblastech a ve všech fázích životního cyklu výrobku. „Implementace digitálních řešení do výroby elektromotorů spočívá zejména v míře využití dílčích chytrých řešení. V našich podmínkách jde o digitální podporu všech konstrukčních, technologických a výrobních procesů,“ vysvětluje ředitel závodu v Mohelnici Pavel Pěnička.

Veškeré kroky jsou v rámci digitálního podniku plynule propojeny nepřetržitým tokem dat – od návrhu produktu přes výrobu až po expedici. A jak dokládá i zkušenost z frenštátského Siemensu, díky digitalizaci si zákazníci mohou v obou závodech vybírat z více než 70 000 aktivních variant motorů. „Digitalizace našich výrobních, vývojových a podpůrných procesů pro nás byla klíčovým okamžikem, který nám dal nejen obrovskou konkurenční výhodu, ale i možnost, jak zajistit v podmínkách sériové výroby výrobu kusovou. Dnes díky tomu dokážeme vyvíjet a vyrábět elektromotory šité zákazníkovi na míru ve výrazně kratších intervalech než dříve, a to nejen s vyšší flexibilitou, ale i ve vyšší kvalitě. Za poslední tři roky náš obrat vzrostl o 50 %, avšak s nárůstem zaměstnanců pouze o 25 %. Troufám si říct, že bez digitalizace, s kterou jsme začali již před více než deseti lety, bychom dnešní kusovou zakázkovou výrobu nezvládli,“ dodává Roman Valný, ředitel výrobního závodu ve Frenštátě pod Radhoštěm.

pokračování na následující straně

Jak snížit náklady na údržbu, opravu a výrobu?

Jedním z klíčových kroků je tzv. prediktivní údržba, kdy se pomocí senzorů sbírají a vyhodnocují data o jednotlivých strojích a v případě potřeby je možné provést opravy a úpravy v předstihu tak, aby tím nebyla omezena výroba. Výhodou prediktivní údržby je především omezení neplánovaných prostojů, tedy vyšší efektivita výroby a využití vyšší provozní doby zařízení.

Prediktivní údržba pomáhá závodům lépe porozumět aktuálnímu stavu strojů a zařízení, a tak předpovídat další vývoj jejich kondice. Tyto informace pak umožňují plánování údržby zařízení ve správném čase, ještě před tím, než dojde k samotné poruše. Tím se dramaticky snižují náklady na materiál, respektive náhradní díly, i samotnou údržbu jako takovou.

Proto v obou závodech používají pro optimální fungování strojů prediktivní údržbu. Pomocí sběru provozních dat a pravidelným měřením vybraných parametrů, jako jsou vibrace, teplota a stav provozních náplní, dokážou pracovníci servisu předcházet neplánovaným výpadkům ve výrobě. Pomáhá jim v tom i Siemens digitální řešení **COMOS** pro řízení procesu údržby, dokumentace strojů a skladu náhradních dílů. Pro klíčové stroje výroby také v Mohelnici zapojili cloudové úložiště dat **MindSphere**.

„Appsolutní“ výkonnost v Mohelnici

Cloudová platforma MindSphere slouží ve výrobním závodě Siemens v Mohelnici pro prediktivní údržbu strojů a jejich servis. Pro správu flotily strojů získaných průběžným měřením využívají mohelničtí aplikaci Fleet Manager.

Systém slouží také k prediktivnímu plánování odstávky strojů. Na základě informací o zhoršujícím se stavu nebo změně sledovaných parametrů stroje od normálu, lze konkrétní součástky opravit nebo vyměnit dříve, než se stroj zastaví neplánovaně a negativně ovlivní vlastní výrobu.

Systém MindSphere v Mohelnici pilotně nasadili na pracovišti odlévání rotorů velkých osových výšek, a protože se osvědčil, na podzim minulého roku zapojili dalších 48 klíčových strojů. Tlakové lití rotorů je osazeno snímači, které sledují průběhy jednotlivých veličin, otáčky jednotlivých motorů, vibrace ložisek nebo průtok chladicích kapalin.

„Pracoviště vybavené snímači pro prediktivní údržbu může ušetřit v budoucnu až 20 procent nákladů na servis a také zvýšit efektivitu výroby, neboť včasné servisní zásahy omezí neplánované výpadky ve výrobě vinou nefunkčních strojů,“ říká Milan Knobloch, vedoucí útvaru Infrastruktura v mohelnickém Siemensu.

IoT zvyšuje produktivitu v rámci celého procesu

Nová generace digitálních motorů SIMOTICS IQ je dalším úspěšným příkladem, jež díky MindSphere umožňuje analýzu dat motoru, a dokáže tak pomoci k včasnému odhalení jeho případné poruchy. Digitálním prvkem u řady motorů Simotics SD je tzv. měřicí jednotka SIMOTICS Connect 400, která je určena k monitoringu motoru po celou dobu jeho využití. Je vybavena senzorikou umožňující vyhodnocovat aktuální kondici motoru a s ohledem na matematický model konkrétního motoru i stabilitu a spolehlivost jeho chodu.

Tato jednotka umí naměřené údaje odesílat pomocí bezdrátové sítě na cloudové úložiště MindSphere, kde je možné měřená data vyhodnocovat a na základě definice vlastních podmínek vyvolat další události, například upozornit vlastníka či třetí stranu, že stroj nepracuje ve standardních podmínkách a vyžaduje servisní zásah.

Ve spojení s dalšími technologiemi podporujícími sběr dat a samotnou platformou MindSphere je umožněno zapojení třetích stran do tvorby specializovaných aplikací určených pro správu technologií instalovaných u zákazníků nebo pro tvorbu nástrojů prediktivní analýzy založených na sběru a porovnávání velkého množství dat.

S novým konceptem tzv. „chytrého motoru“ (Smart Motor Concept) a systémem MindSphere je možné získat přístup k příslušným údajům o motoru odkudkoli na světě. Transparentnost, kterou tato technologie nabízí, zvyšuje produktivitu v rámci celého procesu, například v podobě vyšší dostupnosti, lepší výkonnosti a optimalizovaného servisu.

VIDEOPODCAST

Průmysl 4.0 není jen prázdné slovo, je to cesta udržitelně vpřed: J. Lískovec & A. Nováková

Autor: Patrik Malios, Czechsight

Zástupci Národního centra Průmyslu 4.0 - Jaroslav Lískovec a Alena Nováková si se šéfredaktorem webu [Czechsight](#), Patrikem Maliose, povídali o inovacích, buzzwordech, ekologii a technologiích.

Přestože se natáčení realizovalo ještě před pandemií koronaviru, zabývá se podcast aktuálními tématy. Ať už to jsou nové business modely, které musí nejen průmyslové firmy začít urychleně adoptovat, distribuovaná výroba nebo stěhování produkce z Asie zpět do Evropy.



Podcast můžete shlédnout [zde](#)

Prediktivní údržba strojů

Autoři: Jan Václavovič, vedoucí obchodního oddělení JHV-Engineering, Luboš Turanský, vedoucí JHV Solutions

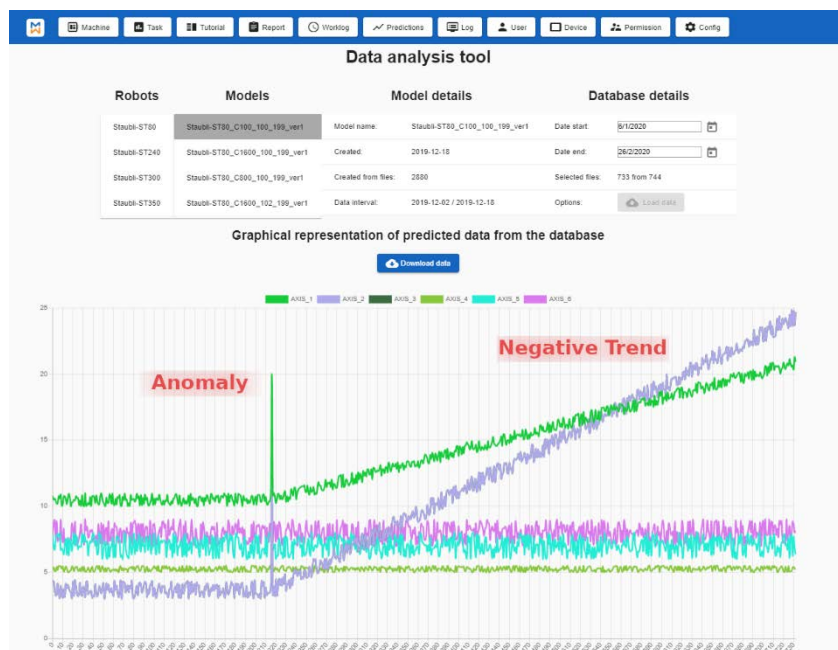
Před časem jsme se v JHV rozhodli, že k našim linkám (ale nejen k těm), vyvineme sadu nástrojů pro chytrou údržbu. Vznikla tak aplikace MAINWARE, která má jako jeden z integrovaných prvků i modul prediktivní údržby. Při návrhu a vývoji řešení pro prediktivní údržbu jsme vycházeli z našich vlastních zkušeností se servisem, dále jsme spolupracovali s výrobními podniky a pro část umělé inteligence se spojili s odborníky z GoodAI Solutions. Výsledkem je systém, který monitoruje důležité částí výrobní linky a včas upozorní na změnu chování a blížící se problém.

Sběr dat v reálném čase

Jak již bylo řečeno, systém monitoruje klíčové prvky výrobní linky, jako jsou roboty, motory a pneumatické prvky. A to bez použití externích zařízení s nutností integrovat do strojů další hardware. U pneumatických pohonů jednoduše měříme dobu přestavení mezi koncovými polohami. U servomotorů a robotů pak například momenty, aktuální pozici a další veličiny. Vzhledem k velkému objemu dat jsme se však nově vydali cestou řešení pomocí umělé inteligence, která nám pomáhá data velmi efektivně vyhodnocovat.

Například jednotlivé cykly robotů klasifikujeme pomocí algoritmů umělé inteligence, kdy po zaučení je algoritmus sám schopný během chodu stroje detekovat anomálie a upozornit na problém, aniž by byl na podobnou chybu dříve speciálně „trénován“. Odlišným způsobem jsou pak vyhodnocovány dynamické přejezdy robota mezi stanicemi a jemné precizní pohyby, například zakládání dílů. Informaci o chybě pak systém dle závažnosti eskaluje. U pneumatických prvků je rozpoznán nepříznivý trend nebo náhlá změna v době přestavení a systém upozorní obsluhu na konkrétní součástku, která pravděpodobně potřebuje vyměnit s odhadem doby, kdy porucha nastane.

Všechna data vzorkujeme v řádu milisekund, což při desítkách motorů a stovkách pneumatických pohonů dává dohromady velký datový tok. Data však zpracováváme na průmyslovém počítači přímo u stroje a na vzdálený server již odchází pouze zlomek původního objemu dat, který nese zásadní informace. Tento přístup nám umožnil monitorovat opravdu real-time data bez průměrování a zároveň při tom zbytečně nezatěžovat síť.



Obr. 1 – Graf zobrazující hodnoty, které vrací modul se strojovým učením pro každou osu robota. V grafu je názorně vidět, jak je tento modul schopný vyselektovat nashromážděná data z linky a provést virtuální vyhodnocení sledovaného pohybu nebo členu.

Autonomní systém

Samotným vyhodnocením to samozřejmě nekončí. Systém se snaží fungovat chytře a servisní úkony mohou být reportovány přímo příslušnému servisnímu oddělení, a to jak internímu, tak externímu. Komunikace probíhá prostřednictvím aplikace, kdy je upozorněn příslušný pracovník a zároveň může být také vygenerován protokol pro daný servisní tým.

Aplikace je velmi flexibilní, což znamená, že může fungovat jak izolovaně, tedy pouze v rámci daného podniku bez propojení na externí servis, tak může být koncipována jako propojená, kdy je možné data a údaje z linky zasílat přímo do JHV a servisní oddělení pak může navrhnout postup opravy a údržby. Obecně je prostředí vytvořené tak, aby externí zásahy nebyly nutné, a aby bylo naopak intuitivní pro údržbáře a ostatní personál bez nutnosti další pomoci.

U robotů obecně pak může být tento systém propojen přímo s automatickou kalibrací a pokud je problém detekován, například při zakládání, provede se automatická kalibrace nástroje, což často může problém vyřešit.

Neplánované odstávky = vysoké náklady

Zásadním přínosem nasazení tohoto systému kromě toho, že není nutné integrovat žádné extra hardwarové zařízení, je včasné upozornění obsluhy na blížící se problém stroje dříve, než problém nastane a to s dostatečnou spolehlivostí předpovědi. Problém je tak možné vyřešit v rámci plánované odstávky a lze tak předejít drahým neplánovaným prostojům výrobního zařízení. Výhodou je také univerzálnost systému, jelikož podporujeme připojení komponentů všech předních světových výrobců. Jednotné řešení tak může být nasazeno napříč celou výrobou bez ohledu na to, jaký je zaveden firemní standard.

Role údržby v koncepci Průmysl 4.0 – díl I.

Autoři: prof. Ing. Václav Legát, DrSc., Předseda předsednictva ČSPÚ, doc. Ing. Martin Pexa, Ph.D., vedoucí katedry jakosti a spolehlivosti strojů, TF ČZU v Praze, doc. Ing. Zdeněk Aleš, proděkan TF ČZU v Praze, Ing. Jan Hroch, výkonný ředitel ČSPÚ

Představujeme vám první část nového seriálu o údržbě v průmyslu, který exkluzivně pro Bulletin Průmyslu 4.0 připravila Česká společnost pro údržbu ve spolupráci (ČSPÚ) s Katedrou jakosti a spolehlivosti strojů Technické fakulty České zemědělské univerzity v Praze (TF ČZU). Seriál ve čtyřech částech představí komplexní koncept údržby počínaje jejím rozdělením z hlediska přístupu, přes management a procesy údržby, až po analýzu zdrojů a dat. Velká pozornost bude věnována zejména možnostem prediktivní údržby a jejímu správnému nasazení.

ČSPÚ se věnuje školení a certifikaci odborníků na údržbu na všech profesních úrovních, provádí audit údržby ve firmách a funguje jakožto nejvyšší autorita na údržbu v ČR. ČSPÚ je od května 2020 Národním partnerem NCP4.0.

Úvod

V současné době jsme postoupili do čtvrté průmyslové revoluce, jejíž aspekty jsou popsány již v mnoha publikacích (viz seznam literatury za článkem), zpravidla pod názvem Průmysl 4.0. Jejich hlavním nositelem v ČR jsou CIIRC ČVUT a NCP 4.0. Jako pozitivní lze označit, že i vláda ČR se hlásí k této výzvě. Je pravda, že uvedené publikace neřeší detailně management a inženýrství údržby a pohybují se v rovině průmyslu jako celku.

Nicméně Česká společnost pro údržbu a Technická fakulta České zemědělské univerzity v Praze šíří osvětu aplikování myšlenek Průmyslu 4.0 do údržby ve všech vzdělávacích aktivitách již od roku 2016 a to jak ve svých kurzech, tak i na seminářích a konferencích. ČSPÚ doporučuje rozšířit koncepci Průmyslu 4.0 i o detailnější pohled na Údržbu 4.0.

Údržba a zajištění údržby

Předpoklady pro údržbu výrobních zařízení se budou v podmínkách Průmyslu 4.0 postupně zlepšovat i díky tomu, že se jejich výrobci více než dosud zaměří na jejich bezporuchovost, udržitelnost a některé další aspekty, včetně celkové zajištěnosti údržby. Bude také mnohem snazší sledovat provozní spolehlivost v celém životním cyklu zařízení, tj. od koncepce a stanovení požadavků, přes jeho vývoj, výrobu až po provoz, údržbu a vypořádání.

Pokud jde o zajištění údržby interními a externími zdroji (insourcing a outsourcing), bude mnohem citlivěji vyvažován jejich poměr tak, aby platilo, že procesy, které firma zvládne zajistit interně kvalitněji, levněji a s celoročním vytížením vlastních údržbářů, budou zajišťovány insourcinglem. Naopak externě budou zajišťovány procesy, které lze takto zajistit s vyšší kvalitou a levněji, a při nichž by nebyly interní kapacity využívány na sto procent. Lze říci, že údržba výrobního zařízení bude i nadále ve většině případů zajišťována vyváženým smíšeným způsobem obou zdrojů údržeb.

Nepředpokládáme, že by se měnila definice údržby, jakožto „kombinace všech technických a administrativních činností, včetně činností dozoru, zamýšlených k udržení objektu ve stavu, ve kterém provádí požadovanou funkci, nebo k obnově toho stavu“.

Na druhé straně manažeři údržby budou muset věnovat mnohem větší pozornost politice údržby, která vymezuje obecný přístup pro poskytování údržby a zajištění údržby na základě cílů a politik vlastníků, uživatelů a zákazníků v průběhu celého životního cyklu objektu.

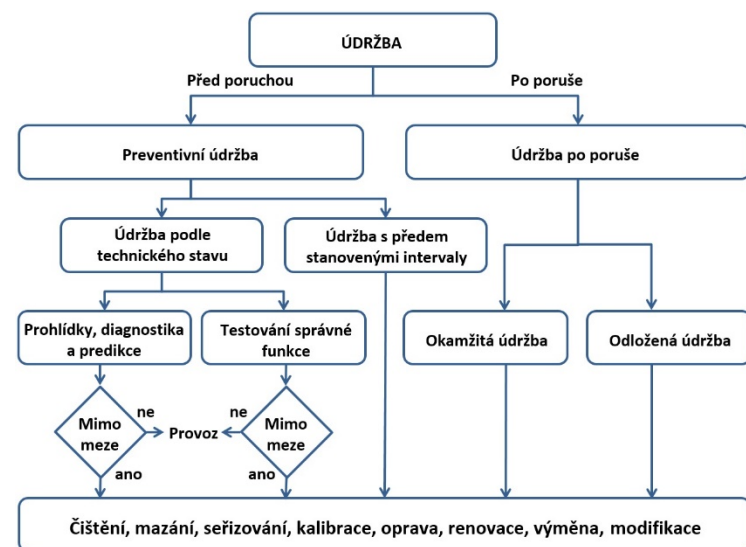
Údržbou 4.0 se rozumí údržba, která vychází ze zásad a je podporována nástroji Průmyslu 4.0. Ke klíčovým nástrojům patří:

1. **Digitalizace** (pasportizace strojů a zařízení),
2. **Robotizace** (robotizace čištění, robotizace diagnostiky integrity potrubí apod.),
3. **Automatizace** (automatizovaný sběr dat pro výpočet OEE, čištění, mazání apod.),
4. **Internet věcí** (označení pro síť složenou z fyzických strojů a řízení, vybavených elektronikou, senzory, softwarem, pohyblivými částmi a sítovou konektivitou, která umožňuje těmto strojům a zařízením se propojit a vyměňovat si data),
5. **Komunikace** (sběr dat, inteligentní brýle, rozšířená realita),
6. **Big data** (velký objem dat ze senzorů, monitorování a diagnostiky, jejich zpracování na charakteristiky spolehlivosti, dispoziční doby provozu (predikci) aj.),
7. **Informační a výpočetní technologie** (hardware),
8. **Metody a techniky kybernetiky a umělé inteligence** (predikovat budoucí vývoj, např. poruchu, pokles kvality, na základě čehož je možné plánovat např. údržbu nebo upravit nastavení výroby) využívané pro **preventivní údržbu** obecně a pro **prediktivní a preskriptivní údržbu** zvláště (software),
9. **Logistika ND** (řízení struktury zásob ND, 3D tiskárny, aditivní výroba ND aj.),
10. **Nové materiály** (uhlíkové a jiné kompozity, různá lepidla, speciální těsnění, uhlíková vlákna apod.),

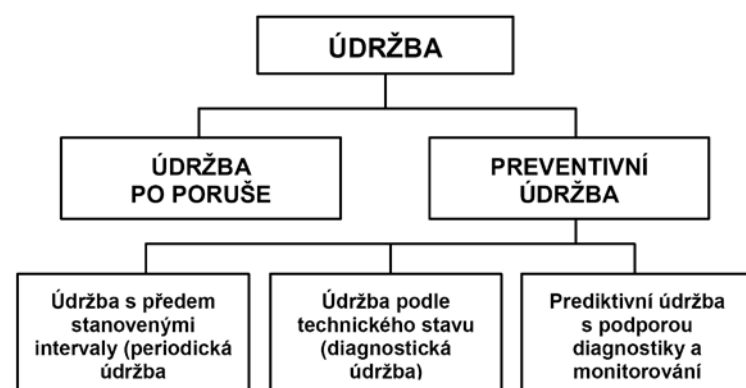
Personál – údržbáři (sociální aspekty, vzdělávání, výcvik aj.) [1, 2].

Bude to všechno zadarmo a bez vícenákladů? Určitě ne, ale předpoklad je dán hypotézou, že vložená koruna přinese časem násobně více.

Nelze očekávat, že se změní typy údržbářských úkolů (viz obr. 1), ale pouze se zvýší význam preventivní údržby a to zejména údržby podle technického stavu (diagnostická údržba) a údržby prediktivní (předpovídané) – viz obr. 2.



Obr. 1 Typy údržbářských úkolů



Obr. 2 Systém (strategie, politika) údržeb

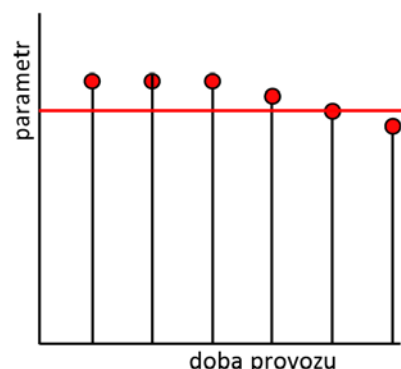
Stále je třeba připomínat normovanou terminologii, zejména pokud jde o systémy (typy) údržeb, neboť v praxi je používána různá hantýrka.

Údržba po poruše – údržba prováděná **po zjištění poruchového stavu** a zaměřená na uvedení objektu do stavu, ve kterém může vykonávat požadovanou funkci.

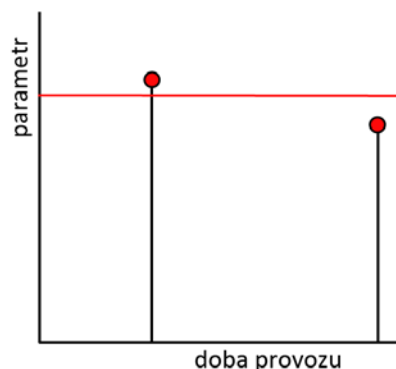
Údržba s předem stanovenými intervaly (periodická údržba) - **preventivní** údržba prováděná v souladu se stanovenými **časovými intervaly** nebo stanoveným **počtem jednotek používání** (Usage Based Maintenance, mth, km, tkm, počet cyklů, m³ spotřebovaného paliva aj.), avšak **bez předchozího zjišťování stavu objektu**.

Údržba podle technického stavu (diagnostická údržba) je preventivní údržba, která se skládá z **monitorování** výkonnosti a/nebo parametrů a z **následných opatření**. Monitorování je plánováno v pravidelných intervalech (obr. 3) a rozhodování o dalším provozu je prováděno **dvoustavově** (vyhovuje – nevyhovuje) vůči stanovenému meznímu stavu pro obnovu a **neobsahuje informaci o dispoziční době provozu**.

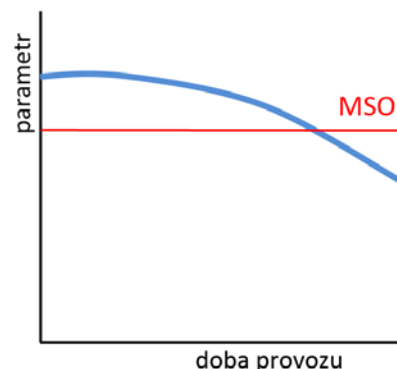
Monitorování výkonnosti a parametrů může být časově **plánováno**, prováděno **na požádání** nebo může být **nepřetržitě** – obr. 3, 4 a 5. Vývoj směřuje k nepřetržitému monitorování (diagnostice) pomocí různých senzorů.



Obr. 3 Plánované monitorování



Obr. 4 Monitorování na požádání



Obr. 5 Nepřetržitě monitorování (MSO – mezní stav pro obnovu)

Prediktivní údržba (předpovídaná) podle stavu je prováděná na základě předpovědi odvozené z **analýzy** a vyhodnocení významných **parametrů degradace objektu** – viz obr. 6.

Predikování je založeno **na analýze a extrapolaci parametrů degradace objektu** (obr. 5, 6, 7 a 8), či na jiných sofistikovanějších metodách (např. neuronové sítě, umělá inteligence, multi-parametrické diagnostické signály a analýza aj.).

Nelineární extrapolace pomocí polynomů n-tého stupně se nedoporučuje, protože není jisté, jak se bude vyvíjet předpověď trendu podle této funkce.

$$S(t) = a_0 + a_1 t + a_2 t^2 + \dots + a_n t^n \quad a_n \neq 0$$

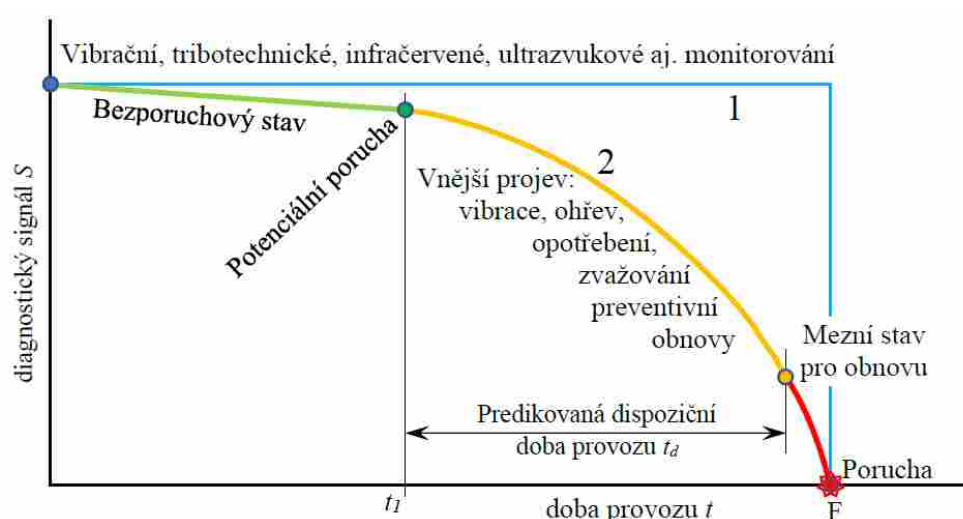
Co lze očekávat od prediktivní údržby?

Výhody:

- vyšší využití fyzického života,
- lepší předcházení výskytu poruch.

Nevýhody:

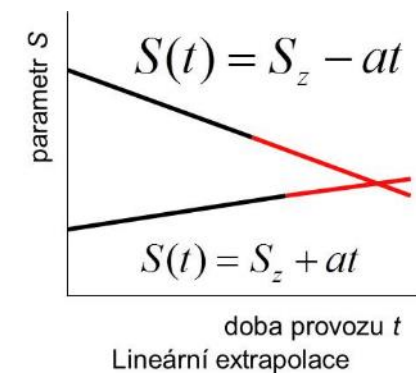
- musí být monitorován a vyhodnocován technický stav objektu,
- vícenáklady na monitorování (diagnostiku),
- obtížnější plánování – okamžik obnovy pro stejný typ objektu je různý.



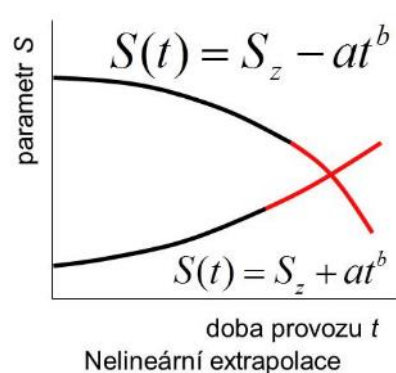
Obr. 6 Princip předpovídání doby provozu do mezního stavu pro obnovu (PF křivky) (1 – nepredikovatelný objekt – žárovka, pojistka apod., 2 – predikovatelný objekt – ložisko, píst aj. Jak se doba rozhodování t_1 blíží k meznímu stavu pro obnovu, tak je predikce dispoziční doby provozu přesnější)

Zásada: Aplikuj prediktivní údržbu všude tam, kde je to technicky možné a ekonomicky výhodné. Toto je důležitý perspektivní požadavek na údržbu. V současné době se o prediktivní údržbě hodně mluví, ale plně funkčních aplikací v provozu je pořád hodně málo.

U všech typů údržby bude stále více uplatňována **proaktivní údržba**, která je založena na analýze příčin, ať již potenciálních nebo reálných poruch, a na **odstraňování všech nežádoucích zjištěných příčin**. Např. než údržbář vymění porouchané valivé ložisko, přesvědčí se, zda příčinou poruchy a krátkého života nebyla nesouosost, vibrace nebo špatné mazání. Při uplatnění proaktivní údržby údržbář v průběhu výměny ložiska odstraní tyto nedostatky, a tím zajistí nominální (předepsaný, vypočtený) užitečný život tohoto ložiska.



Obr. 7 Lineární jednoparametrická extrapolace



Obr. 8 Nelineární jednoparametrická extrapolace

Použitá literatura

- [1] MAŘÍK, V. a kol.: Národní iniciativa Průmysl 4.0. Ministerstvo průmyslu a obchodu 2015
- [2] MAŘÍK, V.: *Průmysl 4.0: výzva pro Českou republiku*. Praha: Management Press, 2016. ISBN 978-80-7261-440-0.
- [3] Management majetku a jeho údržby – cesta k prosperitě výrobní organizace. Sborník konferenčního semináře, 27. a 28. 4. 2016. Česká společnost pro údržbu. ISBN 978-80-213-2644-6
- [4] Integrace procesů obnovy a využívání fyzického majetku, efektivní plánování údržby a včasná identifikace poruch – cesta k vysoké pohotovosti zařízení. Sborník semináře, 9. 6. 2016. Česká společnost pro údržbu.
- [5] Údržba 2016. Sborník mezinárodní odborné konference, 12. a 13. 10. 2016. Česká společnost pro údržbu. ISBN 978-80-213-2668-2
- [6] Národní fórum údržby 2017. Sborník mezinárodní konference, 30. a 31. 5. 2017. Slovenská společnost údržby. ISBN 978-80-554-1335-8
- [7] Průmysl 4.0 a význam spolehlivosti zařízení – výzva pro údržbu. Sborník semináře, 7. 6. 2017. Česká společnost pro údržbu.
- [8] ČSN EN 13306 Údržba – Terminologie údržby

Pokrok v odhalování hrozeb nebo vznik nových rizik – skutečně nám strojové učení pomůže?

JUDr. Jan Diblík, partner, Mgr. Roman Cholasta, senior advokát, Laura Tadevosjanová, právní asistentka, HAVEL & PARTNERS s.r.o., advokátní kancelář



Strojové učení již bylo úspěšně implementováno v řadě složitých a komplexních oblastí, o nichž bychom se nedávno domnívali, že jsou oblastí výlučně lidské inteligence. Algoritmy strojového učení jsou často schopny vytvářet užitečné počítačové programy, a to vše za pomoci vzorců a analýzy dat. Jsme svědky toho, že technologie strojového učení jsou často schopny produkovat sice úzce specializované, ale vysoce inteligentní výsledky a provádět analýzy vedoucí k užitečným výsledkům. Logicky se tedy nabízí otázka: Do jaké míry mohou být tyto nové technologie užitečné a jaké představují neznámé riziko?

Není pochyb o tom, že tyto technologie mohou přinést mnoho výhod zvýšením bezpečnosti výrobků a navrhováním řešení, která je činí méně náchylnými k určitým rizikům. Systémy strojového učení jsou navíc naprogramovány tak, aby mohly přijímat a zpracovávat velké množství dat z různých zdrojů. V kombinaci s rostoucím důrazem na nepřetržité dálkové propojení by tato zvýšená míra informací mohla být použita k tomu, aby se produkty samy přizpůsobily hrozcím rizikům a následně se staly bezpečnějšími, případně by produkty mohly uživatele upozornit, aby se vyvarovali určitému bezpečnostnímu problému.

Pokud během používání připojeného produktu vznikne bezpečnostní riziko, mohou výrobci přímo komunikovat s uživateli, upozornit je na rizika a, pokud je to možné, přímo vyřešit problém, například poskytnutím aktualizace zabezpečení. Příkladem takového postupu bylo opatření výrobce chytrých telefonů, který při stahování jednoho ze svých výrobků v důsledku detekce bezpečnostního rizika v roce 2017, provedl aktualizaci softwaru tak, aby se kapacita baterie telefonů snížila na 0 % a uživatelé přestali používat nebezpečná zařízení.¹ Nejde jistě v principu o úplnou novinku (ostatně antivirové softwarové produkty fungují na podobném principu, byť v omezeném rozsahu, již nějakou dobu), ovšem v případě strojového učení nepochybně nabývá tento způsob fungování nových rozměrů.

AI představuje výzvy pro bezpečnost

“If Elon Musk is wrong about artificial intelligence and we regulate it who cares. If he is right about AI and we don't regulate it we will all care.”²

O pozitivních dopadech široké implementace strojového učení není pochyb. Nové technologie mohou prospět celé společnosti i ekonomice a vedle odhalování podvodů a kybernetických hrozeb je lze využít například k zefektivnění procesů a využívání zdrojů, jakož i předvídání změny klimatu a životního prostředí nebo zlepšování řízení finančních rizik. Historicky však byla věnována menší pozornost tomu, jaké hrozby jsou s tímto pokrokem spojeny, a způsobům, jakými lze umělou inteligenci zneužít.

Z evropské strategie pro umělou inteligenci jasně vyplývá, že umělá inteligence není cílem sama o sobě, ale nástrojem, který má sloužit lidem a vést ke zlepšení kvality jejich života. K tomu je ovšem potřeba zaručit její důvěryhodnost.

Evropská Komise ve sdělení Evropskému parlamentu, Radě, Evropskému hospodářskému a sociálnímu výboru a Výboru regionů o „Budování důvěry v umělou inteligenci zaměřenou na člověka“ uvádí, že ve vývoji umělé inteligence musí být pevně zakotveny hodnoty, na nichž naše společnost stojí.³ Evropská Komise zdůrazňuje, že „jejich [systémů umělé inteligence] nedílnou součástí by měly být již od návrhu mechanismy bezpečnosti a zabezpečení, které zaručí, aby byly v každé fázi prokazatelně bezpečné.“⁴

Inteligentní systémy a kybernetická bezpečnost

Minimálním požadavkem pro zajištění standardu pro předcházení hrozbám je pevný právní rámec upravující jednotlivé dílčí rizikové oblasti. Obecné nařízení o ochraně osobních údajů⁵ zaručuje vysokou úroveň ochrany osobních údajů a stanoví správcům a zpracovatelům osobních údajů povinnost zavést technická i organizační opatření zaručující jejich ochranu již v základním nastavení.

Nařízení o volném pohybu neosobních údajů⁶ odstraňuje překážky bránící volnému pohybu neosobních údajů a zajišťuje zpracování souhrnných a anonymizovaných souborů údajů používaných pro analýzu údajů velkého objemu právě v oblasti internetu věcí, umělé inteligence a strojového učení. Zůstává však široká a velmi zranitelná oblast kybernetické bezpečnosti, kde byla sice v této souvislosti přijata směrnice o bezpečnosti sítí a informačních systémů⁷ a akt o kybernetické bezpečnosti⁸, přesto však umělá inteligence, resp. strojové učení, stále představuje pro oblast kybernetické bezpečnosti velkou výzvu. Inteligentní systémy totiž mohou být použity jak k ochraně a zajištění kybernetické bezpečnosti, tak i k novým a velmi účinným útokům.

Směrnice o bezpečnosti sítí a informačních systémů obecně požaduje používání vhodných a přiměřených technických a organizačních opatření mimo jiné k řízení bezpečnostních rizik a zdůrazňuje význam mezinárodní spolupráce na poli kybernetické bezpečnosti.

pokračování na následující straně

Právní rámec ochrany

Na národní úrovni byl v České republice v roce 2014 přijat speciální zákon o kybernetické bezpečnosti⁹, který později v rámci novelizací implementoval směrnici o bezpečnosti sítí a informačních systémů. Jedná se o právní předpis obsahující právní normy zahrnující řešení komplexní problematiky klíčových národních infrastrukturních elementů spravovaných či provozovaných různými soukromými či státem vlastněnými entitami.

Cílem zákona je ochrana existence a funkčnosti prostředí tvořeného informačními systémy, službami a sítěmi elektronických komunikací tak, aby kybernetické bezpečnostní incidenty nemohly ohrozit fungování základních společenských funkcionalit chráněných nedistributivními právy a aby nebyla národní kybernetická infrastruktura zneužitelná k útokům. Zákon o kybernetické bezpečnosti však ukládá povinnosti pouze vybraným subjektům, subjektům spravujícím specifické informační a komunikační systémy, a aplikačně se zaměřuje zejména na ochranu kritických informačních infrastruktur, významných informačních systémů, významných sítí a základních služeb. Subjektům, které nespádají do působnosti zákona o kybernetické bezpečnosti, takto specificky určené povinnosti zajistit bezpečnost v kybernetickém prostoru neplynou, byť mohou být kladeny obdobné nároky např. v rámci sektorové regulace (typicky banky).

Cílem aktu o kybernetické bezpečnosti je dosáhnout v Evropské unii vysoké úrovně kybernetické bezpečnosti, odolnosti proti kybernetickým útokům a důvěry pomocí udělení pravomocí určeným subjektům, a pomocí zřízení evropských certifikačních schémat pro kybernetickou bezpečnost. Akt se zakládá na myšlence, že jednotný digitální trh, a zejména ekonomika dat a internet věcí, se mohou rozvíjet pouze, bude-li existovat obecná důvěra veřejnosti, že dané produkty, služby a procesy poskytují určitou úroveň kybernetické bezpečnosti. Recitál 65 výslovně uvádí, že „...propojené a automatizované automobily, elektronické zdravotnické prostředky, průmyslové automatizační řídicí systémy nebo inteligentní sítě, to je pouze několik příkladů odvětví, v nichž je certifikace již široce využívána, nebo je pravděpodobné, že v blízké budoucnosti využívána bude.“ Certifikace obecně představuje vhodný nástroj zajištění kybernetické bezpečnosti, využití evropské certifikace kybernetické bezpečnosti a EU prohlášení o shodě je však dobrovolné.

Nové kybernetické hrozby

S rostoucím výkonem a rozšířením schopností strojového učení lze však očekávat, že širší využívání těchto systémů povede ke změnám a posunu v oblasti hrozeb a potřebě neustálé adaptace na nová rizika. Lze očekávat, že dojde k rozšíření stávajících hrozeb, vzniku nových i změně kvality a charakteru stávajících hrozeb.

Důvodem rozšíření stávajících hrozeb je, že náklady na možné útoky použitím nových technologií, které by obvykle vyžadovaly lidské úsilí, inteligenci a odbornost, budou kontinuálně klesat. Čím dál více aktérů bude schopných útok provést a dojde jak ke zvýšení jejich rychlosti, tak k rozšíření potenciálních cílů.

Ostatně jeden z nejobvyklejších útoků, DDOS (Distributed Denial Of Service), který je skutečně ohrožující pouze pro specifické subjekty (např. nemocnice), jinak spíše s finančními dopady (e-shopy), se dá zajistit řádově za stovky až tisíce korun, a to ani není k tomuto útoku třeba disponovat systémem strojového učení.¹⁰

Důvodem obavy ze vzniku nových hrozeb je, že strojové učení postupně proniká do všech oblastí lidské činnosti a softwarová řešení založená na umělé inteligenci se sama o sobě mohou stát vyhledávaným cílem útoků, a to například vytvářením nepřesných datových setů a tzv. adversarial machine learning (manipulace strojového učení). Co se změn kvality a charakteru hrozeb týče, lze se domnívat a očekávat, že útoky umožněné rostoucím používáním nových technologií budou zvláště účinné, automatizovanější, obtížně identifikovatelné a následně přičitatelné konkrétní osobě, což může ve svém souhrnu značně ztížit možnost jejich odhalení.

Doporučení ke zmírnění rizik

Otázka zní: jak se mají podnikatelé vyrovnat s nástupem strojového učení do praxe? Ve světle výše uvedených doporučení a právních předpisů lze, mimo jiné, doporučit i následující kroky:

V oblasti výzkumu a aplikace umělé inteligence, resp. strojového učení i dalších nových technologií:

- Bude vhodné, aby dotčení uživatelé (ať již půjde o zaměstnance, spolupracovníky či externí uživatelé) byli transparentně informováni o způsobu, rozsahu a účelu zpracovávání dat pro účely strojového učení včetně informací o souvisejících právech. Rovněž bude vhodné requalifikovat a proškolit příslušné pracovníky pro práci s technologiemi strojového učení tak, aby byly zajištěny jasné a srozumitelné informace o možnostech a omezeních těchto technologií, a poučit je (mimo technických specifikací) o účelu využití a podmínkách, za nichž lze očekávat, že budou fungovat tak, jak bylo zamýšleno.
- Podnikatelé by měli zvážit, zda je problematice kybernetické bezpečnosti věnována dostatečná pozornost, a to zejména s ohledem na citlivost jejich dat a případně implementovat potřebná opatření. Kromě technických opatření či například přijetí interních směrnic a poučení dotčených uživatelů může jít např. o získání pojištění kybernetických rizik, neboť oblast kybernetické bezpečnosti se dle posledních trendů přesunuje do oblast výluk ze standardního pojištění.
- Průběžně by měly v souladu s dosaženým stavem poznání a know-how vznikat tzv. best practice kodexy upravující osvědčené postupy detekce hrozeb a implementace bezpečnostních opatření tak, aby bylo co nejvíce usnadněno dobrovolné přijímání příslušných opatření. V oblasti bezpečnosti IT systémů se může jednat např. o „red teaming“, simulovaný útok využívající sofistikované prostředky pokrývající velice široký rozsah vektorů útoků, který cílí na lidi, technologie i fyzická aktiva. Posléze je celý útok včetně nezdařených infiltrací analyzován a jsou navržena doporučení pro úspěšnou obranu.
- Měla by být podporována kultura a zavádění opatření k zajištění odpovědnosti s větším využitím poznatků a zkušeností z jiných technických oborů se zvýšenou pozorností zejména na rizika zneužití, s důrazem na vzdělávání a zavádění etických kodexů.
- Měla by být zvažována míra otevřenosti v oblasti výzkumu umělé inteligence a nastavené mechanismy posouzení rizika před zveřejněním výsledků výzkumu či jiných citlivých dat. Případně nastavit takový režim sdílení, který upřednostňuje bezpečnost před sdílením know-how, například v online publikacích. Ty mohou obsahovat informace od hrubých výsledků výzkumu až například po zdrojový kód.
- Legislativci by měli neustále sledovat potřebu doplnění a přizpůsobení právních předpisů, případně obecně uznávaných standardů, aby byla zajištěna ochrana dotčených zájmů.

Zatímco stále zůstává mnoho nezodpovězených otázek, je zřejmé, že nové technologie budou v oblasti bezpečnosti v budoucnosti hrát důležitou roli a příležitostí k jejich škodlivému použití bude stále více. Je tedy nezbytné těmto rizikům věnovat větší pozornost.

Přestože spousta společností v Německu, Spojeném království, USA, ale i ve zbytku světa již plošně využívá strojové učení k ochraně proti kybernetickým hrozbám, nelze opomíjet i možné výše uvedené negativní implikace, které jdou v ruku v ruce s vývojem těchto technologií. Všichni dotčení v oblasti strojového učení by měli zejména zohlednit rizika spojená s těmi technologiemi umožňujícími pozitivní i negativní zásahy do fungování podnikatelů i běžných uživatelů a legislativci by měli úzce spolupracovat s odborníky v oblasti nových technologií, aby bylo možné efektivněji identifikovat a zmírňovat potenciální škodlivé použití umělé inteligence, resp. strojového učení, a vytvářet v rámci možností bezpečné prostředí pro další vývoj a výzkum.

Poznámky:

¹ OECD (2018), "Measuring and maximising the impact of product recalls globally: OECD workshop report", OECD Science, Technology and Industry Policy Papers, číslo 56, OECD Publishing. Dostupné z: <https://doi.org/10.1787/ab757416-en>. ² Dave Waters, zakladatel a jednatel PAETORO. ³ Dostupné z: <https://ec.europa.eu/transparency/reg-doc/rep/1/2019/CS/COM-2019-168-F1-CS-MAIN-PART-1.PDF>. ⁴ Tamtéž. ⁵ Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) 2016/679 ze dne 27. dubna 2016 o ochraně fyzických osob v souvislosti se zpracováním osobních údajů a o volném pohybu těchto údajů a o zrušení směrnice 95/46/ES (obecné nařízení o ochraně osobních údajů). ⁶ Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) 2018/1807 ze dne 14. listopadu 2018 o rámci pro volný tok neosobních údajů v Evropské unii. ⁷ Směrnice Evropského parlamentu a Rady (EU) 2016/1148 ze dne 6. července 2016 o opatřeních k zajištění vysoké společné úrovně bezpečnosti sítí a informačních systémů v Unii. ⁸ Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) 2019/881 ze dne 17. dubna 2019 o agentuře ENISA („Agentuře Evropské unie pro kybernetickou bezpečnost“), o certifikaci kybernetické bezpečnosti informačních a komunikačních technologií a o zrušení nařízení (EU) č. 526/2013 („akt o kybernetické bezpečnosti“). ⁹ Zákon č. 181/2014 Sb., o kybernetické bezpečnosti a o změně souvisejících zákonů (zákon o kybernetické bezpečnosti), ve znění pozdějších předpisů. ¹⁰ Viz například <https://www.root.cz/clanky/kolik-stoji-ddos-zakladni-prijde-na-par-dolaru-pokrocily-na-stovky/>

Příloha #COVID-19 a ekosystém pro Průmysl 4.0

Ochranné polomasky vyvinuté na CIIRC ČVUT se realizovaly i díky ekosystému pro Průmysl 4.0, intenzivně se podílelo vedení i partneři NCP4.0

Autor: Alena Nováková, manažerka komunikace NCP4.0



foto: J. Ryszawy, CVUT

Ochranné polomasky CIIRC RP-95, které vznikly na CIIRC ČVUT za jediný týden, se staly doslova fenoménem doby. Jsou nejen funkčním prostředkem, který pomáhá ochraňovat lékaře a další pracovníky záchranných složek před nakažením koronavirem, ale zároveň učebnicovou ukázkou aplikace Průmyslu 4.0 v praxi. Masky vytištěné na 3D tiskárně se momentálně tisknou nejen na všech 7 tiskárnách příslušného typu v České republice, ale zároveň si data pro jejich výrobu stáhlo 89 společností ve 31 zemích světa.

Jedná se o perfektní ukázkou aplikace flexibilní distribuované výroby, kterou se zabývá v Centrum excelence RICAIP a Testbed pro Průmysl 4.0. Zároveň, a to je velmi důležité zmínit, se na tomto ryze českém výrobku a jeho vývoji a transferu od nápadu k realizaci, podílela celá řada institucí a firem napříč ekosystémem pro Průmysl 4.0, který Národní centrum Průmyslu 4.0 v ČR spoluvytváří, včetně řady našich partnerů. Nemalý podíl měl na tomto transferu i ředitel Národního centra Průmyslu 4.0, Jaroslav Lískovec, a do koordinace a komunikace se zapojil celý tým Centra.

Jak to celé vzniklo

Den první, čtvrtek 12. 3. 2020. Začíná se naplno ukazovat, že koronavirus nebude obyčejná chřipka a že lékaři a pracovníci záchranných sborů jsou na danou situaci zcela nedostatečně vybaveni ochrannými pomůckami. V ČR roste panika, zprávy ze zahraničí, kde již pandemie propukla, nejsou příznivé. Logicky i na CIIRC ČVUT vyvstala otázka, jak a zda můžeme pomoci, a to co nejrychleji.

3D tisk se ukazuje jako logické řešení – je možné rychle vyvinout prototyp výrobku a flexibilně upravovat jeho vlastnosti. CIIRC ČVUT díky úspěchu projektu centra RICAIP pořídil nejmodernější technologické vybavení a rozšířil i 3D laboratoř např. o tiskárny HP Multi Jet Fusion (MJF). Díky tomuto vybavení byla maska za týden na světě, a to i s certifikátem s úrovní ochrany FFP3. Což je rekord, o kterém se nikomu nesnilo. Během onoho čtvrtečního večera padlo rozhodnutí pokusit se vyrobit respirátor, který by ochránil především ty nejhroženější v první linii. Bylo tedy jasné, že musí splňovat nejnáročnější kritéria.

Alexandr Lazarov z výzkumného týmu s 3D tiskárnou HP MJF pracoval poprvé až při prototypování CIIRC RP95-3D. Tiskárna byla na CIIRC dodána pár dní před epidemií a ještě pomalu nebyla ani vybalená. Ale její možnosti vypadaly slibně. Pro tisk využívá nylonový prášek, konkrétně polyamid 12, který se v tiskárně za pomoci pojidla spéká. Materiál je na rozdíl od ostatních rozšířenějších typů tiskáren pružný, lehký, kompaktní, ale hlavně nepropustný.

Sami to nedáme, je třeba zapojit ekosystém

Den pátý, pondělí 16. 3. 2020. Uveřejňujeme první zprávu o úspěšném prototypu s výzvou, aby se do dalšího vývoje zapojily firmy i instituce. Ukázalo se, že úplně sami to nezvládneme. Je třeba najít partnery, kteří nám poradí a pomohou třeba s těsněním, výdechovým ventilem nebo gumičkami na uchycení. Takový ohlas jsme nečekali. Během pár dnů se nabízele desítky až stovky organizací. Důležitou roli sehrála agentura **CzechInvest**, která náš tým propojila s **Výzkumným ústavem bezpečnosti práce**. Ten respirátor – tedy správně polomasku (jak jsme byli poučeni o terminologii) – ve zrychleném řízení otestoval a certifikoval.

Klíčovou otázkou byla filtrace. Původní záměr byl, aby filtr byl součástí masky a zároveň vyměnitelný. Experimentovali jsme s různými typy nanovláknenných materiálů od českých výrobců, které sice byly nepropustné vůči viru, ale bohužel v dané velikosti nebyly pro dýchání dostatečné. Od vlastního vývoje filtru jsme tedy pro tento okamžik upustili, protože týdenní lhůta, kterou jsme si stanovili na dokončení funkčního prototypu a certifikaci, nemilosrdně ubíhala. Opět zafungoval CzechInvest, který nás propojil se **Sigmou Lutín**, výrobcem externího filtru, který požadovaná kritéria splňoval. Stačilo jej pomocí jednoduchého nástavce nasadit na polomasku.

Kritickou částí se ukázalo být těsnění, které musí být navrženo tak, aby se dokonale přizpůsobilo různým typům a velikostem obličejů, a zároveň nikde netlačilo. Experimentovali jsme s množstvím různých materiálů, vhodným se ukázal silikon. Je dostatečně měkký a pružný a dá se opakovaně sterilizovat. Formy na těsnění jsme opět vytiskli na 3D tiskárně, ale se správným tvarem jsme si nevěděli úplně rady. S optimalizací výroby silikonových částí nám pomohli naši akademičtí partneři z **Fakulty elektrotechnické – Západočeské univerzity v Plzni**.

Úspěšná atestace znamenala nutnost založení start-upu

Den osmý, pátek, 20. 3. 2020. Úspěšná atestace polomasky Výzkumným ústavem bezpečnosti práce. Ale získáním certifikátu nic neskončilo, naopak tím velká část práce teprve začala - bylo třeba zajistit celou logistiku výroby i samotný odbyt. Což se ukázalo jako další důležitý milník: jsme univerzita a neumíme a ani nám nepřísluší role distributora či obchodníka. Proto byl další proces v souladu s mezinárodní praxí převeden na univerzitní spin-off – společnost **TRIX Connections**. Jejím jednatelem se stal Jaroslav Lískovec, ředitel NCP4.0, který dosud využíval své znalosti trhu a intenzivně pomáhal třeba právě při zajišťování vhodných materiálů. Jeho role se v tuto chvíli ale stala podstatně významnější - strategická jednání s partnery včetně ministerstev zdravotnictví, průmyslu nebo vnitra, licenční ujednání, zajištění celého výrobního řetězce a tak dále. Vyjednávací schopnosti, znalost prostředí i procesů, improvizace a hledání win-win řešení: jeho silné stránky se ukázaly v tento moment jako zásadní.

Spojili jsme se se strategickými partnery: společností **3D Tech**, která se stala výrobcem těsnění a zajišťuje dodávky kvalitního upevňovacího materiálu a další záležitosti a firmou **3Dees** – zástupcem výrobce tiskáren HP na českém trhu, která zajišťuje kompletaci 3D masek i distribuci. I díky těmto firmám se podařilo propojit majitele všech zbývajících šesti tiskáren schopných produkce masek v požadované kvalitě. Mezi nimi v první linii **Škoda Auto a.s.**, partner NCP4.0 i CIIRC, ti tiskli prototypy jako první. Další partneři, např. závod **Siemens** v Mohelnici, se přidal hned vzápětí. Na jedné tiskárně je možné za den vytisknout série komponentů až pro 60 masek. Finanční podporou pro TRIX Connections přispěla **Česká spořitelna**.

Jedenáctý den od prvotního nápadu ležela na stole objednávka na prvních 500 kusů od **Ministerstva zdravotnictví ČR**, které podepsalo trojstranné memorandum o spolupráci s ČVUT a TRIX Connections. Tempo vývoje by bylo za běžných okolností nepředstavitelné. Krize způsobená pandemií paradoxně pozitivně zapůsobila - solidarita mezi jednotlivci, firmami i akademickými partnery nám otevírala dveře. Nasazení našich lidí a dynamika nově nabytých partnerství byly enormní.

Jako naprosto klíčové se ukázalo nejen prototypování masky ve 3D laboratoři, **stejně zásadní byla i komunikace**. Komunikace s partnery, médií i veřejností. V Testbedu pro Průmysl 4.0, který se stal hlavním „stanem“ výzkumného týmu, se vystřídala prakticky všechna česká média – od televizí, deníků a on-line médií po časopisy. Od vědeckých a oborových až po společenské. Česká televize, SeznamZprávy či Reuters.

pokračování na následující straně

Příloha #COVID-19



Foto CIIRC ČVUT 2020. Obrázek uprostřed – jednotlivá vývojová stádia masky CIIRC RP95

Fotografie členů týmu v masce, které vznikly spontánně a pod tlakem vývoje, se v různých variacích stále objevují v médiích, kdykoli se mluví o českém příspěvku vědy ke koronaviru nebo o ochranných pomůckách. Troufám si říct, že není téměř nikdo, kdo by masku RP95 alespoň okrajově nezaregistroval. Masku nám, i mezi velmi širokou veřejností, pomohla upevnit pozici a význam české vědy. Díky ní se mluví i nejen o 3D tisku, ale také třeba o přesunu výroby zpět z Asie do Evropy, do České republiky. Více se mluví také o možnostech customizované distribuované výroby, o robotizaci. To je devíza, která je důležitá nejen nyní, ale i do budoucna, protože kvalitní případové studie se stále nedostávají.

S popularizací nám pomáhal také náš partner, **Svaz průmyslu a dopravy**, a jmenovitě například Radek Špicar, který od začátku celému projektu fandil, a který donesl masku, jako ukázkou ryze českého kvalitního produktu, i do pořadu Otázky Václava Moravce.

Certifikátem to nekončí

Příběh masek není rozhodně u konce. V nejbližší době by se měla nastartovat sériová výroba nového modelu RP95-M, který se vyrábí v licenci pomocí vstřikolisů. Kapacita výroby masové produkce je násobně vyšší než u 3D tisku, až 10 000 kusů denně. Standardně trvá výroba vstřikolisové formy řadu měsíců, nám se podařilo proces řádově zkrátit i díky zapojení řady firem, které obratem nabídly své momentálně volné kapacity a schopnosti. Zásadní je úprava pro tento typ produkce a výběr vhodného materiálu, který zachová kvality nastavené 3D tiskem.

Další fází je i úprava masky pro děti. Myslíme především na ty s oslabenou imunitou, pro které je nákaza virem vysoce riziková. Prototypování v tomto případě proběhlo velmi rychle, využili jsme data od Antropologického ústavu Masarykovy univerzity. Díky nim bude maska dobře sedět na obličeji dětem ve věku 4–11 let.

A opět se zde vracíme k filtraci: externí filtr používaný u dospělé masky by dlouhodobě mohl být pro dětskou fyziognomii příliš zatěžující; přeci jen má skoro 200 gramů, zatímco maska samotná ani ne polovinu. Vyvíjíme tedy filtry vlastní, které budou lehké a snadno vyměnitelné. Naším cílem je opět masku certifikovat, ale narážíme na to, že neexistuje vhodná norma. Pracujeme tedy i v této linii.

Další inovace budou pokračovat i díky TRIX Connections. Ukázalo se, že transfer znalostí do praxe, po kterém se často volá, je možný a může fungovat. Zároveň se pomocí neplánovaného projektu ověřilo, jak potřebná se ukazuje být distribuovaná výroba – tedy výroba kdekoli na světě prostřednictvím sdílení dat. Navíc jsme dokázali vyrobit ryze český výrobek, který pomáhá v době krize. Nejen tento příklad ukazuje, že kvalitní česká věda, ve spojení se silným českým průmyslem, dokáže rychle a efektivně reagovat na těžké situace globálního rozměru.

Masku vyvinuli výzkumníci z Českého institutu informatiky, robotiky a kybernetiky ČVUT v čele s Pavlem Burgetem, Vítem Dočkalem, Alexandrem Lazarovem, Petrem Kaderou a Jaroslavem Lískovcem.

Pohledem integrátora: Dopad pandemie na český průmysl očima JHV

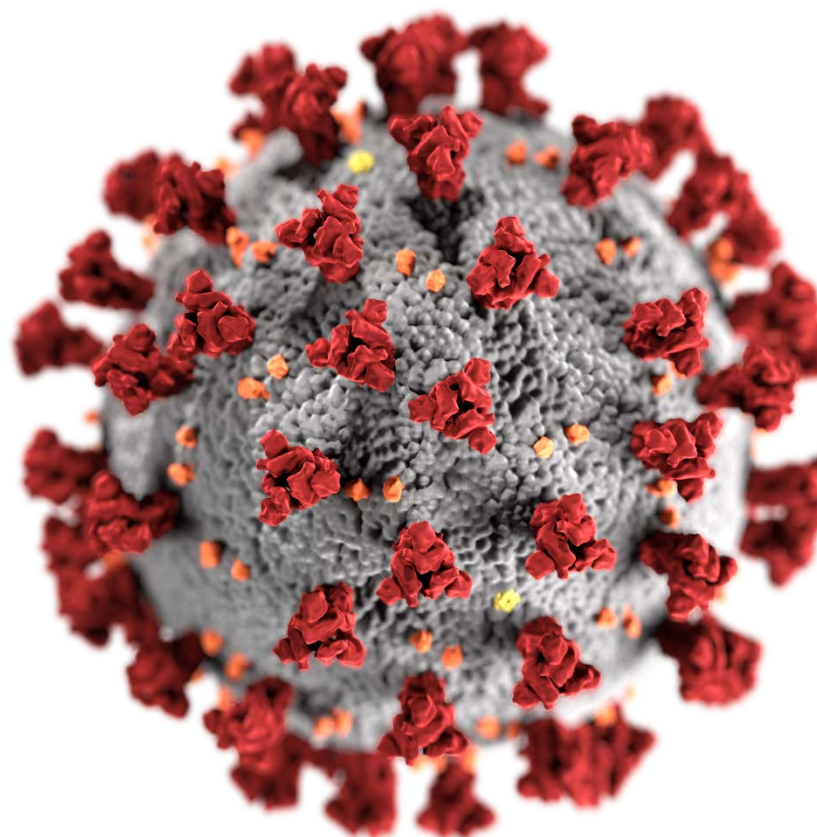
Autor: Jan Václavovič, JHV Engineering

Jak se díváme v JHV na dopad pandemie koronaviru? Z našeho pohledu jednoznačně převládají pozitivní pocity. Tato situace může být zásadním milníkem pro vnímání automatizace a robotizace a může představovat změnu dosavadního stylu. Myslíme si, že většina společností, a nemyslím tím jen nás jako ČR, ale obecně, si najednou uvědomí, že už dávno žijeme v digitální době a spoustu úkonů opravdu není nutné dělat stávajícím způsobem (např. podávání žádostí, nakupování, vyřizování věcí na úřadu), ale stačí použít elektronickou formu.

Kromě ohromného snížení byrokracie, a tím i ceny za tyto služby, se pak otevírá možnost navýšení kapacity jako takové. Stačí si představit automatický systém pro příjem žádostí a porovnat ho s výkonem několika úředníků nebo úřednic. Dalším aspektem může být zjištění řady firem, že není nutné být sto procent pracovního času fyzicky v práci a bude možné více využívat home office. Na druhou stranu stát připraví takové podmínky, aby to bylo pro obě strany přijatelné. Samozřejmě, vždy budou profese, ve kterých je nutný fyzický kontakt, nicméně tato doba třeba jen urychlí přechod a donutí nás zamyslet se, zda-li už nemáme dávno dělat věci jinak.

Výrobní podniky, které jsou vyloženě závislé na manuální výrobě a jejich podíl automatizace je na minimální úrovni třeba pochopí, že ruční výroba sice přináší spousty výhod, ale také spousty nevýhod, a že když se fyzicky k lince nikdo nepostaví, bude to znamenat konec té firmy. Tím netvrdíme, že se dá automatizovat všechno, ale dá se zásadně snížit podíl lidské práce, kterou je nutné vykonávat přímo na místě. Protože přechodem k automatizaci se práce pouze přesune z jedné profese na jinou. Výhodou ovšem je, že robota nebo linku dokážeme již dnes servisovat na dálku pomocí vzdálené správy apod.

Náš názor na současnou situaci tedy je, že i když chápeme, že pro mnohé profese jsou okolnosti zničující, nás posune v čase o 10 let dopředu a nastartuje obecný proces přeměny celé západní civilizace.



Pohledem ekonoma: nástup digitálního věku v čase koronaviru

Autor: Tomáš Kozelský, Ekonomické a strategické analýzy České spořitelny

Příloha #COVID-19

Česko a prakticky celý svět svírá pandemie nemoci COVID-19. Negativní dopady na zdraví obyvatelstva, zdravotnictví a v neposlední řadě i na ekonomiky jednotlivých zemí je třeba maximálně snižovat. Celkové dopady se nyní dají jen těžko predikovat, protože hlavní neznámou je doba, po kterou bude tato pandemie trvat, nebo než bude nalezen účinný lék.



Průmysl a podniky zasáhl koronavirus hned na několika „frontách“: od přerušení části dodavatelského řetězce, kdy se nedostává komponentů a importovaných subdodávek z oblastí, které jsou také postiženy koronavirem, přes obtíže spojené s plánováním a organizací práce a pracovní síly až po problémy spojené s vývozem a distribucí hotových výrobků.

Diverzita, inovace a flexibilita jsou klíčem k úspěchu

Zde se projeví hlavně riziko závislosti na jednom odběrateli či trhu. Diverzita výroby v případě české ekonomiky (a v tomto ohledu si Česko vede skvěle – v žebříčku indexu ekonomické komplexity se celosvětově umístilo na 9. místě) pomůže poměrně pružně reagovat na změny. Šíře zaměření české ekonomiky (a není to jen o automobilovém průmyslu, který přímo vytváří zhruba 5 % HDP Česka) je důležitá i z pohledu inovativnosti, protože čím větší je tato šíře produkce, tím více je nutné sledovat jednotlivé trendy a inovace napříč celým průmyslem. Naopak ekonomiky, které jsou navázány jen na malý počet výrobků či komodit, mohou dopadnout mnohem hůře.

Důležitá je však i flexibilita toho, kde mohou české podniky své výrobky uplatňovat, a to jak z pohledu vývozu, tak i samotného výrobku. Vzhledem k možnému „zakonzervování“ státních hranic je dobré podporovat a naplňovat domácí poptávku a směřovat i tímto směrem nastavení budoucí (ač doufejme jen v krátkodobém horizontu – řádově v měsících) výroby. Právě pružné reagování na změnu situace bude to, co může podniky udržet v rozumné produkci. Nově vznikají i iniciativy podpory lokálních podniků a solidarita lidí je poměrně velká, což by mělo pomoci i regionálním firmám zachovat si odbyt a zaměstnanost.

Pandemie testuje ekonomiku jako celek

Pandemie koronaviru tak velmi důkladně prověří v celé ekonomice i v jednotlivých podnicích management, práci s lidským kapitálem, veškerou logistiku a distribuční kanály. Firmy nyní stojí před velmi nečekanou výzvou, neboť doba „poklidného“ ekonomického růstu bude na chvíli zapomenuta. I zde však musí hledat český průmysl příležitosti a využít svých zkušeností a umění přizpůsobit se každé situaci. Prosperita některých odvětví dostala od koronaviru a přijatých opatření sice poměrně tvrdý zásah, podniky však již dokázaly překonat horší krize, jako byla ta poměrně nedávná finanční, která některé státy (Česko nevyjímaje) trápila hned několik let. Jsou tu totiž nové výzvy a produkty, které jsou velmi potřebné právě v době koronaviru. Některé podniky tak měly možnost reagovat na zvýšenou poptávku po některých výrobcích a zaměřily se na jejich výrobu a distribuci.

Důležité je udržet domácí spotřebu

Větší flexibilita organizace pracovní síly od zavedených opatření jako kurzarbeit až po hojné využívání (kde je to možné) práce z domova (home office) pomůže snižovat dopady šíření koronaviru. Zamezí se většímu shromažďování a cestování obyvatel, a navíc pracovní síle tak nevypadnou mzdové příjmy z důvodu možného propouštění. Udržet výrobu a zaměstnanost je totiž teď jeden z hlavních úkolů českého průmyslu. Po odeznění pandemie se tak domácí spotřeba bude moci zase naplno rozjet i v dalších odvětvích (momentálně nákupům domácností dominují hlavně potraviny, drogistické zboží a farmaceutika).

Některá z nyní častěji využívaných opatření, jako je již zmiňovaná práce z domova a digitální komunikace (a přiznejme si, kolik nejen času ušetříme tím, že některé schůzky můžeme absolvovat přes webovou kameru), zůstanou po dobrých zkušenostech využívána i po odeznění pandemie. Protože internet a digitální technologie pomáhají mnoha lidem nadále nejen pracovat a komunikovat se světem a rodinou, ale vlastně i udržovat spotřebu domácností přes e-shopy. Obliba a rozsah českého elektronického obchodování (e-commerce) tak ještě vzroste.

Rychlejší nástup eGovernmentu i on-line vzdělávání

Pandemie nemoci otevírá i možnost přehodnotit některé regulace a nařízení týkající se ochrany životního prostředí. Ne, že by nebyly potřeba, ale rychlost, jakou jsou některá opatření a jejich plnění vynucována, jsou pro průmysl a dotčená odvětví velmi nákladná a limitující. Jeden z takových případů je i automobilový průmysl, pro který už od letošního roku platí přísná nařízení emisních limitů u nově registrovaných aut a s tím spojené tučné pokuty za neplnění těchto limitů. Ne, že by nebyl tlak na snižování emisí tím správným směrem, ale důležité je i správné načasování, aby náklady spojené s opatřeními nebyly vyšší než jejich přínosy. Doba digitálního věku má nový impuls, tento impuls by se měl týkat i rychlejšího zavádění eGovernmentu – tedy elektronizace státní správy.

Z čeho bude však bezesporu česká ekonomika a průmysl do budoucna prosperovat, je zvýšení nabídky, a hlavně využívání různých kurzů a školení po internetu. Vzhledem k tomu, že jedním z opatření proti šíření koronaviru bylo i uzavření škol, objevily se nové možnosti vzdělávání, a to nejen pro děti a studenty školou povinné. Zvyšuje se potřeba online kurzů a tlaku na samostudium, protože v dnešní rychle se měnící době se už prakticky bez celoživotního vzdělávání neobejdeme. Berme tuto nucenou domácí karanténu jako příležitost k tomu, že nás to může posunout dále, jak v nápadech, tak i využívání moderních digitálních technologií.

Technologie na vzestupu: 3D tisk

Připravte se na změny v průmyslu a výrobě v dobách krize

Autor: Tomáš Soóky a Tomáš Vít, 3Dwiser.com

Příloha #COVID-19

Z historie víme, že kdykoliv došlo ke společenským a hospodářským kalamitám takového rozsahu, jaké zažíváme v současné pandemii koronaviru, udály se po jejich skončení změny, které nikdo nepředvídal. Tím nejpodstatnějším, co se nejspíš stane, je celková změna paradigmatu fungování současného světa. Otřes, který zažijeme, bude natolik velký, že může vést k přepsání geopolitických poměrů, změnám ve správě moderních společností, ale i v životním stylu. Nemalé změny už nastávají v průmyslu. Jak dnes vůbec udržet efektivní výrobu? Třeba díky moderním technologiím, včetně 3D tisku.

Dle analýz a předpovědí (např. od IDC, VDMA nebo Deloitte) negativní dopad pandemie koronaviru na světové hospodářství bude natolik vážný, že ekonomické ztráty mohou předčít dopady finanční krize v roce 2008. V nouzovém režimu české ekonomiky, v němž se nyní nacházíme, by mohly ztráty dosahovat zhruba 6–10 miliard korun denně. Měsíc trvající nouzový režim by znamenal škody 130–200 miliard, tj. zhruba 2,1–3,5 % HDP. K tomu je potřeba vzít v úvahu dopady na poptávku ze strany domácností a firem, propad vývozu, zhoršení platební morálky, turbulence na finančních trzích, výpadky v dodávkách pro výrobu, zhoršení dostupnosti náhradních dílů a zvýšení nákladů na logistiku a přepravu.

Nové možnosti díky aditivní výrobě

Troufnu si říct, že neexistuje člověk, který by posledních dnech neslyšel o 3D tiskárnách a jejich přispění k boji s koronavirem. Schopnost velmi rychle reagovat na akutní potřeby, průběžně měnit design a testovat různé materiály a postupy – to vše v řádu hodin nebo dní – dokazují vyspělost a užitečnost 3D tisku.

Může to být inspirací nebo návodem i pro výrobní sektor? Může 3D tisk pomoci udržet naši výrobu funkční, efektivní a ekonomickou?

Podívejme se na několik argumentů pro nasazení/rozšíření 3D tisku:

- Snížíte závislost na externích dodavatelích a vyrobíte si vlastní funkční díly, přípravky do výroby a pomůcky (např. měřicí šablony, držáky, paletky, měkké čelisti).
- Zkrátíte neplánované odstávky nebo zajistíte bezproblémový provoz výrobou vlastních náhradních dílů.
- Ekonomicky výhodné jsou i menší série výrobků – u dílů, kde klesne jejich potřeba z tisíců na stovky, nebo desítky, dokáže 3D tisk zajistit vhodnou náhradu.
- Snížíte náklady na logistiku a skladování, případně eliminujete rizika nedodání objednaných dílů.
- Zajistíte optimalizaci výrobních nákladů – např. jste schopni rozdělit výrobu mezi obráběcí centra, vstříkolisy a 3D tiskárny.
- Zrychlíte administrativní postupy kolem výroby (omezíte interní schvalovací procesy a snížíte potřebu výběru externího dodavatele).
- Kvalitní stolní 3D tiskárny mohou fungovat bez lidského dozoru, navíc odpadá potřeba zdlouhavé přípravy technické dokumentace – tisknete ihned po domodelování výrobku.
- Spolehlivost a předvídatelnost tisku se u některých stolních 3D tiskáren blíží průmyslovým strojům, přičemž jejich pořizovací náklady jsou výrazně nižší.
- Vyspělejší stolní 3D tiskárny nabízejí funkce zajišťující téměř plně automatizovaný provoz – různé způsoby připojení do sítě, okamžitou identifikaci materiálů pomocí NFC čipů, kameru zajišťující průběžný dohled a kontrolu i na dálku, příslušenství pro stabilní tiskové prostředí, řízení tiskové fronty a týmové spolupráce a podobně.
- Na stejné 3D tiskárně můžete vyrábět prototypy, funkční díly, i přípravky do výroby.
- Návratnost investic do 3D tiskárny je ve většině případů v řádu měsíců.
- S odbornou pomocí je možné 3D tisk zavést do firmy či továrny v řádu dnů či týdnů.

„3D tisk skvěle doplňuje stávající metody výroby. Nemá je za každou cenu nahradit. Přináší nové možnosti a umožňuje vyrábět dříve nevyrobitelné.“

Uzrál čas plánovat změny

Po přečtení předchozí části se vám možná může zdát, že aditivní výroba je všelékem. Bohužel, není to tak – ne pro každý plastový výrobek lze najít aditivní variantu a u kovů toto pravidlo platí násobně víc. A pokud dodnes nemáte potřebná data v digitální formě, nepomůže vám ani nejlepší 3D tiskárna na světě...

Krize je jen velmi rychlá změna podmínek. Každá krize rozděluje lidi na dvě skupiny: na ty, kteří se dokáží přizpůsobit, a na skupinu těch, co se přizpůsobit nezvládnou. Z našich zkušeností víme, že v adaptaci 3D tiskových technologií ve výrobě jsme o tři až pět let pozadu za západní Evropou. Můžeme ale využít současnou situaci k přípravě na budoucnost – a akcelarovat využití aditivní výroby i v Česku.



Covid-19-adaptery-3Dwiser

Výhody lokální digitální výroby se ukázal například v době chybějících pomůcek pro lékaře v první linii. Stolní i produkční 3D tiskárny se v 3Dwiseru i dalších společnostech nezastavily. Na obrázku výroba stovek dílů pro sdílený projekt 3D tištěných adaptérů spojujících překvapivě bezpečné celoobličejové masky (původně určené pro šnorchlování) s kvalitními filtry. [Další příklady projektů na pomoc lékařům najdete na webu 3Dwiser.com/covid-19]



Markforged a 3D tisk z kovů a kompozitů

S chybějícími náhradními díly a nástroji dokážou pomoci pevné a odolné kompozity se spojitým karbonovým vláknem. Dokážou nahradit i některé kovové díly, přitom si je můžete vyrobit doslova za dveřmi konstrukční kanceláře, bez čekání na výkresovou dokumentaci a kapacitu obráběcího centra. [Foto: Ukázka kompozitních a kovových dílů z české výrobní praxe zhotovených na tiskárnách Markforged]

Materiály pro 3D tisk pod drobnohledem

Autoři: Tomáš Soóky a Tomáš Vít, 3Dwiser.com

Příloha #COVID-19

Málokdy se mluvilo o aditivní výrobě tolik, jako v posledních týdnech. 3D tisk právě v době krize prokázal mnohé ze svých předností – možnost rychle začít s výrobou přímo z digitálních dat tam, kde je to potřeba, kdy je to právě potřeba a měnit výrobu okamžitě. Ukázalo se také, že je mnohem zralejší, než se mimo okruh specialistů tušilo. A že 3D tiskárny nejsou jen ony nejvíc popularizované stavebnice pro domácí hobby, ale stále dostupnější jsou i zařízení umějící spolehlivě pracovat s náročnými průmyslovými materiály. Ale jaké materiály to vůbec jsou?

Notně jsme se posunuli – od debat, zda a proč tisknout, k praktičtějších otázkám „jak a z čeho?“, aby výsledek odpovídal náročnějším požadavkům a představám. Neexistuje jedna univerzální metoda 3D tisku na vše, stejně jako nemůžeme vybrat jediný materiál, který by splnil všechny naše (často protichůdné) představy.

Nové materiály uměj překvapit

Podívejme se krátce na nejznámější materiály – jejich přednosti, ale i nevýhody. Ač se každá skupina (a s ní přímo související technologie aditivní výroby) vyznačuje podobnými charakteristikami, vždy zde najdeme unikátní materiály a postupy tisku, které vybočují a dokážou přinést zcela překvapivé vlastnosti. Třeba do oblasti 3D tisku z termoplastů (FFF/FDM), kde výtisky zrovna nemají pověst nejpevnějších dílů, můžeme zařadit i kompozity se vkládaným spojitým vláknem z karbonu. Mechanické vlastnosti se u takových dílů najednou ocitají až v mezích, kterým donedávna vévodil konstrukční hliník. Výtisky tak dnes s výhodou nahrazují mnohé obrobky. Podobně umí překvapit nové metody laserového sintrování (SLS) překonávající některé dosavadní nevýhody této technologie. Nebo i nové využití pryskyřic – donedávna toxických, dnes už biokompatibilních a sterilizovatelných – pro náročné chirurgické přípravky či retenční rovnátka a zubní protézy.

Doporučení by tak mohlo znít: Nevybírejte jen z různých, navzájem si konkurujících technologií 3D tisku a jejich tradovaných vlastností, ale také z průmyslových a specializovaných materiálů, které uměj spolehlivě, opakovatelně a s předvídatelným výsledkem využít.

Všichni tisknou z termoplastů

Nejrozšířenější a dnes suverénně nejdostupnější metoda 3D tisku je pokládání roztaveného termoplastu tryskou (FFF/FDM) postupně po vrstvách, až je vytvořen předem zamýšlený trojrozměrný tvar výtisku. Používá se jak u stolních, tak i produkčních a průmyslových strojů. Oblíbená je napříč průmyslem a výrobou – od vývoje výrobků, nástrojů a přípravků až po funkční díly. Roste o ni zájem i v architektuře, vědě a výzkumu, školství, lékařství a mnoha dalších oborech.

Výhody technologie FFF/FDM:

- největší portfolio materiálů s různými mechanickými vlastnostmi, včetně flexibilních, chemicky odolných, vysokoteplotních a kompozitních,
- nízká investice do 3D tiskáren i materiálů a obrovská všestrannost použití přináší rychlou návratnost investic,
- snadná obsluha 3D tiskárny a vysoká míra předvídatelnosti výsledku,
- vícemateriálové 3D tiskárny umožňující použití rozpustných podpor, které takřka eliminují nutnost dodatečných úprav.

Omezení technologie FFF/FDM:

- různé (anizotropní) mechanické vlastnosti v rovině tisku a napříč vrstvami,
- viditelné vrstvy (vroubkování) na povrchu modelu,
- dlouhá doba tisku u velkých a tvarově složitých modelů.

Nejoblíbenější materiály: PLA, ABS, ASA, PETG, PE, Nylon, PC, PP, TPU, TPE, PVA, BVOH, PEEK, ULTEM, kompozity s karbonem, kevlarom nebo skelným vláknem.

Pryskyřice citlivé na světlo

Také tvrzení pryskyřic světlem (nejčastěji laserem, případně digitálním projektořem; SLA/DLP) patří mezi stále oblíbenější metody 3D tisku, a to zejména pro precizní výtisky s ostrými detaily a hladkými povrchy. I zde je model připravován po vrstvách, oproti pokládání termoplastů jsou však výrazně tenčí. Univerzální tiskárny z pryskyřic se dostupností vyrovnávají těm na termoplasty. Výtisky pomáhají s produktovým designem, v průmyslu, zubním lékařství, ve šperkařství, v architektuře, vědě a výzkumu, modelářství a mnohde jinde. Biokompatibilní pryskyřice jsou dnes žádaným materiálem pro výrobu chybějících lékařských pomůcek.

Výhody technologie SLA/DLP:

- atraktivní výtisky s hladkými povrchy a ostrými detaily,
- rozšiřující se nabídka světlocitlivých termosetů – od modelářských pryskyřic s volitelným odstínem či průhledností přes ty konstrukční s posílenými mechanickými vlastnostmi až po lékařské materiály se zaručenou biokompatibilitou.

Omezení technologie SLA/DLP:

- dodatečné odstraňování dočasných podpor,
- pouze jedno-materiálový 3D tisk v relativně menším tiskovém objemu,
- většinou horší mechanické vlastnosti křehčích pryskyřic oproti metodám FDM nebo SLS,
- nutnost opatrného zacházení s tekutými materiály.

Nejoblíbenější pryskyřice: Prototypovací, modelářské, konstrukční a lékařské (vč. biokompatibilních).

Pustme laser do prášku: Technologie SLS používá výkonný laser jako zdroj energie ke spékání (sintrování) práškového termoplastického materiálu vrstvu po vrstvě. Jde už o náročnější technologii, která se ale stále více prosazuje třeba v průmyslu, ve výrobě, ve vědě a výzkumu či v lékařství u protetik.

Výhody technologie SLS:

- možnost tisku složitých geometrických tvarů, jako podpora se využívá zbytkový tiskový materiál,
- dobré izotropní vlastnosti výtisků,
- předvídatelné mechanické vlastnosti,
- vhodná metoda pro malé i střední výrobní série.

Omezení technologie SLS:

- užší nabídka materiálů (materiály na bázi PA a TPU),
- nutná postprodukce (odstranění zbytkového prášku a jeho následné promíchání s panenským práškem),
- porozita vytištěných dílů (až 30 %),
- nutné speciální pracovní prostředí a složitá výměna tiskových materiálů.

Nejoblíbenější práškové materiály: PA12, PA11, Alumide, PA-GF, PA-FR, TPU 92A.

Když se neobejdete bez kovu

Ač mnohé z výše uvedených materiálů dokáží kovy v mnoha ohledech zastoupit či nahradit, unikátní fyzikální vlastnosti kovů a speciálních průmyslových slitin v mnoha ohledech nemají konkurenci. 3D tisk z kovů (SLM ad.) je pomyslně na nejvyšším stupínku pyramidy – třeba pro svou výrobní náročnost a nutnost vyšší investice do technologie i následného zpracování. I tady se dostupnost výrazně zlepšuje a aditivní výroba z kovů už není jen nástrojem největších podniků. O zajímavé nové technologii ADAM pro 3D tisk kovů se můžete dočíst v [Bulletinu 2/2020](#).

Místo studentských formulí masky pro zdravotníky Studenti z Technické fakulty ČZU navrhli masky s pomocí 3D tiskáren

Příloha #COVID-19

Autor: Technická fakulta ČZU v Praze

Tým studentské formule CULS Prague Formula Racing na Technické fakultě České zemědělské univerzity v Praze se také zapojil do boje proti koronaviru Covid-19 a sám během několika dnů navrhl a vyrobil polyuretanovou dýchací polomasku k použití zejména na nejrizikovějších pracovištích, jako jsou nemocnice, hasičský záchranný sbor nebo armáda ČR.

Tým studentů, který se v běžných časech věnuje navrhování a konstruování formulí na školní soutěže, má mezi svými členy zástupce z mnoha profesí, což se nyní ukázalo jako obrovská výhoda. Díky tomu, že součástí týmu jsou nejenom technické profese, ale i odborníci na marketing a prodej, proběhla spolupráce a koordinace činností velmi rychle, neboť každý člen měl na starosti konkrétní úkol, který průběžně plnil. Vývoj masky tak mohl začít hned po vyhlášení mimořádných opatření v ČR.

Vývoj začal tvorbou 3D modelu celé masky včetně filtru. Současně bylo nutné zajistit dodávky materiálu a filtrů nezbytných pro správnou funkci masky. Již na začátku si tým určil požadavky, které by maska měla splňovat a také to, jakým způsobem se bude vyrábět.

V první fázi probíhala prototypová ověřovací výroba na 3D tiskárnách a byl otestován první tvar masky a její slícování s obličejem. Vývoj tvaru modelu masky, zejména pak z hlediska správné ergonomie, je velmi náročný (jedná se především o jemnou práci s křivkami) a je zapotřebí ho několikrát reálně otestovat, neboť jedním z cílů bylo udělat masku pohodlně nositelnou a universální.



Po dokončení první fáze vývoje a výroby, která proběhla na 3D tiskárně, bylo přistoupeno k prototypové výrobě skutečné masky a tvorbě první formy pro sériovou výrobu. Pro výrobu byla zvolena technologie vakuového odlévání do forem, neboť se jedná o efektivní způsob výroby, který umožňuje odlít masku z pružného materiálu.

Pro zajištění této technologie byl vyroben speciální vakuovací box s unikátním mechanismem odlévání tak, aby bylo při lití možné odsát veškerý vzduch, a aby v masce nezůstávaly bublinky vzduchu. Přestože je tvorba formy velmi náročná (jedná se o nejtěžší krok výroby), podařilo se odlít masku hned napoprvé. Díky úspěšnému odlití se mohlo ihned přejít k testování, které probíhalo ve spolupráci s lékaři z nemocnice Na Homolce. Jejich zkušenosti s nasazením v reálných podmínkách pro tvůrce představovaly cennou zpětnou vazbu.

Získáním připomínek od uživatelů masky započala druhá fáze vývoje, kdy byla maska přepracována a upravena tak, aby pohodlně seděla, a přesto ji bylo možné i nadále snadno vyrobit. Pozornost byla věnována také výdechovému ventilu, aby plnil filtrační funkci pro prevenci kapénkového šíření nákazy ve vydechovaném vzduchu. Výdechový systém byl navržen tak, aby mohl být výdechový filtr v případě nedostupnosti nahrazen jiným materiálem, například odličovacím tamponem.

Poté následovala výroba nové formy a opět další testování, které prokázalo, že upravený tvar masky je pro uživatele komfortní. Výsledný produkt prošel ještě několika drobnými změnami a nyní je připraven k hromadné výrobě.

Součástí masky je certifikovaný vdechový filtr typu FFP 3 (universální filtr se závitem, který lze dokoupit zvlášť) a výdechový filtr. Hlavní výhodou ochranné polomasky je tedy její opakovatelná použitelnost (stačí po nějaké době vyměnit filtr), snadná udržitelnost, pohodlné nošení, produktivní způsob výroby, univerzální použití a přiměřená cena. Pro správné nošení a uchycení je maska vybavena nastavovacím páskem, aby si každý mohl přizpůsobit dotažení podle sebe. Masky je aktuálně ve fázi začínající produkce a současně tým pracuje na navýšení výrobních kapacit.

3D tištěná „rouška“ pro technické typy

Autor: Technická fakulta ČZU v Praze, ProLab

V prototypové laboratoři Technické fakulty ČZU ProLab vznikla také jednoduchá maska s výměnným filtrem, která funguje jako účinnější rouška. Sice svým designem připomíná respirátor, ale ten rozhodně nenahrazuje. Masky není určena na dlouhodobé nošení, ale na krátkodobou ochranu při nakupování, cestě MHD atd.

Výhodou této masky je, že ji lze vyrobit na běžné domácí tiskárně metodou FDM tisku. K její výrobě je, kromě tiskárny a materiálu PETG (tloušťka vrstvy 0,25 mm), potřeba těsnění do oken, guma na uchycení a sáčky do vysavače jako filtr (ideálně antibakteriální, ale stačí i ze 100 % bavlny). Masky je složena ze čtyř 3D tištěných dílů a doba tisku je cca 8 hodin.

Geneze návrhu masky je uvedena na facebookovém profilu Technické fakulty. Zdrojové soubory pro tisk je možné získat: <https://uloz.to/tamhle/JXMEBX3kvfLg>

Více informací na: <https://3dcentrum.cz/prolab-lepsi-rouska-z-dilny-technicke-fakulty-v-praze/>

