

VYUŽITÍ VIRTUÁLNÍ A ROZŠÍŘENÉ REALITY V ÚDRŽBĚ

Ing. Konstantin Novikov, MBA; Západočeská univerzita v Plzni; novikov@kpv.zcu.cz
doc. Ing. Michal Šimon, Ph.D.; Západočeská univerzita v Plzni; simon@kpv.zcu.cz

SOUHRN

Neustále můžeme pozorovat změny technologických, socioekonomických a kulturních rysů způsobených průmyslovými revolucemi. Do technologické oblasti řadíme také řízení údržby, kdy se přístup k údržbě v průběhu revolucí měnil z reaktivního na prediktivní. Místo pouhého opravování poruch se společnosti snaží tyto poruchy předvídat, přesto k nim často dochází a my musíme vědět, co dělat, když se vyskytnou. Hlavním cílem této práce je ukázat využití virtuální a rozšířené reality při řešení vzniklých problémů a dále představit moderní technologie a jejich využití v údržbě.

KEYWORDS

Údržba, Virtuální a rozšířená realita, Průmyslové revoluce, Řízení rizik

ÚVOD

Procesem údržby rozumíme realizaci plánovaných a neplánovaných úkonů, které souvisejí s udržováním, kontrolou a opravami strojů, tedy výrobních zařízení po dobu jejich provozu. Údržba je podle Valenčík [1] soubor činností, který by měl zachovávat u výrobních zařízení provozuschopný stav, anebo při poruše tento stav rychle navrátit.

Údržba je popsána normou ČSN EN 13306, „Údržba – terminologie údržby“, která říká, že údržba je kombinace všech technických, administrativních a manažerských opatření během životního cyklu objektu zaměřených na jeho udržení ve stavu nebo jeho navrácení do stavu, v němž může vykonávat požadovanou funkci [2].

Zavedením vhodného systému údržby se zvýší výkonnost provozu a kvalita. Během systému údržby jsou sledované a analyzované poruchy, opotřebením důležitých součástí a návrh logistického nákupu náhradních dílů.

Hlavní úlohy systému údržby jsou dle Rakýta [3]:

- Určit hlavní druhy opravárenských prací podle charakteru používaného zařízení a podmínek provozu
- Stanovit potřebnou periodu opravárenských prací
- Stanovit nezbytný objem prací na základě norem pracnosti údržbových výkonů, objemu materiálových nákladů, minimalizace prostojů výrobních zařízení
- Používat moderní metody organizace oprav
- Vytvořit vhodný systém stimulace na výsledcích údržby
- Zabezpečit vhodnou organizaci materiálového zabezpečení údržby
- Zabezpečit vhodnou kvalitu vykonaných údržbových prací
- Vytvořit systém plánování údržbových prací s možností integrace do navazujících podnikových činností

Nastavení potřebné míry kontroly a pochopení všech aspektů podniku vyžadujících údržbu představuje klíč pro sestavení kvalitního plánu údržby. Pak už je to o tom, že máte k dispozici správné nástroje pro analýzu dat a zaškolené ty správné pracovníky, kteří se aktivně zúčastňují těchto činností. Avšak než jsme se dostali k současnému pojetí údržby, předcházela tomu dlouhý vývoj.

REVOLUCE V ÚDRŽBĚ

Stejně tak jako celý průmysl procházel stádií revoluce, tak i údržba zaznamenala nevyhnutelný vývoj. Změnám v pojetí údržby je věnována následující kapitola.

Údržba 1.0

Pojem údržba zahrnuje každou nepřetržitou činnost prováděnou s cílem podpořit upadající technický stav svěřeného zařízení a zajistit, že nedojde k nepříznivému ovlivnění výkonnosti z krátkodobého či dlouhodobého hlediska.

Reaktivní údržba, jak sám název napovídá, je neplánovaná korektivní údržba prováděná za účelem odstranění poruchy nebo mimořádných událostí s cílem navrátit výrobní zařízení do požadovaného stavu. Výměna rozbitých součástí stroje, restartování dopravníku, který se zastavil kvůli přetížení, opravy poškozených potrubí a doba ladění po chybě softwaru, to vše spadá do kategorie reaktivní údržby.

Volba správné metody závisí na typu procesu, na aplikaci a na rozpočtu. Reaktivní údržba je sama o sobě relativně nízkonákladová, ale v závislosti na příslušné kritičnosti procesů se náklady na zastavení provozu a na následné odstranění poruchy mohou vyšplhat do značné výše.

Údržba 2.0

Preventivní údržba se zaměřuje na prevenci poruch a mimořádných událostí tím, že je neprodleně prováděna náhrada nebo oprava dotyčného zařízení během pravidelných odstávek/inspekcí, dříve než dojde k jeho selhání, a díky tomu nevznikají potíže při provozu.

Aktivity preventivní údržby jsou dopředu plánované, údržba stroje nebo zařízení je v praxi prováděná podle předem stanoveného časového plánu (tzv časový interval údržby). Pro správné určení intervalu je třeba znát poruchovost jednotlivých součástí, částí nebo celku, aby bylo možné časový plán správně určit. Harmonogram údržby je navržený tak, aby byl předmět údržby neustále v bezvadném stavu. Pokud je interval příliš krátký, dochází zbytečně k prodražování nákladů údržby, respektive provozních nákladů. Pokud je naopak interval preventivní údržby příliš dlouhý, dochází ke zvýšenému riziku poruchy. Důležité jsou také detailní technologické postupy, které musí být navrženy tak, aby při údržbě nedošlo k poškození nebo nesprávné opravě či výměně, která by měla následek opačný - tedy zvýšení rizika poruchy.

Výměna filtrů každé dva měsíce, výměna generátorového oleje každých 50 hodin a seřizování nízkého vstupního tlaku na kompresorech patří mezi typické příklady preventivní údržby. U preventivní údržby nám analogicky vznikají mnohem vyšší náklady, ale možnost odvrátit nutnost odstávky provozu a zabránit vzniku poruchy nám může ušetřit značné množství provozních nákladů.

Údržba 3.0

Produktivní údržba je označována jako proaktivní přístup k řízení, díky tomu, že se snaží popsat všechny typy poruch a klade veliký důraz na eliminaci ztrát vznikajících při provozu strojů a zařízení. Je řízena lidmi z výroby a je podporovaná partnery z výrobního procesu a z úseku údržby tak, aby pracovali společně a byli rovnocennými partnery. Základ filozofie této metody dle Valeník [1] je na jedné straně zvyšování spolehlivosti zařízení, snižování nákladů na údržbu a ztráty v důsledku prostojů na straně druhé.

Někteří autoři udávají, že v produktivní údržbě překonáváme tradiční dělení lidí na operátory u stroje a opraváře strojů. Vychází se z předpokladu, že právě pracovník, který obsluhuje stroj, má šanci nejdříve zjistit jakékoliv nesrovnalosti během pracovního výkonu a identifikovat potenciální zdroje budoucích poruch výrobního zařízení. Malé údržbářské činnosti se přenáší z klasických oddělení údržby přímo na výrobní pracovníky a výrobní úseky. Mottem TPM je: „Chraň si svůj stroj a starej se o něj vlastníma rukama“. Obsluha se snaží porozumět svému stroji, Nakajima [4] a Legat [5].

Svým charakterem zahrnuje nejen vlastní údržbu výrobního zařízení, ale i její celkovou strategii. Lze říci, že TPM představuje komplexního systému řízení údržby, který se má v popředí standardizaci činností a úzce souvisí se ztrátami vzniklými v průběhu provozu stroje a zařízení. Ztráty jsou modifikované na základě daného způsobu výroby, provozu a údržby daného zařízení a na základě lidských chyb.

Filosofie produktivní údržby spočívá nejenom v předcházení poruchám, ale také v redukci chyb, krátkodobých prostojů, ve zkracování doby změn sortimentu apod. Jedná se o proaktivní přístup organizace údržby, který objektivně vyžaduje stále složitější výrobní zařízení, náradí a přístroje.

Údržba 4.0

Je zapotřebí si uvědomit, že prediktivní údržba znamená důkladně pochopit, jak vše spolu funguje a souvisí, a to i s okolním prostředím. Tyto znalosti lze často čerpat z dodané dokumentace originálních výrobců zařízení a ze zkušeností údržbářských týmů, které pracovaly na podobných systémech dostatečně dlouhou dobu, takže mají vychytány všechny mouchy.

Výchozím bodem každého měření výkonu je porovnávání výkonnosti – stanovení aktuálního výkonu systému se provádí snadněji, když jej můžeme porovnat s jeho maximálním výkonem. Výkonnostní hodnocení pomáhá odhalit klíčové problémy s výkonem. Dalším krokem je mít dobrou představu o analýzách základních příčin a vystopovat dané problémy až k samotným zdrojům. Těmito zdroji jsou obvykle fyzické části, např. proporcionálně-integračně-derivační regulátory, ventily, vysílače a čidla, které mohou indikovat potenciální problémy zařízení a aktiv.

Díky automatizačním systémům je sledování změn v těchto součástech dle Orosz [6] mnohem jednodušší s tím, že existuje možnost zahrnout alarmy a metriky do okamžitého hlášení v rámci řídicího systému. Měřič průtoku s vysílačem, který kontroluje výstupní tlak, může být naprogramován takovým způsobem, aby generoval alarmy, kdykoli se tlak zvýší nebo sníží pod určitou hranici; podobně může být nastaven regulační ventil se zpětnou vazbou (prostřednictvím regulátoru polohy) pro indikaci polohy ventilu v odezvě na řídicí signál. Alarm generovaný v těchto situacích vyzývá k provedení inspekce veškerého souvisejícího zařízení.

Mnohokrát dochází k tomu, že alarmy jsou generovány při poklesu napětí nebo z důvodu postupného stárnutí čidel či neuzemněného vedení, ale mohou rovněž poukazovat na závažné problémy, jako je omezování parametrů procesu nebo stárnutí zařízení. Indikátory včasného varování pomáhají řešit potenciální hrozby a patří mezi nejužívanější metody uplatňované v prediktivní údržbě.

Prediktivní údržba se pak stává nejlepším nástrojem pro zajištění trvalé produktivity a může být ještě vylepšena díky inteligentnímu plánování a provádění důkladných analýz. Klíčem k náležitě prováděné prediktivní údržbě je např. důkladná analýza dat z čidel a sond, pozorování fyzického vzhledu zařízení, zobrazení stavu zařízení na zobrazovacích displejích atd. Vytvoření kvalitního plánu pro analýzu dat a klíčových poznatků o tom, co je nutno pravidelně kontrolovat, přispívá k zajištění velké návratnosti investic prostřednictvím takto prováděné údržby zařízení.

RIZIKA V ÚDRŽBĚ

Klíčem pro koncové uživatele je vyhodnocení, které procesy jsou kritické a které procesy zase až tolik neovlivňují produktivitu. Porucha systému filtrace vody je pro pracovníky většiny podniků asi sotva druhem poruchy, jež by vyžadovala trvalé monitorování, když mají navíc k dispozici čistou vodu z vodovodu. Podobný systém dodávající upravenou vodu do továrny na výrobu amoniaku se stává velmi kritickým ve srovnání s výše uvedeným příkladem a vyžaduje pravidelný monitoring.

Navržený postup řízení rizik v údržbě je následovný:

- Mapování veškerých rizik údržby
- Eliminace možných rizik nebo jejich delegování
- Tvorba scénářů pro zbylá rizika a nejisté události
- Příprava pracovního návodu pro dané scénáře
- Implementace strategie a zaškolení pracovníků
- Finanční vyhodnocení

Vzhledem k tomu, že konečným cílem každého majitele podniku je maximalizace produktivity a minimalizace nákladů, obecný přístup k výběru strategie řízení rizik údržby spočívá ve vyhodnocení průměrných nákladů na odstranění poruchy ve srovnání s průměrnými náklady na údržbu a ve volbě nižších nákladů. Proto je dle Korecky [7] vždy vhodné spočítat přínosy strategie předem.

K tomu je nutné provést analýzu rizik. Stupeň rizika lze, dle Hnilica [8] a Merna [9], určit jako součin pravděpodobnosti výskytu a velikosti dopadu. Pak rozdělíme rizika na diskrétní a spojitá, definujeme způsob kvantifikace pomocí stupnic či numericky. Následuje volba přístupu k rizikům. Pokud to lze, je potřeba eliminovat rizika nebo je delegovat [10]. Samozřejmě, že ne vždy je to možné a pro takové situace musíme mít připravený záložní plán.

VIRTUÁLNÍ A ROZŠÍŘENÁ REALITA V ÚDRŽBĚ

Významným aspektem údržby je záložní plán pro případ vzniku nepředvídaných problémů. Pokud jde o nadměrně kritické aplikace, je velmi důležité, aby byl v pohotovosti systém pro případ selhání anebo nějaký jiný záložní mechanismus, díky kterému jsme schopni zajistit minimální míru škody a co nejnižší ztrátu produktivity. Toho lze dosáhnout využitím mixed reality v údržbě.

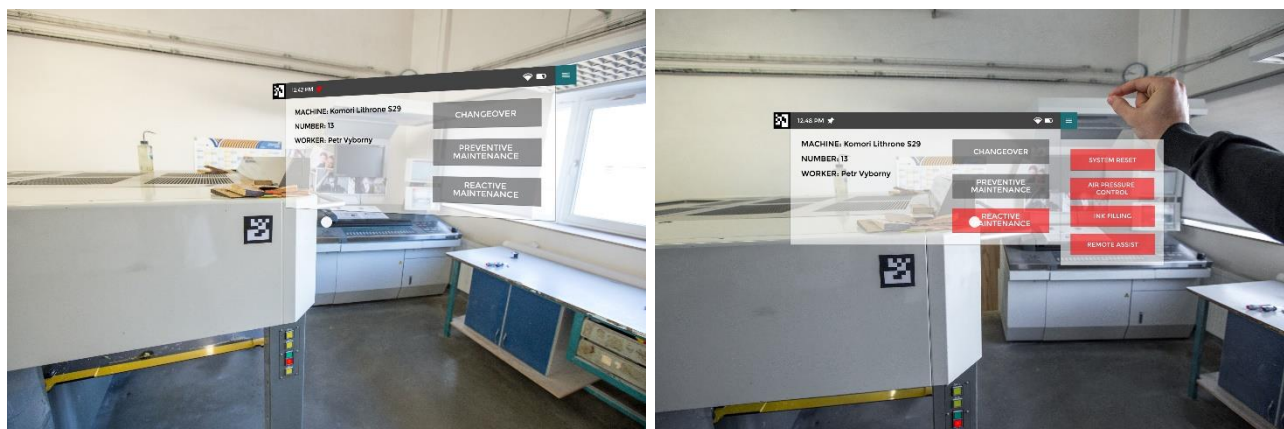
Možnosti vytvoření a zobrazování prvků mixed reality jsou závislé nejen na vývoji softwarových nástrojů, ale i na hardwarovém vybavení, které je uživateli k dispozici. Právě na trhu s elektronikou dochází v současnosti k rychlému pokroku, dostupné technologie se tedy zdokonalují. V dnešní době je dle Glockner [11] možné zmínit následující HW.

- PC s webkamerou
- Mobilní zařízení (tablet, smartphone)
- Zobrazovací zařízení, např. Head Mounted Display (HMD), Smart Glasses
- Digitální stacionární displeje

Navrhované řešení předpokládá použití produktu Hololens od společnosti Microsoft [12]. Momentálně to je jedno z nejpokrokovějších zařízení, které umožňuje, že člověk vidí reálný obraz, který je za pomoci displeje v zorném poli doplněn o virtuální prvky. Podle Knizek [13] se jedná tedy výhradně o zobrazení rozšířené mixed reality. Hololens patří mezi tzv. nositelné zařízení, se kterým uživatel nemusí manipulovat rukama.

Proof of concept

Abychom ověřili proveditelnost našich návrhů, byla vybrána tiskařská společnost, která používá složitá zařízení ze zahraničí. Tato společnost se potýká s problémy jako je nedodržování postupu přestavby a preventivní údržby. Dále nečekané výpadky, jež se řeší příjezdem zahraničního experta. Na obrázku 1 je vidět pohled z brýlí Hololens po načtení markeru ze stroje a zobrazení virtuálních objektů (hlavní menu).



Obrázek 1: Virtuální hlavní nabídka v reálném prostředí

V rámci projektu jsme se zabývali všemi třemi problémovými oblastmi. Definovali jsme rizika a pomocí instrukcí jsme se jim snažili předejít. Byl vytvořen 1 scénář pro náhlé výpadky, kde existuje standardní postup řešení, a pokud nedojde k odstranění potíží, následuje kontaktování odborníka pomocí funkce Remote assist.

Následující tabulka 1 ukazuje, jaké pracovní instrukce byly vytvořeny v mixed realitě. Tyto instrukce jsou rozděleny podle problémových oblastí.

Přestavba	Preventivní údržba	Reaktivní údržba
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Color change ✓ Paper size change ✓ Binding 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Rollers Cleaning ✓ Air Pressure setting ✓ Suction Cups Replacement 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ System Reset ✓ Air Pressure Control ✓ Ink Filling ✓ Remote Assist

Tabulka 1: Pracovní instrukce podle typu údržby

Na obrázku 2 níže je možné vidět ukázkou pracovních instrukcí pro preventivní výměnu přísavek, která obsahuje 5 kroků a součástí je virtuální ukázkou vzhledu přísavek. Na pravé straně jsou tři kroky kontroly tlaku vzduchu společně s virtuálním označením kontrolovaných míst.



Obrázek 2: Pracovní instrukce preventivních akcí

Součástí pracovních instrukcí pro jednotlivé kroky mohou být samozřejmě i další vložené soubory či objekty. Nebo může být celý postup či krok interpretován pomocí animace.

Remote assist

Pokud žádný z předem definovaných postupů nebude úspěšný, je tedy nutné oslovit externího odborníka. Odborníka nejdříve seznámíme s problémem a vysvětlíme, co již bylo provedeno.



Obrázek 3: Remote assist

Jak je vidět z obrázků výše, asistent na dálku může vkládat virtuální objekty, která se pak promítají do HMD zařízení a pomáhají lépe porozumět danému problému. Asistent zase vidí přesně to samé jako člověk s brýlemi.

Shrnutí

Během projektu jsme ověřili, že použití mixed reality společně s produktem Hololens je pro údržbu opravdu vhodné a přínosné. Dokážeme tak lépe řídit možná rizika a rychleji reagovat na výpadky strojů. Kromě předností je nutné zmínit i omezení, viz tabulka 2. Můžeme říci, že výhody použití mixed reality v údržbě převažují nad nevýhodami a omezeními. Provedený Proof of concept nám ukázal, že se lze dobře připravit na rizika výpadku zařízení i při značné míře nejistoty. Možnost práce oběma rukama, ovládání pomocí gest a hlasu, vkládání statických i dynamických interaktivních prvků či možnost vzdálené asistence patří mezi hlavní výhody mixed reality v údržbě.

Použití mixed reality má i jistá omezení, mezi něž patří například nutnost pořízení zařízení (v našem případě Hololens) a připojení k internetu během komunikace na dálku. Baterie u Microsoft Hololens vydrží 6-8 hodin nepřetržitého provozu. V údržbě však předpokládáme jen občasné využívání zařízení v rozmezí 1-2 hodiny denně, což znamená, že nabíjet je potřeba jednou za několik dnů (dle směnného modelu).

ZÁVĚR A DOPORUČENÍ

Čtvrtá průmyslová revoluce jde ruku v ruce s autonomními procesy ve výrobě. Tím dochází k vytlačování klasických dělnických profesí a zároveň ke zvyšování složitosti automatizovaných výrobních systémů. Tyto systémy však nejsou bezporuchové a jejich údržba je mnohem složitější. Často je nutné k údržbě přizvat zkušeného odborníka přímo od výrobce či outsourcovat specialistu z jiné firmy. Problémem ale je, že poskytovatelé výrobních systémů často sídlí ve vzdálené zemi a nemají zastoupení u nás. To výrazně zvyšuje náklady během neočekávaných výpadků.

Spolu s vývojem údržby se mění i požadavky na pracovníky, kteří údržbu vykonávají. Přejíždí se z klasického opraváře až na IT a data specialisty. Tyto změny s sebou ale přináší rizika. I přes kvalitně prováděnou prediktivní údržbu totiž nedokážeme s jistotou říct, že nemůže dojít k poruše, která by způsobila velkou ztrátu a vyžaduje podporu zkušeného technika. Důležité proto je, aby si společnosti uchovávaly znalosti týkající se nejen již známých poruch a jejich předcházení, ale i neočekávaných výpadků způsobených předem nedefinovanou událostí. Nastavení scénáře, jak postupovat, pokud dojde k takovéto situaci, může podniky ochránit před velkými nepřijemnostmi.

Využití mixed reality zařízení v údržbě nám pomáhá uchovávat a vizuálně interpretovat znalosti o tom, jak postupovat při preventivní údržbě. Umožňuje také přípravu scénáře pro případné poruchy. Další výhodou je možnost spolupráce na řešení problému se specialistou, který fyzicky nemusí být přítomen. Důraz při zavádění mixed reality do údržby musí být kladen na počáteční analýzu problémů, která je východiskem pro úspěšné řízení rizik.

PODĚKOVÁNÍ

This article was created with the support of the internal grant of the University of West Bohemia, SGS-2018-031 entitled Optimizing sustainable production system parameters.

ZDROJE

- [1] VALENČÍK, Š., Údržba a obnova strojov. Košice: Technická univerzita v Košicích, 2010, ISBN 978-80-553-0514-1.
- [2] ČSN EN 13306 - terminologie údržby. ČSN EN 13306: Terminologie údržby. Praha: Český normalizační institut, 2002.
- [3] RAKYTA, M., Údržba ako zdroj produktivity. Žilina : Slovenské centrum produktivity, 2002, ISBN 80-968324-3-3.

- [4] Nakajima, S.,. Total Productive Maintenance Development Program: Implementing Total Productive Maintenance. Cambridge, MA : Productivity Press, 1989. ISBN 9780915299379.
- [5] LEGÁT, V. Management a inženýrství údržby. 1. vyd. Praha : Professional Publishing, 2013. ISBN 978-80-7431-119-2.
- [6] Orosz, T., Sörös, P., Raisz, D., & Tamus, Á. Z. (2015). Analysis of the green power transition on optimal power transformer designs. Periodica Polytechnica Electrical Engineering and Computer Science, 59(3), 125-131.
- [7] KORECKÝ, Michal a TRKOVSKÝ, Václav. Management rizik projektů: se zaměřením na projekty v průmyslových podnicích. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, 2011. 583 s. Expert. ISBN 978-80-247-3221-3.
- [8] HNILICA, Jiří a FOTR, Jiří. Aplikovaná analýza rizika: ve finančním managementu a investičním rozhodování. 1. vyd. Praha: Grada, 2009. 262 s. Expert. ISBN 978-80-247-2560-4.
- [9] Merna, Tony a Al-Thani, Faisal F. (2007) Risk management: řízení rizika ve firmě, Brno, Computer Press, ISBN 978-80-251-1547-3.
- [10] FOTR, Jiří a SOUČEK, Ivan. Investiční rozhodování a řízení projektů: jak připravovat, financovat a hodnotit projekty, řídit jejich riziko a vytvářet portfolio projektů. 1. vyd. Praha: Grada, 2011. 408 s. Expert. ISBN 978-80-247-3293-0.
- [11] GLOCKNER, Holger, JANNEK, Kai, MAHN, Johannes, THEIS, Björn. Augmented Reality In Logistics [online]. 2014 [cit. 2017-11-27]. Dostupné z: http://www.dhl.com/content/dam/downloads/g0/about_us/logistics_insights/csi_augmented_reality_report_290414.pdf
- [12] Microsoft HoloLens [online]. 2017 [cit. 2017-11-28]. Dostupné z: <http://www.itpro.co.uk/mobile/24780/microsoft-hololens-release-date-rumours-specs-pricing-microsoft-is-creating-ai-chips>.
- [13] KNÍŽEK, Martin. Rozšířená realita změní logistické procesy [online]. 2014 [cit. 2017-11-28]. Dostupné z: <http://logistika.ihned.cz/c1-62550720-rozsirena-realita-zmeni-logisticke-procesy>