

Technická diagnostika příštího tisíciletí

Úloha údržby v současné době

Údržba hrála v podniku vždy nezastupitelnou roli. V poslední době, kdy narůstá ekonomický tlak na každý podnik, je důležitost nákladů na údržbu ještě umocněna. V celkových nákladech podniku tvoří vždy náklady na opravy a údržbu významnou část. Proto je uvítáno každé jejich snížení. Produktivita údržby je oceňována podle dvou hledisek. Prvním kritériem je výška absolutních nákladů na údržbu a druhým je finanční ztráta podniku na výrobě, která vznikla jako důsledek neplánovaných poruch. Ideálním stavem je ten, kdy obě hodnoty jsou nulové, tedy bez nákladů na údržbu dosáhnout výroby bez výpadků.

Bohužel, žijeme v reálném světě kompromisů a tento ideální stav je nedosažitelný. Každý odpovědný management se proto snaží minimalizovat náklady na údržbu jen do té míry, aby nezvyšoval riziko nečekaných poruch nad přijatelnou mez. Samotný výkonný proces údržby je vždy závislý na informacích o stavu strojů, které určují plánování oprav. Dnes na prahu 21. století jsou všechny takové informace nesmírně cenné, protože výrazně snižují náklady na údržbu. Moderní objektivní metody jsou schopné vyhodnotit provozní stav stroje, označit vadnou část a odhadnout i dobu, po kterou ještě lze zařízení bezpečně provozovat.

Správná organizace údržby je dnes v každém podniku nutností. Nelze vynakládat neúčelně finanční prostředky na nesprávných místech, a to jak po stránce materiální, tak v oblasti lidských zdrojů. V současnosti již nereprezentuje pracovník údržby pouze opraváře vadných zařízení. Nároky již posunuly pracovní činnost těchto odborně školených zaměstnanců mnohem více k prevenci poruch, k vyhodnocování dat měřících přístrojů, ke sledování skutečného provozního stavu atd. Samotný akt opravy či výměny součástky je pouze posledním zásahem, když již není jiná alternativa. V dnešní době totiž většina strojních částí a součástek vykazuje velmi dlouhou životnost. V drtivé většině případů však dochází k jejímu výraznému zkrácení v důsledku špatné montáže, nesprávného nastavení, neodpovídajících provozních podmínek apod. Za necelý rok již budeme moci říkat, že takto se to dělalo v minulém století. Uvědomme si, že některé zvyky a postupy by bylo vhodné ve 20. století zanechat a do 21. století je nepřenášet. V problematice údržby nelze nikdy mluvit o „starých dobrých časech“. Znamenalo by to pouze opětovné zbytečné vynakládání finančních prostředků na nesprávných

místech. Na světě dnes existuje obor ASSET MAINTENANCE MANAGEMENT, který studuje výhradně efektivnost prostředků vynaložených do údržby. V naší republice je pohled na údržbu tímto způsobem uskutečňován pouze u několika podniků, které jsou plně pod kontrolou zahraničního vlastníka. Na opačné straně jsou podniky plně ovládané státem, kde má člověk často pocit, že se zde rok 1989 nekonal nebo byl zcela přehlédnut.

Systémy údržby akceptovatelné managementem

Základní dělení systémů údržby obsahuje tři kategorie. Existují názory, že se vyskytuje ještě čtvrtá kategorie postavená nad ostatní, ale standardní vědecké dělení tuto kategorii jako výlučnou neoznačuje. K této otázce se vrátíme později.

Nejstarším způsobem jak řídit údržbu je čekat na poruchu a poté ji opravit. Oficiálně dnes žádný podnik tento systém údržby nepoužívá, praktický pohled zevnitř ale mnohdy dokáže, že někde je tento způsob stále používán.

V osmdesátých letech, v době rozvoje velkých počítačů, se začal používat druhý systém údržby, a to systém preventivních výměn. V té době probíhala v civilizovaném světě konjunktura a tlak na snižování nákladů nebyl tak výrazný jako v letech devadesátých. Nový systém údržby znamenal hromadné výměny náhradních dílů bez absolutně jakéhokoliv ohledu na jejich skutečný provozní stav. Existovalo pouze jediné kritérium pro výměnu, a tím byl čas. Každá vyměnitelná součást měla určenu životnost předem a ihned po uplynutí této doby byla vyměněna. Pro řízení celého procesu byly vyvinuty rozsáhlé softwarové systémy, které obsahovaly úplné databáze všech komponentů spolu s udáním životnosti. Tyto programy dokázaly mnohdy i automaticky generovat pracovní příkazy pro výměny.

Až obsáhlé statistické analýzy za relativně dlouhou dobu používání systémů odhalily slabiny tohoto způsobu řízení údržby. Na straně přínosů klesly nečekané odstávky jako důsledek poruch. Na druhé straně enormně narostly výdaje za náhradní díly a za lidskou práci potřebnou při opravách. Celkový výsledek byl samozřejmě pro každý podnik jiný a závisel především na míře přidané hodnoty, kterou byl podnik schopen realizovat. Tam, kde je cena odstávky (tj. hodnota ztráty výroby) vysoká a podnik nemá žádné odbytové potíže, tam systém preventivních výměn přináší zvýšení výroby a odbytu.

Nelze ale obecně říci, že snižuje náklady na údržbu samotnou. Jeho přínos je spíše na straně snížení počtu nečekaných odstávek a zvýšení odbytu podniku. Protože pro české podniky nejsou k dispozici

žádné statistické údaje, lze pouze uvést čísla vyčtená ze zahraničních materiálů. Maximální hodnoty snížení nákladů na údržbu se pohybují mezi 20 - 30 %. Běžné hodnoty jsou okolo 0 - 10 %. Z toho lze vyvodit závěr, že náklady na údržbu, kdy se zásah provádí po poruše (tedy v době, kdy samotný zdroj poruchy obvykle způsobí i poškození mnoha okolních částí), jsou srovnatelné s náklady na preventivní výměny. V praxi se v podstatě nikde po preventivních výměnách nepřistupovalo k objektivní kontrole vymontovaných součástí a k možné re-instalaci zpět. Riziko takové akce bylo vždy příliš vysoké a nebyla vůle převzít tuto odpovědnost.

Systém údržby preventivních výměn se doposud v mnoha podnicích používá, ačkoliv z dnešního pohledu se jedná o systém archaický, nákladný a málo výkonný. Pokud je i dnes doporučován, tak pouze pro speciální stroje, jejichž úloha je pro celý podnik natolik nezastupitelná, že jsou raději akceptovány vyšší náklady na preventivní výměny. Je třeba si ale uvědomit, že systém preventivních výměn v žádném případě neznamená vyloučení výskytu nečekaných poruch. Málokdy je úspěšnost větší než 50 % proti čekání na poruchu. Je to dáno různými technickým stavem nových součástí (nejmenší vliv), úvodní instalace (velmi výrazný vliv) a v neposlední řadě také citlivým nastavením doby životnosti. Pokud má být systém efektivní, pak jsou navrženy životnosti krátké, nedochází k nečekaným poruchám tak často, ale je to velmi nákladné. Jestliže zvolíme životnosti delší, jsou preventivní náklady nižší, ale zase dochází k nečekaným poruchám. Zkrátka opět jde o kompromis a systém je velmi citlivý na vyladění, kdy za snížení rizika se platí vyššími náklady.

Současně se systémem preventivních výměn byl rozvíjen také třetí způsob řízení údržby, nejčastěji nazýván řízením údržby podle skutečného stavu. Podstata systému je velmi jednoduchá, aplikace systému v praxi již tak snadná není. Základem je použití objektivních metod měření pro zjištění skutečného provozního stavu stroje. Tato informace má zásadní význam. Umocňuje údržbě provést opravu až v době, kdy součástka vykazuje reálné poškození. Měření provozního stavu stroje umožňuje provést i odhad času, po který ještě lze zařízení provozovat. Měřicí metody jsou velmi citlivé a registrují již počátek vzniku závady, kdy ještě porucha vůbec neohrožuje bezpečný chod stroje. Vzniká tak důležitý časový prostor, ve kterém lze zajistit náhradní díly a naplánovat nevhodnější termín opravy. A to je podstatou tohoto typu řízení údržby. Nečekané odstávky jsou sníženy na minimum. Praktické zkušenosti dokazují až 80 % snížení počtu nečekaných poruch. Ruku v ruce s tímto faktem jde samozřejmě snížení finančních nákladů na údržbu.

Konečně lze plánovat jak využití lidských zdrojů, tak i materiál. Koncepce údržby tak získává nový rozměr. Standardem se stává organizační schéma, kde existuje malá skupina kmenových zaměstnanců údržby, jejichž úkol je především inspekční, tedy preventivní činnost. Ta zahrnuje měření strojů a vyhodnocování jejich stavu. Pokud je potřeba provádět náročnější analýzy dat, pak je to řešeno externím způsobem. Skupina údržby disponuje základním měřicím vybavením. Veškerá data jsou spojena s centrálním informačním systémem podniku. Údržba je tak zcela vtažena do procesu rozhodování.

Dalším úkolem této skupiny je pak provádění drobných oprav nebo nutných zásahů při nečekané poruše, protože žádný systém údržby neumí nečekané poruchy zcela odstranit. Veškeré plánované opravy pak podnik řeší expertní službou, vlastní skupina provádí spíše dohled a především kontrolu, zda je oprava provedena kvalitně. Její měřicí vybavení slouží jako nástroj ke kontrole opravy, protože jsou k dispozici data před opravou a po ní. V případě, že měření zjistí podobný stav jako před opravou, pak je to důvodem k okamžité reklamaci bez čekání na časově delší zkušební provoz. Koncepce údržby se tak stává velmi podobnou výrobní strategii „just in time“, kdy jsou výrobní části dodány přímo na linku v okamžiku potřeby bez předchozího skladování. Nyní i v údržbě jsou zásahy prováděny až v okamžiku skutečné potřeby.

Na počátku této části článku jsem se zmínil i o čtvrtém způsobu řízení údržby, který je nazýván proaktivním a někteří prodejci jej staví na stupeň řízení podle skutečného stavu. Podstatou této metody je sledování množství nečistot v provozních kapalinách, nejčastěji v mazivech. Jedná se o preventivní metodu, která má zabránit poškození strojní části v důsledku znečištění např. maziva. Pokud je znečištění maziva primární a pochází z cizího zdroje, pak skutečně včasným zásahem a výměnou zabráníme poškození např. ložiska. Typický je ale spíše opačný postup, kdy ložisko v důsledku svého opotřebení znečistí mazivo. Analýzy čistoty kapalin se tedy řadí mezi ostatní metody měření provozního stavu a patří do systému řízení údržby podle skutečného stavu. Vyvyšování tzv. proaktivního systému nepovažuji za šťastné, neboť stejným způsobem by bylo možné označit kteroukoliv metodu měření provozního stavu (např. vibrace, termografii, atd.).

Dnešní management podniků je vystaven množství tlaků, z nichž nejsilnější je tlak ekonomický. Snižování nákladů, zvyšování produktivity, snižování cen finálních produktů, to je nutná každodenní praxe manažera, jestliže se má podnik udržet na trhu. Protože náklady na údržbu jsou nezanedbatelnou složkou celkových nákladů, je akceptovatelný systém řízení pouze ten, který minimalizuje náklady při

nízkém riziku nečekaných poruch. Ačkoliv v jiných oborech jsou tyto požadavky obvykle protichůdné a je nutné volit kompromisní řešení, v otázce systému řízení údržby existuje způsob, který opravdu obě složky minimalizuje. Pouze řízení údržby podle skutečného stavu zůstane jediným akceptovatelným systémem. Hovoříme samozřejmě o podnicích, které mají standardní výrobní struktury (strojířny, hutní podniky, energetika, ...). V malých podnicích jsou na údržbu kladeny jiné druhy požadavků, protože obvykle neprotéká údržbou tak vysoké množství finančních prostředků.

Systémové požadavky na údržbu podle skutečného stavu

V období, kdy se údržba podle skutečného stavu začínala hromadně zavádět (tj. konec 80. let), stačilo použít jeden měřicí přístroj a počítač pro uchování dat. V době, kdy běžný disk měl kapacitu 10 MByte a neexistovaly velké sítě LAN, nemohly být nároky na nový způsob řízení údržby vysoké. Tým pracovníků reprezentovaný ve většině případů jednou či dvěma osobami prováděl jak všechna měření, tak veškeré vyhodnocení. Pro samotné řešení zásahů údržby se generovaly jednoduché protokoly, někdy stačil pouze ústní příkaz.

Problémovým prvkem byl obvykle vztah s vlastní údržbou. Diagnostické oddělení často bývalo organizačně včleněno do struktur metrologie a vznikala mnohdy obtížně překonatelná bariéra mezi údržbou. Doporučení diagnostiků nebývala vždy akceptována a nebyl výjimečný stav, kdy existovalo oddělení diagnostiky, které provádělo rozsáhlé měření a vydávalo doporučení pro opravy, ale samotná údržba tyto zprávy zcela ignorovala. Opravy se prováděly podle starých zažitých schémat, která nikdo neměl ochotu příliš měnit. Jednalo se tedy o klasickou systémovou závadu, kdy byl do struktury podniku začleněn nový prvek, ale nebyly definovány jeho práva a odpovědnost.

Postupem času a tlakem na snižování nákladů se tyto vztahy narovnávaly a dnes již existuje jako služba i poradenství pro organizaci údržby a její systém. Jak se časem vyvíjely informační technologie, byly i na systém údržby kladeny nové požadavky. Největší změnou byla výstavba datových sítí a přesuny obrovských množství dat. Zatímco v minulosti bylo nutné fyzicky obcházet různá oddělení, která prováděla zpracování dat, dnes je samozřejmostí, že veškerá podniková data je možno prohlížet a vyhodnocovat na jednom počítači na svém pracovišti. Oběh informací v jiné než elektronické podobě se stal naprostým přežitkem.

Z pohledu možností dnešního hardwaru a softwaru je tedy vše jednoduché a jasné. Věc má pouze jeden háček, a to lidský faktor. Skutečnost, že je úspěšně nainstalován a vyzkoušen geniální informační systém, ještě vůbec neznamená, že v praxi bude fungovat. Nejobtížnější část celé práce je totiž ve výchově a školení pracovníků, kteří s ním budou pracovat.

Požadavky na datový systém údržby podle skutečného stavu lze rozdělit na několik částí. V první je datová komunikace diagnostiky s výkonnou částí údržby, zde dochází k největšímu toku dat. Přidávají se informace o konkrétních výsledcích měření (v obou směrech, viz odstavce o inspekci a analýze) a ihned se konzultují malé zásahy do strojů, které neovlivňují běžnou výrobní režii podniku.

Druhá úroveň datové komunikace probíhá mezi managementem údržby, výkonnou údržbou a diagnostikou. Zde se již nepředávají jednotlivá měření, ale rozhoduje o větších opravách nebo okamžitých nutných zásazích, které vyžadují schválení na úrovni vedení údržby. Dochází k diskusi tří zúčastněných stran, jejímž výsledkem je pracovní příkaz pro potřebný úkon.

Další částí datové komunikace je přenos základních informací o skutečném provozním stavu strojů do informačního systému celého podniku. Je nutné, aby každý odpovědný správce strojního zařízení mohl kdykoliv zjistit provozní stav svých strojů. Zde nejde o přenos výsledků měření, ale o zásadní informace o stavu (podepřené výběrem vhodných dat) a zjištění, jaká jsou doporučení a jaké nápravné akce jsou požadovány po údržbě. V součinnosti s vedením údržby pak dochází k plánování zásahů.

Uvedené datové toky jsou pouze výběrem těch, které mají přímou souvislost s diagnostikou strojů. Existují další toky a databáze, které jsou obsaženy v každém typu řízení údržby (evidence skladu náhradních dílů, pracovní příkazy, nákladové statistiky apod.). Veškeré datové komunikace, které souvisí s diagnostikou, musí být zajištěny diagnostickým softwarem. Je to proto, že žádný obecný informační systém neobsahuje speciální diagnostické funkce. Je proto nutné, aby software pro diagnostiku, který si vyberete, uměl navázat kontakt s hlavním informačním systémem podniku nebo alespoň údržby. Z hlediska obsluhy diagnostického programu je nutné, aby umožňoval síťový provoz a nebyl závislý na fyzickém umístění zdrojů v rámci podnikové sítě LAN. Pro bezpečnost dat musí software disponovat možnostmi archivace na podnikový server bez zásahů uživatele, protože v dnešní době jsou data tím nejcennějším, co v podniku existuje. Zatím hovoříme pouze o systémových požadavcích na programové

vybavení pro diagnostiku. Další nároky, které souvisí se samotným měřením budou probrány později.

Dalším systémovým požadavkem je možnost naku- pu tzv. prohlížečů diagnostických informací. Stan- dardní informační programy (SAP aj.) neumožňují zobrazení obsahu diagnostických databází. Pokud prohlížeče výrobce nedodává, pak existují pouze velmi kostrbaté cesty přenosu protokolů v soubor- ech apod. Není to poskytnutí obvyklých informací, které správce zařízení očekává.

Další důležitou a nikoliv poslední podmínkou je ja- zyková lokalizace produktu. Protože s programem budou pracovat běžní pracovníci údržby, není možné akceptovat cizojazyčnou verzi. Tato poslední zmíněná podmínka charakterizuje dobře celý sys- témový posun diagnostiky za posledních deset až patnáct let. Z vědeckých laboratoří přes speciální podnikové útvary se proces diagnostiky dostal tam, kam náleží, a to přímo do údržby. Je to jediné umístění, které zaručuje jeho nejlepší využití a nej- vyšší produktivitu. Výsledkem výše uvedených sku- tečností by pro zákazníka mělo být důležité poznání: Dnes se již nedá nakupovat pouze měřící vybavení a software pro zpracování. Je nutné vyžadovat dodání SYSTÉMU. Z tohoto pohledu je zapotřebí přistupovat k vyhodnocování případných nabídek diagnostických zařízení.

Metody řízení údržby podle skutečného stavu

Jádrem řízení údržby podle skutečného stavu jsou měřící metody schopné objektivně určit skutečný provozní stav stroje. V počátcích diagnostiky se často jako indikátor stavu ložisek používalo měření teploty. Postupem doby se do praktického používání dostávaly další a další techniky. Dnes je množina měřících metod relativně ustálená a není předpo- klad, že v nejbližší době dojde k objevu nového směru, který zcela změní současné postupy. Na druhé straně to ale ani nelze vyloučit.

Jaké tedy jsou nejčastější současné metody? Je to vibrační diagnostika, termografie a analýza maziv a provozních kapalin. Další metody mají již pouze použitelnost pro speciální typy strojů nebo mají cha- rakter nástrojů pro nastavení stroje. Naprostá většina strojů v průmyslu je rotačních. Protože každá rotující hmota obsahuje nevyváhu, vznikají odstředivé síly, které budí celý stroj a projevují se jako vibrace. V signálu vibrací je obsaženo velké množství informací o stavu stroje a dnes je již zcela propracována metodika, jak tyto informace číst. Termografie je účinná všude tam, kde povrchové teploty zařízení vypovídají o provozním stavu. Uplatnění nalézá především v oblasti elektrických strojů, elektrických rozvodů, pecí apod. Analýza

olejů slouží ke zjištění znečištění, které může být buď primární (tj. je přítomno v samotném mazivu a může způsobit poškození) nebo sekundární (tj. je způsobeno opotřebením a indikuje poškození). Jed- noznačně nejvíce informací nám dává analýza vib- rací. Pouze vibrační diagnostika má zpracováno rozsáhlé programové vybavení pro vyhodnocení dat. Také z hlediska provádění detekce a identifi- kace problémů skýtá největší možnosti (bude pojednáno později).

V dalším textu se proto soustředíme především na metodiku vibrační diagnostiky jako na hlavní a pod- statnou složku řízení údržby podle skutečného stavu. Ostatní metody však tvoří důležité doplnění, neboť existují poruchy, které pomocí vibrací diagnostikovat nelze. Jedná se např. o většinu pro- blémů, které řeší termovize.

Na trhu se pravidelně objevují přístroje či metody, které jejich prodejci vždy charakterizují jako světové novinky v oboru a označují vše minulé jako zastaralé. Je potřeba vždy odpovědně zhodnotit, zda se skutečně jedná o převratnou novinku nebo jen o re- klamní chiméru, jejímž jediným cílem je obchodní úspěch. Klasickou diagnostickou technikou je trh již víceméně nasycen a neskýtá mnoho možností na extrémní nárůst obrátu. Protože člověk často chy- buje, může se snadno stát obětí cílené reklamní kampaně. Skutečně seriózní dodavatelé dnes běžně zapůjčují systémy zákazníkovi na vyzkoušení, a to je cesta, která zaručuje úspěch u zákazníka. Ten již nevybírám zboží na základě reklamních letáků, ale na základě vlastních zkušeností s používáním přístroje.

Vibrační diagnostika jako vědecký obor

Skutečnost, že vibrační diagnostika je spíše vědec- kým oborem než pouze metodou měření, zřejmě nikdo nezpochybuje. Šíře informací, které lze z naměřených dat získat, je tak velká, že není možné problematiku vyhodnocení vibračních signálů zvlád- nout v krátké době. Z vlastní, dnes již patnáctileté, zkušenosti s měřením vibrací mohu konstatovat, že se stále objevují nové možnosti zpracování či nový pohled na chápání vibračního obrazu. Je zde tedy velký rozdíl např. proti nedestruktivním metodám NDT mezi které, bohužel, lidé někdy vibrační diagnostiku zahrnují. V NDT metodách je vše posta- veno v podstatě na existenci normy, která udává význam naměřených hodnot. Existuje tedy škála hodnot, podle které pracovník po zaškolení dokáže vyhodnotit naměřená data.

Otázka o existenci norem se často objevuje i ve vibrační diagnostice. Zde ale tak rigidní normy jako v NDT neexistují. Důvod je jednoznačný, málokdy je výsledek reprezentován jediným číslem tak, aby

bylo možné provést jednoduché porovnání. Existují sice normy, ale mají spíše charakter doporučení. Přesné normy existují pouze pro speciální stroje (např. turbíny).

Na svých přednáškách používám příměr, že vyhodnocení vibrací je velmi podobné vyhodnocení rentgenového snímku v medicíně. Některé věci jsou ihned jasné každému, ale netriviální hodnocení je velmi závislé na zkušenosti a kvalitaci lékaře, který jej provádí. Některý ze snímku vyčte více informací než jiný. Vyhodnocení vibračního obrazu je velmi podobné. Začátečník je schopen poznat pouze základní informace, zkušený diagnostik vidí mnohem více. Nikoho zřejmě nenapadne sestavit normy, které pevně určí vyhodnocení rentgenového snímku, lze je pouze doporučit. Stejně je to ve vibracích, lze pouze doporučit postupy, cesty, hodnoty. Konkrétní aplikace je ale vždy závislá na typu strojních zařízení a typu měřících metod. Stále se v praxi objevují přístupy zákazníků pramenící z neznalosti, představy, že po koupi přístroje jim tento přesně označí závady podle nějakých norem a zcela odstraní všechny problémy údržby. Takoví lidé jsou pak snadnou kořistí obchodníka, který slíbí vše, co si zákazník představuje. Tyto obchodní případy končí zaplacením dodávky, ačkoliv při správném přístupu by spolupráce mezi dodavatelem a zákazníkem měla v tomto okamžiku teprve začít.

Praktická organizace údržby podle skutečného stavu

Jestliže se podnik rozhodl zavést tento způsob řízení údržby, existuje několik základních organizačních schémat. Základní otázkou je, zda postupovat samostatně nebo využít externích služeb. Samostatné pojetí představuje investici do měřícího vybavení a vyškolení vlastních pracovníků. Použití externích služeb znamená v pravidelných intervalech objednávat cizí firmu, která provede veškerá měření, sdělí informace o provozním stavu a doporučí zásahy údržby. Výhody a nevýhody každého přístupu budou vyloženy později. Jestliže se podnik rozhodne využívat externí služby, pak pro něj nevzniká žádná další potřeba vytvářet nové podnikové struktury. Je zapotřebí pouze definovat schéma pro předávání informací.

Nyní se budeme věnovat situaci, kdy se podnik rozhodne provádět diagnostiku samostatně. V tomto případě existuje několik způsobů, jak toto řešení integrovat do podnikové struktury. Prvotním rozhodnutím v tomto případě je, zda detekci i identifikaci poruch bude provádět jedna diagnostická skupina, nebo zda bude detekce vřazena přímo do úkolu údržby. Moderním řešením je pouze to, které využívá výkonnou údržbu jako primární zdroj dat. V

praxi to znamená vybavení údržby jednoduchými měřícími prostředky a zajištění pravidelných měření. Naměřená data jsou po síti ukládána do diagnostické databáze a vyhodnocována pracovníky diagnostiky. Jejich úkolem je reagovat na zjištěný provozní stav, provést další analýzy a podávat doporučení na zásahy údržby.

V případě, kdy v podniku není reálné vytvořit odbornou diagnostickou skupinu, existuje cesta využití externích služeb pro vyhodnocení naměřených dat, případně k provedení speciálních měření. Obvykle je tyto služby schopen zabezpečit dodavatel měřících a vyhodnocovacích systémů. Další způsob vychází z nutnosti provádět všechna měření (i ta základní) pouze diagnosticky, protože není reálné, aby sběr dat byl prováděn pracovníkem údržby. Nevýhodou je menší počet měření, neboť musí být zajištěn menším počtem pracovníků.

Jestliže jsme v předchozích odstavcích hovořili o nutnosti datových komunikací a síťovém provozování programů, pak nyní by měly být více jasné důvody, které tuto nutnost zapříčiňují. Na způsobu organizace řízení údržby výrazně závisí úspěch celého procesu. Je nutné, aby pracovníci vedení byli seznámeni s problematikou údržby podle skutečného stavu a aktivně se účastnili její organizace. Pokud je již od začátku zanedbán či špatně definován vztah diagnostiky a údržby, pak málokdy lze dosáhnout uspokojivých výsledků, což v tomto případě znamená snížení nákladů. Pokud starost vedení je ukončena schválením investičních prostředků na nákup zařízení, pak proces obvykle končí tím, že po určité době je vydán příkaz pro zjištění efektivity vynaložených prostředků. Protože vztah údržby a diagnostiky je obvykle víceméně problematický, dochází se ke zjištění, že náklady na údržbu se nesnížily a ani se nesnížil počet nečekaných poruch. Konečným důsledkem je názor, že technická diagnostika není schopna přinést předpokládaný užitek. Tím je v důsledku špatné organizace zavržen systém jako celek.

Důvodem zavržení nemusí být jen špatná organizace. Jestliže je uživateli dodán systém a pak je dodavatelem zapomenut, může být konec stejný. Technická a především vibrační diagnostika je oborem, který nelze v krátké době samostatně zvládnout. Je úkolem dodavatele zajistit následné školení, konzultace, ukázková měření apod. Jinak je opět pravděpodobné, že celkové renomé metody bude ztraceno a metodika sama zavržena. Častým důvodem bývá i nepochopení funkce měřících přístrojů. Argumentace, že přístroj neukazuje potřebné výsledky, často pramení z nedokonalého poznání jeho funkcí. Jestliže si zákazník myslí, že přístroj mu přímo ukáže pouze zelené a červené světlo, přičemž červené světlo znamená výměnu, pak jde o

zjevné nepochopení, že mezi měřením a případným rozsvícením světla je ještě vyhodnocení dat, na kterém musí uživatel aktivně spolupracovat. Stává se také, že touha realizovat obchod za každou cenu způsobí, že samotný dodavatel zákazníkovi jeho víru v existenci vševědoucího přístroje příliš nevymlouvá.

Diagnostika by neměla být podřízena údržbě a naopak. Výkonná údržba a diagnostika by měly být rovnocennými partnery, kteří jsou zastřešeni nadřízeným arbitrem. Ten řeší případné spory a věrte, že jich při zavádění diagnostiky bude dost.

Detekce a identifikace

V předešlém odstavci jsme uvedli pojmy detekce a identifikace a příliš jsme se nevěnovali jejich hlubšímu osvětlení. Pokud se provádí diagnostika řádně, pak vždy existuje toto dvojí rozdělení celého procesu. Jádrem dělení je skutečnost, že existují jednoduché metody měření, které lze provádět rychle a metody složitější, analytické, speciální, jejichž provedení je náročnější jak na znalosti obsluhy, tak na čas. Protože lidské zdroje jsou v podniku omezeny, nelze často a pravidelně provádět kompletní náročné měření. Proto je diagnostický proces rozdělen na fázi detekce a identifikace.

Úlohou detekčních měření je především měřit velké množství strojů, a to v krátkých časových intervalech. Výsledkem metod detekce je nejčastěji jedno číslo, které je ukládáno do databáze s indikací času. Základní metodou vyhodnocení je sledování časových trendů a srovnání s nastavenými kritickými hodnotami. Měření detekčních dat je jednoduché a nejlepším řešením je provádět jej přímo v údržbě. Investice do měřících přístrojů nejsou vysoké a celkový efekt je značný. Obvykle velmi brzy po zahájení práce tímto způsobem jsou indikovány poruchy strojů a prováděny opravy i bez dalších měření pracovníky diagnostiky. Ti, kteří měří přímo v údržbě, absolvují na počátku jednodenní školení a okamžitě poté sami začínají měřit. Efekt tohoto způsobu je i v důsledném vtažení pracovníků údržby do procesu diagnostiky. Důležité je vzbudit zájem a vysvětlit, co naměřená data znamenají. Osobní iniciativa pak již zajistí zbytek, neboť nebývá zvykem, že by stav strojů byl lhostejný pracovníkům, kteří odpovídají za jeho provoz. Naměřená data z detekčních přístrojů jsou přenesena do počítače a uložena v centrální diagnostické laboratoři (opět nutnost síťového provozu). Zde je vyhodnocují pracovníci diagnostiky, jejichž úkolem je zachytit vznikající poruchy stroje. Detekční měření však pouze ukáže, že ve stroji existuje problém a dokáže maximálně rozlišit, zda se jedná o vadu ložiska (valivého) nebo jiný problém.

Nyní je nutno přistoupit k dalšímu měření, jehož úkolem je identifikace problému, tedy zjištění, co je v nepořádku a jaký zásah údržby je potřeba. Pracovníci diagnostiky jsou schopni provést tato měření, protože na ně mají časový prostor. Zde docházíme k důležitému zjištění: Pokud by diagnostika měla provádět i detekční měření, byl by problém to stihnout. Buď by musely být prodlouženy měřící intervaly, nebo snížen počet měřících bodů. Obě dvě možnosti znamenají snížení spolehlivosti diagnostiky. Další možností je provádět pouze detekční měření a pro další vyhodnocení použít např. externí službu. Dochází pak vlastně ke kombinaci organizace řízení samostatně a externě.

Rozdělení všech měření na detekční a identifikační je dnes světovým trendem. Podmínkou je nákup systému, který takový způsob řízení umožňuje. Všechny měřící přístroje musí být kompatibilní co se týče formátu dat a musí umět komunikovat s jedinou databází a vyhodnocovacím programem. Protože je třeba, aby přístroje a programy používali přímo pracovníci údržby, je nutností komunikace v národním jazyku. V některých podnicích stále existují speciální týmy inspekčních techniků, kteří pravidelně sledují provozní stav zařízení. Využití jejich organizace i pro měření přináší dobré výsledky, neboť jsou ve velmi těsném vztahu s výkonnou údržbou a přímé předání informací o podezření na závadu není problémem. Úlohou centrální diagnostiky je pak sběr všech dat ze satelitních detekčních skupin, provedení identifikace problémů a doporučení dalšího postupu. Co se datové komunikace týče, vzniká tak uzavřený kruh údržba-diagnostika-údržba, což je v pořádku. To, že základní data sbírá přímo údržba, zajišťuje vznik silné zpětné vazby, která by neexistovala, kdyby veškerá data sbírala diagnostika. Tato vazba zajišťuje úspěšnost celého procesu, protože jen vyjimečně dochází k diskuzím, zda je zásah skutečně tak nezbytný, jak vyžaduje diagnostika. V případě neexistence zpětné vazby jsou tyto rozpory běžné a často trvá poměrně dlouhou dobu, než se vztah odpovědnosti a důvěry ustálí. Pro zavedení způsobu oddělené detekce a identifikace je nezbytné, aby podnik disponoval vybudovanou počítačovou sítí, bez které je tento způsob nerealizovatelný.

Vlastní středisko diagnostiky nebo externí služby?

V předchozím odstavci jsme popsali základní systém, jak provozovat řízení údržby podle výsledků diagnostických měření. Nyní probereme výhody a nevýhody základních způsobů získávání informací o skutečném provozním stavu stroje.

Začněme nejdříve využíváním externích služeb. Mezi hlavní výhody patří úspora investičních prostředků. Platí se pouze za službu a veškeré platby jsou účtovány přímo do nákladů firmy. Další často citovanou výhodou je využití služeb odborníků, kteří v dané oblasti mají zkušenosti. Odpadá tak školení a vzdělávání vlastních pracovníků. Mezi největší nevýhody se počítá především relativní ekonomická náročnost a nízká četnost měření. Ceny služeb neustále narůstají a jestliže spočítáte cenu služeb za krátké období zhruba dvou let, získáváte cenu plně srovnatelnou s cenou celého základního měřícího a programového vybavení. Z hlediska četnosti měření nelze požadovat, aby měření byla prováděna v doporučených intervalech, tj. u méně citlivých zařízení maximálně tříměsíčních a u důležitých strojů třeba dvakrát měsíčně. Ekonomická náročnost externího měření v těchto intervalech by byla příliš vysoká. Měření tak ztrácí charakter časového trendu detekčních dat a více se stává identifikačním měřením při použití hlubších analýz.

Diagnostika ale především stojí na sledování časového vývoje naměřených hodnot. Pokud je trend stabilní, je i provozní stav stroje ustálený. Při nárůstu hodnot je potřeba identifikovat zdroj změny stavu, což obvykle bývá začínající porucha. Při externím způsobu také chybí základní skutečnost, která zvyšuje spolehlivost a produktivitu diagnostiky a tou je v podstatě každodenní styk se strojním zařízením. Všechny tyto nevýhody odpadají, jestliže podnik provádí diagnostiku vlastními prostředky a pomocí vlastních pracovníků. Při správné organizaci detekční a identifikační složky vzniká dobrá vazba mezi údržbou a diagnostikou. To zaručuje včasné řešení případných problémů a vylučuje časové prodloužení. Není třeba provozovat stroj v podmínkách, kdy subjektivně vykazuje změněný stav (např. zvýšené vibrace) a vyčkávat do plánovaného termínu návštěvy externí firmy. Jestliže dodavatel nabízí kvalitní školící program, který zahrnuje základní školení pro pracovníky údržby, návazná odbornější témata pro diagnostiky a speciální kurzy pro vedení údržby či podniku, pak není třeba mít obavy z nekvalitně vyhodnocených dat, či z přehlédnutí strojního problému. V počátečních fázích jste navíc pod odborným dohledem dodavatele, který je schopen provádět analýzy společně s Vámi až do doby, než budete schopni ji provádět samostatně. Formy odborné pomoci budou diskutovány v příštím oddílu.

Jedinou objektivní nevýhodou je nutnost počáteční investice do vybavení. I tu lze ale rozdělit do několika fází, kdy již po první dodávce je možno provádět úplné detekční měření. Ostatní moduly jsou pak dodány postupně podle investičního plánu podniku. Existují i cesty, jak rozfázovat dodávku tak, že není investiční a je ihned zahrnuta do nákladů podniku.

Dnešní zvýšené účetní limity již takovou cestu umožňují. Náklady na školení nedosahují významné hodnoty, a kromě toho je to investice do vlastních pracovníků, která je vždy zisková.

V dnešní době jestliže firma používá externí služby, pak to spíše vyplývá z neznalosti skutečných podmínek pro pořízení vlastního vybavení, než z konkrétní ekonomické kalkulace. Dalším vlivem je přístup externích firem, které dávají přednost poskytování trvalých služeb před prodejem vybavení zákazníkovi. V dnešní době bouřlivého rozvoje informačních technologií však existují i kompromisní řešení, nazvěme je pracovní „třetími cestami“.

Informační technologie a možnost třetí cesty

V minulém odstavci jsme probrali dva základní způsoby získávání informací o provozním stavu strojů. V dnešní době existence sítě Internet existuje i řešení, které leží mezi diskutovanými alternativami a je velmi efektivní. Jestliže chceme znát ekonomickou náročnost nákupu měřícího vybavení a příslušných programů, pak tuto cenu je možné rozdělit do dvou částí. Je to cena inspekčního přístroje, který umožňuje detekci problému a cena základního software pro přenos a archivaci dat.

Druhou částí je pak cena modulů, které umožní použít přístroj i pro identifikaci a cena přídatných modulů pro software. Jedná se o další funkce zpracování dat (např. spektrální analýzy pro vibrace, zatímco základní funkcí přístroje je pouze měření širokopásmových dat a měření stavu valivých ložisek). Poměr cen je zhruba 1:1. Jestliže tedy oddělíme detekci od identifikace, lze pořídit vybavení inspekčním přístrojem a softwarem za velmi přijatelnou cenu. Měření lze provádět přímo v údržbě bez nutnosti založení oddělení diagnostiky. Samotnou identifikaci je pak možné nakupovat jako službu. Systém tak funguje úplně stejně, jako by vlastní diagnostika existovala. V údržbě se změní detekční data a ihned se pomocí Internetu pošlou externí firmě. Ta provede ihned vyhodnocení a další návazné akce záleží na výsledcích vyhodnocení. Buď lze doporučit další postup přímo na základě detekčních dat, nebo je navrženo identifikační externí měření. Obrovský rozdíl v nákladech tkví ve skutečnosti, že pro vyhodnocení detekčních dat není třeba opustit kancelář a ztrácet čas přesunem k zákazníkovi. Celková ekonomická náročnost tak klesá až na úroveň 20-30 % nákladů, které jsou potřeba na měření pouze přes externí službu. Navíc je k dispozici dokonalé poradenství odborníků.

Tento způsob je využíván také při zavádění nového systému, kdy zákazník měří všechna data (i identifikační). Postupně se tak učí a absolvuje ja-

kýsi dálkový kurs diagnostiky. Výhodou je, že přitom měří vlastním zařízením na vlastních strojích. Existuje tak jakási virtuální přítomnost či dohled, zda neudělá základní chyby či nepřehlídí indikace problému. V minulosti se již podobné snahy o elektronické přínosy dat vyskytovaly také, teprve masové rozšíření Internetu a jeho cena však dostaly tento typ služeb na úroveň, která je potřebná pro praktické využití.

Diagnostika a informační systémy podniku

Již v předcházejících částech článku byla často citována nutnost spojení speciálních diagnostických programů s informačním systémem podniku. Z toho plynou nároky, které je nutné mít na zřeteli při výběru diagnostického systému. Stále ještě jsou na trhu systémy, které pracují pouze na jednom konkrétním počítači k(dokonce i pod MS-DOS). Další kategorií jsou programy, které sice mohou pracovat v síti, ale pouze samy se sebou, pouze se svými daty a neumí diagnostické výsledky na síti nabídnout k dalšímu použití. V třetí kategorii jsou programy plně síťové s možností při pojení na jiné informační systémy. Dnešní informační programy jsou již vybaveny jednotnými formáty pro datové komunikace a diagnostické systémy musí umět tyto formáty použít.

Jestliže diagnostika není schopna dodat své výstupy do dalších struktur řízení podniku, pak je velmi těžké navázat vazbu na organizaci údržby. Pro práci diagnostického oddělení je také nutné, aby existoval pouze jeden programový systém pro zpracování a archivaci dat nezávisle na používaných metodách a měřících přístrojích. Tato podmínka bývá někdy těžko splnitelná, ale již existují výrobci, kteří dodávají obecný informační diagnostický systém, který může zahrnovat všechna data, která jsou naměřena.

Nový pohled na účel diagnostických metod

Prozatím jsme stále hovořili o diagnostice, jako o metodě řízení údržby, jejímž cílem je zabránit nečekaným poruchám a odstávkám strojů. V souvislosti s masivní aplikací norem ISO 9000 a tlakem na kvalitu výroby, dostává technická diagnostika nový rozměr. Již to není pouze metoda, která identifikuje poruchu nebezpečného provozu stroje. Jejím úkolem se stává identifikovat stav stroje, ve kterém není schopen produkovat výrobky požadované kvality. Nejlepším příkladem jsou obráběcí stroje. Nejde zde o to zachytit nečekanou poruchu, ty nebývají v této kategorii strojů časté. Jde o měření provozního stavu s cílem zachytit jeho změnu, která by mohla být příčinou nekvalitního obrábění. Pro tyto aplikace

jsou metody vibrační analýzy velmi účinné a umožňují identifikovat všechny základní problémové stavy obráběcího stroje.

Jednotlivé fáze při zavádění technické diagnostiky

Na začátku celého procesu je rozhodnutí, že chcete řídit údržbu pomocí diagnostických metod, tedy dle skutečného stavu. První fází je pak rozhodnutí o způsobu organizace systému. To znamená, zda budovat vlastní diagnostiku, požívat externích služeb či zvolit kompromis mezi těmito druhy. Jestliže jste toto rozhodnutí provedli, provedete poptávkové řízení a je nutné vyhodnotit došlé nabídky. Každou nabídku lze rozdělit na tři samostatné části. Je to nabídka měřícího vybavení, programů pro vyhodnocení a nabídka dalších služeb, které dodavatel poskytuje.

Protože jste se rozhodli pro nákup vybavení, znamená to, že budete provádět měření a vyhodnocení vlastními silami. Pak nelze podceňovat nabídku služeb, která bude hrát hlavní roli. Pouze v případech, kdy jste odborníky v oblasti, není nutné na tuto stránku nabídky klást takový důraz. Jestliže s technickou diagnostikou začínáte, neobejdete se bez externí pomoci při jejím zavádění. Budete potřebovat vyškolení své pracovníky, prohlédněte si proto pozorně nabídku školení. Jestliže je například nabídnuto pouze krátké školení po nákupu, pak je to školení obsluhy přístroje a nikoliv školení o metodách, teorii systému.

Jak vyhodnotit hodnotu programového vybavení, o tom již bylo pojednáno. Jde zejména o jeden programový systém pro všechny přístroje, síťový provoz, komunikace s informačním systémem podniku, jazyková lokalizace atd. Otázka samotných měřících přístrojů již nemá tak velkou důležitost, protože přístroje od všech dodavatelů disponují stejnými nebo velmi podobnými postupy. Nové metody, které by zcela změnily pohled na technickou diagnostiku se dlouho neobjevily a tak jestliže některý výrobce uvede na trh s velkou reklamní kampaní novou metodu, je to obvykle pouze nové jméno a obal. Klasickým příkladem jsou metody pro diagnostiku valivých ložisek. Takřka každý výrobce má registrovanou obchodní značku na svou jedinečnou metodu. Pravdou je, že všechny vycházejí z naprosto stejného principu měření emise vysokofrekvenční energie. Že je zvolen jiný název a konečné matematické zpracování, je faktem pouze obchodním, nikoliv metodickým. Světový trend dnes jako nejdůležitější jednoznačně definuje služby v oblasti školení pracovníků a při zavádění systémů. Na západ od našich hranic, je obvyklé, že existují firmy, které

diagnostiku vůbec neprovádějí a pouze se soustřeďují na oblast vzdělávání.

Po výběru zařízení a jeho dodávce fakticky začíná vaše skutečná spolupráce s dodavatelem. Jestliže jste si nevybrali zodpovědně, může se také stát, že celý případ zaplacením zboží skončí a budete ponecháni napospas svému osudu. Pro začátek vždy platí základní pravidlo: Postupujte od jednoduchých metod ke složitějším. Celý systém nelze sestavit a naplno rozjet během několika týdnů, počítejte s několika měsíci, přičemž běžným časem je jeden rok. Veškeré megalomanské tendence jsou na začátku nebezpečné, protože chcete rychle výsledky na úrovni, která převyšuje možnosti personálu.

Dalším důležitým faktorem je pečlivá příprava všeho, co je pro přesné měření potřebné. Ve vibrační diagnostice je to příprava měřících míst. Nelze měřit na nepřipraveném povrchu stroje. Hodnoty získané z jednotlivých měření pak vykazují velký rozptyl a je těžké zachytit počátek poruchových stavů. Již v době jednoduchých měření nepodceňujte úlohu informací, které jsou určeny přímo údržbě. Po krátké době bude totiž významný počet strojů označen jako poruchový a budete vyžadovat jejich seřízení nebo opravu. Reakce údržby je obvykle jednoznačná, a to negativní. Sdělení typu jak dlouho stroj pracuje takto a podobné jsou běžná. Je to především neochota údržby akceptovat výsledky nových metod měření a tento stav musí být vždy organizačně řešen vedením údržby nebo podniku podle toho, kam je diagnostika zařazena.

Již od počátku nepodceňujte tok informací dovnitř jiných podnikových struktur. V případě zapouzdření se diagnostiky do vlastní ulity se může stát, že v rámci zvyšování produktivity (tedy snižování nákladů) bude označena jako nepřínosná a zrušena.

Konečným cílem je vznik veškerých informačních a rozhodovacích vazeb mezi diagnostikou a podnikem. Budování těchto vazeb je v současné době mnohem důležitější než snaha o rychlou aplikaci složitých diagnostických metod. Lépe je říci, že toto ještě diagnostikovat neumíme (se sdělením času, kdy to umět budeme), než sice vyhodnocovat data velmi speciálními metodami, ale bez toho, že se někdo dozví výsledky.

Lidský faktor - základní kámen funkčnosti diagnostiky

V závěru se chci zmínit o tom nejdůležitějším, co bude ovlivňovat úspěšnost vaší diagnostiky, a to o lidském faktoru. Jestliže mají být diagnostické postupy úspěšné, pak je zapotřebí, aby pracovníci přistupovali k této práci s osobním zájmem a inicia-

tivou. Provádění diagnostiky nelze pouze přikázat, pokud má určený pracovník pouze pocit, že za stejnou mzdu musí vykonávat více práce, pak to nebude fungovat. Bohužel, často se stává, že vedení podniku rozhodne o zavedení diagnostiky a podcení organizační stránku. Pak se hledá, kdo by vlastně diagnostikoval. Častá volba padá na pracovníky z oboru elektro, kteří vykonávají inspekční činnost. Toto řešení však rychle sklouzává do podoby, kdy pracovník pouze diagnostiku předstírá a jeho hlavním krédem je ztratit s ní minimum času. Přísloví o celé koze a sytém vlkovi přesně vystihuje situaci.

Je nutné, aby pracovníci řízení podniku po rozhodnutí o zavedení diagnostiky dotáhli celou věc do konce i po organizační stránce. Je potřeba vybrat opravdu vhodné pracovníky, u nichž je předpoklad, že je tato činnost i osobně zaujme. Diagnostika sama jako obor zajímavá je a v žádném případě to není nezáživné odvětví plné rutinních postupů. Obecně lepších výsledků se dosahuje, jestliže diagnostiku provádějí pracovníci se strojním vzděláním než elektrotechnickým.

Jestliže podnik investuje nemalé finanční prostředky do nákupu diagnostického systému, byla by opravdu škoda investici promrhat z důvodu lidského faktoru. Navíc vedení je mnohdy slepé a neumí situaci správně vyhodnotit, klidně vyhodnotí jako zdroj špatných výsledků měřící techniku nebo dokonce zavrhne metody diagnostiky samotné.

Závěr

V článku jsme se snažili podat jistý obecný pohled na problematiku řízení údržby a metody technické diagnostiky. Nijak jsme nepopisovali konkrétní výrobce či dealery, nikterak jsme nedoporučovali, jaké metody vybrat. Veškerá tato rozhodnutí zůstávají na rozhodnutí čtenářů. Pokud náš článek v tomto rozhodování pomohl, pak přesně to bylo jeho cílem.

RNDr. Radomír Sglunda
Adash s.r.o., Ostrava
1999