

Od nápadu k realizácii – ako dosiahnuť kvalitnú a spoľahlivú diagnostiku

Začiatkom deväťdesiatich rokov, keď som sa začal venovať technickej diagnostike najmä vibrodiagnostike formou služby pre priemysel, pri mojich obchodných rokovaníach vo fabrikách s technickým personálom, som takmer vždy musel vysvetľovať pojem vibrodiagnostiky, načo sa používa, aký je princíp a aké možnosti prinášajú jej aplikácie. Samozrejme vo veľkých národných podnikoch v chemickom priemysle, v petrochémii a hlavne v energetickom priemysle bola diagnostika známa a využívaná, ale pre menšie firmy v potravinárskom a v strojárskom priemysle a v iných prevádzkach to bolo novinkou.

Našťastie dnes už je iná situácia. Čoraz viac firiem sa stretáva s diagnostikou, využíva ju čiastočne alebo v plnej miere a uvedomujú si, že je to nástroj na zefektívnenie prevádzkovania a údržby strojov, cesta k zvýšeniu spoľahlivosti výrobných a obslužných zariadení. Niektorí zaviedli diagnostiku preto, lebo v minulosti mali veľké škody z náhlejšej veľkej poruchy jednej alebo viacerých dôležitých zariadení a chceli to v budúcnosti predísť. Druhí rozmýšľali dopredu a chceli modernizovať systém údržby, využiť možnosti ktoré im pomáha pri rozhodovaní a plánovaní údržbárskych zásahoch podľa skutočného a konkrétne dokumentovateľného stavu zariadení. Zase iní zaviedli systém údržby založený na diagnostike strojov na tlak zahraničného majiteľa. Nezávisle na motivácii, podľa mojich skúsenostiach v niektorých prípadoch sa podarilo rozbehnúť celkom dobre diagnostiku zariadení v danej prevádzke, ale pomerne často sa stáva, že napriek počiatočnému elánu, začatý diagnostický projekt sa časom stroskotá. Neúspech vysvetľujú nedostatkom finančných prostriedkov, nerentabilitou, sklamaním, pretože vibrodiagnostika neprinesla očakávané výsledky a sľúbenú istotu, alebo jednoducho ľudia, kto-

rým sa na tom záležalo odišli od firmy alebo prešli do inej funkcie.

V praxi často sa považuje proces zavedenia diagnostiky za jednoduché. Zabezpečí sa merací prístroj, vyškolí sa jeden v lepšom prípade dvaja zamestnanci na obsluhu prístroja, ktorý rozbehnú meranie na najdôležitejších rotačných strojoch. Bohužiaľ v nejednom prípade som sa stretol s tým, že rok po nákupe tieto prístroje skončia nevyužité, zaprášené v zásuvke písacieho stola. Dôvodom sú nespoľahlivé výsledky. Po oprave sa nepotvrдили výsledky merania, došlo k poruche pričom prístroj nesignalizoval zvýšenie hodnôt, alebo jednoducho personál nedokáže správne vysvetľovať a analyzovať namerané hodnoty. Niekedy je chyba v princípe alebo v podmienkach merania. Aj u najjednoduchších meracích prístrojoch treba dodržiavať určité zásady pri meraní a treba mať aspoň minimálne poznatky o princípe merania o postupe vyhodnotenia a o limitných hodnôtach pre daný stroj. Každá firma predávajúca vibrodiagnostické prístroje poskytuje školenie na obsluhu prístroja, avšak väčšinou sa podávajú iba informácie o jednotlivých funkciách prístroja a o spôsobe nastavenia týchto funkcií. Na týchto školeniach sa vôbec, alebo len málo hovorí o samotnej vibrodiagnostike. Pri takýchto podmienkach nemôžeme očakávať od budúceho neskúseného používateľa tohto prístroja, ktorý do teraz o diagnostike nevedel takmer nič, aby po niekoľko hodinovom školení o prístroji, podával dobré výkony v určení stavu stroja.

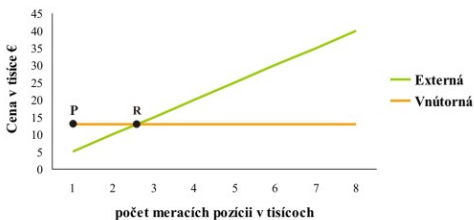
Podľa môjho názoru a skúsenostiach úspešné zavedenie diagnostiky do prevádzok, kde túto metódu doteraz nevyužívali, je možné iba po kvalitnej prí-

prave a to z technickej, vedomostnej a z organizačnej stránky. Už hneď pri prvom rozhodovaní, pri výbere spôsobu zabezpečenia diagnostiky, treba brať do úvahy viac faktorov. Treba určiť ciele, preskúmať možnosti, podmienky a vybrať najvhodnejšiu cestu k jej dosiahnutiu. Sú dva možné spôsoby zabezpečenia vibrodiagnostiky:

- investovať do diagnostických prostriedkov, vyškoliť personál a diagnostiku zabezpečiť s vlastnými silami
- objednaním služieb externej firmy, ktorá je špecializovaná na výkon diagnostiky

Je zrejme, že externá diagnostická služba je rentabilnejšia do určitého množstva strojov určených na diagnostiku, pretože náklady s počtom strojov, respektíve s počtom meracích pozícií rastú lineárne, pričom náklady na vnútornú diagnostiku nezávisia od počtu meracích pozícií. Existuje hranica do ktorého ročné náklady vynaložené na diagnostiku externou firmou sú nižšie ako u vlastnej diagnostiky. Do tejto hranici by sa mali využiť skôr služby vonkajších dodávateľov. Túto hranicu je možné určiť analýzou nákladov na vybudovanie vnútornej diagnostiky. Pri analýze treba brať do úvahy:

- investičné náklady na zabezpečenie diagnostických prostriedkov
- náklady na školenie a odborné zdokonalenie
- ročné mzdové náklady
- režijné náklady súvisiace s diagnostikou



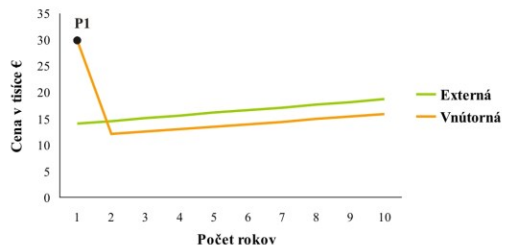
Graf č.1 – Porovnanie nákladov na externú a vnútornú diagnostiku

Bod P v grafe znázorňuje náklady na vnútornú diagnostiku. Skladá sa zo mzdových nákladov zahrňujúcu hrubé mzdy a všetky odvody do sociálnej a zdravotnej poisťovni spolu s daňami a poplatkami, z nákladov na vyškolenie diagnostikov a z investičných nákladov na zabezpečenie prístroja, pričom investičné náklady v grafe som rozdelil na 10 rokov. Týmto nákladom u vnútornej diagnostike sa nedá vyhnúť. Bod R znázorňuje

počet meracích pozícií, dokedy je rentabilnejšie využiť služby externých diagnostických firiem. Je to dané tým, že nie sú žiadne počiatočné náklady, ale cena diagnostiky s počtom meracích pozícií rastie. V závislosti od pomeru ceny za meracie miesto, externá diagnostika je lacnejšia cca. do 2 500 – 3 500 meracích pozícií ročne.

Na grafe č.2 vidíme porovnanie a vývin nákladov počas desiatich rokov. Desiatročný interval som zvolil z toho dôvodu, lebo s veľkou pravdepodobnosťou počas desiatich rokov prístroj technicky a morálne sa tak amortizuje, že bude treba znovu investovať do prístroja. Nezabúdajme, že sa jedná o digitálne prístroje spolupracujúce s výpočtovou technikou, ktorých vývoj rastie v obrovskom tempe, a časom môže byť problémom už aj samotná komunikácia staršieho prístroja s novšími počítačmi.

Bod P1 v grafe znázorňuje počiatočné náklady na vnútornú diagnostiku vynaložené ihneď v prvom roku. Skladá sa z investičných nákladov na zabezpečenie prístroja, zo mzdových nákladov a z nákladov na vyškolenie diagnostikov. V grafe pre porovnanie som použil ročné náklady na externú diagnostiku 13 000 € so 4 % infláciou. Pre uvedenú cenu vychádzajú v desiatročnom intervale rovnaké náklady na externú a vnútornú diagnostiku. Inými slovami, externá diagnostika je rentabilnejšia do cca. 13 000 € ročných nákladov. Ak sú náklady na externú diagnostiku vyššie, je výhodnejšie vybudovať vnútornú diagnostiku.



Graf č.2 - Porovnanie nákladov v časovej horizonte 10 rokov

Nezávisle na spôsobe zabezpečenia vibrodiagnostiky, považujem za veľmi užitočné už pri samom začiatku rozhodovania o zavedení, využiť pomoc skúsených odborníkov v tejto téme. Každopádne treba celý proces dobre pripraviť. Začína sa to s analýzou všetkých dostupných parametrov potrebných k rozhodovaniu pre výber exter-

nej alebo vnútornej diagnostiky. K tomu je potrebné mať k dispozícii ročné náklady za externú diagnostiku, cenu meracieho prístroja pre vnútornú diagnostiku, cenu odborného školenia diagnostického personálu a predpokladané hrubé mzdové náklady personálu. Ak sa javí rentabilnejšou externá diagnostika, treba využiť služby vonkajších dodávateľov. Ak sa rozhodne pri vnútornej diagnostike nasleduje výber vhodného prístroja, kde tiež nie je na škodu odborná pomoc. Existuje široká škála meracích prístrojov s rôznymi parametrami v rôznej cenovej kategórii a orientácia v týchto parametroch vyžaduje určité odborné znalosti. Aby sa predišla nákup príliš jednoduchého a lacného prístroja alebo naopak, zbytočne drahého prístroja,



pre danú prevádzku s nepotrebnými parametrami, je výhodné poradiť sa so skúsenými diagnostikmi. Ďalším krokom je oboznámenie dotýčajúcich pracovníkov, počnúc od údržbárov po technických pracovníkov prichádzajúcich sa do styku s prevádzkou a opravou daných strojov, s celou problematikou diagnostiky formou krátkeho školenia. Cieľom tohto školenia je, aby bolo každému jasné na akom princípe pracuje vibrodiagnostika, čo môžeme od nej očakávať a kde sú hranice. Nejde o školenie diagnostického personálu totiž oni potrebujú oveľa podrobnejšie odborné školenie, vo väčšom rozsahu. Podľa mojich skúsenostiach takéto všeobecné školenie technikov v značnej miere ovplyvní úspešné zavedenie diagnostiky a odporúča sa aj vtedy, keď diagnostiku vykonáva externý dodávateľ. Po krátkom školení technických pracovníkov nasleduje špeciálne odborné školenie diagnostikov.

Po odbornom školení diagnostického personálu nasleduje výber a nastavenie meracích parametrov na jednotlivých strojoch, určenie limitných hodnôt, parametrizácia frekvenčného spektra atď. Po

vytvorení databázy merania a nastavení parametrov je výhodné fyzicky označiť na zariadeniach meracie pozície podľa odporúčania technickej normy ISO 10 816. Pre magnetické upevnenie môžu sa nalepiť oceľové podložky na meracie pozície priemeru snímača, hrúbky aspoň 5 mm. Je to dôležité pre opakované meranie pochôdzkovou metódou aby bolo zaručené uloženie snímača vždy na rovnaké miesto. Je to podmienkou na korektné sledovanie trendu hodnôt na meracích pozíciách. Nakoniec nasleduje samotné meranie, opakovaný zber dát podľa meracej databázy, vyhodnotenie a postavenie trendov.

Na dosiahnutie dobrých výsledkov a zvýšenie spoľahlivosti diagnózy je potrebný ešte jeden faktor, spätná väzba medzi údržbou a diagnostikou. To znamená, údržba by mala v plnej miere využiť výsledky merania pri rozhodovaní o oprave a aplikovať všetky poznatky získané z diagnostiky. Zároveň by mala pred ďalšími meraniami informovať personál vykonávajúce diagnostiku o všetkých vykonaných opravách a zásahoch na stroji, aby diagnostik pri postavení diagnózy mohol tieto zásahy brať do úvahy. Na druhej strane diagnostik ako pozorovateľ, aspoň na začiatku by sa mal zúčastniť opráv, ktoré odporúča, aby sa na vlastné oči presvedčil o správnosti svojej diagnózy a prehlbil si svoje znalosti. Títo na určenie správnej diagnózy je veľmi užitočná dokonalá znalosť konštrukcie stroja, ktorú najlepšie získa, ak sa osobne zúčastní na rozoberaní stroja. Diagnózu získanú z nerozobraného stroja cez snímače preverí pri rozoberaní. Je to najlepší zdroj ako zdokonaľiť poznatky, získať prax a zvýšiť si odbornú seba-dôveru.

Podľa môjho názoru, ak je vibrodiagnostika v danej prevádzke zavedená podľa hore uvedeného popisu, tak je predpoklad, že sa skutočne dosiahnu vopred určené očakávania. Uvedené môžeme zhrnúť do nasledovného odporúčaného scenára na vybudovanie vibrodiagnostiky rotačných strojov:

1. Poverenie odborníka na vypracovanie projektu, postupu zavedenia vibrodiagnostiky v prevádzkach.
2. Prieskum strojového parku, váženie strojov podľa dôležitosti v prevádzke, podľa veľkosti škody pôsobiaci výpad výroby vplyvom poruchy a podľa nákladov na opravu.
3. Výber strojov na ktorých sa bude aplikovať vibrodiagnostika.
4. Charakterizovanie pravdepodobných a očaká-

- vaných porúch diagnostikovaných strojov.
5. Určenie veľkosti diagnostickej práce, celkového počtu meracích pozícií.
 6. Určenie parametrov merania – meracie veličiny, mohutnosť kmitania, druhy analýz napr. obálková analýza, spektrálna analýza, frekvenčné rozsahy, hustoty merania a pod.
 7. Určenie nákladov na zabezpečenie diagnostiky:
 7. A Náklady na diagnostiku pomocou externej firmy.
 7. B Náklady na diagnostiku vybudovaním vnútorného diagnostického tímu.
 8. Výber formy diagnostiky.
 8. A Ak sa javí rentabilnejšou zabezpečenie vibrodiagnostiky externou firmou, zvolí sa variant A.
 8. B Ak na základe počtu meracích pozícií je rentabilnejšia vnútorná diagnostika, zvolí sa variant B.

Variant A:

- A1. Uzatváranie zmluvy externou firmou na výkon diagnostických prác podľa vopred určených parametrov a harmonogramu merania.
- A2. Školenie technických pracovníkov o prediktívnej údržbe, o všeobecných zásadách vibrodiagnostiky a o spôsobe jeho úspešného využitia.
- A3. Pravidelný zber údajov externou firmou a ich vyhodnotenie, určenie trendov, sledovanie stavu zariadení, signalizácia skrytých nezávažných porúch a vypracovanie návrhov opatrení aby z nich nevyvinula závažná nečakaná porucha.
- A4. Zabezpečenie spätnej väzby medzi údržbou a diagnostikou.

Variant B:

- B1. Výber a nákup vhodného meracieho prístroja.

- B2. Rozsiahle odborné školenie diagnostického personálu.
- B3. Krátke školenie technických pracovníkov o prediktívnej údržbe, o všeobecných zásadách vibrodiagnostiky a o spôsobe jeho úspešného využitia.
- B4. Vytvorenie databázy merania a nastavenie meracích parametrov.
- B5. Určenie limitných hodnôt signalizujúce výstrahy a nebezpečného stavu podľa technických noriem alebo podľa odporúčania výrobcu zariadenia, ak sú k dispozícii.
- B6. Pravidelný zber údajov a ich vyhodnotenie, určenie trendov, sledovanie stavu zariadení, signalizácia skrytých nezávažných porúch a vypracovanie návrhov opatrení aby z nich nevyvinula závažná nečakaná porucha.
- B7. Zabezpečenie spätnej väzby medzi údržbou a diagnostikou.
- B8. Podľa potreby, na základe dlhodobých výsledkov merania, korekcia limitných hodnôt na jednotlivých strojoch.

Záver

Na záver pár slov o trvaní vybudovania vibrodiagnostiky. Podľa skúsenostiach prípravná fáza 1 až 8 trvá dva tri mesiace.

Ak sa zvolí variant A, prvé merania sa môžu realizovať do jedného mesiaca. To znamená zavedenie diagnostiky s variantom A spolu s prípravnou prácou trvá cca. štyri mesiace.

Variant B je trochu zdĺhavejší, lebo treba zabezpečiť prístroj, vyškoliť personál, vybudovať databázu merania, prekonať začiatkové chyby a neistoty atď. Podľa mojich skúsenostiach vybudovanie kvalitnej a spoľahlivej vnútornej vibrodiagnostiky trvá minimálne 2 roky od rozhodnutia vybrať sa touto cestou.

Ing. František Molnár

english abstract

High quality and reliable diagnostics is characterised by a reduction the cost of the repair, reduction the number of unexpected failure of the equipment, increasing the reliability of the operation and the easier planning of the repairs. The introduction of vibration diagnostics does not begin with the purchase of the measuring instrument and does not finish with the regular collection of data. In order to be successful the diagnostics, the entire process must be well prepared, from a technical point of view, to both knowledge and organization.