

# Integrace informací založených na inspekci a spolehlivosti

Steve Reilly, Design Maintenance Systems Inc

Zdroj: Internet

## Resumé

Existuje mnoho zdrojů informací o stavu zařízení a dostupnosti výroby, které jsou dostupné pro personál údržby a provozu organizace. Dvě z nejčastěji používaných zdrojů informací jsou inspekce strojního zařízení a sledování stavu.

Ve většině případů byly pravidelné inspekce strojů řízeny pomocí podnikového systému řízení údržby (CMMS) a v mnoha případech je provádí provozní zaměstnanci. Zpětná vazba těchto inspekcí se používá pro plánování oprav, změny, mazání, čištění a další práce. Naneštěstí, personál podniku (nebo externí dodavatelé), který provádí monitoring stavu procesů v rámci podniku, má často malý nebo žádný přístup k těmto informacím. Proto skupiny spolehlivosti používající technologie sledování stavu, (jako je vibrační analýza, analýza olejů, termografie atd.) byly izolovány od často klíčových pozorovacích údajů získaných na základě pravidelných inspekcí.

Naopak personál zapojený do údržbářských inspekcí a oprav, má často nízkou úroveň informovanosti o rozsahu dostupných informací z procesů monitorování stavu.

Tento dokument bude hovořit o využití některých nových technologií na zachytávání a uchování dat a metod, které lze použít na integraci výsledků kontroly a dat z monitorování stavu. Bude uvedeno několik příkladů z organizací, které v současné době používají tyto technologie, v souvislosti s výzvou, které čelí a úspěchy, kterých dosáhly.

## Úvod

V tomto příspěvku budeme popisovat metody a techniky, které jsou zahrnuty pod pojmem „inspekce zařízení“. Podíváme se na základní inspekční proces a budeme diskutovat o některých nevýhodách, které omezují užitečnost manuální kontrolní proces.

Pak se podíváme na některé nástroje, které lze použít k automatizaci inspekcí a jak lze tyto nástroje použít ke zlepšení některých problémů manuální inspekce.

Dále se podíváme na údaje shromážděné automatizovaným inspekčním systémem do obecného databázového systému, který může spravovat všechny typy dat monitorování stavu strojů.

Nakonec se dostaneme ke zpětné vazbě od uživatelů, kteří skutečně použili tyto techniky a zeptáme se jich, proč si myslí, že je tento proces důležitý, jak se jim daří a kam chtějí dostat tento proces v budoucnosti

# Inspekční proces

## Inspekce - cenný nástroj

Inspekční pochůzky byly vždy součástí procesu údržby. Až do průmyslové revoluce jsme měli provoz a / nebo zaměstnance údržby, kteří chodili do výrobních provozů, garáží nebo do strojoven a kontrolovali řemeny, kování, těsnění, hladiny kapalin, atd. neformálním způsobem.

Strukturovanější přístup k pravidelným, definovaným a dokumentovaným inspekčním pochůzkám byl jedním ze základních způsobů, který se stal známý jako "plánovaná údržba". Plánovaná údržba byla vyvinuta v průběhu let během druhé světové války, byla použita jako prostředek k zajištění vysoké úrovně dostupnosti strojů, metody plánované údržby. Během příštího čtvrtstoletí byla plánovaná údržba a její četné odnože uplatněny ve všech typech průmyslu v Evropě a Severní Americe.

Ve stejné době japonský průmysl, potkávající se se značnými problémy, vyvinul variantu plánované údržby nyní známé jako Totálně produktivní údržbu (Total Productive Maintenance – TPM). Stejně jako u plánované údržby jsou základním principem celého procesu TPM časté kontroly.

„Velmi důležitým aspektem TPM je vytvoření autonomní údržby. Účelem autonomní údržby je naučit operátory, jak udržovat jejich zařízení provázením:

- Denních kontrol
- Mazáním
- Výměnou dílů
- Oprav
- Kontrolou přesnosti
- Včasné odhalení abnormálních stavů

Jako většina skromných výrobních technik a nástrojů, je autonomní údržba založena na vzdělávání a odborné přípravě. Jedná se o zvyšování povědomí provozovatelů (operátorů) znalostmi a pochopení principů fungování jejich strojů.“

**Kunio Shirose, TPM Consultant**

Inspekční procesy proto můžou být řízené provozem nebo řízené údržbou, ale často jsou kombinací obou. Vedení inspekčního programu by mělo být pod kontrolou jak provozu, výroby, tak i údržby.

## Zavedení inspekčních postupů

Inspekční program může být zaveden jako samostatný program a to sám o sobě, nebo jako součást několika širších programů. Vzhledem k rozdílným metodám zavádění, inspekční pochůzky sledují obdobné vzory i přes různé typy odvětví.

Pokud jsou konečně formálně naplánovány inspekční pochůzky, je plánování ovládáno systémem plánované údržby. V mnoha případech, když jsou kontroly prováděny denně nebo každou směnu, nejsou naplánovány jako pracovní příkazy. Jsou chápány jako součást každodenní rutiny. Někdy jsou výsledky inspekce zapsány zpět do systému údržby (CMMS), ale je to neobvyklé - ve většině případů nejsou.

Tradiční nástroje sběru inspekčních dat jsou zápisníky a kontrolní listy. Řada kontrolních listů je vytvořena tak, aby je inspektor následoval. Mohou sahat od velmi neformálních („když vidíte problém, poznamenejte to do tohoto formuláře“) až po velmi specifické („Kontrolní list PMP-1A je speciálně přizpůsobený pro motorem poháněná čerpadla v dokončovací místnosti. Prosím vyplňte všechny oddíly. V zaškrťovacích políčkách použijte X, ne tečku.“) Typicky, jediný dostupný kontrolní mechanismus ke zjištění, zda se práce provádí, je čtení/prohlížení kontrolních listů.

V některých programech jsou výsledky „naťukány“ do programů jako je Excel/Access atd. To vyžaduje buď: 1) podporu administrativního personálu, 2) použití personálu údržby/provozu k zadání údajů. Tyto snahy jsou často důvodem k přerušení nebo dokonce zastavení, když není k dispozici administrativní podpora nebo pokud se nahromadí položky inspekčních listů.

### Výzvy pro inspekční postupy

Existuje celá řada problémů manuálního inspekčního procesu. Inspekční program pomocí kontrolních listů je obtížně sledovatelný – mnoho inspekčních pochůzek není nikdy provedeno a je obtížné určit, zda byly nebo nebyly provedeny.

Údaje shromážděné na kontrolních listech inspekce jsou velmi náchylné k chybám - údaje jsou nečitelné, různí inspektoři používají vlastní výrazy problémových stavů, odečtené hodnoty jsou přepsány nesprávně. Pro osobu přehlízející výsledky kontroly je to obtížné a ještě obtížnější je to pokud tyto výsledky musí být vloženy do databáze nebo tabulky. (Obr. 1)

	0000 - 0800	0800 - 1600	1600 - 2400
MACHINE 1			
FW TEMP IN	143	143	143
FW TEMP OUT	148	148	148
OIL PRESS IN	61	61	61
OIL PRESS OUT	60	60	60
OIL TEMP IN	180	180	199
OIL TEMP OUT	185	185	217
RPM	400	400	400
AMPS	24	24	30
INITIALS	RBC	RBC	RBC
COMMENTS	I SAW NOTHING TO ALARM ME.		

Obrázek 1 - Tradiční kontrolní list – vypadá důvěryhodně?

Dalším zdrojem chyb je jednoduše to, že je často zmatek v tom, na kterém soustrojí je

prováděna inspekce - zejména v zpracovatelském průmyslu, kde je v provozu spousta totožných zařízení.

Inspekční kontrolní list nabízí malou dodatečnou podporu inspektora, pokud zjistí, kde může být problém - nemá žádnou možnost přezkoumávat předchozí inspekce nebo dotazovat list pro další pomoc.

A nakonec, kontrolní listy inspekce je třeba přehodnotit s někým, kdo dokáže provést další krok - buď objednání práce, kterou je třeba udělat nebo více testů.

## **Automatizované inspekční metody**

I proti značným výzvám, které představují ruční kontrolní metody, jsou výsledky velmi přínosné. Podniky, které provedly tyto programy sdělují podstatnou návratnost investic a zvýšení dostupnosti vybavení. Přínosy řádně spravovaného inspekčního programu vedly k zavádění nových technologií pro snížení nebo odstranění některých potíží inspekci pomocí papíru.

## **Co je to automatická inspekce?**

Automatizovaná inspekce zahrnuje používání přenosných přístrojů elektronicky pro elektronické zachycení výsledků inspekce u samotného kontrolovaného stroje.

Inspekční pochůzky se netisknou jako kontrolní listy nebo pracovní příkazy, ale jsou staženy do přenosného počítače, stejně jako jsou pochůzky staženy do kolektoru vibračních dat. Místo nošení klipové desky od stroje ke stroji, nese operátor kapesní počítač, zadává pozorování a odečítá data do počítače.

Obsluha může buď sledovat pořadí strojů stanoveném v kapesním počítači (projít okruh), nebo se může rozhodnout pro vlastní cestu a použít čárový kód, dotykové tlačítka nebo RFID (Radio Frequency Identification) skener k určení stroje, na kterém je prováděna inspekce.

Když si chce operátor zapsat poznámku, je schopen používat pero a/nebo klávesnici pro vložení poznámky přímo do kapesního počítače.

Jakmile je okruh dokončen, jsou data nahrána do pracovní stanice (stejně jako nahrávání vibrační pochůzky). Obsluha je schopna vytvořit zprávy, generovat alarmy apod. Existuje alespoň jeden systém, který umožňuje automatické generování opravných zakázek na základě údajů shromážděných při kontrolní pochůzce.

## **Automatizační hardware**

Až donedávna byly pouze klipové desky a formuláře skutečně efektivním nástrojem, který mohl být použit pro základní inspekci stroje. Komerční počítače - notebooky jsou příliš křehké, aby se mohly nosit ven do provozu. Zařízení určená pro jiné typy sběru dat (jako např. vibrační analýzy) jsou hodně robustní, aby se mohla brát do provozu, ale také jsou příliš drahá, aby mohla být nasazena široce pro operátory a nejsou dostatečně flexibilní pro sběr dat potřebných pro účinnou inspekci.

V posledních třech letech, se pro inspekční procesy začaly používat nové typy zařízení - průmyslové kapesní počítače. Tyto přístroje kombinují jednoduchost používání PDA spotřebitelské třídy jako Palm a Pocket PC s robustností průmyslovými instrumenty. Většinou

jsou vybaveny dotykovou obrazovkou a perem, stejně jako spotřebitele PDA. Některé přístroje jsou vybaveny také klávesnicí. (Obr. 2)



Obrázek 2 – Průmyslový přenosný počítač

Trh průmyslových přenosných počítačů je relativně nový a vysoce konkurenční. Jako takový, byl na hardware přenosného počítače zaměřen značný výzkum a vývoj, se šťastnou výhodou (pro uživatele této technologie), že poměr cena/výkon těchto jednotek od jejich zavedení značně klesl.

## Výhody automatizace

### **Přímý sběr dat**

Všechna data jsou zachycena přímo u zdroje, čímž se minimalizuje možnost vzniku chyb a eliminuje potřebu přepisování. Použití předem definovaných formulářů (obr. 3) a komentářů zajišťuje konzistenci dat v celém podniku, zlepšuje schopnosti využití inspekčních dat jako nástroj pro podporu rozhodování.

### **Správná identifikace strojů**

Průmyslová kapesní zařízení mohou používat integrovanou čtečku čárových kódů nebo jiný způsob identifikace (RFID, dotykové tlačítka, atd.), aby zajistila, že operátor sbírá data správným strojem.

### **Zlepšuje rozhodování na provozní úrovni**

Operátor může mít alarmy, historické trendy, poplachové pokyny a schémata strojů stažené do kapesního zařízení, nebo jsou k dispozici prostřednictvím bezdrátového spojení. To umožňuje operátorovi získat další pokyny v případě poplachu, zatímco on je u stroje.

### **Automatické stupňování zjištěných problémů**

Manuální inspekční metody vyžadují někoho (buď osoba provádějící kontrolu nebo osoba prohlížející listy inspekční kontroly), aby oznámil plánovači údržby existenci problému. Elektronicky zaznamenaná inspekce může automaticky informovat CMMS pro naplánování

následné práce pro potvrzení nebo odstranění problému.

The image shows a handheld device screen displaying a form for 'Feeder Check Route'. At the top, it shows the date '15-NOV-1999', a battery level indicator '--%', and the time '10:42:01'. Below this, the title 'Feeder Check Route' is followed by 'Auto Grease Feeder' and 'Sight Glass Level'. A section titled 'Grease Feeder' contains a list of options: '1/4 Added' (selected with a radio button), 'No Grease added' (selected with a radio button), 'Sight Glass Empty', and 'Sight Glass Full'. To the right of this list are navigation arrows. Below the list, there is a 'Skip Point' checkbox and an 'Alarm Level' dropdown menu set to 'Caution'. At the bottom, it shows the date '15-NOV-1999', the time '10:33:02', and the number '0.0'. There are also several icons at the bottom, including a downward arrow, an upward arrow, a document icon, and a 'ROUTE 66' sign.

Obrázek 3 – Formulář v kapesním počítači

### Záznamy provedených oprav

Pokud inspektor objeví nějaký problém a napraví ho (přidá mazivo, vyčistí únik apod.) má nyní v CMMS zaznamenat, že tato práce byla provedena. Kapesní zařízení mohou dovolit, aby inspektor zaznamenal jakoukoliv práci při výkonu inspekční pochůzky - dokonce i na strojích, které nejsou v inspekční pochůzce.

### „Co je změřeno, je hotové“

Zaznamenávání údajů shromážděných během inspekce zajišťuje, že pochůzky inspekce a základní péče jsou provedeny a kontroly, které nebyly vykonány, nebo byly přeskočeny budou okamžitě zjevné.

## Integrace inspekce s monitoringem stavu

Inspekční programy jsou jedním z nejmocnějších nástrojů pro posunutí podniků od havarijní údržby do režimu plánované/preventivní údržby. Programy prediktivní údržby se provádí se značným úspěchem v každém typu průmyslu po celém světě a jsou považovány za logické rozšíření inspekčně-řízeného programu preventivní údržby.

Metodika PM-inspekce a prediktivní údržby programu jsou v zásadě stejné - vytvořit seznam položek ke kontrole a pak jít k zařízení a kontrolovat je běžným postupem.

Základní účel PM-inspekce a programy prediktivní údržby jsou také v podstatě stejné - podívejte se na situace, které jsou mimo normu a pak určete nějakou akci, kterou je třeba vykonat, aby se vše dostalo zpět do souladu.

Informace shromážděné kontrolním procesem mohou být velmi užitečné pro pracovníky spolehlivosti, kteří hledají stroje, které působí neobvykle. Naopak, provoz a údržba mohou sledovat hodnocení spolehlivosti jako velmi cenné při vývoji harmonogramů údržby a výroby.

Dá rozum, že tam bude značný přínos v podání všech údajů stavu strojů (včetně výsledků inspekce), do jediného „společného prostoru“. Všechny zúčastněné strany v rámci organizace (konkrétně provoz a údržba) by mohly mít snadný přístup k těmto údajům.

I když existuje mnoho podobností v datech shromážděných kontrolními procesy a procesů monitorování stavu, existuje několik zásadních rozdílů, které je třeba řešit před započítím efektivní integrace.

### **1) širší rozsah dat**

Technologie používané při sledování stavu jsou z větší části, zaměřeny na zařízení. Nástroje, jako jsou vibrační analýza, analýza maziv, ultrazvuk, atd., se v první řadě týkají stavu sledovaných zařízení.

Inspekce se rovněž zaměřují na stav stroje, ale mohou být stejně zaměřeny na otázky životního prostředí, kvality a výkonnosti. V jediném inspekčním okruhu mohou být shromažďovány údaje o povrchových teplotách ložisek (proces monitorování stavu), množství spotřebovaných tekutin na konkrétním stroji (proces životního prostředí), množství energie spotřebované proti vyrobené (výkon) a částku a důvody sešrotovaných produktů (jakost výroby).

Každý, kdo se snaží o integraci inspekčních dat s údaji monitoringu stavu (zejména v případě, že se snaží dostat inspekční data do softwaru pro sledování stavu) je třeba si uvědomit širší rozsah inspekční prohlídky.

### **2) Číselná versus nečíselná data**

Data monitorování stavu jsou převážně přirozeně číselná (obrazy termografických dat a analytické ferografie jsou výrazné výjimky). Většina systémů monitorování stavu tuto skutečnost reflektuje - jsou navrženy tak, aby importovaly, ukládaly data a alarmy jako čísla. Z větší části manipulace s daty textového typu je dodateční nápad.

Sady inspekčních dat mohou mít číselné hodnoty (odečty měřidel, počty, atd.), ale podstatná část inspekčních dat má nečíselné hodnoty. Komentáře, jednotlivé formuláře s výběrem, vícehodnotové seznamy, atd., jsou základními prvky inspekčního kontrolního listu. Kromě toho je třeba mít schopnost specifikovat poplachové podmínky, na základě těchto seznamů - například, že se může zvýšit poplach, pokud inspektor identifikuje chybu v seznamu voleb. (Obr. 4)

### **3) Záznam o dodržování**

Další oblastí, narozdíl od sledování stavu procesu sběru dat a provozní inspekce, na kterou je kladen důraz je **záznam o jejich dodržování**.

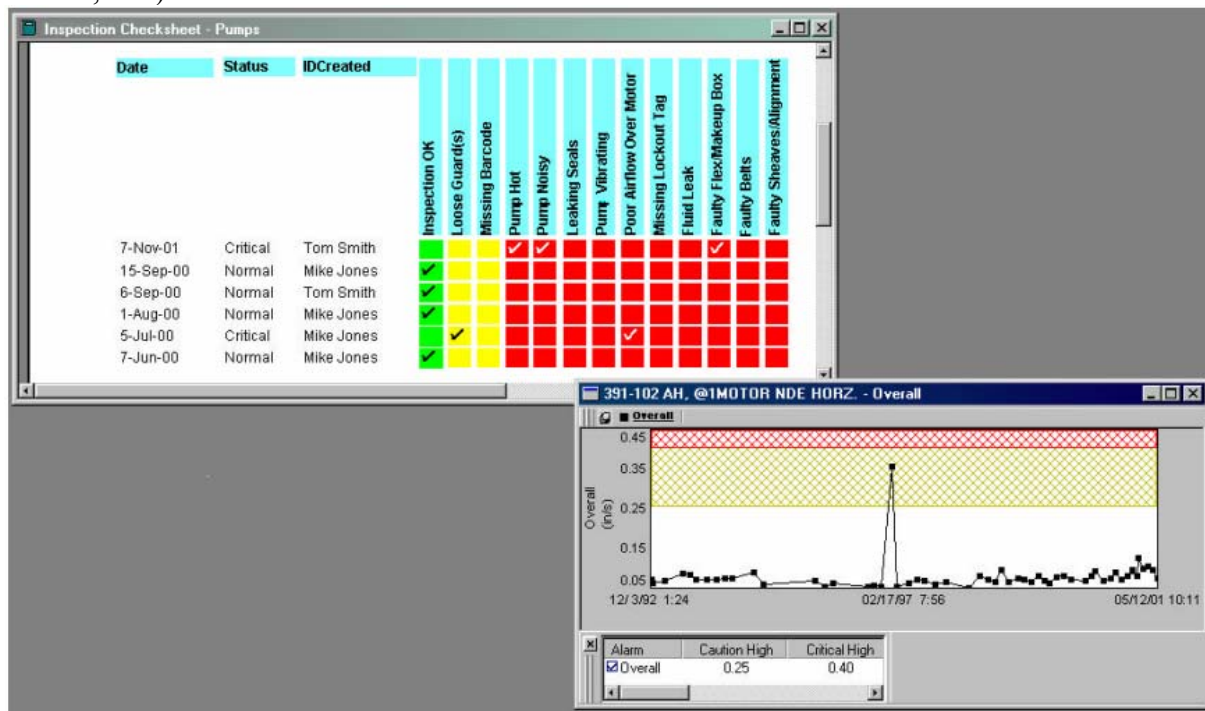
Většina programů monitorování stavu nemá velký důraz na dodržování vedení záznamů, protože to není opravdu nutné. Když se shromažďují údaje jednou za měsíc, nebo dokonce jednou za týden, postačí jednoduchá zpráva lhůty měřicích bodů, abyste věděli jestli byly

některé body vynechány. Stejná úroveň sledování obvykle stačí pro vzorky oleje, termografické snímání apod.

Ve světě provozních inspekcí jsou údaje/pozorování často zaznamenány jednou za směnu, někdy dokonce častěji. Vynechaný bod je rychle maskován inspekcí provedenou další směnou. Pokud se tyto naměřené hodnoty používají k výpočtu hodnot jako OEE nebo průměrnou produktivitu za směnu, vynechané údaje mohou zkreslit hodnoty těchto ukazovatelů. Proto inspekční systémy vyžadují schopnost sledovat a trendovat, nejen inspekci samotnou, ale i záznam o dodržování při shromažďování údajů inspekce. Vysoká úroveň dodržování je potřebná proto, aby vygenerované ukazovatele z inspekčních údajů mohly být použity s důvěrou.

#### 4) Infrastruktura společných dat

Efektivní slučování informací z inspekčních programů a programů monitorování stavu vyžaduje společné datové infrastruktury. Zjednodušeně řečeno to znamená, že každý systém, který slouží ke sběru dat na budovy, soustrojí v budově a/nebo části soustrojí musí použít stejné identifikátory. Tyto identifikátory zahrnují id umístění, id strojů, id komponenty a hodnotu čárového kódu (pokud je použita technologie čárových kódů). Pokud je použito více technologií, které slouží k získávání údajů o jednotlivých ložiscích (např. vibrace a teploty), tak je potřebná metoda pro zjištění místa ložiska (přední/zadní strana pohonu/volný konec, A-B-C-D, atd.)



Obrázek 4 - Číselná a nečíselná data

Vzhledem k tomu, že některá inspekční data nejsou zejména zaměřena na zařízení (například průzkum životního prostředí), musí společné datové infrastruktury umožnit sběr bodů, které mají být použity pro prostředky, procesy a řady dalších prvků mimo zařízení.

#### 5) Způsob dodání společného výsledku

Zřízení společné datové infrastruktury a ujištění se, že váš inspekční databázový systém zvládne i číselné a nečíselné údaje nebudou činit velký užitek, pokud není možné analyzovat nebo referovat o sledování stavu a inspekčních datech jednotným způsobem.

Všechny vaše systémy správy dat by měly mít přinejmenším možnost poskytnou svá data snadno přístupným způsobem tak, aby mohly být generovány společné zprávy. Toto může sahat od schopnosti exportovat data do něčeho jako Crystal Reports™ nebo Microsoft™ Excel™, nebo to může znamenat více pokročilé funkce jako XML, které umožňují přístupnost údajů širokému spektru nástrojů pro zaslání zpráv.

## Závěr

Inspekční pochůzky byly vždy součástí procesu údržby a částečně i díky TPM jsou nyní také považovány za provozní nástroj.

Existuje celá řada problémů programů založených na tradičních kontrolních listech inspekce. Některé z těchto problémů zahrnují náchylnost k chybám, nejasnostem ohledně identifikace strojů, nemá přístup k dříve shromážděným datům a často ignorují potřebu prohlížení a hodnocení dat.

Automatizovaná kontrola zahrnuje používání přenosných přístrojů pro elektronické zachycení výsledků inspekce u samotného stroje. Některé z výhod použití kontrolních přístrojů jsou:

- Přímý sběr dat
- Správná identifikace stroje
- Lepší úroveň rozhodování na místě
- Automatické stupňování zjištěných problémů
- Záznam provedených oprav
- Lepší schopnost zajištění provázení inspekci

Povšimneme si, že existuje značný přínos v uložení dat monitoringu stavu, spolu s výsledky inspekce do jediného „společného prostoru.“ I když existuje mnoho podobností v datech shromážděných inspekčními procesy a procesů monitorování stavu, existuje několik zásadních rozdílů, které je třeba řešit před tím, než může začít účinná integrace.

- Inspekční data mají širší záběr, než data monitorování stavu stroje
- Inspekční data mají značné množství nečíselných údajů - data monitorování stavu jsou přirozeně číselné řady
- Systém by měl nabízet i nějakou formu záznamu o dodržování harmonogramu sběru dat - to je oblast zásadního významu pro provozní-inspekce.
- Je potřeba určitá forma společné datové infrastruktury, pro ujištění, že inspekční zjištění může být uzavřeno až po zjištění(ch) monitorování stavu
- Určitá forma podávání zpráv nebo analytické nástroje, které mají přístup a mohou kombinovat datové soubory inspekce a monitorování stavu do jednotné zprávy.