

Snímače Sushi Sensor pro prediktivní údržbu

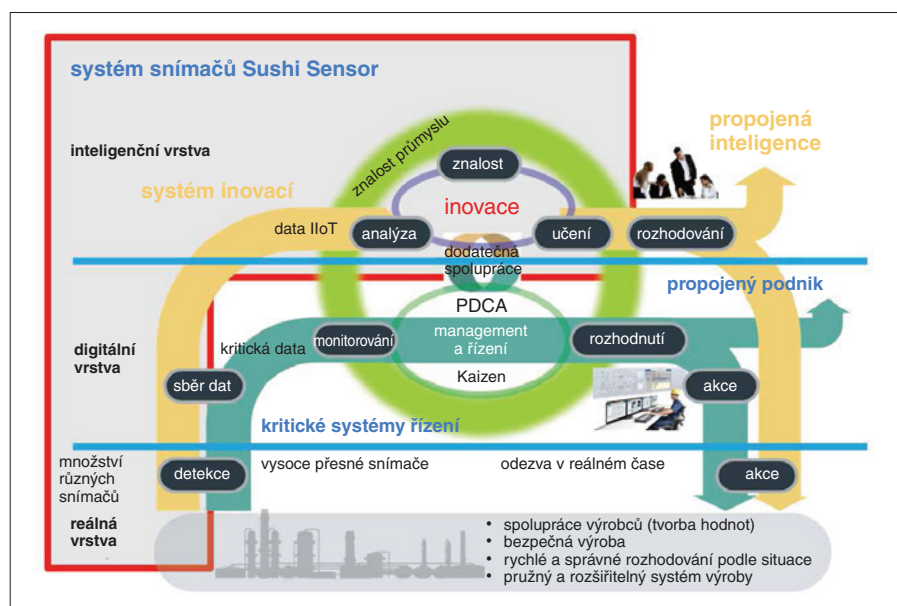
Článek představuje snímače Sushi Sensor od firmy Yokogawa s rozhraním pro bezdrátovou síť LoRaWAN. Tyto snímače se uplatní zejména v systémech prediktivní údržby a všude tam, kde je třeba monitorovat fyzikální veličiny na obtížně přístupných místech. Snímače se snadno začlení do systémů průmyslového internetu věcí – IIoT.

Proces pronikání digitalizace do každodenního života je zjevnou skutečností. Internet věcí (IoT), který automaticky propojuje a bez přímé účasti člověka umožňuje auto-

(motory, čerpadla, ventily atd.). Chytré snímače a pohony dokážou do řídicích systémů přenášet velké množství dat, která jsou pro přímé řízení podružná, avšak pro posouzení

nager) – téměř dvacet let, zkušenost ukazuje, že řízení podniku, tzv. vrstva podnikové inteligence, dokáže v současnosti využít jen asi 5 % dostupných dat z výroby. Chybí spojení dat s realitou a se zkušeností i provázanost výrobních celků. Představitelé z oboru informatiky mohou doplněním znalostí technologie, analytickými postupy, provázáním na jiné výrobní celky a s prostředky umělé inteligence vést k využití mnohdy nákladně získaných, ale zahájejících dat k inovacím ve výrobě nebo zkvalitnění péče o výrobní prostředky. Právě propojení a spolupráce dříve se mějících, a někdy dokonce nevraživých táborů OT (výroby) a IT (informací a řízení) jsou pro společný cyklus PDCA: naplánuj-proved-ověř-jednej (*plan-do-check-act*) nebo jeho japonskou obdobu Kaizen, tj. zlepšování po malých krocích – velmi důležité a pro konkurenceschopnost výrobních závodů zcela zásadní (obr. 1).

Společnost Yokogawa, založená v roce 1915, je tradičním výrobcem vysoce spolehlivých řídicích a odstávkových systémů pro kritické aplikace a přesných měřicích přístrojů všech nejčastěji měřených fyzikálních veličin – uvádí na trh řadu IIoT snímačů Sushi Sensor. Tyto snímače mají zjednodušit a zlevnit přístup k datům popisujícím stav výrobních prostředků. Zkušenosti ukazují, že přidání nového měřicího místa do dosavadního řídicího systému, kromě ceny vlastních snímačů, může vzhledem k nákla-



Obr. 1. Referenční model IIoT od firmy Yokogawa

nomní komunikaci mezi věcmi kolem něj, přináší nový životní komfort a úspory času i prostředků. V Evropě nese toto politicky atraktivní téma označení průmysl 4.0. Tento článek nehodlá rozebírat komerční aplikace pro vzdálené zabezpečení domácností, automatické větrání a klimatizaci nebo informovat o ledničkách, které samy nakupují, nebo dokonce radí, které recepty by měli uživatelé preferovat v danou chvíli podle jejich biometrických dat a v souladu s expirační dobou uskladněných potravin.

Článek představuje praktický přínos firmy Yokogawa v oblasti průmyslového internetu věcí (*Industry IoT*, IIoT). Yokogawa určila IIoT jeho místo v systémech zdokonalování údržby a správy výrobních prostředků (*Asset Performance Management*, APM), které jsou základem na cestě k plně digitální a autonomní výrobě. Automatizace výroby v tradičním pojetí zahrnuje „reálný svět“ snímačů (teploty, tlaku, průtoku, výšky hladiny, polohy, vzdálenosti atd.) vnášející výrobní data do řídicích systémů, které v součinnosti s operátory a podle jasně stanovených pravidel ovládají akční členy a pohony



Obr. 2. Třiosý snímač vibrací a teploty

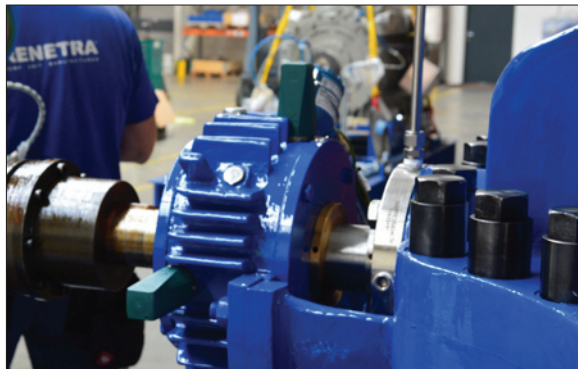
stavu a řízení údržby výrobních zdrojů rozhodující. V souvislosti s tlakem na produktivitu a se snižující se dostupností technicky zdatné obsluhy se stále více uplatňují další měřicí systémy: snímače pro měření koroze, kavitace, vibrací, hluku, povrchové teploty, teploty otopů, stavu odvěděčů kondenzátu nebo pro detekci úniku plynů, kamerové systémy nebo robotické pochůzkové systémy. Přestože tato data jsou dostupná v systémech AMS (*Asset Management System*) – u Yokogawy nazývaných PRM (*Plant Resource Ma-*

dům na kabeláž, svorkovnice, karty, úpravy softwaru, zabezpečení, registraci v databázích a dokumentaci přijít v průměru na 5 000 eur, což značně omezuje pružnost implementace diagnostiky sledovaných zařízení. Naproti tomu použití autonomních snímačů napájených z baterie, které v bezdrátové zabezpečené síti LPWAN předají data do úrovně informačních systémů pomocí lokální brány nebo prostřednictvím cloudového rozhraní od externího poskytovatele, vede až k desetinásobnému snížení ceny za zpřístupnění dat.

Třiosý snímač vibrací a teploty

Sushi Sensor XS770A (obr. 2) měří ve třech osách, xyz, rychlost vibrací (RMS) v rozsahu 0 až 20 mm/s a zrychlení (peak) 0 až 130 m/s², vypočítává výslednice a navíc měří povrchovou teplotu na styčné ploše v rozsahu -20 až +85 °C.

Limity pro teplotu okolí jsou -20 až +80 °C a snímač je možné použít i v zóně 2 prostředí s nebezpečím výbuchu. Naměřené hodnoty snímač vysílá prostřednictvím sítě LoRaWAN v intervalu od 1 min po tři dny. Při periodě měření a vysílání 1 h vydrží lithuim-thionil chloridová baterie 3,6 V /2,6 A-h čtyři roky. Snímač lze připevnit ke sledovanému točivému stroji, potrubí či zařízení šroubem M6, magnetickým držákem nebo adhezivní podložkou. Hmotnost snímače je 260 g. Snímač neprovádí harmonickou analýzu vibrací. Frekvenčním rozsahem 10 Hz až 1 kHz a přesností ±10 % z rozsahu cílí více na použití pro monitorování změn vibrací než na absolutní přesné diagnostické nebo garanční měření. Jeho přínos je v permanentním bezdrátovém monitorování pochůzkovou údržbou snadno opomenutelných, těžko dostupných a méně preferovaných či nízkou a středně kritických motorů, čerpadel či ventilátorů, jejichž porucha však může způsobit problémy ve výrobě. Kritické točivé stroje, jako jsou turbíny a napájecí čerpadla, svou „pevně zadrátovanou“ vibrační diagnostiku již mají, a to tedy není prostor, kde by se s použitím snímače XS770A počítalo. Využití ale našel např. u výrobce čerpadel, který je schopen svým zákazníkům v garanční době i po ní zajistit dálkové sledování vibrací a určit, zda jsou v normálních mezích, nebo zda se neděje něco neobvyklého (obr. 3). Změna v rychlostech vibrací vypovídá o nesouososti, změny ve zrychlení většinou značí problém s ložisky.



Obr. 3. Testování osové citlivosti XS770A: ložiskový domek s dvojitým ložiskem (DE strana čerpadla, výkon 650 kW)

K vyhodnocení vibrací lze použít:

- absolutní limity podle ISO 10816-1 (1995; *Vibrace – Hodnocení vibrací strojů na základě měření na nerotujících částech – Část 1: Všeobecné směrnice*),
- stanovení vlastní referenční úrovně dvakrát a čtyřikrát více, než jsou vibrace běžného provozu,
- porovnávání úrovní vibrací stejných nebo podobných zařízení,
- algoritmy umělé inteligence (AI) v softwaru GA10 pro rozlišení anomálie od běžného stavu.

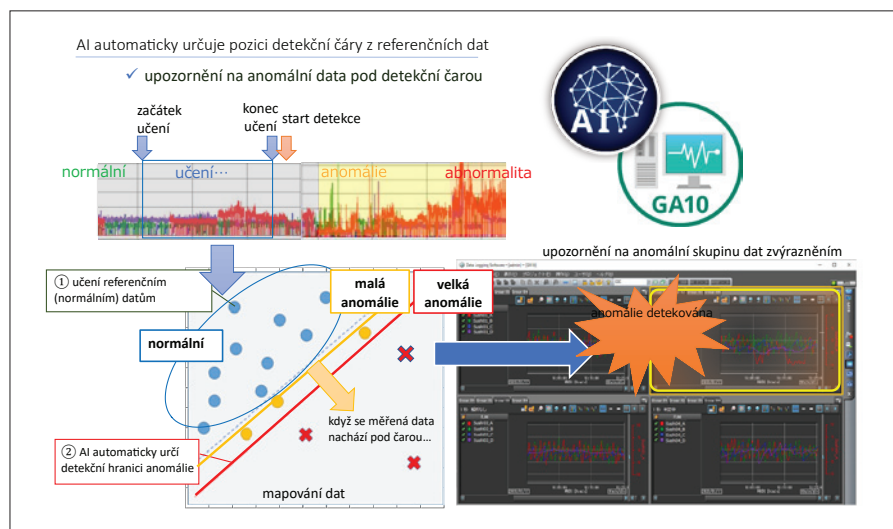
Monitorovací software pro sběr dat ze zapisovačů, regulátorů, wattmetrů nebo měřících přístrojů GA10 byl doplněn rozhraním HTTP/HTTPS v modulu LoopOnEX pro snadné propojení se snímači Sushi Sensor a napojení na až pět jednotek Modbus/TCP master. Umožňuje online i off-line tvorbu více typů modelů, pomocí nichž dokáže rozlišit normální a abnormální stav vedoucí k následné poruše. GA10 vyhodnocuje stav baterií ve snímačích Sushi Sensor a případné problémy s komunikací. Licenze jsou flexibilní od 100 do 10000 měřicích kanálů s periodou vzorkování od 100 ms do 1 h. Zkušenosti z chemické výroby prokázaly, že GA10 s umělou inteligencí dokázal predikovat problém s ložiskem tři měsíce před havárií (obr. 4).

Prosté přidání nových dat do podnikového informačního systému (např. PI System od firmy OSIsoft) a jejich vizualizace v trendech neřeší hlavní problém – nedostatek personálu pro kvalifikovaně zhodnocení stále narůstajícího objemu dat. GA10 nejen prediktivně odhalil abnormalitu, ale také

zašle odpovědným osobám upozornění, na kterém stroji k tomuto stavu dochází. Tím umožňuje minimalizovat případy havarijní údržby na sledovaných strojích a plánovanou a pochůzkovou údržbu přesměřovávat tam, kde je problém s vibracemi prokazatelně četnější. Tisk zpráv ze snímačů je automatický. GA10 umožňuje s pomocí umělé inteligence vykreslovat trend zaznamávaných dat. Po minimálně 30 vzorcích se vzorkováním větším než 1 s vykresluje budoucí trend a předvídá dosažení nastavených limitních hodnot pro až 90 následujících vzorkovacích period. K vyzkoušení je na webu www.yokogawa.com zdarma nabízena 60denní licence softwaru GA10.

Síť LoRaWAN

Síť LoRaWAN je rádiová síť, která používá frekvenční modulaci CSS (*Chirp Spread Spectrum*) v pásmech 433 a 863 až 870 MHz (v Evropě)¹⁾. Původně byla využívána v kosmickém i vojenském průmyslu pro přenos zpráv velmi omezené délky a vyznačuje se mimořádným dosahem při velmi malém vysílacím výkonu (Sushi Sensor do 7 dBm). V přímé viditelnosti se dosahuje vzdáleností vysílače–přijímače 10 km a v průmyslové zástavbě běžně 1 km. Jedna komunikační brána může pojmut až



Obr. 4. Stanovení abnormálního stavu pomocí softwaru GA10

vat problém s ložiskem tři měsíce před havárií (obr. 4).

Prosté přidání nových dat do podnikového informačního systému (např. PI System od firmy OSIsoft) a jejich vizualizace v trendech neřeší hlavní problém – nedostatek personálu pro kvalifikovaně zhodnocení stále narůstajícího objemu dat. GA10 nejen prediktivně odhalil abnormalitu, ale také

5 000 snímačů. Protože jde o nelicencované pásmo, může si zákazník pomocí vlastních bran (gateway) a serverů vytvořit lokální síť LoRaWAN. U nás jsou technickým garantem pro LoRaWAN České radiokomunikace, které zajišťují zabezpečenou infrastrukturu a pokrytí více než 1 300 přípojnými body s možností zajistit dodatečné posílení konektivity. Sushi Sensor je zařízení třídy A –

¹⁾ Pozn. red.: Princip modulace CSS spočívá v tom, že signál lineárně s časem snižuje svoji frekvenci od horní hranice pásma po dolní (popř. naopak). Po dosažení hranice pásma se frekvence vrací na druhou hranici a proces se opakuje. Na tento signál je následně přerušováním (chirp) modulována přenášená informace. Lineární změna frekvence je na rozdíl od pseudonáhodně rozmítaného spektra jednodušší a navíc je odolnější proti Dopplerovu jevu, což je významné v případě, že se jeden z účastníků komunikace pohybuje.

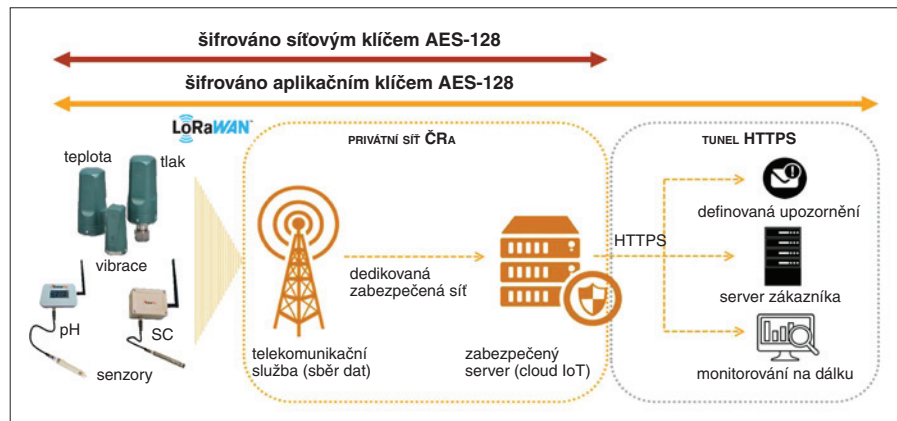
autonomně posílá zprávy a po ukončení vysílání může ve dvou intervalech zprávu také přijmout. Zprávy jsou zabezpečeny dvěma aplikačními a síťovými klíči AES-128. Síťový server eliminuje duplicitu zpráv, vyhodnotí nejsilnější a bezchybný signál a přepoše zprávu klientskému serveru (obr. 5).

Snímač relativního tlaku XS530 (obr. 6 vpravo) má pevný rozsah $-0,1$ až 5 MPa rel. s přetížením do $7,5$ MPa. Ač je ve specifikacích udávána přesnost $0,25$ % z rozsahu, snímač měří ve třídě přesnosti $0,1$ %. Snímač tlaku má také senzor teploty. Provozní teplota média je v rozmezí -40 až $+100$ °C.

systém Android a iOS s využitím rozhraní NFC. Nastavení sítě, snímačů, kontrola dat, stavu baterie atd. jsou tak velmi snadné a intuitivní.

Závěr

Sushi je populární japonská vkusně upravená rýžová delikatesa, nabízená v mnoha variacích. Snímače Sushi Sensor od Yokogawy se svou jednoduchostí instalace, snadnou konektivitou, mistrovským provedením (IP66/67, do prostředí s nebezpečím výbuchu, tříosý senzor vibrací, výdrž baterie) a otevřenou variabilitou svým gastronomickým protějškům v těchto přívlascích podobají. V minulém roce 2020 Yokogawa získala od časopisu Hydrocarbon Processing prestižní ocenění „nejlepší technika pro monitorování výrobních prostředků“ za řešení IIoT, které se skládá ze snímačů Sushi Sensor a softwaru GA10 pro podporu řízení údržby. Zájem-



Obr. 5. Zapojení snímačů IoT do cloudových služeb ČRA

Na trhu je již mnoho snímačů s rozhraním LoRaWAN od různých výrobců. Yokogawa může nabídnout snímače vibrací, teploty, tlaku, pH a vodivosti. Analyzátoři kapalin využívají smart převodníky Sencom 4.0 a snímače Datafly převodník Modbus RTU/LoRa.

Snímače tlaku a teploty

Dalšími snímači, které Yokogawa uvedla na trh v minulém roce, jsou snímače tlaku XS530 a teploty XS550, které využívají identický anténní modul XS110A (obr. 6). Protože u těchto snímačů není nutné usilovat o minimální hmotnost, jako tomu bylo u snímačů vibrací, je u anténního modulu lithium-thionyl chloridová baterie typu D s kapacitou 19 A-h, která poskytuje u desetiminutového vysílacího cyklu životnost přes osm a půl roku. Modul pracuje v teplotním rozmezí -40 až $+85$ °C, avšak pro zónu 1 prostředí s nebezpečím výbuchu je limit $+75$ °C. Tento modul je možné pro výměnu baterie sejmout ze snímačů teploty a tlaku bez nutnosti zasahovat do procesních připojení.

Mechanická procesní připojení jsou $1/2$ " NPT vnitřním nebo vnějším závitem. Na vyžádání jsou možná i další speciální provedení. Snímač tlaku z řady Sushi Sensor lze výhodně použít v místech, kde je třeba odečítat tlak, avšak vizuální přístup k manometrům je obtížný. Další možností je detekce zanesení filtrů a potrubí nebo netěsnosti ventilů.

Na převodník termočlánekových senzorů teploty XS550 (obr. 6 vlevo) je možné připojit jeden nebo dva senzory typů B, E, J, K, N, R, S, T nebo C (senzory nejsou součástí dodávky). Vstupy nejsou izolovány. Limity pro okolní teplotu jsou stejné jako u modulu XS110A. Snímač teploty řady Sushi Sensor je možné použít při monitorování doprovodných otopů, stavu předúpravňových analytických systémů, stavů izolací a vyzdivek v pecích, účinnosti jednotlivých stupňů výměníků tepla, teplotních zatížení mobilních nádob, netěsnosti pojišťovacích ventilů, odváděčů kondenzátu atd.

Pro všechny typy snímačů Sushi Sensor je k dispozici aplikace pro operační



Obr. 6. Snímač tlaku XS530 a teploty XS550, které využívají identický anténní modul XS110A

ci, kteří si chtějí vyzkoušet dostupnost dat ze snímačů Sushi Sensor, snadnost použití řešení pro IIoT od firmy Yokogawa a postoupit kupředu k prediktivní údržbě, mohou zástupce firmy kontaktovat na adrese office@cz.yokogawa.com.

Tomáš Zetek,
Yokogawa Czech Republic s. r. o.



Předplatné časopisu **AUTOMA**
Ize pohodlně sjednat na stránkách
www.automa.cz