

# **WHITEPAPER**

MONITOROVÁNÍ ENERGIE  
A SBĚR VÝROBNÍCH/  
PROCESNÍCH DAT

Autoři: Dipl.-Ing. Christian Fiebach  
výkonný ředitel ipf electronic gmbh

Giuseppe Vinci  
Produktový manažer Sběr procesních dat

**IPF** ELECTRONIC

# **OBSAH**

1 ÚVOD .....	3
2 CENNÁ DATA I ZE STARÝCH SYSTÉMŮ BEZ NÁROČNÝCH ÚPRAV .....	3
2.1 CENTRALIZOVANÝ SBĚR DAT S PLATFORMOU IIOT .....	4
2.2 MĚŘENÍ SPOTŘEBY ENERGIE A UHLÍKOVÉ STOPY .....	4
2.3 ENERGIEMONITORING ZUR DRUCKLUFTERZEUGUNG .....	6
2.4 MODULÁRNÍ FLEXIBILITA SYSTÉMU PROSTŘEDNICTVÍM I/O MODULU .....	7
2.5 VIZUALIZACE A VYHODNOCENÍ PROSTŘEDNICTVÍM OSVĚDČENÝCH APLIKACÍ .....	7
3 UDRŽITELNÉ SNÍŽENÍ NÁKLADŮ DÍKY CÍLENÉMU VYUŽITÍ SENZORŮ .....	9
3.1 ÍŤ STLAČENÉHO VZDUCHU: MĚŘENÍ PRŮTOKU, KVALITY A TLAKOVÉHO PROFILU .....	9
3.1.1 MĚŘENÍ PRŮTOKU A SPOTŘEBY .....	9
3.1.2 MĚŘENÍ KVALITY STLAČENÉHO VZDUCHU .....	11
3.1.3 KONTINUÁLNÍ MONITOROVÁNÍ FILTRŮ V SYSTÉMECH STLAČENÉHO VZDUCHU .....	13
3.1.4 STANOVENÍ TLAKOVÉHO PROFILU V NÁSLEDNÝCH SYSTÉMECH .....	13
3.1.5 MĚŘENÍ TEPLoty A SPOTŘEBY DALŠÍCH MĚDÍ .....	13
3.1.6 MĚŘENÍ TLAKU PLYNNÝCH A KAPALNÝCH MĚDÍ .....	15
3.2 VÝROBA A PROCESY: SLEDOVÁNÍ VYUŽITÍ KAPACIT .....	16
3.2.1 STANOVENÍ VYROBENÉHO MNOŽSTVÍ A POČTU IO A NIO .....	16
3.2.1.1 SVĚTELNÉ ZÁVĚRY, RÁMOVÉ, KRUHOVÉ A TRUBKOVÉ SNÍMAČE .....	17
3.2.1.2 JEDNODUCHÉ A ROBUSTNÍ ŘEŠENÍ PRO VYHAZOVACÍ ŽLABY .....	18
3.2.1.3 URČENÍ VÝROBNÍHO MNOŽSTVÍ PÁSOVÉHO MATERIÁLU .....	18
3.3 VÍCE PODROBNOSTÍ O SPOTŘEBE PROVOZNÍCH A SPOTŘEBNÍCH MATERIÁLŮ .....	19
3.3.1 ULTRAZVUKOVÉ SNÍMAČE: MĚŘENÍ HLADINY Z JAKÉKOLI VZDÁLENOSTI .....	20
3.3.2 RADAROVÉ SENZORY: ZAJÍMAVÉ PRO ZVLÁŠTĚ NÁROČNÁ PROSTŘEDÍ .....	21
3.3.3 TLAKOVÉ SNÍMAČE A KABELOVÉ SONDY: OD TLAKU K VÝŠCE HLADINY .....	22
4 PRAKTICKÉ PŘÍPADOVÉ STUDIE .....	23
4.1 AUTOMATICKÝ ODEČET MĚŘIDLA .....	23
4.2 ENERGETICKÝ MANAGEMENT STROJŮ .....	24
4.3 MONITOROVÁNÍ ENERGIE VSTŘIKOVACÍHO STROJE VČETNĚ MĚŘENÍ SPOTŘEBY PLYNU .....	25
5 SHRNUTÍ A ZÁVĚR .....	27

## **1 ÚVOD**

Díky rychlému pokroku v digitalizaci lze nyní stále častěji činit rozhodnutí založená na datech pro organizaci a realizaci výroby v mnoha různých průmyslových odvětvích. Tyto informace poskytují větší transparentnost na všech úrovních společnosti a díky možnosti cíleného rozhodování znatelně zvyšují produktivitu a zároveň zlepšují kvalitu výroby. Kromě toho se zvyšuje ziskovost díky udržitelným úsporám nákladů efektivnějším využíváním energie a zdrojů.

V tomto kontextu je o to překvapivější, že mnoho společností stále zaznamenává svá výrobní a procesní data buď jen neúplně, nebo vůbec, a proto nemá přehled o skutečném využití kapacity. To může opakovaně vést ke komplikacím ve výrobě v důsledku nepřesně vypočítaných výrobních zdrojů nebo dokonce k zastavení výroby z důvodu nedodání surovin či nepředvídaných poruch strojů – s velmi negativními dopady na zpracování objednávek a dodací lhůty.

### ***Jaká jsou nejdůležitější výrobní/procesní data, která by měla průmyslová společnost shromažďovat?***

- |** Údaje o spotřebě energie pro stroje, systémy, procesy a systémy stlačeného vzduchu
- |** Údaje o strojích, jako je využití kapacity, doba provozu, dostupnost atd. (klíčové ukazatele výkonnosti pro celkovou efektivitu zařízení – OEE)
- |** Údaje o produkci, jako jsou objemy výroby, počty kusů, propustnost atd.
- |** Údaje o kvalitě, jako je počet závadných a nezávadných dílů, další údaje o zmetkovitosti atd.
- |** Použité materiály, jako jsou údaje o surovinách, polotovarech a hotových dílech atd., a také spotřeba provozních materiálů, jako jsou chladicí kapaliny a maziva atd.
- |** Plánování a dodací lhůty

### ***FV této souvislosti jsou k dispozici různé technologie pro sběr výrobních dat, např.:***

- |** Manuální sběr dat pomocí digitálních zařízení, jako jsou tablety, terminály atd.
- |** Sběr provozních dat (data z PDA, tok materiálu) a sběr dat o strojích (MDA – doby cyklů, stav strojů)
- |** Systémy pro řízení výroby (MES) – sdružování výrobních dat, např. ze strojů, ale i z jiných zdrojů
- |** Platformy IIoT pro sběr, vizualizaci a analýzu dat
- |** Senzorika a rozhraní strojů

## **2 CENNÁ DATA I ZE STARÝCH SYSTÉMŮ BEZ NÁROČNÝCH ÚPRAV**

Mnoho společností má však obavy z obrovského úsilí, které je nutné vynaložit na vybudování systému pro sběr výrobních/procesních dat kombinací výše uvedených technologií. Kromě toho se někteří mylně domnívají, že takový systém lze implementovat pouze v relativně nových výrobních zařízeních, která například disponují potřebnou „inteligencí“ pro sběr výrobních/procesních dat prostřednictvím systémů řízení a síťových rozhraní. V této souvislosti hraje klíčovou roli otázka dodatečného vybavení starších zařízení.

Ať už je výchozí situace jakákoli, implementace komplexního a praktického řešení, které téměř současně zohledňuje všechny výše uvedené aspekty, je jistě často zcela iluzorní.

Prvním klíčovým krokem mělo být spíše využití zaznamenaných výrobních/procesních dat k výpočtu skutečného využití kapacity, aby se identifikovaly hlavní příčiny plýtvání energiemi, časem a materiálem. To následně umožní činit fundovaná rozhodnutí pro udržitelnou změnu situace a odstranění potenciálních slabých míst.

Dalším argumentem pro tento přístup, který by se neměl podceňovat, je, že s většinou níže uvedených technologií lze během renovace modernizovat i starší systémy, čímž se takřkájíc „přizpůsobí“ digitalizaci. V tomto ohledu není sběr cenných dat vyhrazen pouze modernějším systémům s dostupnou řídicí a síťovou architekturou, nýbrž i systémům stávajícím. Sbírat lze např. data o objemu výroby, využití strojů, době zpracování, spotřebě energie a specifických procesních parametrech, což v konečném důsledku výrazně zvyšuje transparentnost výrobního procesu a tím umožňuje hmatatelné výhody na mnoha úrovních.

Tento Whitepaper demonstruje na příkladu systémového řešení od společnosti ipf electronic, jak lze s využitím tří výše zmíněných technologií (platformy IIoT, senzorů a strojních rozhraní - pokud jsou k dispozici) vyvinout škálovatelné řešení pro sběr výrobních/procesních dat bez komplikovaných úprav a vysokých počátečních investic. Znovu zdůrazňujeme: k dosažení tohoto cíle u starších systémů není řídicí systém pro sběr a vyhodnocování dat nutnou podmínkou.

První rozhodující opatření se doporučuje provádět v bezprostředním okolí stroje, protože, jak již bylo popsáno výše, právě zde je generováno velké množství cenných dat, včetně spotřeby energie, spotřeby provozních a pomocných materiálů, využití strojů a zejména počet vyrobených kusů, včetně možné míry zmetkovitosti.

## **2.1 CENTRALIZOVANÝ SBĚR DAT S PLATFORMOU IIOT**

Základním předpokladem pro centralizovaný sběr dat z výroby/procesu je řešení, které dokáže konsolidovat, vizualizovat a snadno analyzovat požadované informace a data. V podobě položky **BY000002** nabízí společnost ipf electronic výkonné rozhraní IIoT jako platformu nezávislou na výrobci, která nabízí nejen vysokou kompatibilitu se všemi na trhu dostupnými hardwarovými a IT systémy, ale také v základní verzi nevyžaduje potenciálně drahé softwarové licence nebo případné náklady na aktualizace, protože řešení je založeno na zavedených open source aplikacích a freewaru.

**BY000002** disponuje až 4 vstupy pro analogové senzory a 6 programovatelnými I/O pro přímé připojení digitálních senzorů, poskytuje rozhraní jako 100MbE/GbE, CAN, RS485, USB2.0 Host a USB2.0 Device a podporuje řadu protokolů jako jsou Modbus, CAN, MQTT, HTTP, Cloud of Things, OPC U/A a DB/SQL.

Mezi ústřední komponenty rozhraní IIoT s rychlým procesorem ARM a velkou vyrovnávací pamětí pro kontinuální sběr dat patří integrovaný operační systém založený na Linuxu a osvědčené WebClient aplikaci přístupné prostřednictvím libovolného standardního prohlížeče pro zpracování dat, která se také dají vizualizovat prostřednictvím individuálně konfigurovatelných řídicích panelů.

Vzhledem k tomu, že zavádění nových technologií je často spojeno s mnoha otázkami, nabízí společnost ipf electronic jako počáteční podporu řadu servisních balíčků pro počáteční instalaci IIoT brány a zákaznický specifickou konfiguraci aplikace WebClient. V této souvislosti je také možné v případě potřeby prozkoumat, která dodatečná opatření jsou možná a vhodná pro starší systémy.

## **2.2 MĚŘENÍ SPOTŘEBY ENERGIE A UHLÍKOVÉ STOPY**

Extrémně volatilní ceny energií neustále zvyšují tlak na firemní náklady. Proto každý, kdo doufá ve výhodnější dlouhodobé dodavatelské smlouvy a zároveň chce nezávisle a udržitelně snižovat náklady na energii, potřebuje zjistit, které stroje, systémy a procesy mají obzvláště vysokou spotřebu. Dobrým výchozím bodem je použití IIoT brány

**BY000002** v kombinaci s modulem pro měření energie **AB000008** a vhodnými proudovými transformátory pro montáž na kulatý vodič nebo sběrnici (např. řada NZ s rozsahy měření mezi 30 A a 600 A) od společnosti ipf electronic.



Rozhraní IloT **BY000002** (uprostřed), modul pro měření energie **AB000008** (vpravo nahoře) a I/O modul **AB000009** (vpravo dole) umožňují snadný přístup k monitorování energie a sběru dat o výrobě/procesech (od společnosti : ipf electronic gmbh)

Modul pro měření energie **AB000008** se ve spojení s proudovými transformátory používá ke kontinuálnímu měření a vyhodnocování spotřeby energie v jednofázových a třífázových sítích. Primárním úkolem modulu **AB000008** je z jednotlivých měření určovat například činný, jalový a zdánlivý výkon nebo data, jako jsou efektivní hodnoty proudu a napětí. Vzhledem k tomu, že mnoho průmyslových strojů využívá třífázové střídavé napájení a fáze jsou obvykle zatíženy asymetricky v důsledku připojených zátěží (např. regulátor, pohon, transformátor atd.), je pro každou fázi vyžadován samostatný proudový transformátor, který zaznamenává přesný celkový proudový odběr stroje. Všechny proudové transformátory jsou nakonec připojeny k modulu měření energie **AB000008**, který je zase propojen s IloT bránou **BY000002** přes ethernet nebo sběrnici backplane. V případě potřeby lze systém integrovat do sítě přes LAN, WLAN nebo LTE nebo připojit k nadřazeným systémům prostřednictvím řady softwarových rozhraní.

V případě potřeby lze systém integrovat do sítě přes LAN, WLAN nebo LTE nebo připojit k nadřazeným systémům prostřednictvím řady softwarových rozhraní.

Gateway není nutně potřebná pro použití modulu pro měření energie **AB000008** spolu s proudovými transformátory, protože modul má vlastní operační systém a pracuje s freewarovým řešením vizualizace řídicího panelu, které je již součástí základního vybavení brány.

### 2.3 ENERGIEMONITORING ZUR DRUCKLUFTERZEUGUNG

Další velmi zajímavou aplikací pro Gateway (modul pro měření energie a proudové transformátory od společnosti ipf electronic) je měření spotřeby energie kompresorů používaných k výrobě stlačeného vzduchu. Koneckonců, průměrně 14% spotřeby průmyslové elektřiny je zpravidla spotřebováno na výrobu stlačeného vzduchu, přičemž úniky v sítích stlačeného vzduchu jsou zodpovědné za energetické ztráty až 40 procent. Instalace přístrojů na systém stlačeného vzduchu je stejně snadná jako jejich instalace na stroj. Proudový transformátor je upevněn na přívodní potrubí kompresoru a připojen k modulu měření energie napojenému k bráně pro zpracování a vyhodnocení naměřených hodnot.



Proudové transformátory řady NZ se používají v kombinaci s bránou BY000002 a modulem pro měření energie AB000008.

Kromě naměřených hodnot z proudových transformátorů na kompresoru dokáže brána zpracovávat širokou škálu signálů ze sensorů pro monitorování stlačeného vzduchu a měření spotřeby. Spolu s výše popsanými řešeními nabízí ipf electronic pro tyto úkoly velmi široké portfolio sensorických řešení, od tlakových a teplotních sensorů, přes parametrizovatelné senzory průtoku a senzory diferenčního tlaku, až po přístroje pro lokalizaci netěsností v sítích stlačeného vzduchu a další. Všechna řešení mají jako primární úkol zajistit nepřetržitý a bezchybný provoz systému stlačeného vzduchu a prostřednictvím snímání a vyhodnocování naměřených hodnot identifikovat potenciál pro úsporu stlačeného vzduchu a energie k tomu potřebné (**viz kapitola 3.1**).

Na základě měření spotřeby energie strojů, systémů a kompresorů lze v konečném důsledku přesněji určit uhlíkovou stopu výrobního procesu, což je stále důležitější s ohledem na směrnici EU o podávání zpráv o udržitelnosti podniků (CSRD), v jejímž důsledku firmám vyplývá povinnost od roku 2028 podávat zprávy o udržitelnosti.

#### **2.4 MODULÁRNÍ FLEXIBILITA SYSTÉMU PROSTŘEDNICTVÍM I/O MODULU**

Kromě systémového řešení ze strany hardwaru nabízí společnost ipf electronic další modularitu v podobě I/O modulu **AB000009**. Tento kompaktní modul je připojen k IIoT bráně **BY000002** přes sběrnici backplane. Tím se dále zvyšuje počet rozhraní (vstupy: 12 digitálních, 6 analogových, výstupy: 6 digitálních, 2 analogové), pokud by I/O brány nepostačovaly. Protože k jedné bráně lze připojit až 10 I/O modulů, nic nebrání škálování sběru výrobních/procesních dat dle vlastní potřeby.

Kromě toho je **AB000009** schopen fungovat jako samostatné zařízení pro sběr dat, pokud je systém pro zpracování a vizualizaci signálu již k dispozici.



I/O modul **AB000009** navyšuje počet vstupů a výstupů, pokud by stávající Gateway vstupy/výstupy nebyly dostatečné.

#### **2.5 VIZUALIZACE A VYHODNOCENÍ PROSTŘEDNICTVÍM OSVĚDČENÝCH APLIKACÍ**

Dosud popsaná řešení doplňují všestranné a výkonné aplikace.

Řešení předinstalované na IIoT bráně je založeno na freewaru a slouží k vizualizaci všech naměřených hodnot na přehledném a dynamickém panelu. Ten je možné individuálně konfigurovat a nabízí celou řadu možností zobrazení (např. rychlostní, sloupcové nebo křivkové diagramy, teplotní mapy, histogramy a celou řadu dalších). Kromě toho je k dispozici snadný výběr detailních náhledů s vysokým rozlišením pro jednotlivá zobrazení a v případě potřeby rychlé automatické alarmy na základě algoritmů, podmínek nebo prahových hodnot. Nezapomnělo se ani na snadný přenos dat, například prostřednictvím e-mailu nebo messengerových služeb, a efektivní nepřerušovanou týmovou práci prostřednictvím VNC připojení nezávislého na konkrétní platformě.



Ovládací panel freewaru nabízí řadu možností zobrazení.

Další volitelně dostupnou aplikací je extrémně výkonný nástroj, který umožňuje průběžné sledování produktivity a prostojů zařízení.

Je dobře známo, že vysoká dostupnost strojů a zařízení je nezbytná pro vysokou produktivitu, optimální využití všech výrobních kapacit a jednoduché plánování a realizaci celé výrobní organizace, abychom jmenovali alespoň některé. Je také nesporné, že zaznamenávání dat, jako jsou doby chodu, využití a dostupnost zařízení, nejenže poskytuje nejdůležitější klíčové ukazatele výkonnosti pro celkovou efektivitu zařízení (OEE), ale také významně přispívá k větší transparentnosti výroby.

Pomocí doplňkové aplikace pro IIoT bránu lze monitorovat všechny systémy a procesy a vizualizovat a zpracovávat nejdůležitější informace. To umožňuje mimo jiné rychle reagovat na nouzi ve výrobě nebo prostoje a informovat všechny odpovědné strany o kritických stavech strojů bez zbytečných prodlev.

Kromě zobrazení produktivity zařízení zobrazuje aplikace na vyžádání také počet vyrobených jednotek. Další mimořádně užitečnou funkcí je možnost vybrat předdefinované příčiny určitých stavů zařízení, jako jsou údržba, přestávky, opravy atd. Aplikace dále nabízí širokou škálu analytických funkcí pro různé stavy zařízení. Zobrazení aplikace lze také individuálně konfigurovat s flexibilně volitelnými parametry zařízení a dobami monitorování.



Další volitelná aplikace pro IIoT bránu je extrémně výkonný nástroj, který umožňuje nepřetržité sledování produktivity a prostojů zařízení.

### **3 UDRŽITELNÉ SNÍŽENÍ NÁKLADŮ DÍKY CÍLENÉMU VYUŽITÍ SENZORŮ**

Jak již bylo zmíněno, kromě brány IIoT a modulu pro měření energie a I/O modulu (**AB000008**, **AB000009**) nabízí společnost ipf electronic velmi široký výběr vysoce výkonných senzorů. Ty nejsou určeny pouze pro monitorování stlačeného vzduchu a měření spotřeby, ale lze je použít v každé myslitelné oblasti výroby. V následujícím přehledu vás seznámíme s jejich klíčovými funkcemi a vlastnostmi.

#### **3.1 ÍŤ STLAČENÉHO VZDUCHU: MĚŘENÍ PRŮTOKU, KVALITY A TLAKOVÉHO PROFILU**

V kapitole 2.3 již bylo popsáno, jak lze měřit spotřebu energie kompresoru pro výrobu stlačeného vzduchu pomocí brány IIoT **BY000002**, modulu pro měření energie **AB000008** a proudových transformátorů (řada **NZ**) od společnosti ipf electronic. Kromě toho společnost ipf electronic nabízí širokou řadu senzorových řešení pro měření průtoku a spotřeby v sítích stlačeného vzduchu, z nichž některá jsou zde prezentována.

##### **3.1.1 MĚŘENÍ PRŮTOKU A SPOTŘEBY**

Například brána IIoT s využitím konfigurovatelných průtokových senzorů (naleznete je v online výběru produktů na domovské stránce ipf electronic v sekci „Měření průtoku a spotřeby“) nabízí možnost měření spotřeby v několika relevantních bodech sítě stlačeného vzduchu a na základě výsledků měření mimo jiné určení netěsností. Stejně jako u ostatních prezentovaných řešení jsou všechna data ze senzorů následně shromážděna v bráně pro účely vizualizace a analýzy.



Technologie od společnosti ipf electronic nabízejí širokou škálu možností použití v sítích stlačeného vzduchu: brána IIoT a modul pro měření proudu (1), proudový transformátor na přívodním potrubí kompresoru (2), senzor rosného bodu za absorpčním sušičem (3), senzor diferenčního tlaku na filtraci (4), snímač tlaku za tlakovým akumulátorem (5), bodový senzor v hlavním potrubí před rozvodem stlačeného vzduchu (6) a senzory průtoku s integrovanou měřicí sekcí v jednotlivých přívodních potrubích pro rozvod stlačeného vzduchu (7).

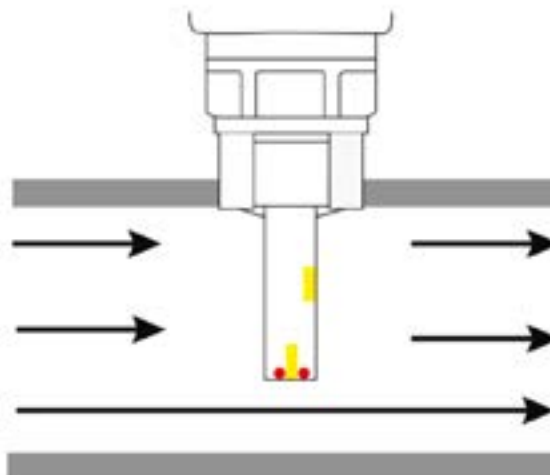
V této souvislosti je třeba zdůraznit, že dle zkušeností téměř každá síť stlačeného vzduchu někde uniká bez povšimnutí. Tyto úniky ve výrobě, úpravě a distribuci stlačeného vzduchu zapříčiňují vysoké náklady, které jsou neúměrné investicím potřebným například do parametrizovatelných senzorů průtoku. Otázkou zde proto není „Jestli?“ ale spíše „Kdy?“.

Náklady za rok						
Tlak	Velikost úniku – průměr (mm)					
	0,5mm	1,0mm	1,5mm	2,0mm	2,5mm	3,0mm
3bary	90€	361€	812€	1.444€	2.256€	3.248€
4bary	113€	451€	1.015€	1.805€	2.820€	4.061€
5barů	135€	541€	1.218€	2.166€	3.384€	4.873€
6barů	158€	632€	1.421€	2.527€	3.948€	5.685€
7barů	180€	722€	1.624€	2.888€	4.512€	6.497€
8barů	203€	812€	1.827€	3.248€	5.076€	7.309€

Úniky v sítích stlačeného vzduchu mohou být skutečnými faktory zvyšujícími náklady, jak ukazuje tabulka. Čísla ilustrují roční náklady na úniky na základě nákladů na stlačený vzduch ve výši 1,9 centů/Nm<sup>3</sup> při nepřetržitém provozu kompresoru (24 hodin/365 dní).

Velmi snadné použití a bezproblémová instalace, to jsou vlastnosti průtokoměrů od společnosti IPF Electronic, které bez výjimky fungují na kalorimetrickém principu.

Snímače jsou vybaveny měřicí sondou, která integruje dva teplotní senzory a je instalována v hmotnostním průtoku média. Jeden senzor měří teplotu proudícího média a stanovuje tak referenční teplotu. Druhý teplotní senzor v hrotu zařízení je pomocí topných prvků vnitřně zahříván na vyšší teplotu a ochlazován proudícím médiem. Čím větší je topný výkon potřebný k udržení konstantní hodnoty teplotního senzoru v hrotu, tím větší je rychlost proudění média. Snímače průtoku od společnosti ipf electronic se vyznačují velmi vysokou přesností, a to v neposlední řadě právě díky popsanému principu měření.



Princip funkce průtokových senzorů v kompaktním zařízení. Senzor integruje dva teplotní senzory (žluté prvky). Teplotní senzor v hrotu zařízení je vnitřně vyhříván topnými prvky (červené). Druhý senzor měří teplotu proudícího média.

Průtokoměry od společnosti ipf electronic jsou k dispozici v různých konfiguracích: konfigurovatelné bodové senzory, konfigurovatelná zařízení s integrovanou měřicí trati a kompaktní inline senzory průtoku s usměrňovačem. Bodové senzory, jako je **SL870027**, lze snadno integrovat do potrubí pod tlakem pomocí kulového ventilu, t.j. za chodu kompresoru. Kromě měření objemového průtoku pro určení generovaného objemu stlačeného vzduchu mohou tyto senzory díky svému principu fungování snadno měřit i teplotu stlačeného vzduchu. Senzory jako je **SL890020**, s integrovanou měřicí trati pro celou řadu rozměrů potrubí, jsou koncipovány tak, aby jejich integrace do stávajících potrubí byla velmi snadná. Vzhledem k tomu, že jejich funkčnost je shodná s funkcí

bodových senzorů, musí být během instalace před a za senzorem (vstupní a výstupní sekce) zachována dostatečně dlouhá část potrubí, aby bylo zajištěno nepřerušované proudění (laminární proudění) a bylo tak dosaženo spolehlivých výsledků měření.

Kompaktní přístroje s usměrňovačem proudění (inline senzory proudění) řady **SL90** a **SL95** naopak pro instalaci nevyžadují vstupní úsek, protože jejich usměrňovače zajišťují optimální proudění k integrovaným sensorovým prvkům bez ohledu na montážní pozici. Taková řešení jsou proto obzvláště vhodná pro použití v bezprostřední blízkosti spotřebiče stlačeného vzduchu (např. stroje nebo zařízení) a jsou vhodná i pro měření průtoku vzduchu v hadicových vedeních



Průtokoměry řady SL jsou nabízeny jako řešení s integrovanou měřicí dráhou (viz výše) nebo jako tzv. bodové senzory.

Mezi relativně nejnovější produkty společnosti ipf electronic patří extrémně kompaktní průtokové senzory řady **SL5507x** s integrovaným tlakovým senzorem. Díky svým malým rozměrům jsou tyto senzory obzvláště vhodné pro instalaci v blízkosti strojů a umožňují monitorování procesů a stavu s vysokým rozlišením např. pro monitorování stavu s cenově efektivní, prediktivní strategií údržby. Celá řada přístrojů nabízí širokou rozmanitost procesních připojení pro potrubí i hadice.

Průtokoměry řady **SL5507x** lze také integrovat do stávajících řídicích systémů prostřednictvím analogového výstupu a dvou nastavitelných spínacích výstupů. Další vynikající vlastností je interní displej pro zobrazení aktuálního průtoku a provozního tlaku. Pokud je dosaženo nastavené prahové hodnoty, displej to navíc indikuje změnou barvy.



Průtokoměry řady SL5507x s připojením pro potrubí a hadice.

### **3.1.2 MĚŘENÍ KVALITY STLAČENÉHO VZDUCHU**

Dodržení určitého obsahu vlhkosti nebo rosného bodu stlačeného vzduchu je základním požadavkem pro dlouhodobý a bezproblémový provoz systémů stlačeného vzduchu, což mimo jiné zajišťuje vyšší energetickou účinnost s udržitelnými úsporami nákladů.

Senzor **YT900001** pro absorpční sušičky a **YT900002** pro kondenzační sušičky byly speciálně vyvinuty pro měření vlhkosti a rosného bodu ve stlačeném vzduchu a plynech. Relativní vlhkost se měří pomocí kapacitního polymerového senzoru. Sensorový prvek se vyznačuje vysokou dlouhodobou stabilitou (> 5 let) a vysokou přesností ( $\pm 1$  °C při 50...-20 °C,  $\pm 2$  °C při -20...-50 °C,  $\pm 3$  °C při -50...-80 °C). Sensory jsou navrženy pro dva teplotní rozsahy měření: -80 °C...+20 °C (**YT900001**) a -20 °C...+50 °C (**YT900002**). Naměřené hodnoty lze odesílat buď přes analogový výstup (4...20 mA), nebo přes rozhraní Modbus RTU a přenášet do brány IIoT **BY000002**.

Kromě toho je k dispozici systémové řešení **YTTS0002**, které se skládá ze sady se senzorem rosného bodu pro kondenzační sušičky, měřicí komory pro senzor rosného bodu a samostatné vyhodnocovací jednotky



Snímače rosného bodu pro absorpční sušičky (YT900001, vlevo) a kondenzační sušičky (YT900002, vpravo).



Die Systemlösung YTTS0002 besteht aus einem Set mit Taupunktsensor für Kältetrockner (links oben), einer Messkammer für den Taupunktsensor (links unten) und separater Auswerteeinheit.

### **3.1.3 KONTINUÁLNÍ MONITOROVÁNÍ FILTRŮ V SYSTÉMECH STLAČENÉHO VZDUCHU**

Snímač diferenčního tlaku **DW46310L** od společnosti ipf electronic umožňuje nepřetržité monitorování systémů stlačeného vzduchu a kapalin ve skupině kapalin 2 (všechna kapalná média, která nejsou výbušná, hořlavá, oxidující, toxická ani vysoce toxická). K tomuto účelu se používají dvě Push-in rychlospojky pro hadicová vedení (6 mm), pomocí kterých je instalováno měřicí vedení před a bezprostředně za filtračním systémem. Výsledný tlakový rozdíl 0 až 1,6 baru se přímo převádí na analogový signál (4 až 20 mA) a výstup.

Na montážním držáku předinstalované řešení „All-in-one“ nabízí velmi snadnou montáž a uvedení do provozu. Díky kontinuálnímu monitorování pomocí **DW46310L** je možná včasná výměna filtračních prvků, čímž se zabrání poklesům tlaku a souvisejícím ztrátám energie.



Vše v jednom: Snímač diferenčního tlaku DW46310L je již předmontován na montážním držáku.

### **3.1.4 STANOVENÍ TLAKOVÉHO PROFILU V NÁSLEDNÝCH SYSTÉMECH**

Mnoho systémů stlačeného vzduchu obsahuje tlakové akumulátory, které pokryjí spotřební výkyvy v důsledku dočasně vyšší poptávky po tlaku vzduchu ve výrobě, pokud samotný výkon kompresoru nestačí k zajištění požadovaných objemů. Pro stanovení tlakového profilu následného systému stlačeného vzduchu byl vyvinut například tlakový převodník **DT24310D** s měřicím článkem z nerezové oceli, který integruje analogový výstup (4...20 mA) úměrný tlaku vzduchu. S tímto řešením pro tlak od 0 do 10 barů lze jmenovitý tlak nebo požadovanou hodnotu tlaku kompresoru podle potřeby snížit na základě naměřených hodnot pomocí vhodných cyklů zapínání/vypínání, čímž se nároky na stlačený vzduch ve výrobě a tím i spotřeba energie.

### **3.1.5 MĚŘENÍ TEPLoty A SPOTŘEBY DALŠÍCH MÉDIÍ**

Magneticko-indukční senzory řady **SM** jsou určeny pro měření průtoku, objemu a teploty elektricky vodivých kapalin a jsou vhodné pro vysoce flexibilní použití i v náročných podmínkách.

Přístroje v nerezovém pouzdře tvoří kompaktní jednotku sestávající ze senzoru a vyhodnocovací elektroniky, pokrývají měřicí rozsahy až do maxima 650 l/min a mají různá procesní připojení (G1/4", G1/2", G3/4", G1", G2").

Všechna nastavení lze konfigurovat pomocí tlačítek na barevném digitálním displeji, včetně funkcí pro rychlý přístup k dávkování nebo měření teploty pomocí teplotního senzoru PT1000. Displej také nabízí četné možnosti pro konfiguraci a kalibraci přímo v místě měření, čímž je možné nastavit zařízení prakticky na jakoukoli měřicí situaci. Senzory řady **SM** integrují dva analogové výstupy (0...10 V, 0...20 mA, 4...20 mA, 2...10 V) a také spínací, pulzní a frekvenční výstupy.



Magneticko-indukční senzory řady **SM** pro elektricky vodivá média umožňují vysoce přesná měření.

Pro měření průtoku, spotřeby a teploty technických plynů, jako je stlačený vzduch, zemní plyn, dusík, oxid uhličitý atd., nabízí společnost ipf electronic řadu **SL**. Různá provedení (senzory průrazu, senzory s integrovanými měřicími částmi a kompaktní zařízení) a oblasti použití řady **SL** například při monitorování spotřeby stlačeného vzduchu byly již podrobněji popsány v kapitole 3.1.1, takže zde není nutné řešení podrobně popisovat. Souhrnně lze však říci, že zde prezentované řady **SM** a **SL** již umožňují široké možnosti měření spotřeby elektricky vodivých kapalin a technických plynů a zařízení lze snadno integrovat do široké škály interních napájecích sítí.

Přístroje řady **YT35** patří do skupiny spínacích zesilovačů a v kombinaci s odporovými teploměry PT100 jsou navrženy jako sofistikované teplotní senzory pro technické plyny a kapaliny (např. stlačený vzduch, chladicí kapaliny), speciálně pro požadavky průmyslové automatizace. Tyto přístroje nabízejí rozmanité funkce a technické možnosti využití, včetně extrémně širokého rozsahu zobrazení teploty od -40 °C do +300 °C, vhodnosti pro okolní teploty od -20 °C do +80 °C a rozsahu provozního napětí 12 až 32 V DC (elektrické připojení pomocí konektoru M12), což je činí kompatibilními s nepřeberným množstvím různých systémů.

Teplotní senzory řady **YT45** s měřicím rozsahem -40 °C až +120 °C patří mezi parametrizovatelná kompaktní zařízení v portfoliu společnosti ipf electronic a disponují nastavitelným spínacím bodem a variabilním analogovým výstupem 4...20 mA. Senzory s displejem otočným o 330° se často používají pro monitorování teploty kapalin v potrubí. Lze je instalovat do jakéhokoli komerčně dostupného T-kusu nebo přivařovacího hrdla.

K technickým vlastnostem senzoru **YT45**, který lze připojit pomocí konektoru M12, patří také spínací výstup, který lze variabilně konfigurovat jako spínací nebo rozpínací kontakt, funkci hystereze nebo okna (např. pro monitorování teplotního rozsahu) a zpoždění zapnutí/vypnutí pro překlenutí krátkodobých teplotních změn, abychom jmenovali alespoň některé z jeho možností.

### 3.1.6 MĚŘENÍ TLAKU PLYNNÝCH A KAPALNÝCH MÉDIÍ

Při měření tlaku plyných a kapalných médií jsou senzory řady **DW3**, **DT16**, **DW16** a **DW06** obzvláště vhodné pro sběr výrobních a procesních dat.



Tlakové senzory řady **DW3**, **DW16** (nahore zleva) a **DT16** a **DW06** (dole zleva)

Membránové konstrukce se široce používají v technologii elektronického měření tlaku. U piezorezistivních tenkovrstvých a tlustovrstvých senzorů jsou na membránu aplikovány rezistory, jejichž hodnoty se mění v důsledku mechanického namáhání vyvolaného tlakem. Každé měření tlaku je měním diferenciálního tlaku mezi oběma povrchy membrány, přičemž se rozlišuje mezi absolutním a relativním tlakem. V praxi se obvykle měří relativní tlak kapalného nebo plyného média vztaženo k atmosférickému tlaku vzduchu.

Inteligentní tlakové monitory řady **DW3** se snadno ovládají a konfigurují pomocí membránové klávesnice na předním panelu. Klávesnici lze použít mimo jiné ke konfiguraci spínacích a resetovacích bodů, logiky výstupů a časových zpoždění.

Senzory jsou navrženy pro tlakové rozsahy od -1 do 600 barů a obsahují dva výstupy: volně konfigurovatelný spínací výstup a další výstup, který lze použít jako analogový, spínací nebo alarmový výstup. Mezi typické aplikace řady **DW3** s funkcí automonitoringu patří monitorování tlaku hydraulických jednotek, regulace vakua vakuových příčných hlavice a ovládání kompresoru.

Tlakové převodníky řady **DT16** (rozsah tlaku -1 bar až +10 bar) v pouzdře z nerezové oceli (třída ochrany IP67) s procesním připojením G1/8" jsou obzvláště lehké a prostorově úsporné. Jsou ideální pro rozmanité měřicí úlohy v tlakových a vakuových aplikacích, a to i za náročných provozních podmínek. Měřicí článek je určen pro filtrovaný, suchý nebo oleje obsahující stlačený vzduch. Všechny přístroje řady **DT16** mají analogový výstup (4 až 20 mA) s vysokou celkovou a opakovatelnou přesností ( $\pm 0,5\%$ ,  $\pm 0,2\%$ ). Zvláštností senzorů je, že žádný z materiálů použitých při jejich výrobě neobsahuje tzv. „látky zhoršující smáčivost laku“ (PWIS), jako jsou silikony nebo látky obsahující fluor.

Vakuové a tlakové senzory řady **DW16** lze díky rozhraní IO-Link parametrizovat pro specifické aplikace. Senzory s integrovaným displejem, tlakoměrem, dvěma spínacími výstupy a procesním připojením G1/8" jsou navrženy pro tlakový rozsah -1 až +10 barů. Kromě toho poskytují prostřednictvím IO-Link cenná provozní data (např. tlumení, spínací frekvence atd.). S dobou odezvy <2,5 ms jsou tato kompaktní zařízení vhodná pro filtrovaný, suchý a oleje obsahující stlačený vzduch ideální pro použití ve všech myslitelných manipulačních a automatizačních systémech.

Například tlakové senzory řady **DW06** byly speciálně vyvinuty pro snadnou integraci do hadicových vedení pneumatických systémů s tlakovým rozsahem od -1 do 10 barů. Prostřednictvím Push-In připojení se hadice stlačeného vzduchu jednoduše nasune na rychlospojku senzoru, který je poté okamžitě připraven k použití. Senzory pak lze stejně rychle vyjmout pomocí pojistného kroužku. Protože tlakové senzory váží pouze 20 g nebo 30 g, jsou obzvláště vhodné například pro aplikace ve vakuové zvedací technice.

Mezi relativně nová špičková řešení od společnosti ipf electronic patří tlakové senzory řady DW5, které pokrývají tlakový rozsah od -1 baru do +600 barů. Tato zařízení jsou v podstatě „univerzální“, pokud jde o jejich potenciální použití v celé řadě pneumatických a hydraulických systémů. Senzory mají fixní a variabilní výstup, který lze dle potřeby konfigurovat jako spínací, analogový nebo alarmový výstup.

Obzvláště pozoruhodnou vlastností zařízení je integrovaný barevný TFT displej, který umožňuje velmi intuitivní ovládání a rozmanité režimy zobrazení. Tlak lze například zobrazit v textové podobě nebo jako grafické znázornění, jako je manometr, sloupcový diagram apod., s vyznačenými definovanými spínacími body. Během provozu je možné mimo jiné barevně vizualizovat dosažení zadaného spínacího a resetovacího bodu. To je však jen několik příkladů širokého potenciálu snadno přepínatelného barevného displeje.

### **3.2 VÝROBA A PROCESY: SLEDOVÁNÍ VYUŽITÍ KAPACIT**

Bránu IIoT **BY000002** pro sběr výrobních/procesních dat lze mimo jiné připojit přímo k PLC stroje nebo systému prostřednictvím integrovaného rozhraní OPC U/A, a získat tak z řídicího systému množství cenných informací. Produktivitu a prostoje systémů lze navíc sledovat pomocí další, volitelně dostupné aplikace (**viz kapitola 2.5**).

Pokud jsou pro analýzu a vyhodnocení potřeba další data nad rámec informací poskytovaných PLC, lze v různých oblastech využít celou řadu senzorových řešení od společnosti ipf electronic. Tyto poskytují informace mimo jiné o využití a spotřebě provozních nebo pomocných materiálů ve výrobním procesu. Použití senzorů je také nezbytné, pokud by z různých důvodů řídicí systém stroje nebo systému nemohl být používán pro sběr výrobních/procesních dat.

#### **3.2.1 STANOVENÍ VYROBENÉHO MNOŽSTVÍ A POČTU IO A NIO**

Jako doplňkovou možnost pro zaznamenávání množství pomocí PLC, včetně specifikace vyrobených dílů OK a nonOK, nabízí společnost ipf electronic ve spojení s bránou IIoT široké spektrum digitálních senzorů. Na výběr zde jsou rámové, kruhové a trubkové senzory; nárazové senzory; nebo světelné závory jako jednosměrné systémy; reflexní senzory; nebo tlačítka. Proto je zde jako příklad popsáno pouze několik vybraných technologií.

### 3.2.1.1 SVĚTELNÉ ZÁVĚRY, RÁMOVÉ, KRUHOVÉ A TRUBKOVÉ SNÍMAČE

Optické senzory jsou ideální pro bezkontaktní stanovení množství nebo pro detekci OK a nonOK dílů. ipf electronic nabízí tato řešení v podobě jednosměrných systémů se samostatnými vysílači a přijímači, jako senzory s vysílači a přijímači v jednom zařízení, jako retroreflexní senzory s reflektorem nebo jako tzv. inteligentní reflexní systémy, které mohou jako protilehlý prvek použít jakýkoli povrch s dostatečnou odrazivostí (např. strojní součást).

Takové systémy lze použít v mnoha oblastech a zachycují objekty velmi přesně téměř bez ohledu na jejich vlastnosti (např. tvar, barvu, strukturu povrchu, materiál).

Kromě toho lze některá řešení, jako například senzory s optickými vlákny od společnosti ipf electronic, použít v ex-zónách. Pro oblasti s vysokou úrovní znečištění (např. při děrování) nebo tam, kde se používají oleje, chladicí kapaliny nebo separační prostředky, se doporučují vysoce výkonné světelné závory s velmi vysokou kompenzací znečištění.

Indukční kruhové senzory řady IY jsou například ideální pro detekci malých dílů, které spolehlivě detekují všechny kovové předměty. Kruhové senzory jsou nabízeny ve statickém i dynamickém provozním režimu. Statické kruhové senzory detekují jak stacionární, tak pohyblivé kovové díly, a umožňují tak například spolehlivou detekci a současně monitorování předmětů v přírodních hadicích.

Dynamické kruhové senzory byly naproti tomu vyvinuty výhradně pro detekci pohybujících se kovových součástí. Tato zařízení mají obecně vyšší citlivost odezvy než statické kruhové senzory, a proto jsou schopna detekovat i extrémně rychle se pohybující objekty a extrémně malé součásti s nízkou hmotností v přírodních hadicích.

Indukční trubkové senzory řady **IY19** od společnosti ipf electronic lze snadno připevnit na nekovovou trubku nebo kanál z vnější strany, např. pomocí kabelové pásky, pro detekci počtu kusů a dosáhnout spínacích vzdáleností až 16 mm.

Optické rámové senzory řady OH se naopak používají k detekci celé řady rozmanitých objektů, včetně těch nekovových. Ve srovnání s indukčními kruhovými senzory jsou schopny monitorovat mnohem větší plochy. Nabízejí také vyšší rozlišení pro detekci velmi malých částí a větší citlivost, zejména v dynamickém režimu, což umožňuje spolehlivou detekci i extrémně rychle se pohybujících objektů.



Optické rámové senzory řady OH (vlevo), indukční kruhové senzory řady IY (vpravo) a velmi snadno instalovatelné trubkové senzory řady IY19 (nahoře).

### 3.2.1.2 JEDNODUCHÉ A ROBUSTNÍ ŘEŠENÍ PRO VYHAZOVACÍ ŽLABY

Pro obzvláště jednoduché stanovení počtu kusů nebo dílů OK a nonOK, např. na vyhazovacích žlabech strojů, nabízí ipf electronic tzv. nárazový senzor (**YM500170**). Senzor, umístěný v hliníkovém pouzdře (třída ochrany **IP67**), se vyznačuje dlouhou životností a je obzvláště vhodný pro aplikace, kde je třeba detekovat a počítat například šrouby, nýty, lisované díly, pružiny a dokonce i nekovové díly. Kompaktní nárazový senzor (55 mm x 50 mm x 10 mm) se jednoduše namontuje na vyhazovací žlab stroje a reaguje výhradně na fyzický náraz předmětů na vyměnitelnou ocelovou nárazovou desku. **YM500170** dokáže detekovat až 100 dílů za sekundu.



Zajímavý produkt pro specifické oblasti: Snímač nárazu **YM500170** zaujme svou velmi dlouhou životností v aplikacích, kde je nutné detekovat a počítat kovové i nekovové předměty.

### 3.2.1.3 URČENÍ VÝROBNÍHO MNOŽSTVÍ PÁSOVÉHO MATERIÁLU

Pro kontinuální určování množství vyrobeného pásového materiálu (např. ocelových svitků) se v kombinaci s bránou IIoT osvědčily parametrovatelné rotační enkodéry a velmi flexibilní optické systémy měření polohy.

Pro měření délky nebo zaznamenávání množství výroby za předem definované období je hřídel inkrementálního enkodéru řady **VD58982x** od společnosti ipf electronic buď přímo spojena například s napínací kladkou nebo je měřicí kolo připojeno na hřídel enkodéru. Zvláštností těchto enkodérů je, že lze parametrovat přímo na místě, a proto lze vždy nastavit na požadovaný počet impulzů (mezi 1 a 65 536 impulzů). Tato řešení se proto ve všech ohledech liší od konvenčních zařízení, u kterých je nutné specifikovat stupnici na pulzním kotouči ještě před dodáním. To je jistě rozhodující výhoda pro firmy používající větší množství enkodérů pro různá měření délky. Díky vysoké přípustné rychlosti až 6000 ot/min lze enkodéry použít i pro měření délky ve velmi rychlých procesech.



Parametrizace na místě: Příklady inkrementálních enkodérů od společnosti ipf electronic. Zleva: VD589820 s plnou hřídelí 6 mm, VD589821 s plnou hřídelí 10 mm a VD589822 s dutou hřídelí 12 mm.

Konfigurovatelný optický systém měření vzdálenosti **VO330570** od společnosti ipf electronic s dosahem snímání až 60 mm detekuje všechny pohybující se objekty bezkontaktně a tedy bez prokluzu, bez ohledu na materiál nebo barvu. To znamená, že systém dokáže detekovat například i průhledné materiály. Senzor se konfiguruje pomocí bezplatného počítačového softwaru od společnosti ipf electronic s dostupnými jednotkami pulzy/mm, m/min a mm. Pokud je **VO330570** během používání připojen k počítači, software také určí rychlost pohybu detekovaného pásového materiálu.

Řešení také zahrnuje výstup, který poskytuje dva pravouhlé signály A/B, fázově posunuté o 90 stupňů, čímž je možné prostřednictvím počítače zobrazení vzdálenosti pojezdu. Další spínací výstup umožňuje parametrování nulového bodu pro předem definovanou vzdálenost, například pro resetování čítače nebo zpracování signálu v PLC. Druhý výstup lze také použít jako výstup alarmu, což výrazně zvyšuje spolehlivost procesu při měření polohy a úhlu



Optický systém pro měření polohy **VO330570** nabízí řadu funkcí a je proto velmi flexibilní, a to i pro detekci průhledných pásových materiálů.

### **3.3 VÍCE PODROBNOSTÍ O SPOTŘEBE PROVOZNÍCH A SPOTŘEBNÍCH MATERIÁLŮ**

In der betrieblichen Praxis oftmals weniger Beachtung geschenkt wird dem tatsächlichen Verbrauch bspw. von Schmierstoffen, Trenn- oder Kühlmitteln, obwohl hier zumeist viele Einsparpotenziale schlummern. Vor allem Füllstandsensoren von ipf electronic mit Analogausgang können dabei helfen, diese Potenziale zu heben, da sie konkrete Details zu den wahren Verbrauchsmengen zutage fördern und somit auch möglichen Verschwendungen von Ressourcen auf die Spur kommen. Die Bandbreite an Lösungen von ipf electronic reicht hier von Ultraschallsensoren über Radarsensoren bis hin zu Seilsonden und Drucksensoren, um nur einen kleinen Ausschnitt zu nennen.

### 3.3.1 ULTRAZVUKOVÉ SNÍMAČE: MĚŘENÍ HLADINY Z JAKÉKOLI VZDÁLENOSTI

Ultrazvukové senzory fungují na principu echo-time-of-flight (měření doby letu) a integrují zvukový převodník, který střídavě funguje jako vysílač a přijímač. Převodník vysílá určitý počet zvukových vln, které se odrážejí od měřeného materiálu bez ohledu na jeho tvar nebo průhlednost. Vyhodnocuje se čas mezi vysláním a příjmem signálů, který je přímo úměrný vzdálenosti mezi senzorem a povrchem materiálu.

Rozhodujícím pro měření vzdálenosti a tím i hladiny je vždy první vyhodnotitelný signál, který dopadne na snímač, když funguje jako přijímač.

Ultrazvukové senzory, jako je **UT309023** s analogovým výstupem (0...10 V, 4...20 mA) a rozhraním IO-Link, jsou vhodné zejména pro měření hladiny z velkých vzdáleností až do 6 000 mm, a proto se doporučují pro použití ve velkých nebo hlubokých nádržích, jako jsou sila.



V této aplikaci byl ultrazvukový senzor instalován v oblasti poklopu sila (vpravo). Vysílač (vlevo) je umístěn v rozvaděči poblíž sila (uprostřed).

Naproti tomu obzvláště kompaktní ultrazvukové senzory, jako je sonda **UT129021** s analogovým výstupem, lze použít pro monitorování hladiny médií v nádobách s velmi malými otvory. Standardní ultrazvukové sondy mají v závislosti na své velikosti měniče s poměrně velkou povrchovou plochou, a tedy zvukový kužel s velkým úhlem otevření. Jak již bylo popsáno výše, pro měření výšky hladiny je vždy použit první analyzovatelný signál, který v režimu příjmu dopadne na měnič. U obzvláště malých nádob je proto možné, že například zvukový kužel nejprve dopadne na okraj nádoby a nikoli na detekované médium. **UT129021** má naproti tomu velmi malý úhel otevření měniče, pouhých 6°. Zvuková tryska také zaostřuje zvukový impuls, což umožňuje detekci hladiny úměrnou vzdálenosti i v nádobách, jako jsou zkumavky.



UT129021 s analogovým výstupem pro detekci výšky hladiny ve sklenicích s velmi malými otvory (vlevo). Další senzor (UT129520) s digitálním spínacím výstupem se používá pro detekci přítomnosti (vpravo).

### **3.3.2 RADAROVÉ SENZORY: ZAJÍMAVÉ PRO ZVLÁŠTĚ NÁROČNÁ PROSTŘEDÍ**

Radarové senzory, jako je **FR900020** od ipf electronic, dosahují z výroby dosahu až 5 m a lze je přepnout až na 10 m. Senzory se vyznačují krátkou dobou odezvy 0,3 ms a velmi vysokou přesností měření. Tato zařízení jsou obvykle velmi dobrou alternativou tam, kde jiné senzory narážejí na své limity v důsledku rozmanitosti podmínek prostředí, jako je teplota, plyn nebo pára, přetlak, podtlak nebo vakuum, stejně jako prach a rušivé okolní světlo. Ve srovnání s ultrazvukovými senzory nabízí radarový senzor značné výhody, například při monitorování výšky hladiny médií, na kterých se mohou tvořit vrstvy pěny nebo plynu. Díky svému principu fungují zařízení nezávisle na teple nebo chladu a jsou bezúdržbová a zároveň odolná vůči vlhkosti a nečistotám. Detekce je navíc možná i přes plastový kryt, například v podobě ochranného okna.



Radarové senzory, jako je **FR900020**, jsou obvykle velmi dobrou alternativou v případech, kdy jiné senzory dosahují svých limitů při měření výšky hladiny v důsledku rozmanitosti podmínek prostředí, jako je teplota, stratifikace plynu nebo par na médiu, přetlak, podtlak nebo vakuum, stejně jako prach a rušivé okolní světlo.

### 3.3.3 TLAKOVÉ SNÍMAČE A KABELOVÉ SONDY: OD TLAKU K VÝŠCE HLADINY

Řada lanových sond a hydrostatických tlakových senzorů **FY98** od společnosti ipf electronic se osvědčila jako jednoduché a bezúdržbové řešení pro širokou škálu měření hladiny. Díky „závěsné“ montáži lze instalovat do zásobníku bez dalšího nastavování. Sensory jsou vybaveny článkem pro měření tlaku s následnou elektronikou, která převádí statický tlak sloupce kapaliny na analogový měřicí signál. Protože statický tlak je určen čistě měřicí technologií, lze měřit i gelová nebo pastovitá média.



Hydrostatické tlakové senzory řady **FY98** lze instalovat do nádrže bez dalších úprav pomocí „závěsné montáže“.

Alternativně k lanovým sondám lze výšku hladiny měřit také pomocí tlakových senzorů, jako je **DW363111** od společnosti ipf electronic. Senzor je instalován z vnější strany na bok nádoby naplněné kapalným médiem. Zajímavou vlastností **DW363111** je škálovatelný displej, který dokáže zobrazit odpovídající hladinu naplnění v nádobě v milimetrech i tlak v milibarech. To může být někdy relevantní, například pokud je nádoba naplněna lehčím olejem místo vody. V takovém případě již není nutný pracovní přepočítání tlaku na odpovídající výšku hladiny.

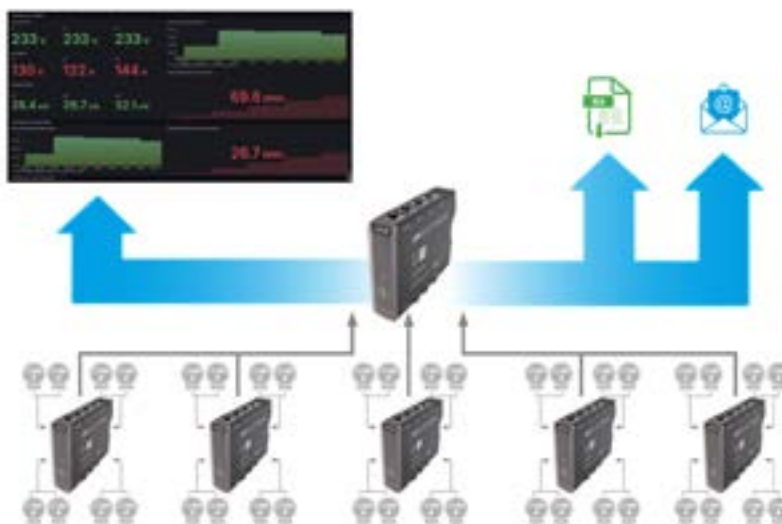
#### 4 PRAKTICKÉ PŘÍPADOVÉ STUDIE

Po zavedení technologií společnosti ipf electronic pro jednoduchý a cenově efektivní sběr procesních dat a monitorování energie si mnoho společností uvědomilo potenciál brány IIoT, jak ukazují některé praktické případové studie, které také zdůrazňují vysokou flexibilitu těchto řešení.

##### 4.1 AUTOMATICKÝ ODEČET MĚŘIDLA

Jeden z výrobců kovových a plastových lišt a speciálních profilů, mimo jiné, pravidelně ručně zaznamenává odečty z celkem 40 měřičů energie rozmístěných po celé společnosti. Za tímto účelem musí přijít zaměstnanci na jednotlivá místa s měřiči, odečítat různé hodnoty a zaznamenávat je do seznamu, který se později přenáší do tabulky.

Pro automatický záznam naměřených hodnot ze 40 měřičů bylo instalováno celkem pět bran (BY000002). Další brána slouží jako hlavní, shromažďuje všechny naměřené hodnoty a vizualizuje data na řídicím panelu (webový klient)



Topologie konkrétního řešení pro automatizovaný odečet měřičů.



Aktuálně naměřené hodnoty z měřiče pro specifický provozní rozsah napětí, proudu, činného výkonu, jakož i celkové činné energie a celkového činného výkonu systému jsou přehledně zobrazeny na řídicím panelu.

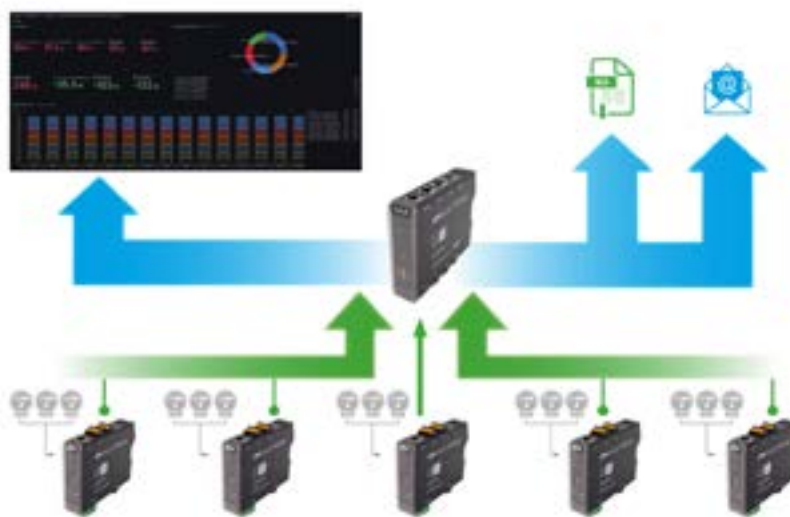
**Výsledky:**

- / Automatizovaný, decentralizovaný záznam širokého rozsahu naměřených hodnot ze 40 měřičů energie (činný výkon, jalový výkon, zdánlivý výkon, proud, napětí, energie atd.)
- / Data jsou kdykoli dostupná v podnikové síti
- / Enormní úspora času, neboť není nutný ruční záznam a zpracování
- / Eliminuje potenciální zdroje chyb v důsledku ručně psaných poznámek
- / Centralizované zpracování a vizualizace na přehledném panelu
- / Snadný export hodnot spotřeby za libovolné časové období do Excelu
- / Automatické e-mailové upozornění při překročení hodnot spotřeby
- / Splňuje požadavky na energetický management dle normy ISO 50001

**4.2 ENERGETICKÝ MANAGEMENT STROJŮ**

Společnost specializující se na zpracování plechů, plastů a povrchové úpravy používá pro svou výrobu vysoce energeticky náročná zařízení, jako jsou laserové řezací stroje. Společnost chce průběžně sledovat, analyzovat a vyhodnocovat spotřebu energie celkem pěti systémů, včetně nejmodernějšího zařízení na zpracování plechů, brusky a jejího odsávacího systému

Pro splnění specifických požadavků společnosti byla instalována brána IIoT, pět modulů pro měření energie (**AB000008**) a 15 proudových transformátorů řady NZ. Moduly pro měření energie v kombinaci s proudovými transformátory nepřetržitě měří spotřebu energie systémů. Vzhledem k třífázovému střídavému napájení s převážně asymetrickým zatížením jednotlivých fází vyžaduje každý stroj tři proudové transformátory. Všechny transformátory jsou připojeny k modulům pro měření energie připojeným k bráně. Brána následně shromažďuje všechny naměřené hodnoty a vizualizuje data o spotřebě na řídicím panelu.



Topologie pro monitorování energie více strojů.



Zobrazení činného, zdánlivého a jalového výkonu soustavy s rozložením příslušných fází (L1, L2 a L3).

### Výsledky:

- / Průběžný záznam spotřeby energie z celkem 5 systémů
- / Centralizované zpracování dat a přehledná vizualizace na řídicím panelu
- / K datům lze přistupovat kdykoli v rámci firemní sítě
- / Potenciál úspor energie na základě skutečných dat o spotřebě
- / Snadný export hodnot spotřeby za libovolné období do Excelu
- / Automatické e-mailové upozornění při překročení hodnot spotřeby
- / Splnění požadavků na energetický management dle normy ISO 50001

### **4.3 MONITOROVÁNÍ ENERGIE VSTŘIKOVACÍHO STROJE VČETNĚ MĚŘENÍ SPOTŘEBY PLYNU**

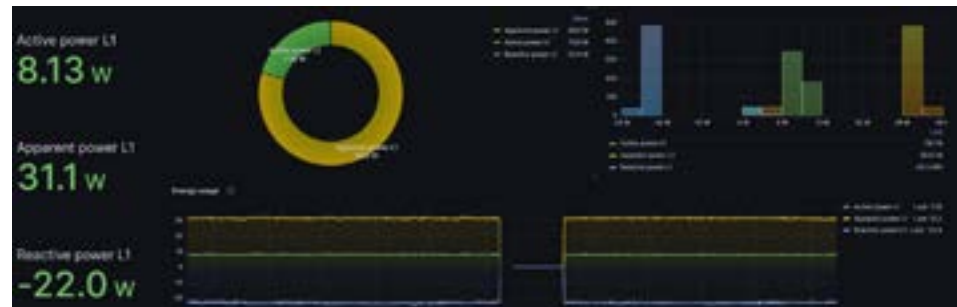
Výrobce systémů a komponentů pro profesionální elektroinstalace chce sledovat spotřebu energie vstřikovacího lisu ve svém výrobním závodě. Kromě toho by měla být u stroje průběžně zaznamenávána spotřeba plynu a jeho teplota.

V tomto případě se systémové řešení skládá z brány IIoT (**BY000002**), modulu pro měření energie (**AB000008**), tří proudových transformátorů řady NZ a průtokového senzoru řady SL. Protože stroj má třífázové střídavé napájení, je na každé fázi instalován proudový transformátor pro kulaté vodiče. Proudové transformátory jsou připojeny k modulu pro měření energie, který je zase připojen k bráně.

K bráně byl také připojen průtokoměr s analogovým výstupem (4...20 mA) pro sledování spotřeby plynu (měření objemového průtoku) a teploty plynu. Brána opět shromažďuje všechny naměřené hodnoty a vizualizuje je na konfigurovatelném řídicím panelu.



Modul měření energie, řídicí jednotka stroje a senzor průtoku jsou připojeni k bráně pro zpracování a vizualizaci.



Činný, zdánlivý a jalový výkon vstříkovačho lisu (zde pro fázi 1 / L1) jsou přesně zaznamenávány.



Souběžně se zaznamenáváním spotřeby energie se měří a vizualizuje objemový průtok a teplota plynu.

### Výsledky:

- / Kontinuální sledování spotřeby energie stroje
- / Dodatečné zaznamenávání spotřeby plynu a teploty
- / Potenciál úspor energie na základě platných údajů o spotřebě
- / Vyšší spolehlivost procesu díky sběru dat měření v reálném čase
- / Centrální zpracování a vizualizace všech naměřených hodnot na řídicím panelu
- / Snadný export hodnot spotřeby za libovolné období do Excelu pro další zpracování a dokumentaci
- / Automatické e-mailové upozornění při překročení předdefinovaných hodnot spotřeby
- / Splnění požadavků na energetický management dle normy ISO 50001

## **5 SHRNU TÍ A ZÁVĚR**

Udržitelné snižování spotřeby energie a současné zvyšování efektivity výroby prostřednictvím optimalizace procesů tak, aby se zvýšila transparentnost výroby na všech úrovních – to jsou klíčové požadavky, které budou určovat konkurenceschopnost téměř všech společností nyní i v budoucnu.

Jak všichni víme, každý začátek je těžký, že? Ale s IIoT bránou od ipf electronic to tak být nemusí! Na samém začátku brána vytvoří všechny předpoklady pro konzistentní monitorování energie a bezproblémový sběr výrobních/procesních dat, a související řešení lze kdykoli flexibilně upravovat.

Technologie společnosti ipf electronic jsou navíc vhodné pro modernizaci starších systémů prostřednictvím dodatečných úprav, což odpovídá naléhavé potřebě digitalizace výroby.

A ve všech výše uvedených případech nejsou nutné ani vysoké počáteční investice, ani nákladné úpravy strojů nebo systémů.

Díky monitorování spotřeby energie u strojů a systémů, jako jsou kompresory pro výrobu stlačeného vzduchu, se skutečné náklady na výrobu energie stanou jasně viditelnými ve velmi krátkém čase. Větší transparentnost ohledně skutečné spotřeby energie, v případě potřeby až k jednotlivému spotřebnímu místu (konkrétní stroj, systém atd.), umožňuje přesněji analyzovat důvody potenciálně rozdílných nároků na energii, a přijmout konkrétní opatření pro udržitelné úspory v kombinaci s citelným snížením nákladů.

A co je potřebujete v samotných počátcích? Pouze IIoT bránu **BY000002** s integrovaným úložištěm dat a modulem měření energie **AB000008** v kombinaci s proudovými transformátory od společnosti ipf electronic.

Zaznamenáváním a vizualizací dat o strojích a procesech (využití, doby chodu, doby průchodnosti, prostoje, počty kusů, míra zmetkovitosti atd.) lze určit skutečné využití kapacity výrobního zařízení a získat tak důležité klíčové ukazatele pro celkovou efektivitu zařízení, a tím i přehled o aktuální provozní a výrobní situaci. To umožňuje cíleně identifikovat a odstranit úzká hrdla, neefektivitu a slabá místa. Zaznamenávání a vizualizace dat v reálném čase navíc umožňuje rychlejší zásah v případě problémů nebo odchylek v probíhajícím procesu. Shromážděná data dohromady tvoří platný a dobře podložený základ pro provozní i strategické rozhodování.

Průběžná analýza dat o strojích a procesech také odhaluje vzorce hrozících poruch, které lze využít k lepšímu plánování údržby, oprav a zásob náhradních dílů. To znamená, že nyní lze namísto reaktivních nebo preventivních strategií údržby zavést prediktivní, a tedy na stavu založená opatření, což optimalizuje cykly údržby a snižuje náklady na náhradní díly.

Další potenciál pro úsporu nákladů lze mimo jiné identifikovat zaznamenáváním spotřeby provozních a pomocných materiálů. Ten, kdo má například přesné znalosti o používání maziv, separačních prostředků nebo chladicích kapalin, může také vědomě předcházet plýtvání a tím udržitelně šetřit zdroje.

Kromě brány IIoT pro sběr dat o energetických tocích a/nebo sběr dat o výrobě/procesech nabízí společnost ipf electronic na vyžádání širokou škálu vysoce výkonných senzorů, např. pro monitorování sítí stlačeného vzduchu při výrobě a distribuci stlačeného vzduchu, pro měření průtoku a spotřeby technických plynů, pro měření tlaku plyných a kapalných médií, pro měření spotřeby provozních a pomocných materiálů, pro stanovení počtu jednotek včetně dílů OK a NIO a pro stanovení vyrobeného množství pásových materiálů, abychom jmenovali alespoň některé.

***V této souvislosti nabízí elektronický systém IPF následující možnosti:***

**/** Kontrola a monitorování/überwachung samostatného systému, resp. stroje

**nebo**

**/** Implementace jako síťové řešení pro celý výrobní závod



Použití brány na úrovni stroje



Použití brány na úrovni provozu

Brána IIoT, která již obsahuje operační systém a webové clientské řešení pro zpracování a vizualizaci naměřených dat, nabízí vysoký stupeň konektivity a podporuje řadu běžných komunikačních protokolů. Volitelně lze bránu rozšířit i o velmi komplexní webové clientské řešení pro cílené sledování produktivity zařízení a prostojů. Samotná brána již nabízí řadu rozhraní pro připojení libovolného počtu digitálních, analogových a například Modbus senzorů. Bránu lze navíc škálovat pomocí připojení k zadní sběrnici s I/O modulem **AB000009**, čímž se výrazně rozšíří počet rozhraní, pokud jsou I/O brány nedostatečující. Modul lze také použít jako samostatné zařízení na sběr dat, pokud je již nainstalován systém pro zpracování a vizualizaci signálů.

Stručně řečeno tvoří brána IIoT **BY000002** spolu s dodatečnými moduly, všestrannými výkonnými aplikacemi a širokým výběrem různých senzorových technologií rozhodující základ pro rozhodnutí založená na datech. Ta jsou provázena znatelným zvýšením efektivity, kvality a nákladové efektivity ve výrobě.

© Tento dokument je chráněn autorským právem. Použití textu (včetně výňatků) a obrázků v tomto dokumentu je povoleno pouze s písemným souhlasem společnosti ipf electronic gmbh. Změny vyhrazeny.



**ipf electronic gmbh**  
info@ipf.de • www.ipf.de

Změna vyhrazena bez předchozího upozornění! Stav: červenec 2025