

# Komunikační sítě pro chytrou výrobu a chytré továrny

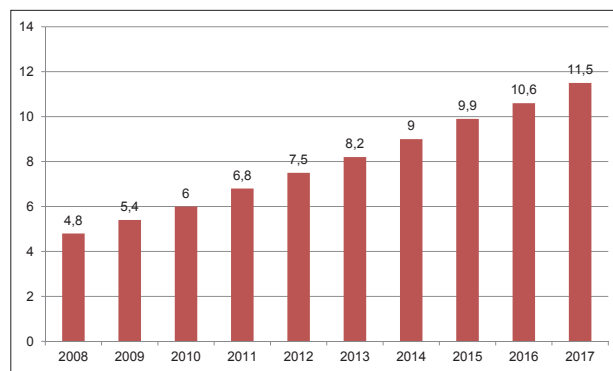
V mnoha oborech procesní výroby, jako jsou chemický a petrochemický průmysl nebo jaderné elektrárny, jsou základní součástí systému řízení, která pomáhá regulovat vysoce kritické procesy, snímače. Energetika zase vyžaduje snímače pro řízení rozsáhlých rozvodných a distribučních sítí. V oblastech kritické infrastruktury se uplatňují standardy pro komunikaci, interoperabilitu, spolehlivost, kalibraci, zabezpečení nebo přesnost inteligentních snímačů. Inteligentní provozní nástrojová technika, kam patří např. i inteligentní (chytré) snímače tlaku, průtoku nebo polohy hladiny, se stala normou. Inteligentní snímače však získávají pozici i v oborech s převahou diskrétních procesů, tedy ve strojní výrobě. Ovšem informace pořízené inteligentními snímači, mají-li být efektivně využity, se musí dostat ve správný čas a ve správném kontextu ke správným lidem. Kromě inteligentních snímačů hrají v kritických úlohách řízení výroby, jako jsou snižování nákladů na údržbu nebo zvyšování ukazatele celkové efektivity OEE, klíčovou roli také komunikační sítě a protokoly, které pomáhají uživatelům realizovat koncept chytré výroby. V tomto článku jsou popsány různé komunikační sítě a softwarová řešení pro snímače a akční členy používané v průmyslu.

Firmy v průmyslově vyvinutých zemích kontinuálně usilují o udržování svého zisku a současně se poohlížejí po rozvíjejících se trzích, kde mohou dosahovat růstu. Intenzivní tlak konkurence způsobuje, že firmy hledají nové způsoby, jak udržovat zisk, zajistit kvalitu výroby a vytvářet všudypřítomnou a efektivní inovační kulturu.

Neexistuje žádný jednotný standard, který by mohl být použit k rozhodnutí, zda je možné daný snímač označit přídatným jménem „inteligentní“; typicky jsou inteligentní snímače charakterizovány vestavěnou výpočetní jednotkou a schopností digitální komunikace. S příchodem internetu věcí a průmyslového internetu věcí (IIoT) počet snímačů používaných v praxi roste a rozšiřují se možnosti jejich využití. Jde přitom o inteligentní snímače – „intelligence“ je požadavkem jak v mnoha průmyslových úlohách, tak v systémech internetu věcí.

V současné době na trhu měřicí techniky dominují snímače pro procesní průmysl. Oblasti použití inteligentních snímačů v průmyslu jsou rozličné. V mnoha oborech procesní výroby, jako jsou chemický a petrochemický průmysl nebo jaderné elektrárny, jsou snímače základní součástí systému řízení, která pomáhá regulovat vysoce kritické procesy. Energetika zase vyžaduje snímače pro řízení rozsáhlých rozvodných a distribučních sítí.

V oblastech kritické infrastruktury se uplatňují normy pro komunikaci, interoperabilitu, spolehlivost, kalibraci, zabezpečení nebo přesnost inteligentních snímačů.



Obr. 1. Počet instalovaných zařízení s rozhraním Profibus 2008 až 2017 (v miliónech kusů; zdroj: Profibus International)

V procesním průmyslu jsou inteligentní snímače (nebo obecněji inteligentní provozní zařízení s rozhraním pro digitální komunikaci) již standardem, dokonce i tehdy, když uživatel ještě nevyužívá diagnostické informace generované těmito zařízeními. Inteligentní snímače však získávají pozici i v oborech s převahou diskrétních procesů, tedy ve strojní výrobě. Inteligentní snímače a spínače s autodiagnostikou a schopností komunikovat

v digitálních sítích splňují základní požadavky koncových uživatelů i dodavatelů zařízení na omezení požadavků na údržbu, zvýšení OEE a potřebu digitálně zachycovat znalosti a zkušenosti pracovníků.

## Výsledky průzkumu

Společnost ARC provedla průzkum, který zjišťoval, v jaké míře se v praxi strojní výroby inteligentní snímače využívají. Šlo o typické snímače používané ve strojní výrobě, např. snímače přiblížení, fotoelektrické snímače nebo lineární a rotační snímače polohy. Většina respondentů byli uživatelé automatizační techniky v daném oboru. Průzkum zjišťoval, jaké typy inteligentních snímačů pro strojní výrobu koncoví uživatelé nejvíce oceňují, jakou mají tyto snímače úroveň funkcí a diagnostiky a jaké jsou s nimi spojené úlohy a procedury.

Ačkoliv jsou inteligentní snímače výhodné pro všechny typy strojů, většina snímačů je stále konvenčních. Podle výsledků průzkumu je možné jen přibližně 25 % snímačů používaných ve strojní výrobě označit jako inteligentní. Jsou mezi nimi zejména snímače s analogovým výstupem, snímače používané v nepříznivých pracovních podmínkách a ty, u nichž je třeba např. při výměně nástrojů často měnit nastavení.

Podle respondentů se však využití inteligentních snímačů rozšiřuje a roste jak jejich celkový počet, tak jejich podíl na celkovém počtu snímačů průměrného stroje. Respondenti očekávají, že za deset let bude podíl inteligentních snímačů na průměrném stroji až 50 %. V současné době na nich uživatelé oceňují zejména to, že jsou schopné poskytovat relevantní informace o své funkčnosti, o driftu měřené hodnoty apod.

Na koncové uživatele, kteří chtějí na strojích využívat větší počet inteligentních snímačů, ale čekají mnohé problémy.

Jak klesá počet kvalifikovaných a zkušených pracovníků, koncoví uživatelé se stále více snaží zachovat jejich znalosti. Jejich oči a uši nahradí právě snímače. Nová generace pracovníků bude potřebovat snazší přístup k informacím o snímačích a strojích, protože budou zodpovědní za větší počet výrobních prostředků. Inteligentní snímače a průmyslový internet věcí slibují, že umožní zvýšit vý-

Tab. 1. Inteligentní snímače poskytují informace potřebné pro složité úlohy strojní výroby

<b>Ochrana zařízení</b>	Snímače přispívají k ochraně zařízení před chybným zapojením a ovládním a umožňují zachovat funkčnost zařízení po delší dobu.
<b>Adaptivní řídicí algoritmy</b>	Adaptivní řídicí algoritmy umožňují dynamicky měnit parametry regulátoru podle aktuálních provozních podmínek. Tyto algoritmy pomáhají výrobní procesy přizpůsobit např. změnám kvality vstupních surovin, opotřebením nástrojů apod.
<b>Prediktivní údržba</b>	Informace získané ze snímačů na stroji či zařízení mohou být v reálném čase zpracovány a vyhodnoceny v souvislosti s probíhajícími výrobními procesy. Z trendů měřených veličin v čase je možné predikovat nutnost servisního zásahu.

konnost strojů, a proto se v moderním průmyslu stávají nutností.

Většina respondentů průzkumu pokládá za nejdůležitější snímače teploty a tlaku, následované snímači vibrací, polohy hladiny, průtoku a vzdálenosti. Fotoelektrické snímače, snímače přiblížení a jiné snímače a spínače mají podle nich menší význam. Je zajímavé, že uživatelé z oblasti strojní výroby za nejdůležitější považují právě snímače tlaku a teploty, tedy typických veličin měřených v procesním průmyslu. Snímače vibrací se umístily vysoko proto, že se často používají v úlohách hodnocení stavu strojů.

Obecně lze říci, že inteligentní snímače umožňují více než jen přenášet měřenou veličinu. Zobrazovat lze diagnostické informace, tedy informace o technickém stavu snímače, a uživatel navíc může také nastavovat hodnoty parametrů snímačů a ovládat jejich další funkce, jako např. automatickou detekci a rozeznávání nových snímačů v síti.

V síti snímačů je rovněž možné kombinovat informace vztahující se k výrobním procesům a ke stavu strojů a dávat je do vzájemných souvislostí. Například snímač teploty a snímač vibrací mohou navzájem vytvořit softwarový (virtuální) snímač podávající informaci o mechanickém opotřebení ložisek. Ve věku analytických metod je rozhodující schopnost zpracovávat velké objemy dat z mnoha inteligentních senzorů a vytvářet tak prediktivní algoritmy, které mohou identifikovat problémy, jež mohou v budoucnu nastat a které by mohly způsobit odstávku stroje nebo snížení OEE. Virtuální a skutečné snímače přitom mohou pracovat pohromadě.

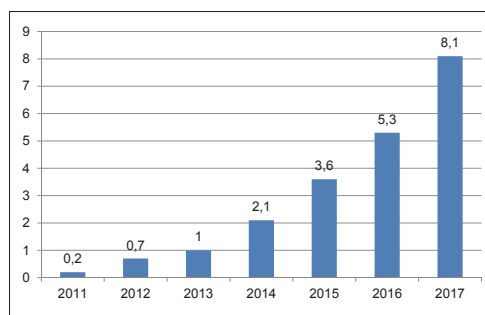
## Inteligentní měření

Ovšem informace pořízené inteligentními snímači, mají-li být efektivně využity, se musí dostat ve správný čas a ve správném kontextu ke správným lidem. V tom je rozdíl mezi inteligentními snímači a strategií inteligentního měření. Co se týče inteligentního měření, mají komunikační síť stejnou roli jako vlastní inteligentní snímače, nebo dokonce větší. S příchodem digitální techniky se v průmyslu objevují také potřebné standardy pro řízení procesů a digitální (nebo „chytřejší“) síť snímačů, kabelové i bezdrátové. To umožňuje přenášet kromě měřené hodnoty množství informací o stavu zařízení, ID, diagnostické informace, časové značky a další data.

## Komunikační protokoly

Kromě protokolů specifických pro daného dodavatele a jeho proprietární komunikační sběrnici se pro digitální komunikaci na provozní úrovni v praxi procesního průmyslu používají standardizované protokoly, jako Foundation Fieldbus (nyní IEC 61158), HART nebo Profibus. Vzhledem k nutnosti nahradit původní kabeláž analogových signálů 4 až 20 mA specializovanou (a náklad-

nou) kabeláží pro digitální sběrnice, vzhledem k omezení šířky přenosového pásma a vzhledem k tomu, že pro techniky v oboru procesní výroby nešlo o nic důvěrně známého, zpočátku ani Foundation Fieldbus, ani Profibus nedosáhly v procesním průmyslu velkého rozšíření. Jiné je to s protokolem HART, který využívá dosavadní kabeláž 4 až 20 mA. Ten proto byl a zůstává dominantním standardem pro komunikaci mezi inteligentními snímači (např. snímači teploty nebo tlaku, hladinoměry, průtokoměry atd.) a ří-



Obr. 2. Počet instalovaných nódů IO-Link: 2011 až 2018 (milióny kusů; zdroj: Profibus International)

dicími systémy v mnoha odvětvích procesního průmyslu. Podle sdružení FieldComm Group je v provozech po celém světě instalováno více než 30 milionů produktů s protokolem HART. Podle Profibus International bylo v roce 2017 vyrobeno 2,3 milionu zařízení s protokolem Profibus, tj. o málo méně než v předchozím roce.

Pro splnění specializovaných požadavků strojní (diskrétní) výroby vznikly sběrnice a protokoly CAN, DeviceNet, Sercos, EtherCAT a jiné vysokorychlostní sběrnice pro podporu digitální komunikace mezi inteligentními snímači, programovatelnými automaty (PLC), operátorskými panely (HMI) nebo systémy sběru dat. Používají se komunikační síť kabelové i bezdrátové.

Těsná integrace snímačů do řídicího systému významně zvyšuje celkovou výkonnost provozu, protože operátoři mají k dispozici informace podle daného kontextu bez toho, že by bylo třeba něco programovat nebo přizpůsobovat aplikace podle požadavků uživatele. Například je možné na místním operátorském panelu okamžitě zobrazit, které snímače je třeba vyměnit. Stejně tak jsou v HMI zobrazena varovná hlášení generovaná snímači, a to podle preferencí přihlášeného uživatele (obsluha, vedoucí směny, pracovník údržby).

## Komunikace založená na Ethernetu

Pokračující konvergence provozní techniky (OT) a informačních systémů (IT) posiluje trend pronikání komunikace založené na Ethernetu na nižší úrovni řízení v hierarchické struktuře. V některých případech jde také o inteligentní snímače na provozní úrovni. Ethernetová komunikace se snímači a akč-

ními členy na nejnižší úrovni řízení umožňuje realizovat kompletní a konzistentní tok informací v celé automatizační pyramidě.

Realizace koncepcí, jako průmysl 4.0 nebo IIoT, vyžaduje otevřené digitální sítě, do nichž se mohou snadno připojit provozní zařízení a komunikovat nejen s řídicím systémem (PLC, DCS), ale též s informačním systémem firmy a s aplikacemi v cloudech. Flexibilní a snadnou integraci, požadovanou pro průmysl 4.0 i pro IIoT, umožňují síť průmyslového Ethernetu.

Mnozí dodavatelé snímačů pro automatizaci procesní výroby již nabízejí snímače s moduly pro ethernetovou komunikaci. Někteří dodávají také snímače pro automatizaci strojní výroby s ethernetovým připojením. Ethernetové připojení usnadňuje konfiguraci, dohled a údržbu zařízení. Uživatelé mohou pro zobrazení dat přístroje na vzdáleném zařízení HMI použít webový server. Ten umožňuje realizovat nejen diagnostiku, ale i nastavení parametrů přístroje. ARC zjišťuje, že v souvislosti se snahou zjednodušit provoz zařízení roste počet přístrojů schopných zapojit se do sítě průmyslového internetu věcí.

V mnoha úlohách strojní výroby, kdy se používají jednodušší snímače, je však ethernetová komunikace příliš nákladná.

## IO-Link

IO-Link není novinka a většina dodavatelů snímačů pro strojní výrobu již produkty s tímto rozhraním nabízí. IO-Link je standardizován v mezinárodní normě IEC 61131-9 *Programmable controllers – Part 9: Single-drop digital communication interface for small sensors and actuators (SDCI)*. IO-Link je standard vhodný pro levné propojení snímačů bod-bod, které zvyšuje jejich funkčnost a rozšiřuje možnosti diagnostiky. Lze je využít pro širokou škálu „malých“, tedy jednodušších snímačů. K dispozici je pro fotoelektrické, indukční i ultrazvukové snímače a spínače. IO-Link je otevřený standard, dostupný každému, a proto jej nabízejí všichni významní výrobci snímačů, akčních členů a řídicích systémů na trhu. Je výhodný zvláště pro stroje, které vyžadují časté změny nastavení při změně typu vyráběného produktu nebo změně balení. Umožňuje totiž měnit hodnoty nastavení řádově v jednotkách sekund, protože hodnoty parametrů mohou být uloženy v PLC a odtud podle potřeby nahrány do snímače. Bez IO-Link trvá proces změny výroby v průměru půl hodiny a operátor musí fyzicky přestavit všechny snímače na stroji. S IO-Link je možné správnou sadu parametrů zvolit výběrem odpovídajícího profilu z aplikace HMI.

V uplynulých několika letech získal standard IO-Link dobrou pozici zejména v oblasti automatizace strojní výroby. „Chytřejší“ stroje jsou pro uživatele výhodné z mnoha důvodů.

Mezi ně patří i možnost nahradit nedostatek kvalifikovaných pracovníků. Odliš zkušených dělníků totiž vede i ke ztrátě jejich zkušeností s tím, jak zaručit efektivní provoz a údržbu strojů. Snímače s rozhraním IO-Link jsou dostatečně „inteligentní“ na to, aby umožnily tyto zkušenosti zachytit a pomohly omezit potřebu preventivní nebo reaktivní údržby.

## Závěr

Úspěch inteligentních snímačů bude záviset na tom, jak jsou transparentní pro otevřené komunikační sítě založené na Ethernetu, které jsou komunikační páteří moderních strojů. Použití standardní ethernetové komunikační techniky umožňuje používat v průmyslu běžné hardwarové komponenty. Standardizace usnadňuje tok informací systémem. Formátování dat, pojmenování objektů, přidělování

priorit a zobrazování diagnostických informací – to vše je tím usnadněno.

Všezahrnující standardizované komunikační sítě by měly být součástí každé strategie inteligentního měření v koncepcích průmyslového IoT, a to ze strany dodavatelů automatizační techniky i koncových uživatelů. Počínající uplatnění průmyslového IoT v praxi přimělo mnohé koncové uživatele k tomu, aby přehodnotili použití inteligentních snímačů v automatizaci strojní výroby. Uživatelé začínají postupovat za jednoduché využití inteligentních snímačů a začínají uplatňovat celkovou strategii inteligentního měření v kombinaci s vhodnou komunikační sítí. Podle těchto strategií se data z inteligentních snímačů mění na informace užitečné ke zlepšení OEE, omezení neplánovaných odstávek a omezení nákladů na údržbu.

Krátce řečeno, samotné použití inteligentních snímačů již není dostačující. Uživatelé

potřebují mít strategii, jak jejich data využít a přeměnit je na užitečné informace. Teprve kombinace informací z různých inteligentních snímačů na stroji vytváří to, čemu se říká „chytré zařízení“, jež může být součástí „chytré továrny“. V této strategii, v kombinaci s moderní měřicí technikou, je možné využít desetiletí zkušeností s provozem strojů.

Pro efektivní provoz strojů a strojních zařízení je kriticky důležité vytvořit systém s takovou architekturou, jež dovolí převést data z velkého množství snímačů na užitečné informace, které budou dostupné správným lidem na správném místě. Integrace snímačů s vhodnou komunikační sítí umožňuje uživatelům přístup k informacím z inteligentních snímačů a systémů.

*Naresh Surepelly,  
Senior Analyst, ARC Advisory Group*

# Jednopárový Ethernet má ambici stát se standardem pro komunikaci na provozní úrovni automatizace

Jednopárový Ethernet (*Single-Pair Ethernet*, SPE) si razí cestu do průmyslové automatizace, především tam, kde se budují sítě průmyslového internetu věcí, IIoT. Významně totiž snižuje složitost systému i náklady na instalaci a umožňuje překračovat existující hranice.

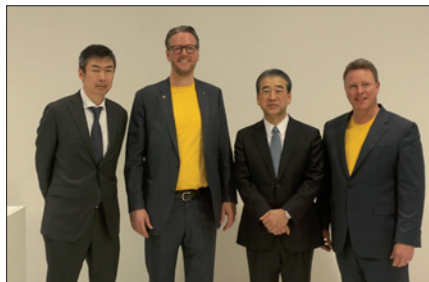
Nástup SPE byl patrný i na veletrhu Hannover Messe, kde byly mj. uzavřeny i dvě významné smlouvy o spolupráci v oblasti vývoje techniky a standardizaci SPE a představeny první produkty pro SPE. Průkopníkem v této oblasti je firma Harting.

V souboru norem IEEE 802.3 existuje několik standardů pro sítě LAN i WAN. Nejnovější z nich, IEEE 802.3 cg pro sítě 10Base-T1 a vzdálenosti až 1 km, by měla být vydána letos.

## Firmy Harting a Hirose znovu potvrdily spolupráci

Společnosti HIROSE Electric Co. Ltd., Tokio, a HARTING Technology Group uzavřely dohodu o společném vývoji produktů a postupu standardizace infrastruktury SPE (*obr. 1*). „Společný vývoj v oblasti jednopárového Ethernetu je pokračováním a upevněním partnerství obou společností,“ konstatoval Kazunori Ishii, prezident společnosti Hirose. Partnerství obou společností totiž začalo už v roce 2016, kdy obě firmy společně uvedly na trh rozhraní ix Industrial, úspěšně řešení pro ty uživatele, kteří hledají rozhraní pro čtyřpárový Ethernet s minimálními požadavky na prostor.

Cílem společného vývoje je nabídnout trhu ucelený sortiment konektorů a kabelů pro SPE. Obě společnosti budou také SPE prosazovat v uživatelských skupinách a asociacích. „Kromě vytvoření jednotného rozhraní se aktivně rozvíjí standardizace v dalších ohledech, která je základem uceleného



*Obr. 1. Znovu potvrzená spolupráce: zleva Hiroshi Satoh, generální ředitel divize mezinárodního obchodu, HIROSE, Philip Harting, CEO HARTING Technology Group, Kazunori Ishii, prezident HIROSE, a Ralf Klein, výkonný ředitel, HARTING Electronics*

ekosystému SPE,“ řekl Ralf Klein, výkonný ředitel HARTING Electronics.

Obě společnosti tedy budou přímo spolupracovat na vývoji společného standardu rozhraní a kabelových rozvodů SPE pro zařízení a společně postupovat v práci na standardizaci potřebné přenosové sítě (např. standardu IEEE 802.3 BASE-T1). Cílem je vytvořit kompletní infrastrukturu SPE pro automati-

zaci, robotiku, energetiku a dopravu a umožnit uvést koncept IIoT do praxe.

## Nová smlouva firem Harting a TE Connectivity

Druhou smlouvu o spolupráci v oblasti SPE na veletrhu Hannover Messe uzavřely společnosti TE Connectivity a HARTING Technology Group (*obr. 2*). Jejím obsahem je podpora jednopárového Ethernetu tak, aby se stal standardem pro sítě IIoT. Obě firmy toho chtějí dosáhnout společnými aktivitami v oblasti standardizace infrastruktury SPE. „Jednopárový Ethernet je technika, na níž stavíme naši cestu



*Obr. 2. Nová smlouva TE Connectivity a HARTING Technology Group; zleva Frank Welzel, ředitel oddělení Global Product Management, HARTING Electronics, Monika Kukloková, ředitelka Communication & Power, TE Connectivity, Ralf Klein, výkonný ředitel, HARTING Electronics, a Eric Leijtens, Global Product Manager pro průmyslovou komunikaci, TE Connectivity*