



## ŘÍZENÍ, REGULACE A ZABEZPEČENÍ TĚŽNÍCH STROJŮ S VYUŽITÍM PROGRAMOVATELNÝCH AUTOMATŮ PRACUJÍCÍCH V SÍTOVÉM ZAPOJENÍ

*Radim Jelínek, Zdeněk Militký<sup>1</sup>*

**Klíčová slova:** PLC, Ethernet, Controlnet, vizualizace a zabezpečení TS, redundance, Modbus, Profibus, Profinet.

### **Abstrakt:**

Tématem přednášky je soudobý systém řízení těžních strojů včetně regulace pohonů, zabezpečení provozních a poruchových stavů na bázi PLC komunikujících po lokální redundantní síti.

### **1. Úvod**

Modernizace těžních strojů přinesla nasazení PLC do řízení a zabezpečení těžních strojů. V současnosti se jedná o několik PLC v rámci jednoho stroje. Větší počet PLC je dán tím, že stroj byl rozdělen na několik samostatných funkčních celků: regulace, zabezpečení stroje, brzda, mazání atd. Ale taky tím, některá PLC se nepodílejí přímo na samotném řízení stroje, ale slouží pouze jako nezávislá zabezpečovací zařízení. S tímto postupně vznikla potřeba, výměny dat, porovnávání hodnot mezi jednotlivými PLC a odsud už je jen krůček k zapojení PLC do sítě.

V následujících kapitolách budou rozebrány jednotlivé vývojové stupně od počátků až po současnost a nastíněny trendy do budoucna.

### **2. Počátky výměny dat mezi PLC**

Nejprimitivnější výměna dat mezi PLC byla pomocí převodních relé. Výstup jednoho PLC byl zaveden přes kontakt relé do dalších PLC. Tento přenos umožňoval pouze výměnu základních logických signálů nikoliv signálů analogových.

### **3. Sériová komunikace mezi PLC**

Dalším vývojovým stupněm byla komunikace po sériových linkách RS485, které už umožňují nejen plnohodnotnou výměnu dat mezi PLC, ale taky připojení vizualizace. Přes počáteční omezení (přenosová rychlost, délka vedení), se komunikace po sériových linkách vyvinula v plnohodnotné řešení. Příkladem je třeba známý Profibus, který umožňuje komunikaci rychlostí až 12Mbit/s.

Další oblastí, kde našly uplatnění tyto sítě na sériových linkách jsou tzv. Inteligentní čidla.

Poslední a neméně důležitým významem sériových propojení je to, že je to často jediná možnost, jak propojit mezi sebou PLC různých výrobců, kteří většinu podporují, kromě vlastních protokolů, některý z průmyslových standardů (Modbus, Profibus).

Z hlediska vizualizace byl problém v tom, že ne vždy bylo možno použít pro výměnu dat mezi PLC a vizualizací jednu síť.

**Poznámka:** existují i modifikace protokolů Modbus a Profibus pro Ethernetové rozhraní, jedná se o Modbus TCP/IP a Profinet.

### **4. Komunikace po sítích Controlnet, Ethernet**

Komunikace po rozhraní Ethernet, umožňuje komunikací více protokolů na jednom fyzickém rozhraní. Lze bez problému používat jednu síť pro programování, výměnu dat mezi PLC i vizualizaci. Lze budovat redundantní sítě. Na výběr je běžný (Fast) a tzv. průmyslový Ethernet. Průmyslový Ethernet používá nižší rychlost, důraz je kladen na spolehlivost. Nepoužívají se UTP kabely, ale

<sup>1</sup> Ing. Radim Jelínek, Ing. Zdeněk Militký INCO engineering s.r.o., Thámova 11, Praha 8-Karlín, Česká republika

kabely STP. Jiné konektory atd. Pokud nejsou vysoké nároky na odolnost vůči rušení, mechanické namáhání apod., vyhoví většinou běžný Fast Ethernet, akorát se použijí aktivní prvky v průmyslovém provedení. Pro Ethernetové propojení je charakteristická topologie typu hvězda. Pro průmyslový Ethernet redundantní zapojení do kruhu. Průmyslový Ethernet taky povoluje skoro dvojnásobnou délku kabelu od switchu ke koncovému zařízení.

Redundantní síť Controlnet je realizována pomocí koaxiálních kabelů RG6 s kovovými bajonetovými konektory typu BNC. Přenosová rychlost 5 Mbit/s. Umožňuje v podstatě totéž co Ethernet. Z hlediska topologie je základním typem topologie typu sběrnice. S pomocí síťových prvků, lze vytvořit i jiné topologie.

Velkou výhodou je v aplikaci používat kombinaci obou sítí. V našem pojetí je použita síť Controlnet na úrovni technologie a síť Ethernet pro sběr dat, vizualizaci a programování. Díky použití Ethernetu, lze využít pro přístup k PLC i wifi připojení. V případě, že žádný automat není tímto rozhraním vybaven, musí se přistoupit přes Controlnetový přístupový bod, což ale vyžaduje v počítači speciální HW.

Dalším kladem rozhraní Ethernet je snadné napojení na podnikový intranet, případně internet. S tím souvisí i další výhoda a tou je vzdálený přístup, programování a vizualizace po internetu.

**Poznámka:** ve zmínkách o kabeláži se uvažuje vždy o metalickém provedení, jelikož technologie TS je většinou situována celá ve strojně nebo do max vzdálenosti 80m. Všechna rozhraní jdou pomocí speciálních převodníků převést na optická vlákna.

## 5. Výhody síťového propojení

Síťové propojení umožňuje jednotlivým PLC:

- **sdílet hodnoty z čidel:** v ideální případě se snažíme vždy o osazení dvěma nezávislými čidly, jejichž hodnoty se porovnávají. V případě nesouladu je podle závažnosti vyvolána havárie, blokáda nebo výstraha. Někdy nelze např. z prostorového hlediska osadit více čidel. Pokud je to čidlo s kontaktním výstupem, lze výstup z něj „namnožit“ přes převodní relé. U analogových výstupu z čidel toto provést nejde, ale díky síti ji lze sdílet s libovolným počtem PLC,
- **porovnávat mezi sebou sledované hodnoty:** jednotlivá PLC nezávisle na sobě z nezávislých IRC čidel vyhodnocují rychlost, zrychlení a hloubky dopravních nádob TS. Dojde-li k nesouladu je stroj zastaven,
- **řízení frekvenčního měniče:** řídicí PLC přímo po síti zadává žádané hodnoty rychlosti frekvenčnímu měniči. Odpadá generování analogového signálu pro řízení měniče a povely přes logické výstupy prostřednictvím relé,
- **zjednodušení zapojení rozvaděče:** zjednodušení kabeláže, úbytek relé, zmenšení svorkovnic,
- **vyšší bezpečnost:** vše se hlídá navzájem,
- **možnost programovat vše z jednoho místa:** neocenitelná výhoda pro programátora, zajišťuje komfort a úsporu času, jelikož se nemusí chodit připojovat ke každému PLC samostatně, zvláště neocenitelné, pokud jsou PLC daleko od sebe. V průmyslovém prostředí navíc není výjimkou, že v místě, kde se rozvaděč s PLC nachází, jsou ztížené podmínky (prach, hluk, vibrace...),
- **komfort pro obsluhu:** všechny důležité parametry lze snadno shromáždit do jednoho místa (např. kabina strojníka, dispečink).

## 6. Síť a vzdálené vstupy a výstupy

Vzdálené vstupy/výstupy jsou prostředkem distribuovaného řízení. V praxi to znamená, že se vstupní/výstupní jednotka umístí, co nejbližší k technologii a k samotnému řídicímu systému je připojena po síti. V našem případě jsou tyto vzdálené jednotky připojeny přímo na síť Controlnet. Výhoda tohoto zapojení je v tom, že ne pouze jeden, ale několik PLC může číst tyto vstupy (u výstupu to pochopitelně nejde, tam musí být jeden vlastník, ostatní mohou opět jen číst stav, ale nikoliv zapisovat). Další výhodou je, že od jednotek odchází pouze koaxiální kabel Controlnetu. Odpadají signálové kabely, ale především s výrazně zjednodušuje montáž.

Pro příklad: největší TS do Ruska měl 48 brzdných jednotek, od každé se vyhodnocovaly koncové polohy a analogová hodnota stavu brzdové jednotky. To představuje skoro 200 žil v kabelech, což je 400 konců jednotlivých žil, které je třeba správně označit nálečkou, nalisovat koncovku a v neposlední řadě především správně zapojit. V případě využití vzdálených jednotek vstupů se místo 200 žil zapojí pouze 2 koaxiální kabely RG6 redundantní sítě Controlnet. Montáž se tím nejen výrazně zjednoduší, ale také se výrazně eliminuje riziko chybného zapojení kabelů. Díky tomu se urychlí oživování a uvádění technologie do provozu.

## **7. Závěr**

Využití síťového zapojení PLC je moderní metoda řízení a zabezpečení TS. Přináší komfort pro obsluhu i pro programátory a zvyšuje úroveň zabezpečení TS. Toto řešení přináší i jistou úsporu v nákladech na kabeláž a výstroj rozvaděčů jelikož některé prvky odpadnou (signálové kabely, relé, vstupní výstupní karty), ale zase přibudou nové (koaxiální kabely, komunikační jednotky vzdálených vstupů a výstupů). Výrazně se však sníží náklady a čas na montáž a uvedení technologie do provozu. Z hlediska údržby je důležité, že toto řešení umožňuje vzdálený přístup přes internet do této lokální sítě a tím i rychlejší diagnostiku a odstraňování chyb.

### **Literatura:**

**Recenzia/Review:** *Ing. Stanislav Kropuch, PhD.*