

# Instalace komunikační sběrnice RS485 v budovách

Důležitou součástí systému měření a regulace jsou komunikační sběrnice, kterými jsou řídicí stanice propojeny se vstupně-výstupními moduly, mezi sebou navzájem, s vizualizačním PC – centrálou – a někdy i s cizími technologiemi, které jsou do řídicího systému integrovány. Správná funkce systému je na řádné funkci komunikace závislá; proto si připomeneme základní pravidla pro projektování, instalaci a uvádění do provozu snad nejběžnější ze sběrnic - RS485. Ačkoli byl tento standard definován již v r. 1983, používá se v širokém měřítku i dnes, protože má pro instalace v budovách řadu výhod: sběrnice může dosahovat délky až 1200 m, podporuje ji řada výrobců a především je díky nízkým rychlostem poměrně odolná proti rušení.

Pro jistotu připomínám, že musíme zásadně rozlišovat mezi fyzickou podobou sběrnice a protokolem, který na ní běží: například BACnet MS/TP je fyzicky též RS485, tedy můžeme zde používat klasické RS485 oddělovače, převodníky atd., ale telegramy vypadají zcela jinak než třeba u protokolu Modbus RTU / RS485. S nedostatečným značením se často setkáváme v technických specifikacích výrobců, kde se uvádí, že zařízení „má rozhraní RS485“, což ovšem neznamená, že je lze bez problémů připojit k podstanici, vybavené tímž rozhraním, a začít vyměňovat data. Nutnou podmínkou úspěšné integrace je, aby obě zařízení komunikovala stejným protokolem; dále musí – podle použitého protokolu – například jedno z nich komunikaci řídit (master) atd. Vidíme tedy, že pro bezproblémové propojení je někdy třeba znát více informací, než obsahuje obchodní leták.

Sběrnice RS485 je v základním provedení třívodičová: dva vodiče A a B, jejichž potenciálový rozdíl představuje logické stavy, a společný vodič, zem. Existuje ale i dvouvodičové zapojení, kdy zem se nepoužívá. Každá varianta má své zastánce a odpůrce; pro nás bude směrodatná dokumentace dodavatele, protože vlastnosti rozhraní (a tím i doporučené zapojení) jsou dány konstrukcí elektrických obvodů driveru. Konečniců ani ve značení vodičů neexistuje jednotnost, podle původního standardu má vodič A zápornější napětí než vodič B (dodržuje to např. elektroměr Schrack MGDIZ), i když v praxi je tomu většinou naopak, tedy A je „plus“, B je „mínus“. Praktičtější je značení „RS485+“ a „RS485-“ nebo podobně. Zde je tedy první místo, kde projektant může narazit: pokud propojí již v projektu svorky naopak a technik mu uvěří, uvádění do provozu se může zbytečně protáhnout. Správnou polaritu můžeme snadno zkontrolovat multimetrem – mezi vodiči

A a B by mělo být napětí kolem 2 V, což ale pro klidový stav nemusí platit, pokud nejsou instalovány pull-up a pull-down rezistory, viz dále.

Kabel by měl mít průměr 0.8 mm (tedy průřez 0.5 mm<sup>2</sup> – pozor, zjistěte, jestli výrobce v dokumentaci uvádí průměr nebo průřez), jednak z mechanických důvodů při montáži, jednak proto, že při vyšších rychlostech se začíná uplatňovat vliv skin efektu a pak silnější vodič představuje lepší volbu. Tenčí vodiče sice při nižších rychlostech cca. do 38 kbit/s po elektrické stránce vyhoví také, ale někdy se lámou a pak představují zdroj nevysvětlitelných poruch. Pokud bude montáž provádět specializovaná firma se zkušenostmi ze slaboproudých instalací, je možné použít i kabel UTP nebo STP, je však třeba dát pozor při připojování, protože některé šroubové svorky dokáží vodič doslova přestřípnout, jsou-li silně utaženy. A to montéři dovedou, jsou zvyklí pořádně dotahovat, aby se vodiče neuvolňovaly... Jako první volba se osvědčily kabely pro přenosy dat jako LAM DATAPAR 2x0.8, J-Y(St)Y, Belden 9842 atd. Kabely pro průmyslové sběrnice (např. Lapp Unitronic BUS LD) samozřejmě vyhovují také, jen jsou tenčí a tím pádem vhodnější spíše na kratší vzdálenosti a šetrnou montáž. Žily v páru by v každém případě měly být kroucené, což zvyšuje ochranu před vř. rušením.

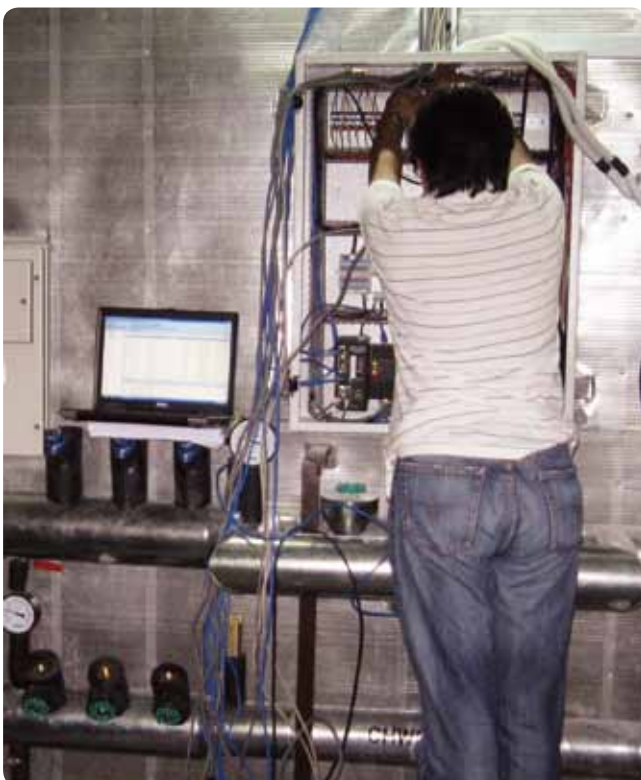
Po celé délce sběrnice instalujeme pouze jeden typ kabelu. Jednak kvůli charakteristické impedanci, protože v místech přechodu z jednoho typu kabelu na druhý může docházet k odrazům, jednak pro mechanickou slučitelnost – drát 0.8 mm nebude dobře držet v jedné svorce s lankem 0.25 mm<sup>2</sup>. Nastavování zbyteků kabelů je nepřijatelné, pokud se chceme vyhnout potížím:

## Příklad: Skladová hala, Zdíby.

V hale o půdorysu cca. 200 x 100 m byly instalovány čtyři rozvaděče se vzdálenými vstupy a výstupy a hlavní rozvaděč v kotelně. Celková délka sběrnice tak dosáhla skoro 500 m. Montéři „sdělali“ zbylé kabely J-Y(St)Y a FTP a vystavěli sběrnici pospojovanou ze tří různých typů kabelů. Přeložení celé sběrnice nebylo z časových důvodů možné, montážní firma se hájila tím, že nikde v projektu nebylo napsáno, že se vedení takto instalovat nesmí. Při uvádění do provozu se ani nejrůznějšími pokusy o impedanční přizpůsobení sběrnice nepodařilo komunikaci na rychlosti 9600 bps nastavit bez výpadků, bylo nutné moduly přenastavit na nižší komunikační rychlost (1200 bps). Naštěstí nižší rychlost není na překážku regulaci, jednotky řeší vytápění haly, tedy pomalý proces. Projektant již v dalších projektech výslovně přesně specifikuje typy a způsob připojování komunikačních kabelů.

Je velmi vhodné, když komunikační obvody jsou oddělené od ostatních částí přístroje. Toto oddělení může být vysokoimpedanční nebo galvanické (tedy optické či vazebním transformátorem). Dnes se používá díky dostupnosti DC/DC měničů a optoelektronických oddělovacích prvků oddělení optické s izolační pevností kolem 1000 V. Optické oddělení neznamená, že je proti přepětí chráněn celý přístroj, ale jen jeho část, která se nachází za oddělením. Oddělená komunikace nicméně brání tomu, aby se po komunikačním vedení vyrovnávaly rozdílné zemnicí potenciály vzdálených rozvaděčů – a už jen kvůli tomu se oddělení vyplácí.

U neoddělených uzlů může navíc docházet vlivem trvalého rozdílu potenciálů k tzv. únavovému poškození, kdy přístroje postupně přestávají jeden za druhým komunikovat zdánlivě bez vnější příčiny.



To je velmi závažná porucha, protože uživatel se dušuje, že na nic nesahal, z historických dat je zřetelně vidět, že komunikace se zastavila někdy ve tři hodiny ráno, kdy u rozvaděče prokazatelně nikdo nebyl – a každé dva týdny odejde jeden regulátor. První pomoc je nasadit oddělovače segmentů sběrnic (galvanicky oddělené opakovače) a zahájit podrobná měření. Příčinou bývá napětí mezi pracovními zeměmi u třívodičového zapojení (A, B, zem).

Pokud sběrnice vede mimo budovu, resp. mimo oblast pokrytou společnou bleskosvodnou soustavou, je třeba ji chránit bleskojistkami. To se týká především venkovních vedení sběru dat u fotovoltaických elektráren. Řada výrobců dodává ochrany speciálně pro RS485, např. Saltek DM-006 pro dvou-, tří- i čtyřvodičová vedení, Hakel DTB 485 apod. I když by správně měly být přepětovými ochranami vybaveny i vnitřní rozvody vystupující z rozvaděčů, v praxi k tomu z cenových důvodů nedochází a problémy s přepětím nenastávají.

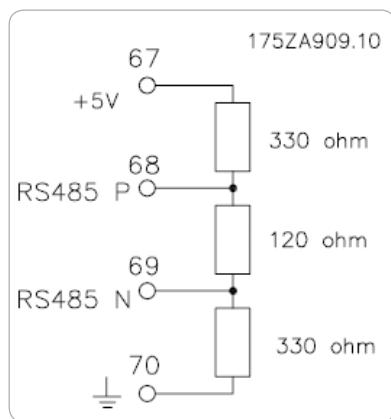
Samostatným tématem je stínění. Praxe ukázala, že žádné stínění je lepší, než stínění špatné. Pokud je dvojlinka řádně kroucená, obvykle není nutné stínění používat; pokud ho však kabel má, vyplatí se ho neodstříhávat, ale nechat v rozvaděči zaizolované pro případ nouze. Pokud stínění zapojujeme, a rozhodnout bychom měli opět na základě informací výrobce přístroje, měl by stínicí vodič být na jednom konci spojen se zemí galvanicky (přímo) a na druhém kapacitně, tedy přes keramický kondenzátor řádu stovek nF. Tak se předejde vzniku zemnicích smyček.

Zajímavý údaj představuje maximální počet přístrojů (uzlů) na sběrnici. Standard udává klasických 32, ale v praxi záleží na dvou faktorech:

- elektrickém řešení komunikačních obvodů a
- adresovatelném rozsahu protokolu.

Zásadní vliv na napěťové poměry na sběrnici nemá ani tak její ukončení, i když o něm ještě bude řeč, ale definování klidového stavu linky. Ve chvíli, kdy žádný z uzlů nevysílá, vodiče jsou v nedefinovaném stavu a linka je citlivá na naindukované napětí, které může být uzly chybně vyhodnoceno jako začátek telegramu. Proto se vodiče záměrně přitahují na pevné potenciály – na kladnější se připojí přes rezistor napětí (pull-up), na zápornější se připojí přes rezistor zem (pull-down). Někdy se tyto odpory připojují společně s impedančním přizpůsoběním sběrnice. Většinou jsou již na desce osazeny a připojují se nastavením DIP switchů podle manuálu.

Jako příklad externího připojování uvedme řešení u komunikačního rozhraní frekvenčního měniče Danfoss VLT2800. Karta nemá vnitřní rezistory pro ukončení sběrnice a na obrázku přesně vidíme potřebné zapojení rezistorů na číslované svorky.

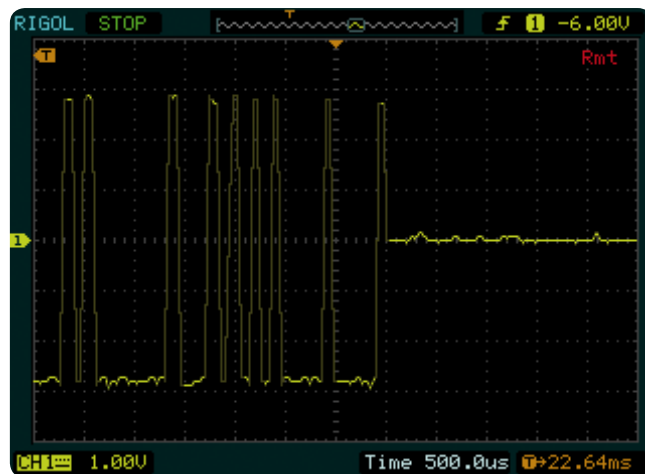


**Obr. Řešení komunikačních obvodů RS485 u frekvenčního měniče Danfoss VLT2800**

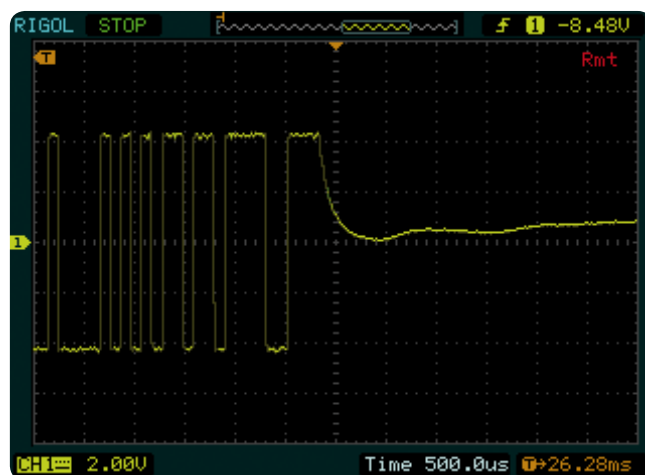
Nesprávně ukončená sběrnice je jednou ze základních příčin poruch: v ideálním případě se signál na konci vedení pohltí a vedení se tváří jako nekonečně dlouhé. U špatně přizpůsoběného vedení se ale na jeho konci část signálu odrazí zpět (podobně jako světlo na rozhraní dvou prostředí s různými indexy lomu) a tento odraz může rušit následující komunikační signál. Jistou roli také může hrát parazitní kapacita vedení. Zkreslení signálu je dobře vidět při měření osciloskopem:

Všimněme si také měřítka osy Y: na ukončené sběrnici má signál amplitudu asi 2.6 V, zatímco na nepřizpůsobené přes 4 V. Po doznění sestupné hrany je vidět, jak základní úroveň „odplouvá“. Osciloskop je obecně pro diagnostiku dobrá pomůcka, pěkně zobrazí vysokofrekvenční rušení, signál zkreslený vlastnostmi vedení

nebo stejnosměrnou složku signálu. Příliš ale nepomůže u poruch, které nastávají jen zřídka.



**Obr. Správně ukončená sběrnice, hrany impulsů jsou ostré.**



**Obr. Nepřizpůsobená sběrnice, zkreslená sestupná hrana impulsu**

### Příklad: Nedotažený šroubek v ČSOB

V ČSOB v Anglické ulici v Praze byl před lety instalován řídicí systém s podstanicemi Staefa Control System. Podstanice, komunikující po sběrnici RS485 vlastním protokolem, se vyznačovaly výbornými řešeními komunikačními obvody: bylo dokonce možné realizovat volnou topologii, tedy větvení sběrnice podle potřeby. Zanedlouho po uvedení do provozu se ale objevily komunikační poruchy, nikde jinde nevidané: v náhodných intervalech, několikrát denně, většina regulátorů hlásila ztrátu komunikace. Občasný charakter poruch vedl k domněnce, že komunikace je rušena nějakým externím zdrojem vysokofrekvenčního rušení. Bohužel ani osciloskop příliš nepomohl, během opakovaných měření bylo všechno v pořádku. Po několika týdnech se při totální revizi celé komunikační struktury přišlo na to, že v jednom z rozvaděčů je ve svorce špatně utažený vodič. Občasný přerušovaný kontakt způsoboval úplné zarušení sběrnice a nahlášení komunikačních alarmů od všech podstanic.

Existují zapojení, která umožňují připojit až 250 uzlů na jeden segment, např. regulátory jednotlivých místností Domat. Přesto je rozumnější se přidržit maximálního počtu cca. 60 uzlů, a to hlavně kvůli servisu a diagnostice. U sběrnice s větším počtem účastníků se chyba hledá velmi obtížně a metoda půlení intervalu již nemusí být směrodatná.

Druhým faktorem, který určuje maximální počet přístrojů na sběrnici, je pak rozsah softwarových adres. Různé protokoly mají různý rozsah, například Modbus RTU používá jednobytové adresování, tedy v rozsahu 0...255. Teploměry Temp-485 (dodavatel HW Group) mají jednoduchý textový protokol, podporující 51 adres, samotné teploměry mají však pro nastavení adresy 5 přepínačů,

tedy lze adresovat 32 uzlů na sběrnici (32 = 25). Proto je důležité zjistit možnosti přístrojů z dokumentace nebo přímo u výrobce.

## Délka sběrnice a topologie

Pokud bychom se chtěli tomuto tématu věnovat podrobněji a využívat možnosti sběrnice až k limitům, platí pravidlo, že součin přenosové rychlosti (bit/s) a délky vedení (m) musí být menší než 108. Tedy například pro rychlost 115200 bit/s vychází délka vedení asi 860 m. Toto pravidlo má ale z každé strany omezení: u větších délek vedení se uplatňuje ohmický odpor kabelu a maximum je i pro nejnižší rychlosti asi 1200 m. U krátkých vzdáleností (a tedy teoreticky vysokých přenosových rychlostí) můžeme vliv vedení zanedbat a roli hrají parametry výstupní strany vysílače (driveru): dalo by se dosáhnout až několika Mbit/s, nicméně běžně používané rychlosti se pohybují od 1200 bit/s do 115200 bit/s.

Proto říkáme, že u obvyklých instalací, kde rychlosti nepřesáhnou 50 kbit/s, je maximální délka sběrnice do 1 km.

Zatím zde nebyla zmíněna dosti důležitá věc, a tou je topologie systému. Sběrnice RS485 by v zásadě měla být liniová, tzn. jednotlivé uzly jsou propojeny za sebou od prvního do posledního, bez odboček. (Nezáleží na tom, kde na sběrnici bude master (řídící stanice) – zda na jednom z konců nebo někde uprostřed.) V praxi je toto pravidlo někdy obtížně dodržet a odbočkám se nevyhneme. U kratších odboček, do 3m, to tolik nevádí, pro běžné rychlosti má sběrnice stále liniový charakter. V případě delších vedení, např. u regulace jednotlivých místností nebo při sběru dat ze stringových rozvaděčů u fotovoltaických elektráren, si musíme pomoci jinak: například vedeme odbočku dvojitým kabelem a zapojíme ji tak, že jeden kabel vede data na konec odbočky a druhý zpět do odbočovacího bodu, kde pokračuje dále, čímž prakticky liniovou topologii dodržíme. Zde ovšem pozor, protože nám narůstá celková délka vedení.

První a poslední uzel na sběrnici by měl mít nastaveno ukončení sběrnice, viz výše. Chybně ukončená sběrnice je příčinou mnoha záhadných chyb, kdy jednotlivé uzly komunikují jen na určitou vzdálenost a dál už ne atd.

## Příklad: (Ne)ukončení sběrnice v hotelu, Praha.

Ve dvou patrech bylo instalováno asi 30 fancoilových regulátorů s komunikací RS485. Regulátory byly individuálně zkušeny při oživování periférií a pak se technik věnoval komunikaci po sběrnici. Připojil se na začátek sběrnice, ale při skenování sběrnice našel jen 8 regulátorů. Usoudil, že buď u osmého nebo před devátým je sběrnice přerušena. Zkontroloval oba pokoje, ale vše se zdálo být z hlediska zapojení v pořádku. Po několika dalších pokusech začal „přelit interval“, přičemž při rozpojení sběrnice mezi regulátory 15 a 16 se najednou na sběrnici objevily regulátory 1 až 13. Protože komunikace byla vedena kabelem UTP a drátky se do konektorů upevňovaly obtížně, nabyl dojmu, že chyba je „jako obvykle v drátech“ a strávil prakticky celý den kontrolou jednotlivých pokojů a drátků v konektorech. Teprve po konzultaci s kolegy den nato zkontroloval a nastavil ukončení sběrnice a problém zmizel.

Tyto závady jsou o to nepřijemnější, že při jejich odstraňování musíme putovat z místa na místo, shánět klíče od již uzamčených kanceláří a pokojů, přenášet žebříky, odklápět podhledové panely atd., bohužel komunikaci jako celek můžeme zkoušet až ve chvíli, kdy je vše ostatní včetně silnoproudu hotovo a to již dokončovací práce (zaklápění stropů, pokládka koberců atd.) probíhají nebo dokonce proběhly.

Pro regulátory jednotlivých místností vůbec platí několik zvláštností:

- Zapojení místnosti se opakuje i několikrát. Projekt musí být co nejpodrobnější a nejpřesnější, aby nevzniklo riziko, že montér něco zapojí špatně. Při montáži není čas na improvizace a dotazy. Jednou chybně = lze opravit, desetkrát = nepříjemné zdržení, stokrát = vážné riziko zpoždění a nestihnutí termínu předání.
- Oživuje se bez primárních energií (většinou po patrech odshora), s provizorním přívodem silnoproudu atd. Pokud možno

se do toho nenecháme vnutit, chtějme horkou vodu v radiátorech atd., do pokojů se velmi špatně vrací.

- V zimě nelze zaregulovat chlazení. Zkontrolujeme alespoň funkci ventilu nasucho, jinak nás čeká dvojitá práce.
- Je vhodné mít s sebou několik náhradních regulátorů a především pokojových ovladačů, kterým hrozí poškození od dalších profesí.
- Regulátory je vhodné naadresovat předem, ušetří to cenné hodiny na stavbě. Adresa ale musí být napsána přímo na regulátoru (ne jen na papírové krabici) a instalační firma musí zaznamenat adresy do půdorysů. Pokud to od ní nemůžeme čekat, je snad lepší adresovat až na místě, než zápasit s neplatnou dokumentací, která přináší jen zmatky.
- Vedeme si záznamy o instalovaných místnostech a problémech v nich, nespoleháme na paměť. Navíc: když během tří měsíců čtyřikrát měníme regulátor ve stejné kanceláři, zatímco ostatní fungují bez problémů, možná nebude chyba v přístroji.
- Pozor na číslování místností při předávání mezi stavbou a uživatelem. Občas se číslování změní a podle toho pak musíme upravit dokumentaci.

V praxi se ale setkáme i s jinými topologiemi, než je liniová. Při projektování je asi nevhodnější kontaktovat technickou podporu výrobce zařízení, chceme-li mít jistotu, že vše dobře dopadne. Na druhou stranu je fakt, že RS485 při kvalitně navržené hardwarové části zvládne i topologii jinou:

## Příklad: Náhrada analogových termostatů komunikativními

Při rekonstrukci penzionu bylo v původním projektu topení v 15 pokojích řešeno analogovými termostaty s blokovacím kontaktem, který při zkratování uvedl pokoj do úsporného režimu při dlouhodobém neobsazení. Kontakty měly být přivedeny do recepce na centrální pult se spínači, odkud by recepční povolovala při obsazení pokoje komfortní režim. Z každého pokoje tedy vedla běžná instalační dvoulinka o délce 20 až 30 m na recepci, kde se tyto kabely paprskovitě sbíhaly. Během rekonstrukce investor objevil možnosti komunikativní regulace a rozhodl se nahradit analogové termostaty regulátory se sběrnici RS485 a protokolem Modbus RTU. Instalovat novou sběrnici ale již nebylo možné a dodavatel musel rozhodnout, zda převezme garanci nad touto velmi neobvyklou topologií, navíc na běžném sdělovacím kabelu, nikoli kroucené dvojlince. Po měřeních a propočtech bylo rozhodnuto, že by komunikace měla fungovat i takto, jako ústupová cesta zde byla možnost rozdělení sběrnice na segmenty a doplnění opakovači na náklady dodavatele. Při oživování se pak ukázalo, že stačí ukončit sběrnici ve dvou nejvzdálenějších pokojích a komunikace bez problémů běží.

Při problémech je dobré vyzkoušet komunikaci mimo prostředí instalace, tzv. „na stole“, pokud možno s odděleným napájením pro každý přístroj zvlášť. Teprve když komunikace funguje na krátkou vzdálenost, můžeme začít experimentovat v poli. Osvědčilo se i postupně vyměňovat jednotlivé části systému za ekvivalenty jiného typu. Pokud komunikační software umožňuje nastavit mezery mezi telegramy, je dobré začít s delšími hodnotami (stovky ms až jednotky s) a teprve když komunikace běží, postupně dobu mezery snižovat. Při komunikaci s cizími zařízeními se také vyplatí prodloužit timeout, tedy dobu čekání na odpověď: například I/O moduly obvykle reagují rychle, zatímco procesor frekvenčního měniče nebo regulátoru fancoilu má kromě komunikace ještě řadu dalších úkolů a může se stát, že se s odpovědí o několik stovek ms zpozdí. Master s krátce nastaveným timeoutem to ovšem vyhodnotí jako poruchu.

Závěrem – po překonání všech instalačních a oživovacích obtíží se můžeme zaradovat z komunikující sběrnice a předat funkční instalaci servisnímu oddělení, ovšemže i s kvalitní dokumentací skutečného provedení, zálohami aplikačního softwaru a zaznamenaným nastavením switchů a adresovacích prepínačů u cizích přístrojů!

Ing. Jan Vidim

Domat Control System s.r.o.  
jan.vidim@domat.cz