

Měření v chytrém domě s Tecomat Foxtrot

Článek popisuje možnosti využití měření spotřeby energií a dalších veličin v domě nejen pro fakturační měření, ale i pro diagnostiku činnosti spotřebičů a pro zabezpečení. V závěru představuje nový modul elektroměru C-EM-0401M, určený pro systém Tecomat Foxtrot.

Měření různých veličin je neoddelitelnou součástí služeb a řízení chytrého domu. Někdy se používá pojmenování „chytré měření“ (*smart metering*), které není zcela výstižné, protože „chytrost“ nespočívá v samotném měření, ale ve vyhodnocení měřených hodnot v řídicím systému. Důležité je zejména měření energie v jejích různých formách (spotřebované nebo vyrobené elektřiny, spotřebovaného plynu a vody). Význam má i měření a dlouhodobé vyhodnocování teplot a jejich časového průběhu – v jednotlivých místnostech, venkovní teploty a teploty užitkové vody.

Měřené hodnoty mohou uživateli poskytnout informace o hospodaření s energií a o nákladech na provoz budovy. Mohou to být dlouhodobé údaje o sumární spotřebě za určité období (např. v jednotlivých dnech, měsících, od počátku topné sezóny, za skončenou topnou sezónu, za fakturační období dodavatelů energie) a o odpovídajících nákladech. Uživatele mohou zajímat i údaje o aktuální spotřebě a odpovídajícím „penězotoku“. Ty jsou chápány spíše jako informativní – asi není obvyklé, aby uživatel podle nich bezprostředně ovlivňoval aktuální spotřebu domu, např. utlumil topení, zavřel okno, zastavil sprchu, zhasl, vypnul televizor apod. Měřené hodnoty mohou přispět ke korigování dlouhodobých aktivit a chování členů domácnosti. Lze podle nich např. upravit časové programy teplot v jednotlivých místnostech, upozornit na dlouhodobé otevírání oken apod. Sumární údaje obvykle slouží k vyhodnocení dlouhodobého stavu a jako podklad pro „strategická“ rozhodování, např. o možné výměně oken, zateplení fasády, změně či inovaci technického vybavení budovy, o účelnosti výměny kotle, instalaci solárního systému, tepelného čerpadla nebo akumulárního zásobníku teplé vody, popř. o změně dodavatele energie.

Souvislosti s diagnostikou a zabezpečením

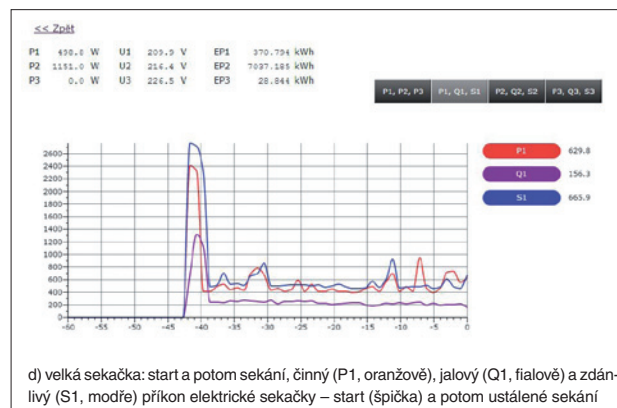
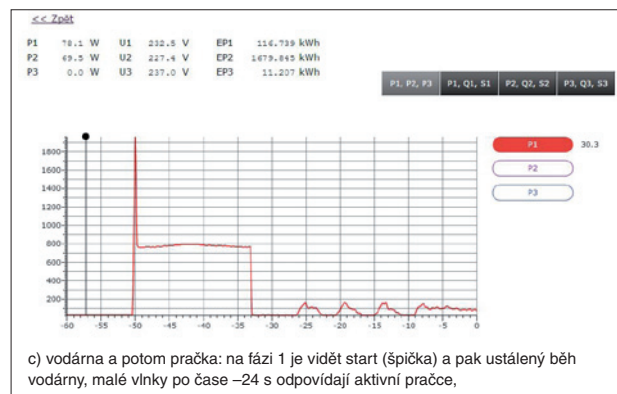
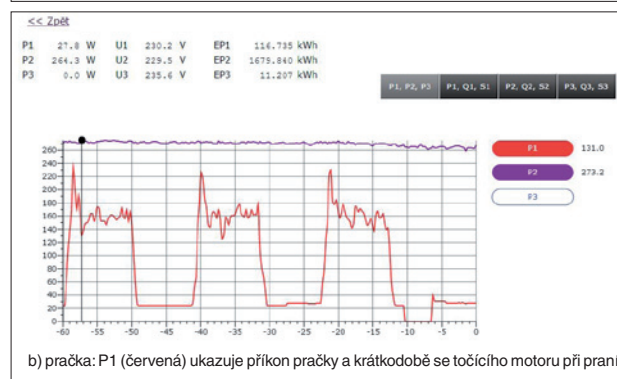
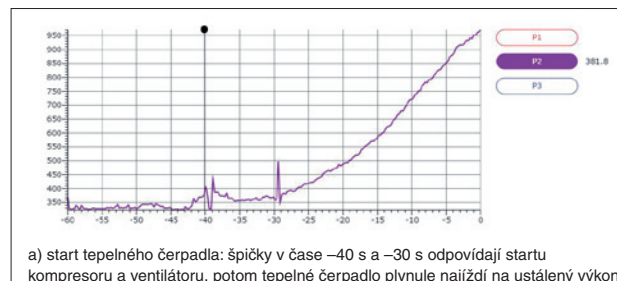
Chytrým vyhodnocením údajů o spotřebě a o stavu domu lze získat („vytěžit“) důležité informace o stavu domu a o aktivitách jeho obyvatel, ale i informace pro zabezpečení objektu – varování před riziky, možným ohrožením nebo přímo alarmy. Dálkovým sledováním aktuálních hodnot spotřeby je možné

nepřímo usuzovat na obsazenost domu, popř. jeho jednotlivých místností. Například neobvyklá spotřeba energie v domě, který by

měl být prázdný, může signalizovat nečekaný návrat některého z obyvatel, ale i vloupání nebo technickou závadu. Mimořádně velké

hodnoty spotřeby energie mohou signalizovat ohrožení objektu nebo havárii, např. prasklé potrubí, únik plynu nebo vody, zkrat nebo závadu některého spotřebiče. Varování mohou vyvolat i neobvyklé hodnoty spotřeby ve sledované době (např. v noci nebo když je rodina na dovolené). Na riziko požáru může upozornit i nepřiměřená teplota nebo její nezdůvodněně narůstající trend. Zvýšená koncentrace oxidu uhličitého (CO₂) může být jen výzvou k vyvětrání. Její aktuální hodnota a trend jejího růstu jsou však současně věrohodnými indikátory obsazenosti místnosti, popř. i počtu osob a jejich aktivity.

Více informací a jejich větší věrohodnost umožňují vyhodnotit větší počet údajů získaných měřením různých veličin, které spolu souvisejí, popř. trendů jejich změn. Například podezření na únik plynu, vyvolané naměřením nepřiměřené spotřeby plynu, lze podpořit srovnáním s narůstajícími hodnotami znečištění ze senzorů kvality vzduchu. Podobně je možné vyhodnotit souvislost mezi nepřiměřeně vysokou teplotou a jejím narůstajícím trendem v kombinaci s údaji z čidel kouře a CO. Infračervený (IR) senzor je tradičně využíván k ovládnutí osvětlení. Může ale prozradit přítomnost osob v jednotlivých místnostech a jejich pohyb v objektu. Spolu s údaji ze snímačů CO₂ lze informaci doplnit odhadem přítomnosti osob, jejich počtu i o aktivitě – a to i v případě, kdy IR senzor nezaznamenal pohyb. V kom-



Obr. 1. Příklad časových průběhů spotřeby v domě měřených modulem C-EM-0401M a zobrazených na webových stránkách systému Foxtrot – lze je zobrazit na jakémkoliv počítači, tabletu nebo chytrém mobilním telefonu (svíslá černá čára označuje kurzor při prohlížení)

Tab. 1. Základní parametry modulu elektroměru C-EM-0401M

Napěťové vstupy	
počet napěťových vstupů	4
měřicí rozsah (ULN)	6 až 300 V AC
přesnost měření	±0,05 % z hodnoty a ±0,02 % z rozsahu
Proudové vstupy	
počet proudových vstupů	4
nominální proud INOM	5 až 250 A AC
měřicí rozsah	0,002 5× až 1,2× INOM
přesnost měření	±0,05 % z hodnoty a ±0,02 % z rozsahu
Napájení a komunikace ze sběrnice CIB	
napájení	24 V (27 V)
maximální odběr	15 mA
Pomocné napájecí napětí	
rozsah	podle typu, 10 až 275 V AC/DC
příkon	3 V·A/3W

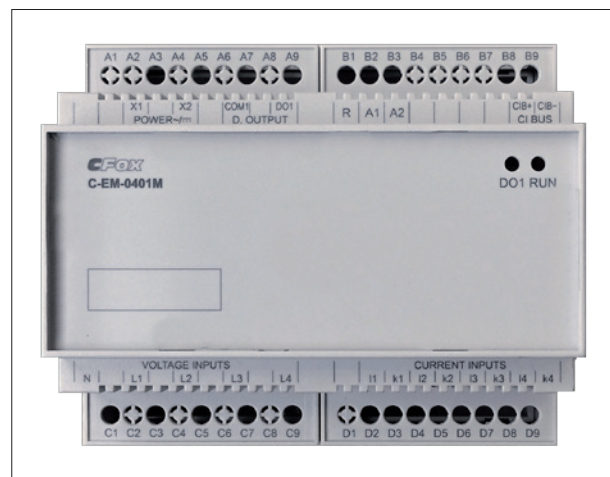
binaci se snímky z videokamery lze osoby i identifikovat.

Na přítomnost osob v domě je možné usuzovat i ze spotřeby elektrické energie. Údaj o sumární spotřebě poskytuje jen velmi hrubou informaci o stavu domu, ale i z ní lze na mnohé usuzovat – každopádně může vypovídat o aktivitě výkonných spotřebičů. To lze využít jako varování před odchodem z domu. Příčinou může být např. nevypnutá pečí trouba nebo elektrické topidlo, aktivní plynový hořák nebo nezavřený vodovodní kohoutek. Z časového průběhu spotřeby za delší období je možné usuzovat na vývoj stavu domu a na aktivity jeho obyvatel – obzvláště

při znalosti příkonu jednotlivých spotřebičů (obr. 1). Měřením na několika místech (např. v různých sekcích elektrických rozvodů, popř. vodovodu či plynovodu) lze získat podrobně-

Tab. 2. Hodnoty předávané z elektroměru C-EM-0401M do centrální jednotky Foxtrot po sběrnici CIB (formát real, 32bitový rozsah)

Název proměnné	Význam
Frequency	frekvence
ULN1	napětí 1
ULN2	napětí 2
ULN3	napětí 3
UN	napětí 4
I1	proud 1
I2	proud 2
I3	proud 3
IN	proud 4
cos (φ)1	účinník fáze 1
cos (φ)2	účinník fáze 2
cos (φ)3	účinník fáze 3
cos (φ)N	účinník fáze 4
P1	činný výkon 1
P2	činný výkon 2
P3	činný výkon 3
PN	činný výkon 4
Q1	jalový výkon 1
Q2	jalový výkon 2
Q3	jalový výkon 3
QN	jalový výkon 4
S1	zdánlivý výkon 1
S2	zdánlivý výkon 2
S3	zdánlivý výkon 3
SN	zdánlivý výkon 4



Obr. 2. Celkový pohled na modul elektroměru C-EM-0401M

ší informace. Ty je možné využít k rozpočítávání nákladů mezi nájemníky a uživateli domu nebo k vyčíslení provozních nákladů pro různé části objektu (např. pro jednotlivá patra, oddělené části objektu apod.).

Měření a Tecomat Foxtrot

Je-li dům nebo jiný objekt řízen systémem Tecomat Foxtrot z produkce akciové společnosti Teco, lze tento systém výhodně využít k měření, kompletnímu vyhodnocení měřených hodnot a názornému zobrazení výsledků – nejen v podobě textových hlášení (např. alarmů) a číselných údajů, ale především v grafické formě – např. ve vizualizačním schématu domu a jeho místností, nebo v podobě časových průběhů. K tomu systém Foxtrot a jeho vývojový systém Mosaic nabízí několik nástrojů, např. Graph Maker (pro zobrazení časových průběhů, podobně jako na osciloskopu), ale především prostředky webového serveru, který je součástí každé centrální jednotky. V náročnějších případech lze využít

i prostředky pro vizualizaci a dlouhodobou archivaci dat systému SCADA System Reliance. Komunikační možnosti systémů Tecomat Foxtrot dovolují zasílat data do cloudu a zpřístupnit je pro jiné výpočetní systémy.

K samotnému měření lze využít snímače připojené k vlastním vstupům centrální jednotky Foxtrot a jejich expanzním modulům, ale i další moduly (z produkce Teco nebo jiných výrobců), které je možné připojit některou ze standardních sběrnic. Výhodné je využít moduly komunikující s centrálním modulem Foxtrot sběrnici CIB (systém CFox) nebo bezdrátově rádiovou komunikací (systém RFox). Detailní popisy modulů systému CFox spolu s doporučeným zapojením a komunikací s centrálním modulem a jeho programem jsou uvedeny v příručce *Periferní moduly na sběrnici CIB – TXV 004 13.01*, která je volně dostupná na stránkách www.tecomat.com. Na stejné adrese lze získat další užitečnou publikaci: *Příručka projektování CFox, RFox a Foxtrot – TXV 004 16 rev.3d*. Je

to velmi obsáhlá publikace, která popisuje moduly a zabývá se způsobem měření v nejrůznějších oborech, s nimiž se lze setkat v technice budov, především v oborech vytápění, chlazení a větrání, fotovoltaických elektráren, ohřevu vody, osvětlení a zásuvkových okruhů, žaluzií, zastínění, oken a dveří, EZS, EPS, řízení přístupu, komunikace s uživatelem a multimédií. Významný je zejména popis měření teploty, energie a neelektrických veličin a monitorování dalších veličin.

Měření pro komplexní řízení

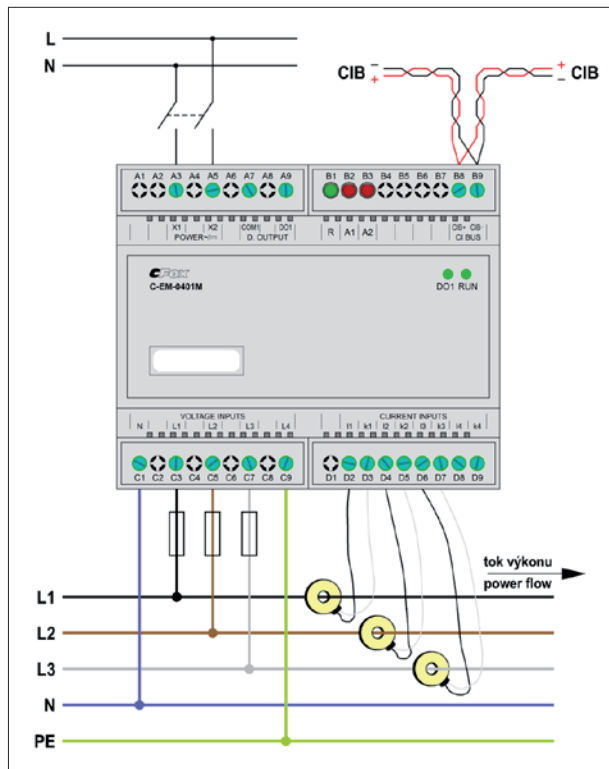
Je známo, že bez měření se neobejde žádné kvalitní řízení. To platí nejenom pro obvyklou regulaci a další způsoby zpětnovazebního řízení v domech. Širokým spektrem měřených hodnot je podmíněno i optimalizované řízení technických zařízení domů a jejich energetiky. Pro ilustraci uvedme příklad vytápění domu s tepelným čerpadlem typu vzduch-voda. Jeho topný faktor (obdobu účinnosti) se výrazně snižuje s klesající venkovní teplotou. Při poklesu pod určitou hodnotu mrazu je již provoz tepelného čerpadla neefektivní. Proto je vypnuto a k vytápění je použit jiný zdroj tepla (obvykle plynový nebo elektrický kotel). Lze najít mnoho příkladů využití souvislosti různých veličin, které mohou významně ovlivnit efektivnost provozu domu, např. souvislost teplotních zisků a ztrát vytápěné místnosti se zastíněním a současně s osvětlením. Efektivnost provozu, komfort a bezpečnost obývání tak závisí na znalostech a tvořivosti tvůrců programů řídicího systému.

Modul elektroměru C-EM-0401M

K měření elektrické energie lze použít různé moduly a postupy popsané v uvedených příručkách. Nedávno byl sortiment rozšířen o modul elektroměru a kvalitoměru C-EM-0401M (obr. 2). Je určen pro dálkové monitorování spotřeby elektrické energie a kvality síťového napětí. Je vybaven čtyřmi napěťovými vstupy, čtyřmi proudovými vstupy a jedním reléovým výstupem (ochranné relé). Proudové vstupy jsou určeny k připojení externích měřicích transformátorů proudu – průvlekových či naklapávacích (dělených). Mechanické provedení odpovídá „jistíčovému“ 6M designu pro montáž na DIN lištu. Základní parametry modulu jsou uvedeny v tab. 1, podrobný popis všech parametrů je v příručce. Základní dokumentace modulu C-EM-0401M (TXV 133 22) je dostupná na webu www.tecomat.com a v tab. 2 je přehled hodnot předávaných z elektroměru do centrálního modulu prostřednictvím sběrnice CIB. Typické zapojení pro měření třífázové sítě je na obr. 3.

Prvotně je elektroměr, resp. kvalitoměr C-EM-0401M určen pro rychlé a přesné měření třífázové sítě – frekvence, fázových napětí, proudů, činných a jalových výkonů, účinníku a zkreslení (THD) napětí a proudů v síti nízkého napětí (nn). Měří v rozsahu 15 až 150 A, volitelně 5 až 600 A. Je vybaven napěťovou a frekvenční ochranou pro řízení fotovoltaických elektráren (FVE, HFVE) a kogeneračních jednotek. Elektroměr vzorkuje 128krát za periodu, vzorkování je řízeno frekvencí první fáze. Měření je nepřetržité. Základní vyhodnocovací interval je 200 ms. Ve stejném intervalu lze po sběrnici číst okamžité hodnoty činného výkonu pro výrobu i spotřebu. Ostatní hodnoty je možné po-

dle potřeby číst dotazovacími příkazy. Kromě napětí, proudů a činných výkonů pro každou fázi elektroměr dále poskytuje hodnoty jalového, zdánlivého, deformačního, fundamentálního činného a jalového výkonu, účinník, harmonická a THD napětí a proudy až do 63. harmonické.



Obr. 3. Typické zapojení modulu elektroměru C-EM-0401M pro měření třífázového obvodu

Několik námětů pro použití elektroměru C-EM-0401M

Jedním modulem elektroměru lze typicky měřit třífázovou domovní síť. Čtvrtý vstup je možné využít pro podružné měření na další jednofázové větvi. Lze jím ale měřit i na čtyřech nezávislých jednofázových větvích. Je-li třeba měřit několik jednofázových přívodů, lze prostřednictvím sběrnice CIB připojit několik elektroměrů k jednomu centrálnímu modulu Foxtrot.

Elektroměr C-EM-0401M není určen jako certifikované měřidlo pro fakturační měření. Lze jej ale použít pro rozúčtování spotřeby

elektrické energie mezi několika nájemců objektu nebo pro vyčíslení spotřeby částí komplexnějšího objektu.

Rychlost měření předurčuje elektroměr C-EM-0401M k zablokování přetoku do sítě. Jestliže je majitel objektu schopen elektrinu vyrábět (obvykle fotovoltaickými panely) a není držitelem licence pro dodávky do elektrické rozvodné sítě, nesmí připustit ani krátkodobé přetoky do sítě. Začínající přetok je elektroměrem indikován změnou znaménka měřeného výkonu. Nejjednodušším (ale nejméně vhodným) opatřením je okamžité odpojení od zdroje (měniče fotovoltaiky). Je-li použit promyšleně řešený program systému Foxtrot, který „má řízení domu ve svých rukách“, může vyrobenou energii efektivně využít, např. v jiném spotřebiči (bojleru, zásobníku tepla nebo chladu), nebo energii „uskladnit“ v bateriovém úložišti.

V objektech, kde jsou cenové tarify závislé na dodržení čtvrt hodinového maxima (obvykle průmyslové objekty), lze elektroměr C-EM-0401M využít k regulaci čtvrt hodinového maxima (odpojováním vhodných spotřebičů nebo využitím vlastních zdrojů, např. z akumulátorů).

Podobně je možné řešit omezení příkonu do objektů (i do rodinných domů) tak, aby nebyla překročena hodnota proudu hlavního jističe. Obvykle stačí rozhodovat o povolení nebo zamítnutí požadavku na spuštění nejdůležitějších spotřebičů, výjimečně odpojením některých spotřebičů nebo využitím vlastních zdrojů.

Se znalostí okamžitého příkonu je možné optimalizovat nákup elektrické energie. V době, kdy je energie ze sítě levná, lze aktivovat spotřebiče akumulativního charakteru (akumulační topidla, elektrické kotle, bojler, zásobníky tepla nebo chladu, bazény, pračky) nebo energii přímo ukládat v akumulátorech. V době, kdy je energie drahá, je naopak účelné co nejvíce omezit spotřebu, nebo naopak dodávat energii z vlastních zdrojů do sítě.

Závěr

Řídicí systém Tecomat Foxtrot spolu s modulem elektroměru C-EM-0401M poskytuje dostatek příležitostí pro tvořivé projektanty a programátory.

Ladislav Šmejkal, Teco a. s.
Foto a obrázky: Teco



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