



©Thingernet

Smart Metering a Smart Grid

Očakávaná a skutočnosť

Pojmy Smart Grid, Smart Metering a niektoré ďalšie súvisia s extenzívnym rozvojom energetiky všeobecne a s významným nárastom používania nových typov zdrojov a spotrebičov elektrickej energie zvlášť. Stretávame sa s nimi čoraz častejšie a zdajú sa synonymami pre riešenie mnohých súčasných a očakávaných problémov elektroenergetiky. Budúcnosť je smart! Bude naozaj? Čo znamená smart v energetike? Kto a čo má urobiť, aby sme naozaj dokázali využiť potenciál nových technologických možností?

Čo je smart?

Pojem smart ešte nemá slovenský ekvivalent a asi ani mať nebude, najčastejšie sa však prekladá ako inteligentný. Pod týmto pojmom rozumieme schopnosť človeka, zariadenia alebo systému správať sa účelne (adaptívne) pri zmene vonkajších podmienok, teda schopnosť riešiť nové, doteraz neznáme, problémy. To znamená schopnosť pamätať si, učiť sa a odvodzovať nové výsledky a riešenia. Koľko zariadení a systémov označených ako inteligentné alebo smart, ktoré poznáte, splňa tieto kritériá?

V každom prípade od smart systémov očakávame viac ako od „bežných“ či „obyčajných“. Predpokladáme, že aj keď nám nové problémy nevyriešia, aspoň nám s ich riešením podstatne pomôžu. Čo sa teda všeobecne očakáva od Smart Gridu a Smart Meteringu?

Smart Grid (inteligentná sieť) je elektrická sieť s obojsmernou komunikáciou umožňujúcou merať a riadiť výrobu, prenos a spotrebu elektrickej energie od elektrární až po jednotlivých spotrebiteľov s cieľom [1]:

- znížiť spotrebu energie,
- zvýšiť efektívnosť spotreby energie,
- umožniť dynamické prepínanie taríf,
- znížiť platby za energiu,
- umožniť cieleňé odpájanie/pripájanie spotrebiteľov,
- zjednodušiť zmenu dodávateľa energie,
- zvýšiť konkurenciu dodávateľov energie,
- znížiť ekologickú záťaž ap.

Meracie prístroje a meracie systémy umožňujúce plniť tieto úlohy v energetických sieťach sa zastrešujú pojmom Smart Metering.

Prečo smart?

Každá sieť, elektrickú nevnímajúc, musí byť na zabezpečenie svojej primárnej funkcie riadená, na čo potrebuje distribuované meranie

a možnosti zásahov do jej konfigurácie a činnosti. A tak to bolo aj v prípade elektrickej siete od jej prvopočiatkov. Čo je dnes inak?

Klasická elektrizačná sústava má (mala?) pomerne jednoduchú hierarchickú štruktúru

Je pravda, že elektrárne nie je len jedna, že prenosová sústava využíva na prenos rôzne cesty, že distribučná sieť je komplikovaná a spotrebiteľov je veľmi veľa a sú rôznorodí, ale podstatné je to, že toky energie idú takmer výlučne len jedným smerom.

Je pravda, že zabezpečiť spoľahlivú dodávku elektrickej energie aj v takejto „jednoduchšej“ elektrickej sieti je náročná úloha, ale všetky merania a možnosti operatívneho riadenia sa týkajú len samotnej výroby, prenosu a distribúcie elektriny. Spotrebiteľia sú zahrnutí do riadenia činnosti elektrizačnej sústavy v podstate len pasívne:

- niektorí maloodberatelia prostredníctvom dvoch taríf presúvajúci vhodné veľké odbery na obdobia nízkej záťaže siete (akumuláčky, bojler...),
- veľkoodberatelia prostredníctvom odberových diagramov zabezpečujúcich v rámci možností vyrovnaný odber počas dňa,
- v extrémnych prípadoch všetci odpájaním častí siete.

V súčasnosti pribúdajú v elektrizačnej sústave individuálne (väčšinou alternatívne a obnoviteľné) zdroje, ktoré spôsobujú, že toky elektrickej energie zďaleka nie sú len jedným smerom a navyše sa dynamicky menia najmä podľa meteorologických podmienok. Táto skutočnosť sa často zastrešuje termínom nepredikovateľnosť (nepredpovedateľnosť).

Spotrebiče sa v minulosti správali „normálne“

Dlhé roky sme boli zvyknutí na to, že napätie siete je harmonické (sínusové) a drvivá väčšina spotrebičov odoberala harmonický prúd, prinajhoršom trochu fázovo posunutý. Stačilo strážiť účinník

meraním jalového výkonu a symetriu rozumným rozdelením záťaže na jednotlivé fázy.

V posledných rokoch sa charakter záťaže výrazne mení. Elektronické spínané zdroje a iné spotrebiče s podobným charakterom odberu sa používajú takmer všade. To je síce energeticky výhodné, ale v podstate len pre spotrebiteľa, ktorý zaplatí za elektrickú energiu menej. Distribútori a v menšej miere aj ostatní účastníci v elektrizačnej sústave dostanú zaplatené menej (predchádzajúca veta), ale pribudnú im starosti so zabezpečením výroby, prenosu a distribúcie elektriny deformovanej modernými, úspornými, ale nelineárnymi spotrebičmi. Výsledkom je, že:

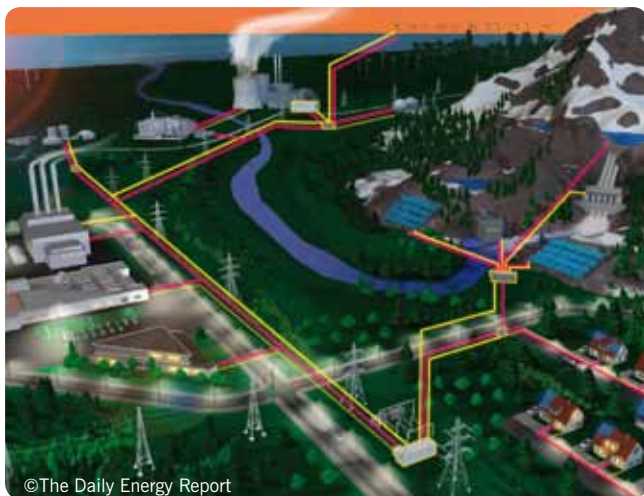
- meracie prístroje zrazu merajú nesprávne alebo „merajú nesprávne“,
- elektrické stroje a prístroje sa správajú nezmyselne, t. j. nie podľa ich špecifikácie, alebo „nezmyselne“, t. j. len tomu nerozumieme,
- z neznámych príčin stúpa poruchovosť rôznych zariadení v sieti,
- v sieti sa objavujú nové, „nevysvetliteľné“ fenomény, s ktorými si nevieme rady.

Ako nebyť smart?

Keď sa hovorí a píše o Smart Meteringu, hovorí a píše sa hlavne o komunikácii [2], úsporách a ďalších benefitoch, ale nehovorí a nepíše sa takmer vôbec o meraní. Všeobecne sa predpokladá, že „meranie máme“ a „merať vieme“. To však nie je celkom tak. Mnohé merania sú aj v súčasnosti zaťažené hrubými chybami.

Keď sa hovorí a píše o Smart Meteringu, hovorí a píše sa aj o bezpečnosti prenášaných údajov [3], ale málo sa hovorí o obrovskom objeme údajov, ktoré treba spracovať, uložiť, zabezpečiť a v konečnom dôsledku aj efektívne využiť a sprístupniť. Otázka „Čo, ako často a najmä načo merať, prenášať a spracovávať?“ sa zdá zbytočná alebo implicitne zodpovedaná, alebo predčasná.

Keď sa hovorí a píše o Smart Meteringu, málo sa hovorí a píše o tom, že Smart Metering môže byť zdrojom užitočných a správnych informácií, ale sám o sebe žiadne benefity neprinesie. Často deklarované ciele samotného Smart Meteringu (úspory, efektívnosť... uvedené v úvode tohto článku ako ciele Smart Gridu) možno dosiahnuť len vhodným využitím týchto informácií, uzavretím spätnej väzby technickými prostriedkami, tarifnými a inými organizačnými opatreniami, legislatívnou podporou atď. Málo sa hovorí a píše o tom, že Smart Metering je len základom Smart Gridu. Málo sa hovorí a píše o tom, že úspech smart technológií v energetike možno dosiahnuť len vtedy, ak sa zapoja všetci účastníci tohto zatiaľ virtuálneho projektu.



Ako byť smart?

Aby bol Smart Metering dobrým základom Smart Gridu, musí vychádzať z cieľov a možností využitia výsledkov merania v rámci zatiaľ perspektívneho Smart Gridu. Už na začiatku je teda potrebný globálny pohľad na vytýčené ciele, spôsoby ich dosiahnutia,

vytvorenie zoznamu všetkých perspektívnych účastníkov projektu a stanovenie ich úloh.

Dosiahnutie cieľov vedúcich k zavádzaniu systémov Smart Grid a Smart Metering vyžaduje splnenie veľa rôznorodých technických, legislatívnych, informačno-propagačných, ekonomických a iných úloh. Pokúsme sa naznačiť, čo všetko by sa malo zobrať do úvahy.

Správne merať. Táto jednoduchá, ale obsažná požiadavka sa zdá samozrejماً, a teda zbytočná. Ako sme už uviedli a publikovali v minulosti ([4] – [7]), nie je to celkom tak. Nesprávne meranie, samozrejme, vedie k nesprávnym záverom, meranie nevhodných veličín je mrhanie prostriedkami a nemeranie potrebných veličín robí celý systém nefunkčným, a teda zbytočným.

Merať veľa. Toto krátke heslo má tri interpretácie. Prvá verzia merať často sa často považuje za základ a takmer celý obsah Smart Meteringu. Budeme merať a zberať údaje každý deň, každú hodinu alebo každú štvrt hodinu a „sme za vodou“. Stretli sme sa dokonca s požiadavkou lokálneho merania spotreby elektrickej energie s periódou jedna sekunda. Druhé vysvetlenie znamená merať všade. Najprv zavedieme diaľkový odpočet každej domácnosti, potom možno prejdeme aj na jednotlivé spotrebiče. Tento prístup je veľmi pohodlný, lebo opäť nemusíme rozmýšľať, ktoré z týchto meraní majú naozaj zmysel, teda čo nám prinesú. Tretí význam sa týka meraných veličín. Stačí merať často spotrebu činnnej energie? Nevyžadujú nové typy a štruktúra zdrojov energie, zmenené pomery v prenosovej sústave a distribučných sústavách a meniaci sa charakter odberu merať viac veličín? Snaha o úspory a efektívnosť spotreby elektrickej energie, ako aj požiadavka na transparentnosť nákladov a spravodlivosť v platbách sú predsa podmienené čo najlepšou znalosťou reálnej situácie v sieti. Všetci napríklad máme na účte za elektrinu poplatok za jej straty. Nakoľko sú tieto „naše“ straty skutočne spôsobené nami? Možno využiť Smart Metering na ich správnejší odhad alebo dokonca zníženie? Prečo nevyužiť Smart Metering na lepšie monitorovanie kvality dodávanej elektrickej energie alebo na získanie podrobnejších informácií pre energetické dispečingy?

Veľa sa diskutuje o komunikačných systémoch umožňujúcich rýchlo, spoľahlivo a efektívne prenášať veľké objemy údajov. Porovnávajú sa ich vlastnosti a je tu snaha vybrať ten najlepší. Rôznorodosť typov distribúcie a spotreby však znamená, že jeden najlepší komunikačný systém neexistuje. Dôležitejšie je zabezpečiť interoperabilitu rôznych systémov, ktoré nevyhnutne budú nasadené a budú musieť spolupracovať. A najdôležitejšie bude najprv optimálne definovať, čo, ako často a kde merať.

Spolupracovať so sieťovými operátormi. Toto je ďalšie zvláštne tvrdenie. Akosi automaticky sa totiž predpokladá, že Smart Metering je záležitosť len distribučných spoločností (DSO – Distribution System Operator), a teda distribučné spoločnosti majú spolupracovať samy so sebou.

Úloha distribučných spoločností pri zavádzaní Smart Meteringu je nespochybiteľná a pre úspech výsledku kľúčová. Nejde len o samotnú fyzickú realizáciu nasadenia veľkého množstva meracích, komunikačných a informačných zariadení a zabezpečenie ich trvalej spoľahlivej prevádzky, ale najmä o už spomínané využitie takto získaných informácií na budovanie Smart Gridu, ktorý jediný má reálnu šancu na splnenie deklarovaných cieľov.

Na dosiahnutie úspor a efektivity nestačí mať informácie, treba mať aj možnosť tieto informácie využiť – ovplyvniť svoju spotrebu, správanie, účet a tým aj činnosť celej distribučnej sústavy. S tým úzko súvisí aj motivácia spotrebiteľa, aby robili to, čo sa od nich očakáva, lebo z toho niečo budú mať. V tejto súvislosti sa najčastejšie spomínajú dynamické zmeny tarify, ktoré môže podľa aktuálnej situácie v sieti využívať distribučná spoločnosť, resp. obchodník s elektrinou na efektívnejšie využívanie zdrojov a dodržiavanie plánovaných odberov, a ktoré môžu priamymi finančnými dosahmi stimulovať zmeny správania sa odberateľov elektrickej energie.

Akokoľvek je úloha DSO dôležitá, samotné distribučné spoločnosti na efektívne fungovanie Smart Gridu nestačia. Mali by plniť najmä výkonnú a informačnú funkciu, môžu to však robiť len v rámci platnej legislatívy a regulačných pravidiel. Takto sa dostáva na scénu



ministerstvo hospodárstva a sieťový regulátor (ÚRSO – Úrad pre reguláciu sieťových odvetví). Začíname si uvedomovať, že DSO je len jedným z účastníkov projektu Smart Grid a že úplne najväčšou otázkou je, kto bude filozofickým a koncepčným lídrom a koordinátorom prípravy a prevádzky Smart Gridu. Ten musí jasne formulovať ciele projektu, identifikovať všetkých potenciálnych účastníkov projektu a prideliť im zodpovedajúce úlohy. To však vôbec nie je triviálna úloha. A to sme len na začiatku.

Spolupracovať s prevádzkovateľmi distribuovaných zdrojov energie (DER – Distributed Energy Resources). Nárast počtu distribuovaných zdrojov energie, nerovnomernosť a zároveň náročné predpovedanie a plánovanie výroby elektriny z týchto zdrojov znamená, že nemôžu byť jednoducho pripojené do elektrizačnej sústavy v ľubovoľnom množstve, ale že sa musia stať plnohodnotnými účastníkmi Smart Gridu, ktorých vlastnosti a správanie sú dobre analyzované a v rámci možnosti aj ovládateľné. Toto opäť nie je jednoduchá úloha, najmä keď si uvedomíme, že záujmy prevádzkovateľov DER a záujmy DSO sú značne protichodné.

Zapojiť do hry stranu spotreby (DSM – Demand Side Management). Spotrebiteľia tvoria najväčšiu a zároveň najmenej informovanú (presnejšie odborne vzdelanú) skupinu účastníkov trhu s elektrinou. Ich správanie pritom podstatne ovplyvní úspech alebo neúspech projektu Smart Metering a Smart Grid. Kým iní účastníci môžu byť viac alebo menej prinútení správať sa podľa potrieb Smart Gridu alebo podľa predstáv jeho koordinátora legislatívnymi prostriedkami, pre koncových spotrebiteľov to neplatí. Zapoja sa pozitívne, len ak k nim DSO nájdu nový prístup [8], ktorý regulátor podporí a vďaka ktorému zákazník zistí, že:

- je lepšie informovaný o svojej spotrebe a najmä, že týmto informáciám rozumie,
- môže ovplyvniť spotrebu elektriny vo svoj prospech,
- sa ľahšie dostane k ďalším informáciám v prípade podozrenia alebo nejasností,
- takto dokáže reálne usporiť peniaze.

Na druhej strane treba zákazníka presvedčiť, že sa nemusí obávať:

- vyšších účtov za elektrinu,
- straty súkromia spôsobenej podrobným meraním jeho spotreby v reálnom čase,
- bezdôvodných prerušení dodávky elektrickej energie.

Kto má byť smart?

Snaha merať častejšie viac fyzikálnych veličín, využiť výsledky na lepšie poznanie dejov v elektrickej sieti a dosiahnuť väčšiu efektívnosť a

spravodlivosť pri hodnotení nákladov v sústave je určite chvályhodná, rozumná a potrebná. Ako sme naznačili, je to komplexná úloha vyžadujúca intenzívne a iniciatívne zapojenie viacerých hráčov. Čo od nich treba vyžadovať?

Prvý je šéf. Nestačí vyhlásiť alebo vydať všeobecné usmernenie: Budte efektívni! alebo Zavedte Smart Metering!, alebo Ušetrite 20 % energie! Tieto heslá treba najprv „rozmeniť na drobné“, potom stanoviť konkrétne úlohy a prideliť ich tým, ktorým prírodzene patria, a nakoniec koordinovať a kontrolovať ich napĺňanie. Šéf môže byť len jeden, ale jeden človek na toto nestačí. Človek poverený vedením musí mať jasnú a najmä správnu predstavu o cieľoch projektu, musí dostať potrebné (nemalé a reálne) právomoci a musí byť schopný vytvoriť si tím odborníkov, ktorí dokážu konkretizovať jednotlivé úlohy, konštruktívne diskutovať a nachádzať konsenzus napriek často protichodným subjektívnym záujmom a objektívne zložitým reálnym podmienkam. A tento najvyšší výkonný šéf by to mal všetko riadiť, strážiť a v prípade potreby (čo bude asi často) správne a nezávisle rozhodovať o ďalších krokoch, úlohách a návrhoch. Vcelku mierne požiadavky, však?

Ten, čo rozumie sieti. Distribučnej sieti, lebo najmä o ňu ide, určite najlepšie rozumieju distribučné spoločnosti. Zavedenie Smart Meteringu by malo poskytnúť DSO podstatne detailnejší obraz o situácii a dejoch v distribučnej sieti. Nikto iný nemá lepšie podmienky na to, aby svoje skúsenosti, súčasné informácie, budúce detailné merania a možnosti riadenia siete využil pri príprave návrhov na skutočne efektívne využitie smart technológií.

Ten, ktorý schvaľuje pravidlá. ÚRSO je jedným z mála, ktorí by mali byť skutočne nezávislí. Nič nevyrába, nepredáva, nekupuje. Jeho rozhodnutia však toto všetko ovplyvňujú. Je na ňom, či bude „brzdou pokroku“ alebo podporí nové pravidlá, ktoré v konečnom dôsledku prinesú zisk všetkým.

Tí, čo vyrábajú elektrinu. Postavenie výrobcov čohokoľvek je v podstate jednoznačné a celkom prirodzené. Chcú vyrábať čo najviac a s čo najväčším ziskom. Násť model fungovania Smart Gridu, ktorý bude aj pre nich výhodný alebo aspoň neutrálny, je veľmi náročná úloha. Určite by to bolo lepšie ako tvrdé regulačné opatrenia.

Tí, čo obchodujú s elektrinou. Predajcovia sú v podobnom postavení ako DSO, len majú k dispozícii menej technických opatrení. Na druhej strane však môžu prísť s novými obchodnými stratégiami, ktoré by Smart Grid podporili.

Ten, ktorý bude zabezpečovať komunikáciu, spracovanie a bezpečnosť údajov. Treba ho vybrať? Treba vytvoriť novú inštitúciu alebo

firmu? Aký bude jeho štatút? Čie sú namerané údaje? Kto k nim môže získať prístup a za akých podmienok? A veľa ďalších otázok. A veľká zodpovednosť. A veľa peňazí. A výrazný vplyv na úspech celého projektu.

Tí, ktorí dodávajú technológiu – HW a SW. Opäť niečo, čo stačí nakúpiť a nainštalovať. Je to určite tak? Je meracia a komunikačná technológia naozaj optimálne prispôbená cieľom Smart Gridu a spôsobom ich dosiahnutia? Koľko percent potrebného softvéru existuje a koľko ešte treba vymyslieť, vyvinúť a implementovať? Včasné, čiže okamžité zapojenie vývojových firiem znamená určite významné úspory nákladov vyvolaných použitím nevhodných alebo nekompletných zariadení, programov a systémov.

Tí, čo rozumejú energetickým sieťam, ich meraniu a riadeniu. Všetci, ktorí môžu prispieť svojím know-how, najmä technickým, ale aj organizačným, legislatívnym, obchodným tak, aby spomínaní tvorcovia projektu Smart Grid čo najlepšie splnili svoje úlohy. A otvorených otázok na riešenie je až-až.

Záver

Smart Grid nemôže existovať bez Smart Meteringu. Smart Metering nemá zmysel, keď nad ním nie je Smart Grid. Smart Grid nemôže existovať bez smart výrobcov, smart distribútorov, smart regulátorov, smart odberateľov, smart... všetkých.

Literatúra

- [1] Darby, Sarah: Smart metering: what potential for householder engagement? Building Research & Information, Sep/Oct 2010, Vol. 38 Issue 5, p. 442 – 457.
- [2] Munday, Mark: Building an Intelligent Smart Grid. Electric Perspectives, Jul/Aug 2011, Vol. 36 Issue 4.
- [3] Hansen, Teresa: Personal Information Concerns Smart Grid Developers. POWERGRID International, Apr 2011, Vol. 16 Issue 4, p. 50 – 54.
- [4] KALUŠ, E. – KUKUČA, P.: Meranie základných elektrických veličín – činný výkon. In: EE. Vol. 14, č. 2 (2008), s. 41 – 44. ISSN 1335-2547.
- [5] KALUŠ, E. – KUKUČA, P.: Meranie základných elektrických veličín – zdanlivý a iné výkony. IN: EE. Vol. 15, č. 1 (2009), s. 10 – 14. ISSN 1335-2547.
- [6] Chrapčiak, I. – Kaluš, E.: Efektívne využívanie elektrickej energie. Stačí merať to, čo meriame? In: Energy – Ecology – Economy 2010. Tatranské Matliare, Slovensko, 18. – 20. máj 2010. Bratislava: STU 2010. ISBN 978-80-89402-23-6, CD-ROM.
- [7] Kaluš, E. – Kukuča, P.: Jeden (údaj) nestačí. In: Energy – Ecology – Economy 2010. Tatranské Matliare, Slovensko, 18. – 20. máj 2010. Bratislava: STU 2010. ISBN 978-80-89402-23-6, CD-ROM.
- [8] Stone, Merlin: Smart utilities and CRM: The next phase of customer management in utilities. Journal of Database Marketing & Customer Strategy Management; Mar 2010, Vol. 17 Issue 1, p. 49 – 58.

Tento článok vznikol vďaka podpore v rámci OP Výskum a vývoj pre projekt
Kompetenčné centrum pre nové materiály, pokročilé technológie a energetiku
ITMS 26246220073, spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja.



Podporujeme výskumné aktivity na Slovensku!
Projekt je spolufinancovaný zo zdrojov EÚ



doc. Ing. Peter Kukuča, CSc. MIET

Slovenská technická univerzita v Bratislave
Fakulta elektrotechniky a informatiky
Ústav elektrotechniky
Ilkovičova 3, 812 19 Bratislava
peter.kukuca@stuba.sk