

Identifikácia poruchových stavov v distribučnej sústave na základe nameraných dát z IMS elektromerov (1)

Distribučné spoločnosti v Slovenskej republike mali do konca roku 2021 povinnosť na základe vyhlášky č. 358/2013 Z. z. nainštalovať inteligentný merací systém (IMS) na 80 % odbernom mieste spĺňajúcom kritériá podľa tejto vyhlášky.

Nainštalovaním veľkého množstva IMS získala distribučná spoločnosť (DS) obrovské množstvo priebehových 15-minútových nameraných hodnôt spotrebných profilov, 10-minútových hodnôt kvality, ako aj iných kumuláčnych registrových hodnôt, servisných registrov, prípadne udalostí. Príklad: Pre 200 000 ks IMS predstavuje ročne viac ako 70 miliárd nameraných dát.

Na základe rôznych analýz a spracovaní údajov z IMS si DS uvedomujú výhody zberu takýchto údajov a inštalovania IMS do siete, ale treba brať do úvahy aj aspekt ceny IMS, ktorá je v porovnaní s obvyčajnými elektromermi za životnosť 12 rokov až osemnásobne vyššia. Inštalácia IMS a vhodné spracovanie a analýza nameraných dát sa ukazujú ako jeden z kľúčových aspektov budúcnosti každej modernej DS. Niekoľko príkladov, ako možno spracovávať a analyzovať namerané dáta z IMS, uvádzame v nasledujúcich kapitolách, konkrétne nastavenie nových validačných algoritmov na základe dát z IMS, identifikovanie poruchových stavov na základe prevádzkových hodnôt z IMS, ako aj analýza poruchových parametrov tretích strán.

Detekcia poruchových stavov odberného miesta na základe štatistických profilových spotrieb

Kľúčovým predpokladom stanovenia korektnej hodnoty spotrebovanej elektrickej energie odberateľovi je fakt, že hodnota odpočtu elektromera za dané fakturačné obdobie zodpovedá skutočnej spotrebe. Na prvý pohľad triviálna vec, no v skutočnosti sa môžu vyskytnúť situácie, ktoré to vyvracajú. Na zabezpečenie kontroly odpočtu každého počítadla, prípadne spotreby existuje mnoho validačných algoritmov, ktorými sa minimalizuje počet chybných odpočtov zväčša reprezentujúcich poruchový stav zariadenia, prípadne chybné zapojenie inštalácie u odberateľov. Jeden z najpresnejších je validačný algoritmus detekcia poruchových stavov odberného miesta na základe štatistických profilových spotrieb.

Situčný príklad:

Odberné miesto (OM) má tarifu XD1, trojfázový istič s hodnotou 20 A. Odpočet elektromera:

Deň odpočtu: 1. 9. 2021 Stav počítadla: 17 638 kWh
Deň odpočtu: 1. 10. 2021 Stav počítadla: 24 534 kWh

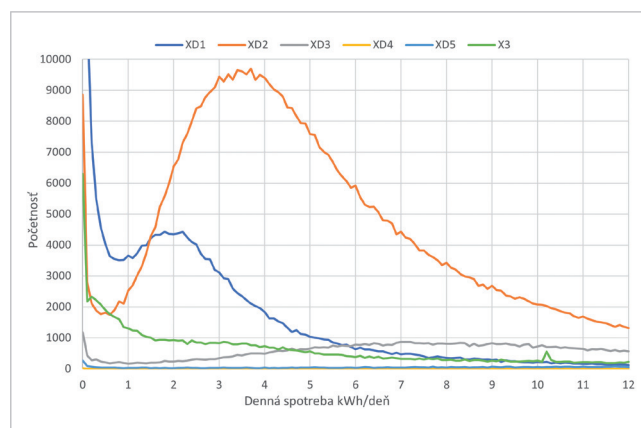
Jednoduché úvahy o korektnosti spotreby využívajú výpočty zohľadňujúce maximálnu kapacitu, ktorú je možné preniesť prostredníctvom ističa, prípadne históriu spotreby na danom OM, pokiaľ nejaká existuje. To znamená, že výpočtom technického maxima môže OM spotrebovať 9 936 kWh. Aktuálna hodnota nameranej spotreby 6 896 kWh predstavuje 69,4 % z technických možností daného OM. Na prvý pohľad sa zdá, že nameraná spotreba je v poriadku a je možné, že odberateľ dokázal využiť technickú kapacitu na 69,4 % počas daného obdobia.

Počet dní medzi odpočtami: 30
Nameraná spotreba: 6 896 kWh (24 534 – 17 638)
Technické maximum: 9 936 kWh (20 A x 3 fázy x 230 V x 24 h/deň x 30 dní)
Priemerné využitie: 69,4 %

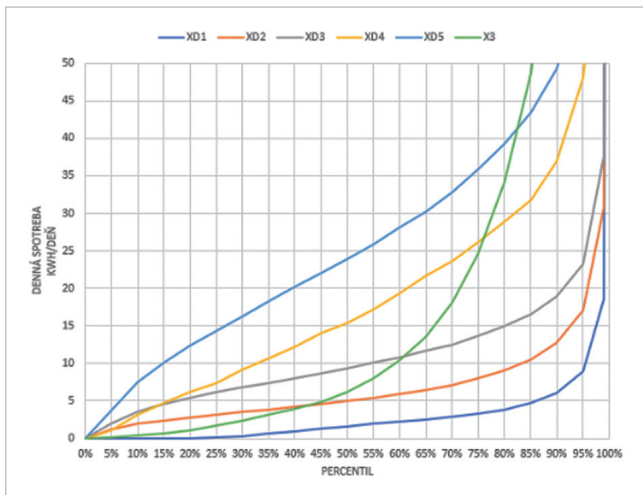
Existujú aj iné komplexnejšie metódy, ktorými sa omnoho presnejšie analyzujú štatistické odchýlky v spotrebe. Implementácia štatistickej metódy profilových spotrieb je omnoho presnejšia, nakoľko kategorizuje OM, ktoré sa na seba podobajú svojou spotrebou, a následne porovnáva spotrebu s OM v danej kategórii, čím sa zistí neštandardnosť v spotrebe medzi OM v danej kategórii. Najprv treba roztriediť odberné miesta, ktoré sa na seba podobajú svojou spotrebou, do kategórií. Existuje mnoho metód, ako napríklad segmentácia odberných miest, ktorá zoskupí OM na základe ich profilovej spotreby. Na zjednodušenie sa uskutočnilo rozdelenie OM do jednotlivých kategórií na základe aktuálnej tarify (sadzby) OM (D1, D2, D3 atď.). Tieto kategórie identifikujú podobné správanie v spotrebe medzi OM navzájom. Následne po rozdelení jednotlivých OM do jednotlivých kategórií treba porovnať vzájomne denné spotreby týchto OM v každej kategórii samostatne. Histogram porovnaných denných spotrieb OM v jednotlivých kategóriách (rozdelených podľa tarify) znázorňuje obr. 1.

Každá tarifa vykazuje rôznu početnosť odberných miest pri rôznych denných spotrebach. Každý kategórii odberného miesta exponenciálne klesá početnosť OM pri inej dennej spotrebe. Na základe tohto zobrazenia možno identifikovať hodnoty dennej spotreby, ktoré dosahujú minimum odberných miest, čím sa stávajú podozrivé z pohľadu nepravdepodobnej hodnoty spotreby. OM zo situačného príkladu má tarifu XD1 znázornenú modrou. Obrázok znázorňuje zvýšenú spotrebu v danej tarife už nad 10 kWh/deň (300 kWh za 30 dní). Na presnejšie pochopenie hodnoty štandardnej alebo neštandardnej dennej spotreby pre dané OM sa použije metóda štatistickej analýzy. Na základe štatistickej metódy bol vytvorený graf na obr. 2 znázorňujúci percentil OM v danej kategórii OM a k nim prislúchajúcu hodnotu dennej spotreby. Percentil reprezentuje počet OM vyjadrených v percentách zo všetkých OM v danej kategórii. Na základe štatistického predpokladu sa vyberie percentil, pri ktorom denná hodnota spotreby exponenciálne narastá (čo reprezentuje malý počet OM s neštandardne vysokou spotrebou).

Z obr. 1 je zrejmé, že krivka exponenciálne narastá okolo 97 %, čo reprezentuje, že cca 3 % OM má štatisticky neštandardne vysokú spotrebu.



Obr. 1 Histogram dennej spotreby pre vybrané tarify



Obr. 2 Denná spotreba v tarife/percentil

Práve hodnota percentilu definuje limitnú hodnotu, ktorou je definovaný validačný algoritmus zachytávajúci neštandardné spotreby OM. Na základe validačného algoritmu sa zachytávajú rôzne poruchy meracích prístrojov, nesprávne zapojenie inštalácie, odpojenia nulových vodičov, neoprávnené odbery atď.

Na ešte presnejšiu analýzu možno skupinu OM rozdeliť s menšou granularitou, napríklad podľa počtu fáz a hodnôt ističov, čím sa docielí omnoho presnejšia hodnota percentilu, až na úroveň 99,5 %. Zvýšením percentilu sa odfiltruje mnoho OM, ktoré majú síce neštandardnú spotrebu, ale sú stále v tolerancii. Zo všetkých nameraných spotrieb v danej tarife s daným ističom a počtom fáz malo spotrebu menšiu ako 23 kWh/deň 99,5 % všetkých OM. Denná spotreba odberného miesta z príkladu je 229,9 kWh/deň, čo

reprezentuje 69 % z technického maxima ističa, ale v praxi vysoko presahuje obvyklú mieru spotreby pre danú tarifu, istič a počet fáz, a to 10-násobne.

Na základe štatistickej odchyľky je odpočet vyhodnotený ako vysoko nadlimitný, na základe čoho sa generuje kontrola na OM, ktorá v tomto prípade odhalila pokazený elektromer, ktorý bol vzápätí vymenený.

Pokračovanie v ďalšom čísle.

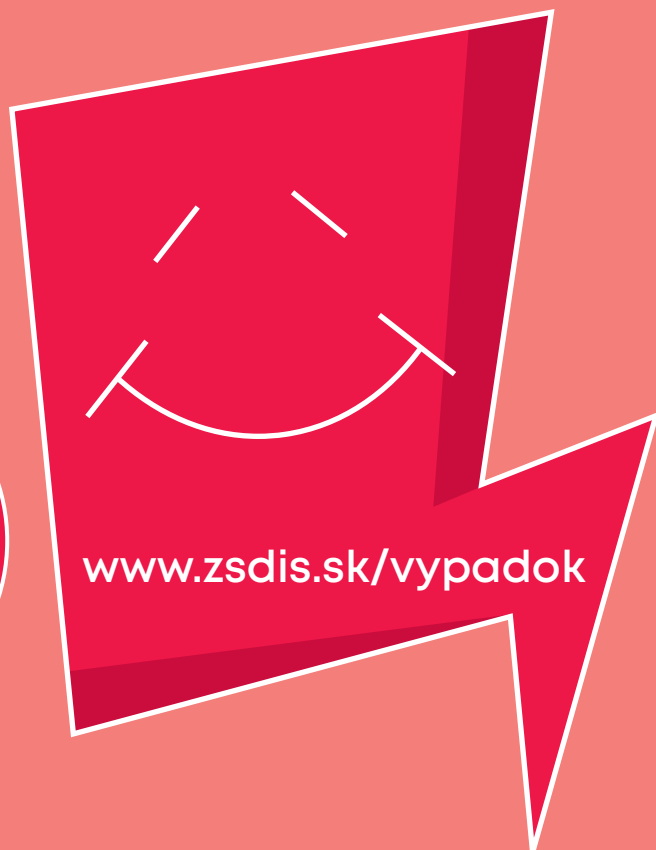
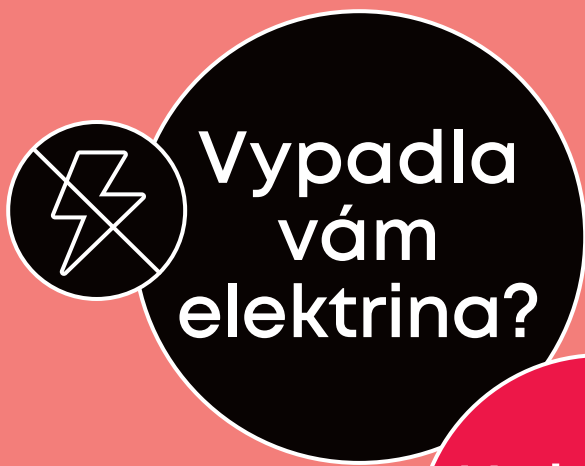


Ing. Michal Koníček, PhD,
vedúci tímu riadenia stratégie dát a merania.

V roku 2013 ukončil štúdium na Fakulte elektrotechniky a informatiky STU v Bratislave, kde následne pokračoval v doktorandskom štúdiu. Témou jeho dizertačnej práce bolo Stanovenie optimálneho objemu distribuovanej výroby v uzlových oblastiach distribučnej sústavy SR. Po ukončení doktorandského štúdia pôsobil ako konzultant pre oblasť Smart Energy. Od roku 2017 pôsobí v spoločnosti Západoslovenská distribučná, kde najskôr komplexne manažoval projekty v oblasti Smart Metering, aktuálne pôsobí ako vedúci tímu riadenia stratégie dát a merania.

Michal Koníček

Západoslovenská distribučná, a.s.
michal.konicek@zsdisk.sk



Nonstop
online chatbot Edo



Bez čakania na spojenie
s operátorom linky



**ZÁPADOSLOVENSKÁ
DISTRIBUČNÁ**