

Optimalizace osazování odběrných míst inteligentními plynoměry

Ondřej Konár, Marek Brabec, Ivan Kasanický,
Marek Malý, Emil Pelikán

Ústav informatiky AV ČR, v.v.i.

ROBUST 2012
Němčičky 14. září 2012

Měření spotřeby zemního plynu

Typy měření

Existují tři způsoby měření:

- Měření typu A – průběhové, s dálkovým přenosem
- Měření typu B – průběhové, bez dálkového přenosu
- Měření typu C – bez průběhového měření

V posledním případě typicky různé intervaly odečtu.

Inteligentní měřidlo

Rozdíly oproti měření typu A

- Téměř spojitě měření.
- Monitoring kvality dodávané energie.
- Automatická varování (výpadky napájení apod.)
- Obousměrná komunikace.

Osazování inteligentními měřidly

- Inteligentní měřidla jsou nákladná (řádově 10000 Kč).
- Nezanedbatelné náklady na osazování (zejména u izolovaných odběrných míst).
- Osazení všech odběratelů je dlouhodobá záležitost (i v bohatých zemích).
- Otázkou je, jak osazovat s co největším „ziskem“.

Model TDD

Základní princip

- Model TDD (Pelikán et al. – Robust 2008)

$$Y_{ikt} = P_{ik}f_{kt}(T_t) + \varepsilon_{ikt},$$

kde

- Y_{ikt} je spotřeba zákazníka i třídy k ve dni t ,
 P_{ik} je individuální parametr zákazníka,
 $f_{kt}(T_t)$ je „strukturální“ část modelu,
 T_t je průměrná denní teplota ve dni t ,
 ε_{ikt} je náhodná složka s nulovou střední hodnotou a rozptylem úměrným P_{ik} .

Model TDD

Hlavní problémy I

Model je používán pro odhad čehokoliv za jakýchkoli okolností.

- Predikce spotřeby (až na rok dopředu).
- Náhrada odečtu (tj. odhad individuální spotřeby).
- Určování ceny.
- a další (dle fantazie uživatele).

Model TDD

Hlavní problémy II

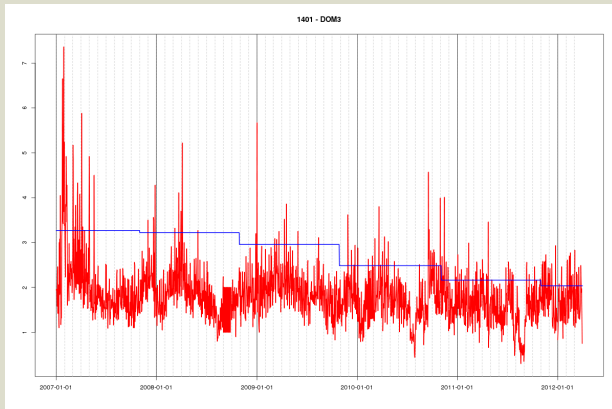
Výběr průběhově měřených zákazníků pro odhad parametrů je nereprezentativní.

- Ve výběru jsou silně zastoupeni zákazníci s větší spotřebou.
- Zákazníci s velkou spotřebou mají výrazně jiný tvar teplotní závislosti.
- Model TDD zejména na celém kmeni nadhodnocuje spotřebu v teplých obdobích.

Model TDD

Hlavní problémy III

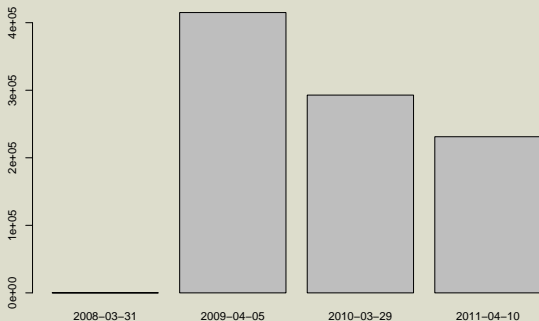
Data jsou velmi nevěrohodná (zejména některé kriteriální proměnné pro klasifikaci zákazníků).



Model TDD

Hlavní problémy IV

Někteří zákazníci vykazují vysokou časovou variabilitu případně trend ve spotřebě.



Možnosti využití dat z inteligentních měřidel

(Nejen) z pohledu modelu TDD

- Vylepšení vzorku dat pro odhad parametrů modelu TDD (větší rozsah i reprezentativnost).
- Měření obtížně modelovatelných zákazníků (teoreticky zvýšení výsledné přesnosti modelu)
- Měření ztrát v uzavřených částech distribuční sítě (nutno osadit všechna odběrná místa v lokalitě).

Požadavky na osazení měřidel

Požadavky plynoucí z různých potenciálních využití naměřených dat jsou poněkud protichůdné:

- Pokud možno náhodný výběr.
- Osazovat přednostně zákazníky s vysokou variabilitou.
- Osazení kompletních uzavřených lokalit.
- Geografická blízkost osazovaných měřících míst.

Návrh řešení

Co „plynařům“ poradit?

- Část měření osadit zcela náhodně (případně s ohledem na zvýšení reprezentativity současného průběhově měřeného vzorku).
- Část měření rozmístit „inteligentně“ tak, aby byly co nejvíce splněny ostatní požadavky.

„Inteligentní“ rozmístění měření

Základní myšlenka

- Jako základní jednotku pro osazování zvolíme obec.
- Navrhne kritérium pro určení problematického zákazníka.
- Obce budeme osazovat podle zastoupení problematických zákazníků.

Kritérium problematického zákazníka

Základní veličiny I – „plánovaná roční spotřeba“

- Připomenutí – model TDD

$$Y_{ikt} = P_{ik} f_{kt}(T_t) + \varepsilon_{ikt},$$

- Odhad parametru P_{ik} se počítá podle vzorce

$$\hat{P}_{ik\tau^*} = \frac{\sum_{\tau \in \Omega_{kt}} S_{ik\tau}}{\sum_{\tau \in \Omega_{kt}} \sum_{t \in \tau} f_{kt}(T_t)},$$

kde

- τ^* je poslední fakturační období,
- $S_{ik\tau}$ je měřená spotřeba za období τ ,
- Ω_{kt} je historické období předcházející τ^* pokrývající alespoň 3 roky.

Kritérium problematického zákazníka

Základní veličiny II – „normalizovaná současná spotřeba“

- Potřebuji normalizovat aktuální spotřebu (kvůli porovnání)
- Použiji stejné „kouzlo“:

$$\hat{P}_{ik\tau^*}^* = \frac{S_{ik\tau^*}}{\sum_{t \in \tau^*} f_{kt}(T_t)},$$

- Pro každé fakturační období každého zákazníka mám tedy hodnoty $\hat{P}_{ik\tau^*}^*$ a $\hat{P}_{ik\tau^*}^*$

Kritérium problematického zákazníka

Míra nestability spotřeby – několik nápadů

- Směrodatná odchylka

$$\sigma_{P_{ik}^*} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \hat{P}_{ik\tau_j}^*}$$

- Normovaná směrodatná odchylka

$$\frac{\sigma_{P_{ik}^*}}{\mu_{P_{ik}^*}}$$

- Poměr historické a současné spotřeby

$$\frac{\hat{P}_{ik\tau}^*}{\hat{P}_{ik\tau}}$$

Předzpracování dat

Vyřazení „nezajímavých“ údajů

Používáme pouze údaje zákazníků, pro které platí:

- $\hat{P}_{ik\tau}^* > 7620 \text{ kWh} \ \& \ \hat{P}_{ik\tau} > 7620 \text{ kWh},$
- fakturační historie alespoň 4 roky,
- pochází z obce s alespoň 25 zákazníky,
- pochází z rozumně zastoupeného okresu.

I tak máme k dispozici cca 700 000 zákazníků.

Ohodnocování obcí

Základní myšlenka

- Zvolíme kritérium problematického zákazníka.
- Zvolíme „kritickou hodnotu“.
- Obec ohodnotíme podílem zákazníků překračujících kritickou hodnotu.

Ohodnocování obcí

Příklad

- Použijeme poměr historické a současné spotřeby

$$\frac{\widehat{P}_{ik\tau}^*}{\widehat{P}_{ik\tau}}.$$

- Jako kritické meze použijeme 10. a 90. výběrový percentil tohoto poměru.
- Ohodnocujeme podílem zákazníků překračujících zvolené meze z celkového počtu zákazníků s dostatečně dlouhou historií.

Závěr

Několik poznámek

- Kritéria musí být volena ve spolupráci s „plynaři“.
- Vyhodnocení účinnosti navržené metodiky bude velmi problematické.
- Ztráta při „nevhodném“ osazení není naštěstí likvidační.

Závěr

Otázky k přemýšlení

- Jaké jsou vlastnosti jednotlivých kritérií?
- Šlo by „kritické hodnoty“ konstruovat nějak lépe?
- Lze použít nějaké další údaje?

Děkuji za pozornost.