

# Matematické modelování spotřeby zemního plynu domácností a maloodběratelů



**ONDŘEJ KONÁR**

**konar@cs.cas.cz**

**Ústav informatiky AV ČR, Praha**



## SHRNUTÍ

Tento poster představuje nelineární regresní model GAMMA vyvinutý řešitelskou skupinou ÚI AV ČR a určený k modelování spotřeby zemního plynu domácností a maloodběratelů. Model je používán v rutinním provozu Západočeské plynárenské, a.s.

## ZÁKLADNÍ PROBLÉM

Spotřeba zemního plynu domácností a maloodběratelů je u každého zákazníka odečítána z plynoměru přibližně jednou ročně. Každý den v roce je odečtena určitá část plynoměru. V žádném okamžiku tedy není znám celkový objem prodaného plynu.

Neznámou část prodaného plynu, tzv. **nevyměřený plyn** je třeba odhadnout vhodným modelem.

## POUŽITÝ MODEL

Základem je model pro odhad spotřeby jednotlivého zákazníka. Pro účely modelování je uvažováno 16 tříd zákazníků podle typu klienta (domácnost, maloodběr) a charakteru využití plynu (vaření, ohřev vody, vytápění, technologie a jejich kombinace).

Pro spotřebu  $Y_{ik}(\tau)$  zákazníka  $i$  ze třídy  $k$  za období (časový interval ve dnech)  $\tau$  byl navržen následující nelineární regresní model:

## CELKOVÝ MODEL

$$Y_{ik}(\tau) = \mu_{ik} \sum_{t \in \tau} \left( \Psi(t) e^{-\gamma_k f(T_t, N_t)} + p_k \right) + \varepsilon_{ik\tau}$$

## PARAMETR ZÁKAZNÍKA

$\mu_{ik}$  vyjadřuje podíl spotřeby zákazníka  $i$  na celkové spotřebě třídy  $k$  a je odhadován metodou nejmenších čtverců:

$$\hat{\mu}_{ik} = \frac{\sum_{j=1}^{n_k} S_{ik}(\tau_{ij})}{\sum_{t \in \tau_i^*} \left( \Psi(t) e^{-\gamma_k f(T_t, N_t)} + p_k \right)},$$

kde  $\tau_{i1}, \dots, \tau_{in_k}$  jsou na sebe navazující období předcházející období  $\tau$ , za která jsou k dispozici odečty,  $S_{ik}(\tau_{ij})$  je skutečná spotřeba (odečet) za období  $\tau_{ij}$  a  $\tau_i^* = \bigcup_j \tau_{ij}$ .

## TEPLOTNÍ KOREKCE

$e^{-\gamma_k f(T_t, N_t)}$  koriguje model na rozdíl skutečné teploty  $T_t$  a teplotního normálu  $N_t$

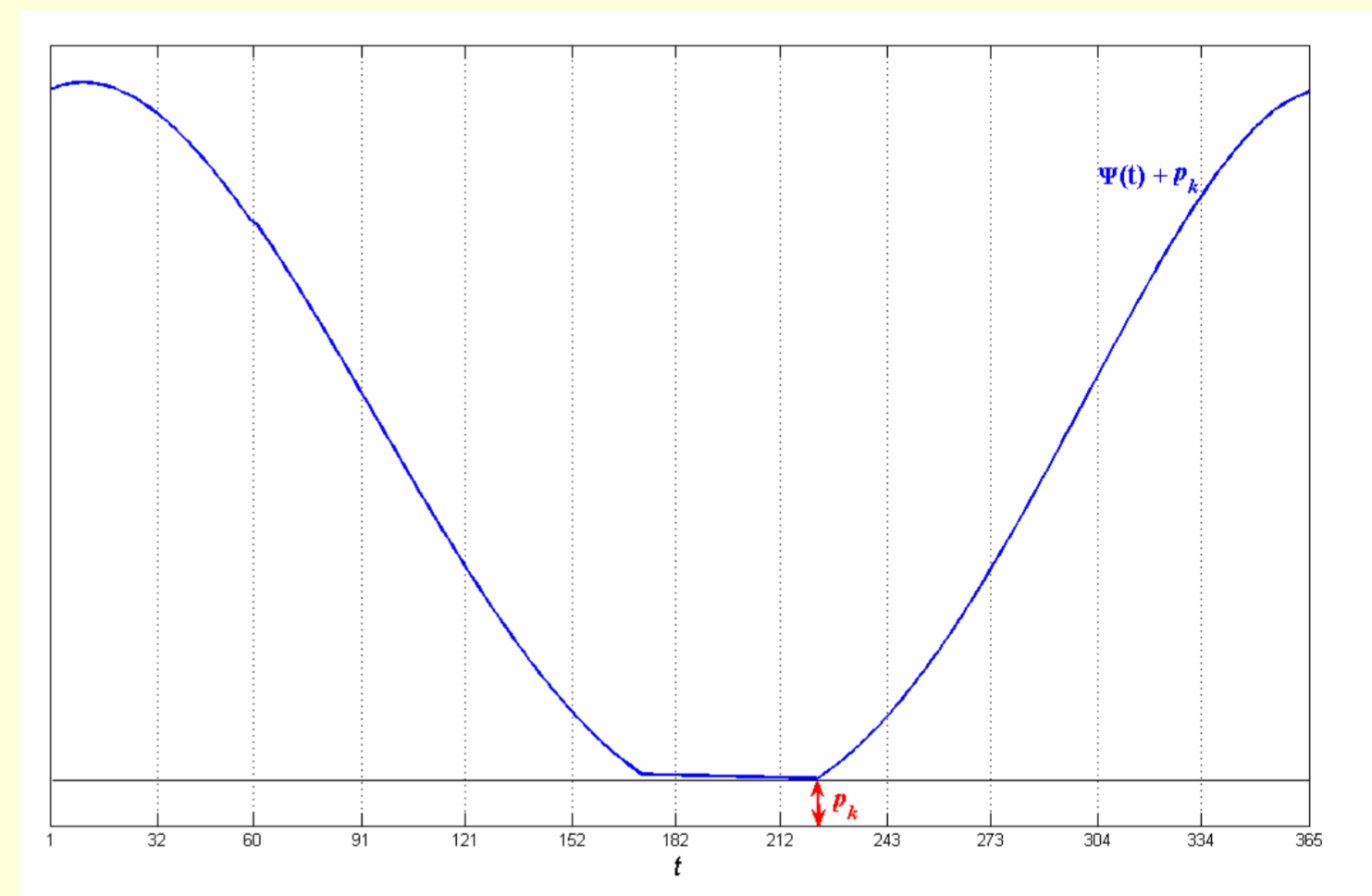
$$f(T_t, N_t) = \tilde{T}_t - \tilde{N}_t$$

$$\tilde{T}_t = \begin{cases} T_t & \text{pro } T_t < 14 \\ 14 & \text{pro } T_t \geq 14 \end{cases} \quad \tilde{N}_t = \begin{cases} N_t & \text{pro } N_t < 14 \\ 14 & \text{pro } N_t \geq 14 \end{cases}$$

## JÁDRO MODELU

Jádro modelu je tvořeno časově nezávislou složkou  $p_k$  a časově závislou složkou  $\Psi(t)$ .

Funkce  $\Psi(t)$  je společná pro všechny třídy zákazníků a je periodická s periodou 365 dní. Její průběh za 1 rok (1.1.-31.12.) vypadá takto:



Parametr  $p_k$  má vysokou hodnotu pro třídy zákazníků s malou časovou závislostí spotřeby (např. vaření) a nízkou pro třídy se sezónní spotřebou (vytápění)

## NÁHODNÁ CHYBA

$\varepsilon_{ik\tau}$  je náhodná chyba, o níž předpokládáme, že má střední hodnotu rovnu 0 a rozptyl rostoucí s hodnotou parametru  $\mu_{ik}$ .

## ODHAD PARAMETRŮ

- Parametr  $\mu_{ik}$  je odhadován metodou nejmenších čtverců při každém běhu modelu.
- Ostatní parametry ( $p_k$ ,  $\gamma_k$ ,  $n_k$ ) jsou odhadovány čtvrtletně minimalizací různých kritériálních funkcí.
- Časově závislá složka modelu ( $\Psi(t)$ ) byla odhadnuta v počátku projektu z měsíčních hodnot celkové spotřeby všech domácností a maloodběratelů. Pracuje se na vylepšení jejího odhadu.

## PROBLÉMY K ŘEŠENÍ

V dalších letech budou řešeny zejména tyto problémy:

- (1) Zlepšení přesnosti odhadu modelem v jednotlivých dnech a u jednotlivých zákazníků (doposud byl kladen důraz zejména na celkovou přesnost, tj. součet spotřeb všech modelovaných zákazníků přes celé modelované období)

- (2) Nalezení vhodného nelineárního tvaru funkce  $f$  v teplotním korektoru (lineární tvar neodpovídá skutečnosti)
- (3) Nalezení přesnějšího tvaru časově závislé složky  $\Psi(t)$ , případně i rozlišení pro jednotlivé třídy zákazníků
- (4) Efektivnější optimalizace parametrů, volba vhodné kritériální funkce

## Poděkování:

Poděkování patří celému řešitelskému týmu ÚI AV ČR a ZČP, a.s., bez jehož dlouhodobé práce by tento poster nevznikl. Poster byl vytvořen za podpory grantu GA AV ČR č. 1ET400300513 a výzkumného záměru ÚI AV ČR č. AV0Z10300504.

## Reference:

Čermáková J., Matějovic J., Naxerová O., Bečvář J., Brabec M., Brabec T., Konár O., Malý M., Pelikán E., Šimůnek M., Vondráček J. (2005). *Matematické modelování spotřeby zemního plynu zákazníků bez průběhového měření*. Plyn, č. 2/2005, ISSN 0032-1761, 34–37.