

Projekt TDD–ČR		Číslo dokumentu: 2314
Vedoucí projektu: doc. Ing. Emil Pelikán, CSc. Řešitelé: Ing. Marek Brabec, PhD. Mgr. Ivan Kasanický Mgr. Ondřej Konár RNDr. Marek Malý, CSc.	Kontakt: pelikan@cs.cas.cz	Kategorie: výstupní dokument
		Poslední změna: 14. října 2011

Projekt TDD–ČR

POPIS MODELU TDD verze 3.2

stav ke dni 15.10.2011



Abstrakt

Tento dokument vznikl na základě smlouvy o dílo č. K1-77200-212899 (21HD38) mezi RWE Plynoprojektem, a.s. a Ústavem informatiky AV ČR, v.v.i., a objednávky číslo 4990001011. Obsahuje popis tvorby a použití modelu TDD pro odhad spotřeby zemního plynu zákazníků s měřením typu „C“. Dokument zahrnuje stav ke dni 15.10.2011.

Obsah

1	Úvod	3
2	Užití modelu TDD provozovatelem distribuční soustavy	4
2.1	Výpočet plánované roční spotřeby	4
2.2	Rozpočet známé spotřeby	5
2.3	Odhad neznámé spotřeby za stanovené období	5
2.3.1	Výpočet přepočtené roční spotřeby	5
2.3.2	Odhad spotřeby za stanovené období	6
3	Užití modelu TDD operátorem trhu	7
3.1	Odhad denní spotřeby zákazníka s měřením typu C	7
3.2	Výpočet přepočtených TDD	7
3.2.1	Výpočet korekce na typ dne	8
3.2.2	Výpočet teplotní korekce	9
3.2.3	Výpočet korekce na Vánoce a Velikonoce	10
3.3	Výpočet plánované roční spotřeby	10
3.4	Výpočet normalizovaných TDD	10
4	Aktualizace modelu TDD	12
4.1	Průběžné zpracování naměřených dat	12
4.2	Aktualizace matematického modelu	12
4.3	Postup při přechodu na regionální vyhodnocení	13
5	Výstupní soubory s parametry TDD modelu	14
5.1	Tabulky pro přiřazení třídy TDD	14
5.2	Parametry modelu TDD	14
5.2.1	Předávané denní parametry	14
5.2.2	Parametry teplotní závislosti	15
5.3	Přepočtené TDD	15
5.4	Normalizované TDD	15

6	Vzorové výpočty na reálných datech	16
7	Testování modelu TDD	18
7.1	Testy na průběhových datech	18
7.2	Testy na datech společnosti GasNet	22
8	Shrnutí a závěr	24
A	Slovník zkratk a pojmů	25
A.1	Značky a zkratky	25
A.2	Použité pojmy	28

Kapitola 1

Úvod

Tato zpráva je výroční dokumentací projektu TDD za rok 2011. Obsahuje metodiku použití modelu TDD provozovatelem distribuční soustavy (dále jako PDS) v kapitole 2 a metodiku užití modelu TDD operátorem trhu (dále jako OTE) v kapitole 3. Dále je obsažen popis aktualizace modelu TDD v roce 2011 (kapitola 4), popis předávaných souborů (kapitola 5), vzorové výpočty pro kontrolu implementace (kapitola 6) a testy nové verze modelu TDD na dostupných datech (kapitola 7).

Kapitola 2

Užití modelu TDD provozovatelem distribuční soustavy

2.1 Výpočet plánované roční spotřeby

Plánovanou roční spotřebu (PRS) počítá provozovatel distribuční soustavy v daném kalendářním měsíci pro všechny zákazníky s měřením typu C, u nichž došlo v tomto měsíci k fakturaci. Na začátku měsíce ledna každého kalendářního roku je třeba přepočítat plánovanou roční spotřebu pro všechny zákazníky s měřením typu C. Plánovaná roční spotřeba je pak použita operátorem trhu pro zúčtování odchylek.

Plánovanou roční spotřebu¹ O_{iR}^{PRS} i -tého zákazníka za kalendářní rok R vypočteme podle vzorce

$$O_{iR}^{PRS} = \frac{O_{i\Delta_N}}{\sum_{d \in \Delta_N} TDD_{pdR}}, \quad (2.1)$$

kde

TDD_{pdR} je přepočtený typový diagram dodávky² pro třídu TDD p odpovídající zákazníkovi i , plynárenský den d a kalendářní rok R ,

$O_{i\Delta_N}$ je součet fakturovaných spotřeb zákazníka i za období Δ_N ,

Δ_N je období pokrývající všechny fakturované odběry zákazníka i v uplynulých třech letech.

Pokud je délka období Δ_N kratší než 10 měsíců, použije se jako O_{iR}^{PRS} předpokládaný odběr plynu dohodnutý ve smlouvě o distribuci plynu.

¹Navzdory názvu nejde o odhad spotřeby zákazníka za kalendářní rok R , ten dostaneme až vynásobením součtem přepočteného typového diagramu dodávky příslušné třídy za všechny dny kalendářního roku R .

²Přepočtený typový diagram dodávky je pro aktuální den vždy zveřejněn na webových stránkách operátora trhu. Způsob jeho výpočtu je uveden v kapitole 3 tohoto dokumentu.

2.2 Rozpočet známé spotřeby

Rozpočet známé spotřeby se provádí při změně ceny plynu, která nastala v době mezi dvěma fakturacemi, v případě, že v okamžiku této změny nedošlo k odečtu spotřeby ze strany PDS nebo samoodečtu zákazníkem.

Známa spotřeba $O_{i\Delta}$ zákazníka i za dané období Δ se rozpočítá do n po sobě následujících období $\Delta_1, \Delta_2, \dots, \Delta_n$, která se nepřekrývají a plně pokrývají období Δ , následujícím způsobem:

1. Nejprve určíme odhad denní spotřeby O_{id} zákazníka i pro všechny dny d období Δ podle vzorce

$$\hat{O}_{id} = O_{i\Delta} \cdot \frac{TDD_{pdR}}{\sum_{t \in \Delta} TDD_{ptR}}, \quad (2.2)$$

kde

\hat{O}_{id} je odhad spotřeby O_{id} zákazníka i ve dni d modelem TDD,

$O_{i\Delta}$ je rozpočítávaná spotřeba zákazníka i za období Δ ,

TDD_{pdR} je přepočtený typový diagram dodávky pro třídu p příslušící zákazníkovi i , den d a kalendářní rok R .

2. Poté pro každé období Δ_j , $j = 1, \dots, n$ vypočteme odhad spotřeby $O_{i\Delta_j}$ za toto období podle vzorce

$$\hat{O}_{i\Delta_j} = \sum_{d \in \Delta_j} \hat{O}_{id}. \quad (2.3)$$

Ekvivalentním postupem je pro každé období Δ_j vypočítat odhad spotřeby $O_{i\Delta_j}$ podle vzorce

$$\hat{O}_{i\Delta_j} = O_{i\Delta} \cdot \frac{\sum_{d \in \Delta_j} TDD_{pdR}}{\sum_{t \in \Delta} TDD_{ptR}}. \quad (2.4)$$

2.3 Odhad neznámé spotřeby za stanovené období

Metodika popsaná v tomto odstavci je vytvořena na základě dohody v rámci expertní skupiny na 6. kontrolním dni projektu TDD v roce 2010. Nejde o výsledek analýz ÚI.

2.3.1 Výpočet přepočtené roční spotřeby

Přepočtená roční spotřeba se používá pro odhad spotřeby v případě nedostupnosti údajů z odečtu ze strany PDS nebo samoodečtu zákazníkem tak, jak je uvedeno v odstavci 2.3.2.

Přepočtenou roční spotřebu O_{iR}^{PpRS} i -tého zákazníka za kalendářní rok R vypočteme podle vzorce

$$O_{iR}^{PpRS} = \frac{O_{i\Delta_P}}{\sum_{d \in \Delta_P} TDD_{pdR}} \sum_{d \in \Omega} TDD_{pdR}, \quad (2.5)$$

kde

TDD_{pdR} je přepočtený typový diagram dodávky pro třídu TDD p odpovídající zákazníkovi i , plynárenský den d a kalendářní rok R ,

$O_{i\Delta_P}$ je poslední fakturovaná spotřeba zákazníka i za fakturační období Δ_P ,

Ω je období končící dnem posledního fakturačního období a začínající dnem posledního fakturačního období mínus 365 dní.

Pokud je délka období Δ_P kratší než 10 měsíců, nahradí se hodnota $O_{i\Delta_P}$ ve vzorci (2.5) součtem více fakturovaných spotřeb za uplynulé období tak, aby souhrnná délka pokrytého období činila minimálně 10 měsíců. Nejsou-li tyto spotřeby k dispozici, použije se jako O_{iR}^{PpRS} předpokládaný odběr plynu dohodnutý ve smlouvě o distribuci plynu.

2.3.2 Odhad spotřeby za stanovené období

V tomto odstavci je popsán postup odhadu spotřeby za období Δ za následujících podmínek:

1. celé období Δ leží v minulosti, a jsou tedy známy skutečné klimatické podmínky za všechny dny tohoto období,
2. nejsou k dispozici údaje o skutečné spotřebě za období Δ z odečtu na straně PDS nebo samoodečtu zákazníkem.

Spotřebu $O_{i\Delta}$ zákazníka i za období Δ odhadneme podle vzorce

$$\hat{O}_{i\Delta} = O_{iR}^{PpRS} \frac{\sum_{d \in \Delta} TDD_{pdR}}{\sum_{d \in \Omega} TDD_{pdR}}, \quad (2.6)$$

kde

$\hat{O}_{i\Delta}$ je odhad spotřeby $O_{i\Delta}$ modelem TDD,

O_{iR}^{PpRS} je přepočtená roční spotřeba zákazníka i pro kalendářní rok R vypočtená podle vzorce (2.5),

TDD_{pdR} je přepočtený typový diagram dodávky pro třídu p odpovídající zákazníkovi i , plynárenský den d a kalendářní rok R ,

Ω je období končící dnem posledního fakturačního období a začínající dnem posledního fakturačního období mínus 365 dní.

Kapitola 3

Užití modelu TDD operátorem trhu

3.1 Odhad denní spotřeby zákazníka s měřením typu C

Spotřeba O_{id} zákazníka i s měřením typu C ve dni d kalendářního roku R se modelem TDD odhadne podle vzorce

$$\hat{O}_{id} = O_{iR}^{PRS} \cdot TDD_{pdR}, \quad (3.1)$$

kde

\hat{O}_{id} značí odhad spotřeby zákazníka i ve dni d ,

O_{iR}^{PRS} značí plánovanou roční spotřebu zákazníka i pro kalendářní rok R (viz odstavec 3.3),

TDD_{pdR} značí přepočtený TDD třídy p odpovídající zákazníkovi i pro den d , normovaný pro kalendářní rok R .

Upozornění: pro odhad denní spotřeby je vždy nutné použít plánovanou roční spotřebu i přepočtené TDD pro stejný kalendářní rok.

Poznámka 3.1 *Výsledná spotřeba vychází ve stejných jednotkách, ve kterých vstupuje plánovaná roční spotřeba O_{iR}^{PRS} .*

3.2 Výpočet přepočtených TDD

Přepočtené typové diagramy dodávky TDD_{pdR} normované pro kalendářní rok R získáme podle vzorce

$$TDD_{pdR} = \frac{D_{pd} \cdot c_p}{c_R}, \quad (3.2)$$

kde

D_{pd} je denní teplotní a kalendářní korekce určená vztahem

$$D_{pd} = \exp(kor_den_{pd} + kor_teplota_{pd} + kor_vanoce_{pd} + kor_velikonoce_{pd}) \quad (3.3)$$

a podrobněji popsaná v odstavcích 3.2.1 až 3.2.3,

c_p je kalibrační konstanta umožňující „usazení“ modelových spotřeb vzhledem k datům z celého zákaznického kmene. Je předávána jako parametr c ,

c_R je normovací konstanta platná pro kalendářní rok R a vypočtená podle vzorce

$$c_R = \sum_{d \in R} D_{pd}^N \quad (3.4)$$

přičemž hodnoty denních korekcí D_{pd}^N počítáme dle vzorce (3.3) s tím, že se do vztahu (3.6) pro výpočet teplotní korekce $kor_teplota_{pd}$ dosadí pro všechny dny místo skutečných teplot T_d normálové teploty¹.

Poznámka 3.2 *Vzhledem k použití normalizace typových diagramů dle požadavků OTE (viz odstavec 3.4) nemá korekční parametr c_p vliv na odhad spotřeby modelem TDD. Z formálních důvodů však byl (pro případ změny legislativy) zachován a jeho hodnoty pro všechny třídy nastaveny na $c_p = 1$.*

3.2.1 Výpočet korekce na typ dne

Při výpočtu korekce kor_den_{pd} na typ dne nejprve určíme typ dne d . Ten se určuje podle toho, zda je aktuální (d), předchozí ($d - 1$) a následující ($d + 1$) den pracovní či ne. Za nepracovní den se považuje den, který je sobotou, nedělí nebo státem uznaným svátkem. Ostatní dny jsou pracovní. Typ dne d určíme dle následující tabulky:

Typ	Předchozí den ($d - 1$)	Aktuální den (d)	Následující den ($d + 1$)
1	pracovní	pracovní	pracovní
2	pracovní	pracovní	nepracovní
2	nepracovní	pracovní	nepracovní
3	nepracovní	pracovní	pracovní
4	pracovní	nepracovní	nepracovní
4	nepracovní	nepracovní	nepracovní
5	nepracovní	nepracovní	pracovní
5	pracovní	nepracovní	pracovní

¹Zdroj a způsob výpočtu normálových teplot udávají platná pravidla trhu s plynem.

Člen kor_den_{pd} pak počítáme podle vzorce

$$\begin{aligned}
 kor_den_{pd} &= kat_{1p}, & \text{je-li den } d \text{ typu 1,} \\
 kor_den_{pd} &= kat_{2p}, & \text{je-li den } d \text{ typu 2,} \\
 kor_den_{pd} &= kat_{3p}, & \text{je-li den } d \text{ typu 3,} \\
 kor_den_{pd} &= kat_{4p}, & \text{je-li den } d \text{ typu 4,} \\
 kor_den_{pd} &= kat_{5p}, & \text{je-li den } d \text{ typu 5,}
 \end{aligned} \tag{3.5}$$

kde kat_{1p} je předávaný denní parametr **kat1** pro třídu TDD p . Podobně s $kat_{2p}, \dots, kat_{5p}$.

3.2.2 Výpočet teplotní korekce

Teplotní korekci $kor_teplota_{pd}$ počítáme podle vzorce

$$kor_teplota_{pd} = N_{pd} \cdot \kappa_p(w_p T_d + [1 - w_p] T_{d-1}) + \varrho_p(P_{pd}), \tag{3.6}$$

kde:

T_d je celostátní průměrná denní teplota za den d ,

N_{pd} počítáme podle vzorce

$$\begin{aligned}
 N_{pd} &= NTkat_{1p}, & \text{je-li den } d \text{ typu 1,} \\
 N_{pd} &= NTkat_{2p}, & \text{je-li den } d \text{ typu 2,} \\
 N_{pd} &= NTkat_{3p}, & \text{je-li den } d \text{ typu 3,} \\
 N_{pd} &= NTkat_{4p}, & \text{je-li den } d \text{ typu 4,} \\
 N_{pd} &= NTkat_{5p}, & \text{je-li den } d \text{ typu 5,}
 \end{aligned} \tag{3.7}$$

kde $NTkat_{1p}, \dots, NTkat_{5p}$ jsou předávané parametry **NTkat1**, ..., **NTkat5** pro třídu TDD p ,

P_{pd} je průměrná teplota za posledních z_p dní od dne d (včetně), tj.

$$P_{pd} = \frac{T_d + T_{d-1} + \dots + T_{d-z_p+1}}{z_p}, \tag{3.8}$$

kde z_p je předávaný denní parametr **z** pro třídu TDD p ,

w_p je předávaný denní parametr **w** pro třídu TDD p ,

$\kappa_p(\cdot)$ je funkce předávaná jako tabulka hodnot odpovídajících teplotě v rozmezí -25°C až 30°C v souboru **konvex32.txt**. Pro teploty mimo toto rozmezí se bere okrajová hodnota (tj. $\kappa_p(30)$ pro teploty vyšší než 30°C a $\kappa_p(-25)$ pro teploty nižší než -25°C).

$\varrho_p(\cdot)$ je funkce předávaná jako tabulka hodnot odpovídajících teplotě v rozmezí -25°C až 30°C v souboru **tepfun32.txt**. Pro teploty mimo toto rozmezí se bere okrajová hodnota (tj. $\varrho_p(30)$ pro teploty vyšší než 30°C a $\varrho_p(-25)$ pro teploty nižší než -25°C).

Poznámka 3.3 Členy $\kappa_p(w_p T_d + [1 - w_p] T_{d-1})$ a $\varrho_p(P_{pd})$ počítáme tak, že nejprve vypočteme hodnotu argumentu (tj. $w_p T_d + [1 - w_p] T_{d-1}$, resp. P_{pd}), tu zaokrouhlíme na jedno desetinné místo a poté z příslušné tabulky určíme hodnotu funkce $\kappa_p(\cdot)$, resp. $\varrho_p(\cdot)$.

3.2.3 Výpočet korekce na Vánoce a Velikonoce

1. Člen kor_vanoce_{pd} počítáme podle vzorce

$$\begin{aligned} kor_vanoce_{pd} &= fva_p, & \text{je-li den } d & \text{23.12., 24.12., 25.12. nebo 26.12.,} \\ kor_vanoce_{pd} &= 0 & \text{jinak,} \end{aligned} \quad (3.9)$$

kde fva_p je předávaný denní parametr *vanoce* pro třídu TDD p .

2. Člen $kor_velikonoce_{pd}$ počítáme podle vzorce

$$\begin{aligned} kor_velikonoce_{pd} &= fvel_p, & \text{je-li den } d & \text{středa, čtvrtek, pátek nebo sobota týdne} \\ & & & \text{před týdnem, v němž je Velikonoční pondělí,} \\ kor_velikonoce &= 0 & \text{jinak,} \end{aligned} \quad (3.10)$$

kde $fvel_p$ je předávaný denní parametr *velikonoce* pro třídu TDD p .

3.3 Výpočet plánované roční spotřeby

Plánovanou roční spotřebu O_{iR}^{PRS} zákazníka i s třídou TDD p pro kalendářní rok R získáme podle vzorce

$$O_{iR}^{PRS} = \frac{O_{i\Delta_N}}{\sum_{d \in \Delta_N} TDD_{pdR}}, \quad (3.11)$$

kde

$O_{i\Delta_N}$ je skutečná (měřená) spotřeba zákazníka i za období Δ_N ,

TDD_{pdR} je přepočtený TDD třídy p odpovídající zákazníkovi i pro den d , normovaný pro kalendářní rok R .

Poznámka 3.4 Období Δ_N je definováno platnými pravidly trhu s plynem. Plánované roční spotřeby jsou v agregované podobě předávány operátorovi trhu provozovateli jednotlivých distribučních soustav.

3.4 Výpočet normalizovaných TDD

Normalizovaný typový diagram dodávky TDD_{pdR}^N třídy p pro den d kalendářního roku R vypočteme podle vzorce

$$TDD_{pdR}^N = \frac{D_{pd}^N}{c_R}, \quad (3.12)$$

kde

D_{pd}^N je teplotní a kalendářní korekce vypočtená dle vzorce (3.3) s tím, že se do vztahu (3.6) pro výpočet teplotní korekce $kor_teplota_{pd}$ dosadí pro všechny dny místo skutečných teplot T_d normálové teploty²,

c_R je normovací konstanta vypočtená podle vzorce (3.4).

Poznámka 3.5 Normalizace konstantou c_R na konkrétní kalendářní rok R dle vzorců (3.2), (3.4) a (3.12) nemá na výsledný odhad spotřeby dle vzorce (3.1) vliv. Vzhledem k tomu, že v členu O_{iR}^{PRS} se konstanta c_R nachází v čitateli a v členu TDD_{pdR} v jmenovateli, se při výpočtu odhadu \hat{O}_{id} konstanta c_R vykrátí. Model TDD lze používat i bez této normalizace nezávisle (tj. bez nutnosti úpravy parametrů a přepočtených ročních spotřeb) na konkrétním kalendářním roce. Normalizace byla zařazena do metodiky na výslovnou žádost OTE (z důvodu konzistence s elektroenergetikou).

Důsledkem normalizace konstantou c_R na aktuální kalendářní rok R je například následující skutečnost:

$$\sum_{d \in R} TDD_{pdR}^N = \frac{\sum_{d \in R} D_{pd}^N}{c_R} = \frac{c_R}{c_R} = 1. \quad (3.13)$$

Předpokládáme-li tedy, že v kalendářním roce R a po určitý počet³ posledních dní předchozího roku nastanou normálové teploty, získáme odhad spotřeby za rok R zákazníka i s třídou TDD p podle vztahu

$$\hat{O}_{iR} = \sum_{d \in R} \hat{O}_{id} = \sum_{d \in R} O_{iR}^{PRS} \cdot TDD_{pdR}^N = O_{iR}^{PRS} \cdot \sum_{d \in R} TDD_{pdR}^N = O_{iR}^{PRS}. \quad (3.14)$$

Zaručení platnosti vztahu (3.14) je jedním z požadavků OTE na metodiku použití modelu TDD a poskytuje interpretaci významu plánované roční spotřeby O_{iR}^{PRS} .

²Zdroj a způsob výpočtu normálových teplot udávají platná pravidla trhu s plynem.

³v závislosti na verzi modelu a třídě TDD

Kapitola 4

Aktualizace modelu TDD

Aktualizace modelu TDD probíhala v roce 2011 v následujících krocích:

1. průběžné zpracování naměřených hodnot,
2. analýza chování modelu na datech z průběhových měření a na datech ze zákaznického kmene RWE GasNet,
3. úprava metod odhadu parametrů na základě výsledků provedených analýz,
4. odhad parametrů nového modelu.

4.1 Průběžné zpracování naměřených dat

I v roce 2011 probíhala analýza naměřených hodinových spotřeb (nasčítaných přes jednotlivé plynárenské dny) a identifikace podezřelých hodnot. Odstraňování chyb v datech trvalo po celou dobu řešení projektu a trvá dosud. Aktuální stav měřených dat je popsán ve zprávě č. 2311, která byla předána v červnu 2011.

4.2 Aktualizace matematického modelu

Struktura modelu 3.2 zůstává multiplikativní. Tvar modelové funkce se mírně změnil. Zohledněn byl prakticky motivovaný požadavek různé citlivosti modelu v různých ročních obdobích. Proto jsou v modelu hladké funkce popisující tvar odpovědi na okamžitou teplotu (přesněji konvexní kombinaci současného dne a dne předchozího) a citlivost na dlouhodobější (týdenní) průměr. Ostatní části modelu (např. popisující rozdílné spotřeby v odlišných typech dnů či ve specifických obdobích Vánoc a Velikonoc) zůstávají podobné. Důraz byl kladen na snadnost softwarové implementace, ta zůstává obdobně jednoduchá jako v loňském roce. Struktura modelu byla navržena a odladěna po rozsáhlé

analýze a testování na průběhových datech i datech ze zákaznického kmene RWE GasNet. Stratifikace modelu do tříd (po 4 třídách pro DOM, MO a SO) zůstává stejná jako v předchozích letech.

Odhad byl proveden na individuálních datech bez předzpracování přes „postačující“ statistiky typu denních průměrů či mediánů, tedy podrobněji a korektněji. Zohlednění variability v datech je nyní při odhadu parametrů modelu podstatně realističtější. Statistické modelování je postaveno na gaussovském GAM (generalized additive model) modelu s neparametrickými částmi založenými na spline formulaci. V průběhu odhadu i následného testování se jednoznačně ukázalo, že limitujícím faktorem pro zlepšování modelu je kvalita vstupních dat, a to jak průběhových měření tak i celkových dat z fakturací a měření nátok do soustavy. Zde byly letos detekovány nemalé problémy, které bude nutné neprodleně řešit systémovými opatřeními (důslednou kontrolu kvality bude nutné zavést i pro vstupní údaje, včetně křížových porovnávání dat o plánovaných ročních spotřebách a dat z měření nátoků).

4.3 Postup při přechodu na regionální vyhodnocení

Při přechodu na regionální vyhodnocení by bylo nutné „zregionalizovat“ všechny parametry TDD modelu (tj. provést odhad parametrů s využitím historických regionálních teplot) a vyřešit řadu praktických a technických detailů s tím spojených. Teprve v takto modifikovaném modelu by se místo celorepublikových teplot zadávaly teploty regionální. Tato úprava zatím není součástí předávaného díla.

Kapitola 5

Výstupní soubory s parametry TDD modelu

V této kapitole jsou popsány všechny aktuálně předávané soubory. Jedná se o soubory s parametry určené k výpočtu přepočtených (normalizovaných) TDD postupem popsaným v kapitole 3 a dále o soubory s přepočtenými TDD za poslední 4 roky a normalizovanými TDD na 4 roky dopředu pro účely provozovatelů distribuční sítě.

5.1 Tabulky pro přiřazení třídy TDD

Tabulky pro přiřazení třídy TDD zákazníkovi jsou ve verzi 3.2 modelu TDD totožné s verzí 3.1. Nejsou proto v letošním roce znovu předávány.

5.2 Parametry modelu TDD

5.2.1 Předávané denní parametry

Parametry denního modelu TDD jsou předávané v souboru `koef_den32.txt`. Jsou to koeficienty určené k výpočtu denní spotřeby pomocí TDD modelu, resp. přepočtených TDD.

Soubor má 18 sloupců a 13 řádků. První řádek je hlavička, obsahující názvy jednotlivých parametrů (zmiňované v kapitole 3), druhý až třináctý řádek obsahují hodnoty příslušných parametrů pro danou třídu TDD. První sloupec je hlavička, obsahující názvy tříd TDD. Hodnoty v řádcích jsou odděleny tabulátory, řádky jsou odděleny znakem „enter“ (0x0D+0x0A).

5.2.2 Parametry teplotní závislosti

Hodnoty funkce $\varrho_p(\cdot)$ ze vzorce (3.6) v kap. 3 jsou předávány v souboru `tepfun32.txt`. Hodnoty funkce $\kappa_p(\cdot)$ ze vzorce (3.6) v kap. 3 jsou předávány v souboru `konvex32.txt`.

Oba soubory mají 13 sloupců a 552 řádků. První řádek je hlavička s názvy typů TDD. V prvním sloupci je hodnota teploty (zaokrouhlená na desetiny °C) v rozmezí -25°C až 30°C, v dalších sloupcích jsou pak hodnoty funkce ϱ_p , resp. κ_p pro jednotlivé teploty (řádek) a typy TDD (sloupec). Hodnoty v řádcích jsou odděleny tabelátory, řádky jsou odděleny znakem „enter“ (0x0D+0x0A).

5.3 Přepočtené TDD

Přepočtené TDD pro roky 2008 až 2011 jsou předávány v souboru `PrepocteneTDD32.xls`. Jedná se o sešit Excel 2003.

Soubor má 1462 řádků a 13 sloupců. První řádek obsahuje hlavičku s názvy tříd TDD. První sloupec obsahuje datum ve formátu *dd.mm.rrrr*, další sloupce hodnoty normalizovaných TDD na 16 desetinných míst. Normalizace je provedena pro rok 2012.

5.4 Normalizované TDD

Normalizované TDD pro roky 2012 až 2015 jsou předávány v souboru `NormalizovaneTDD32.xls`. Jedná se o sešit Excel 2003.

Soubor má 1462 řádků a 13 sloupců. První řádek obsahuje hlavičku s názvy tříd TDD. První sloupec obsahuje datum ve formátu *dd.mm.rrrr*, další sloupce hodnoty normalizovaných TDD na 16 desetinných míst. Normalizace je provedena pro rok 2012.

Kapitola 6

Vzorové výpočty na reálných datech

Pro ověření správnosti implementace uvádíme následující příklad. Uvažujme zákazníka s třídou TDD $p = \text{DOM1}$ a s jedinou známou historickou spotřebou $O_\Delta = 103\text{m}^3$ za období $\Delta = 1.1.2010 - 31.12.2010$. Vypočteme pomocí modelu TDD odhad jeho spotřeby \hat{O}_{id} ve dni $d = 1.7.2011$.

Poznámka 6.1 *Pro výpočet PRS a přepočtených koeficientů byla zvolena normalizace pro rok 2012.*

Poznámka 6.2 *Den pro vzorový výpočet byl zvolen v roce 2011 z důvodu dostupnosti aktuálních průměrných denních teplot.*

1. Určíme typ dne d . Předchozí (30.6.2011) i aktuální (1.7.2011) den jsou pracovní, následující (2.7.2011) den je nepracovní, den 1.7.2011 je tedy dnem typu 2.
2. Načteme komponentu $kor_den_{pd} = kat_{2p} = 0,40212699$ (předávaný denní parametr `kat2` pro třídu TDD *DOM1*).
3. Vypočteme teplotní korekci:
 - (a) Vypočteme průměrnou teplotu za posledních $z_p = 7$ dní, její hodnota je 16,42857143. Tuto teplotu zaokrouhlíme na jedno desetinné místo a určíme pro ní hodnotu teplotní funkce ϱ_p , $\varrho_p(16.4) = -0,35187745$.
 - (b) Načteme hodnotu parametru $w_p = 0,631579$. Spočteme konvexní kombinaci teplot aktuálního a předchozího dne $w_p T_d + [1 - w_p] T_{d-1} = 14,14210510$, zaokrouhlíme tuto hodnotu na jedno desetinné místo a určíme pro ní hodnotu funkce κ_p , $\kappa_p(14, 1) = -5,56247614$.
 - (c) Načteme parametr $N_{pd} = NTkat_{2p} = 1,20154035$ (předávaný denní parametr `NTkat2` pro třídu TDD *DOM1*) a spočteme komponentu $kor_teplota_{pd}$,

$$kor_teplota_{pd} = N_{pd} \cdot \kappa_p(14, 1) + \varrho_p(16, 4) = -7,03541699.$$

4. Vypočteme komponentu $D_{pd} = \exp(kor_den_{pd} + kor_teplota_{pd}) = 0,00131583$ (korekce na Vánoce a Velikonoce jsou nulové).
5. Opakováním popsaného postupu pro všechny dny roku 2012 s použitím normálových teplot spočteme normovací konstantu $c_R = 0,92572541$ pro třídu TDD *DOM1*.
6. Načteme hodnotu parametru $c_p = 1$ a spočteme přepočtený typový diagram dodávky TDD_{pdR} pro den 1.7.2011 normovaný pro rok 2012

$$TDD_{pdR} = \frac{D_{pd} \cdot c_p}{c_R} = 0,00142140.$$

7. Stejným postupem vypočteme TDD_{pdR} pro všechny dny l z období Δ a sečteme je, $\sum_{l \in \Delta} D_{pl} = 1,03832923$.
8. Spočteme plánovanou roční spotřebu $O_R^{PRS} = 99,19782339$ normovanou pro rok 2012.
9. Vypočteme odhad denní spotřeby zákazníka $\hat{O}_d = O_R^{PRS} \cdot TDD_{pdR} = 0,14099987$.

Odhad spotřeby uvažovaného zákazníka ve dni 1.7.2011 je tedy cca $0,14099987 \text{ m}^3$.

Poznámka 6.3 *Vzorový výpočet je zároveň demonstrován v souboru 2314a_Vypocet32_2012.xls, který obsahuje hodnoty všech použitých parametrů a dále výpočet všech komponent potřebných pro výpočet TDD_{pdR} s výjimkou normovací konstanty c_R , která je v souboru uvedena jenom v číselné podobě, a hodnot koeficientů potřebných pro výpočet plánované roční spotřeby O_R^{PRS} taktéž uvedených pouze v číselné podobě bez přímého výpočtu. Všechny výpočty byly provedeny pomocí standardních funkcí aplikace MS Excel.*

Poznámka 6.4 *Všechny číselné hodnoty v této kapitole byly zaokrouhleny na 8 desetinných míst. V předávaném souboru 2314a_Vypocet32_2012.xls bylo počítáno s maximálním počtem desetinných míst.*

Kapitola 7

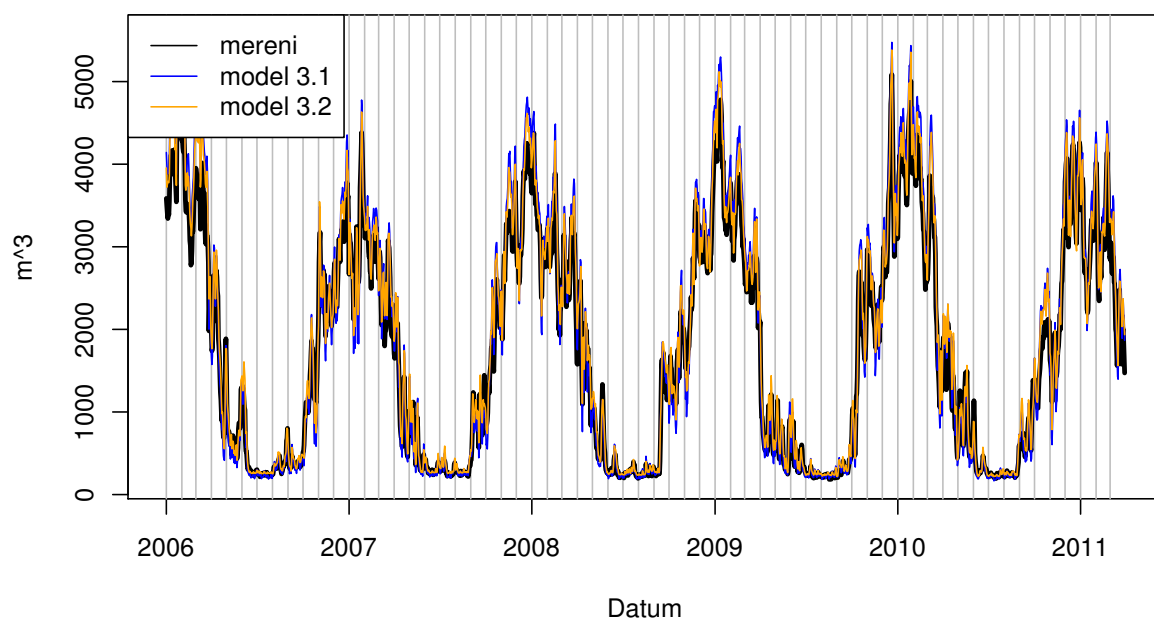
Testování modelu TDD

Model byl testován na datech z průběhových měření vybraných zákazníků a na kmenových datech získaných od společnosti GasNet. Testovány byly dvě verze modelu, a to verze 3.1 (nasazená v roce 2011) a nově předávaná verze verze 3.2 (určená k nasazení v roce 2012).

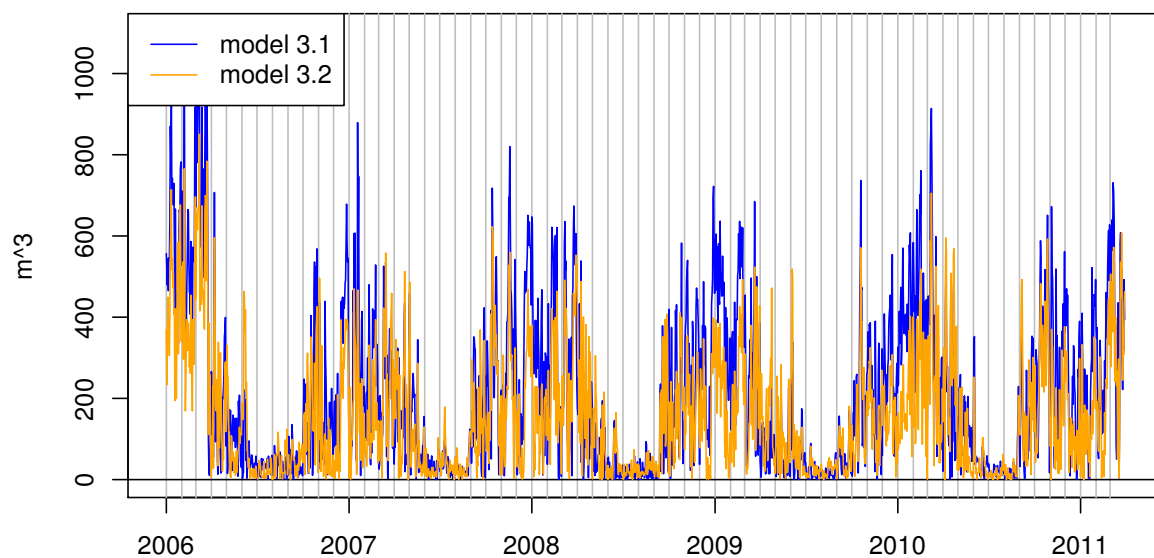
Součástí letošního projektu TDD je nově budovaná metodika pro vyhodnocení přesnosti modelu. Tato metodika bude předána koncem listopadu 2011 a její součástí bude i podrobné testování a porovnání obou verzí modelu. Její součástí bude rovněž doporučený postup kontroly vstupních dat, která jsou klíčovým faktorem ovlivňujícím přesnost modelu.

7.1 Testy na průběhových datech

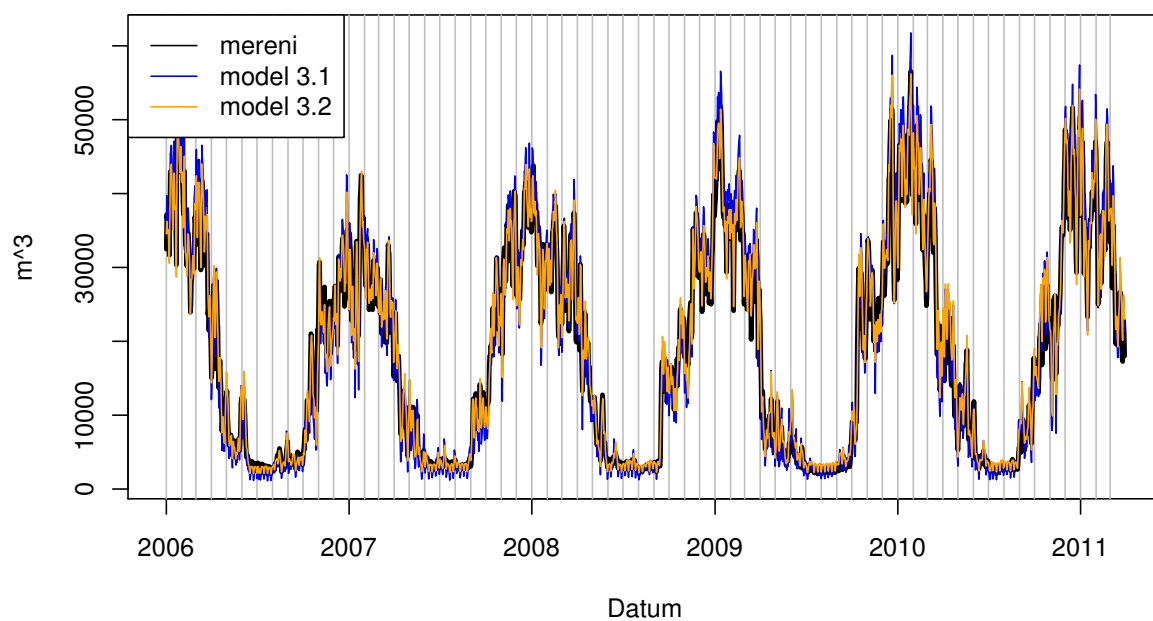
Modely byly testovány na průběhových datech za období 1.1.2006 – 31.7.2011. Přesnost obou modelů na těchto datech pro jednotlivé kategorie DOM, MO, SO ilustrují obrázky 7.1, 7.3 a 7.5. Absolutní denní odchylky obou modelů pro jednotlivé třídy na obrázcích 7.2, 7.4 a 7.6 ukazují na větší přesnost modelu 3.2 ve všech kategoriích.



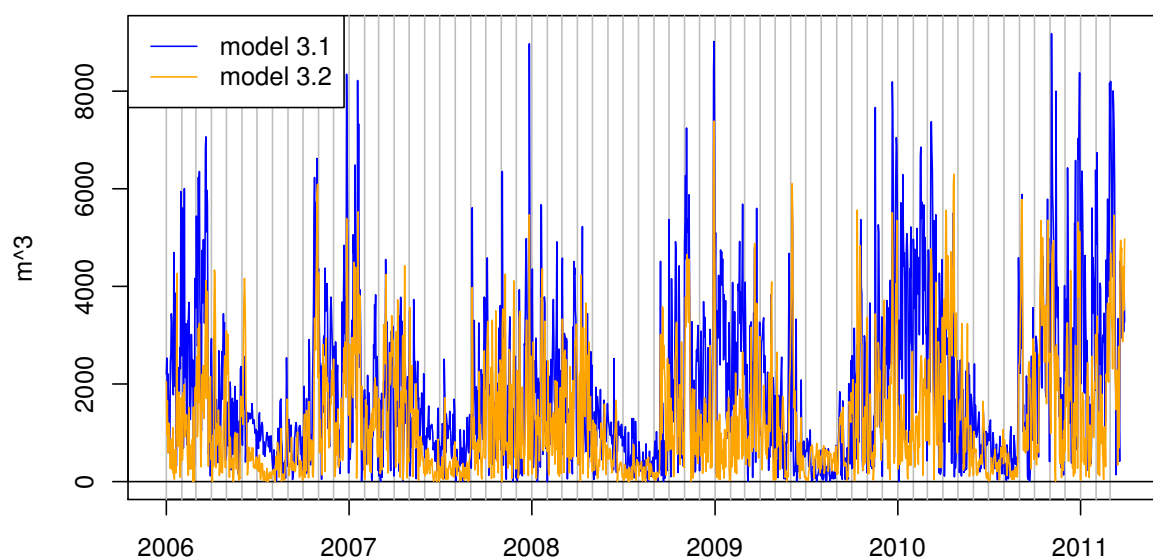
Obrázek 7.1: Porovnání modelů TDD na průběhových datech – kategorie DOM.



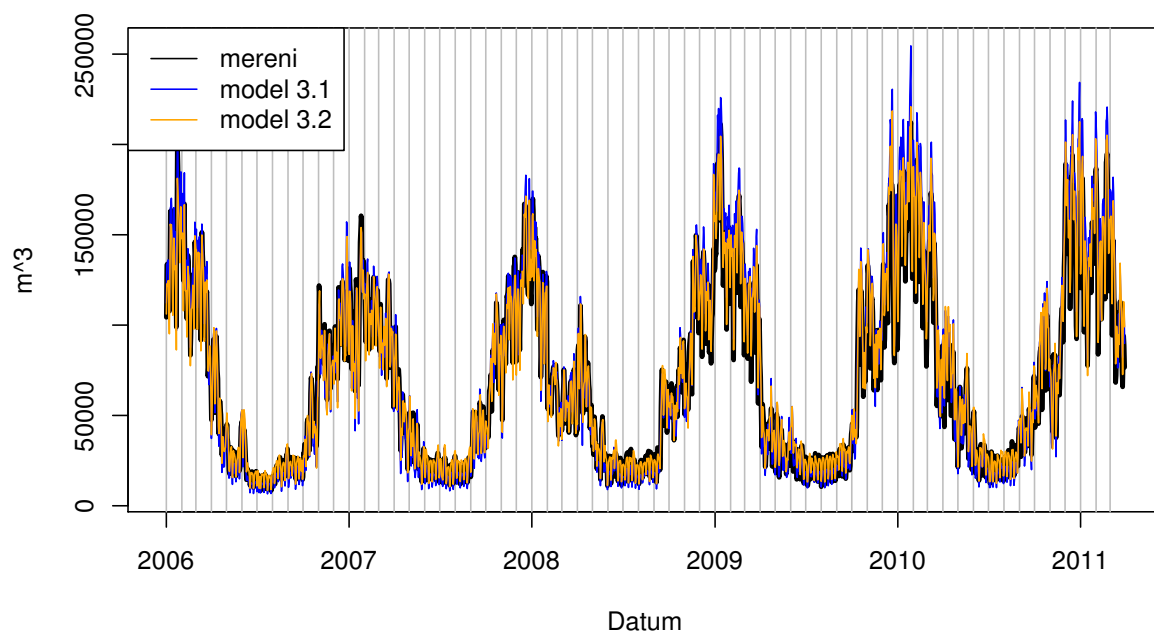
Obrázek 7.2: Absolutní denní odchylky modelů TDD na průběhových datech – kategorie DOM.



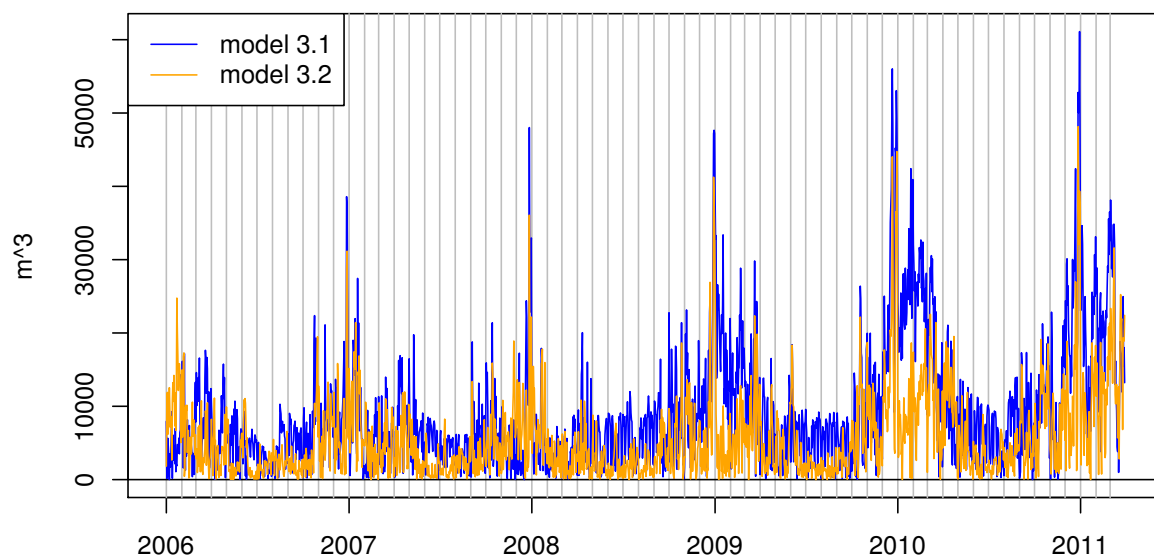
Obrázek 7.3: Porovnání modelů TDD na průběhových datech – kategorie MO.



Obrázek 7.4: Absolutní denní odchylky modelů TDD na průběhových datech – kategorie MO.



Obrázek 7.5: Porovnání modelů TDD na průběhových datech – kategorie SO.



Obrázek 7.6: Absolutní denní odchylky modelů TDD na průběhových datech – kategorie SO.

Kapitola 8

Shrnutí a závěr

V roce 2011 byla vytvořena verze 3.2 modelu TDD. Od předchozí verze 3.1 se liší modifikovaným tvarem teplotní korekce. Nová verze 3.2 vykazuje výrazné zlepšení kvality odhadu na průběhově měřeném vzorku, přičemž na kontrolních kmenových datech společnosti RWE GasNet dosahuje srovnatelných výsledků s předchozí verzí 3.1. Výsledky testů jsou uvedeny v kapitole 7.

Další testy modelu budou provedeny v následujícím období a jejich výsledky budou předány 30.11.2011 spolu s návrhem metodiky pro vyhodnocování přesnosti modelu TDD.

Řešitelská skupina i nadále doporučuje věnovat maximální pozornost kvalitě měřených dat, a to jak kvalitě údajů z průběhových měření, tak kvalitě rutinně předávaných kmenových dat (plánovaných ročních spotřeb a jednotlivých komponent zbytkového diagramu), které posléze slouží k vyhodnocování přesnosti modelu. Zejména je potřeba se intenzivně věnovat kvalitnímu výběru zákazníků k osazení průběhovými měřeními a dále detekci a efektivnímu odstranění stále se vyskytujících chyb, které ovlivňují pozorovanou přesnost odhadu. Přitom je potřeba mít na paměti fakt, že model je porovnáván s hodnotami zbytkového diagramu, které jsou samy o sobě zatíženy velkou mírou nejistoty.

Příloha A

Slovník zkratk a pojmů

V této příloze jsou vysvětleny zkratky a pojmy, týkající se problematiky TDD, které jsou použity v tomto dokumentu.

A.1 Značky a zkratky

c_p – kalibrační konstanta *modelu TDD* (umožňuje kalibraci na data ze zákaznických kmenů), jeden z *předávaných denních parametrů*,

c_R – normovací konstanta pro normování *přepočtených a normalizovaných TDD* na kalendářní rok R ,

ČR – Česká republika; soubor všech zákazníků odebírajících plyn v ČR,

d – aktuální den, den v němž je modelována spotřeba pomocí *modelu TDD*,

D_{pd} – *denní korekce* pro třídu p a den d v *modelu TDD*,

D_{pd}^N – *denní korekce* pro třídu p a den d v *modelu TDD* při použití *normálových teplot*,

Δ – obecné časové období, za které je odhadována či měřena spotřeba zemního plynu,

Δ_N – historické období, ze kterého pochází fakturační odečty použité pro výpočet *plánované roční spotřeby*,

Δ_P – historické období, ze kterého pochází fakturační odečty použité pro výpočet *přepočtené roční spotřeby*,

DO, DOM – domácnosti,

DOM1, ..., DOM4 – názvy *tříd TDD* určených pro domácnosti,

E_{Δ}^* – tvarová nepřesnost modelu TDD v období Δ ,

E_{Δ} – celková nepřesnost modelu TDD v období Δ ,

E_{Δ}^p – relativní celková nepřesnost modelu TDD v období Δ ,

ERÚ – Energetický regulační úřad,

$\exp(\cdot)$ – exponenciála o základu e ,

fva_p – předávaný denní parametr **vanoce** pro výpočet korekce na Vánoce,

$fvel_p$ – předávaný denní parametr **velikonoce** pro výpočet korekce na Velikonoce,

GAM – Generalized Additive Model; statistický model použitý pro odhad teplotní závislosti,

GN – RWE GasNet (sloučené SČP, STP a ZČP),

JČP – Jihočeská plynárenská,

JMP – Jihomoravská plynárenská,

κ_p – tvar teplotní závislosti (předáváno tabulkou v souboru **konvex32.txt**),

$kat_{1p}, \dots, kat_{5p}$ – koeficienty pro výpočet komponenty *kor_den*,

kor_den_{pd} – komponenta D_{pd} ; korekce *modelu TDD* na typ dne,

$kor_teplota_{pd}$ – komponenta D_{pd} ; korekce *modelu TDD* na teplotu,

kor_vanoce_{pd} – komponenta D_{pd} ; korekce *modelu TDD* na vliv Vánoc,

$kor_velikonoce_{pd}$ – komponenta D_{pd} ; korekce *modelu TDD* na vliv Velikonoc,

kWh – kilowatthodina; energetická jednotka,

MO – maloodběř,

MO1, . . . , MO4 – názvy *tříd TDD* určených pro maloodběř,

N_{pd} – koeficienty interakce teplotní závislosti a typu dne d ,

$NTkat_{1p}, \dots, NTkat_{5p}$ – koeficienty pro výpočet interakce teplotní závislosti a typu dne d ,

O_d – celková skutečná spotřeba vyhodnocovaného *segmentu zákazníků* ve dni d ,

\hat{O}_d – odhad celkové skutečné spotřeby vyhodnocovaného *segmentu zákazníků* ve dni d *modelem TDD*,

- O_{Δ} – celková skutečná spotřeba vyhodnocovaného *segmentu zákazníků* za období Δ ,
- \hat{O}_{Δ} – odhad celkové skutečné spotřeby vyhodnocovaného *segmentu zákazníků* za období Δ *modelem TDD*,
- O_{id} – skutečná denní spotřeba zákazníka i pro den d ,
- \hat{O}_{id} – odhad denní spotřeby zákazníka i pro den d počítaný *modelem TDD*,
- $O_{i\Delta}$ – skutečná spotřeba zákazníka i za období Δ (např. den, týden, měsíc atd.),
- $\hat{O}_{i\Delta}$ – odhad spotřeby zákazníka i za období Δ (např. den, týden, měsíc atd.) *modelem TDD*,
- $O_{i\Delta_P}$ – poslední fakturovaná spotřeba zákazníka i za fakturační období Δ_P (např. den, týden, měsíc atd.),
- O_{iR}^{PRS} – *plánovaná roční spotřeba* zákazníka i na kalendářní rok R ,
- O_{iR}^{PpRS} – *přepočtená roční spotřeba* zákazníka i normalizovaná na kalendářní rok R ,
- OM** – odběrné místo; tj. zákazník, jehož spotřebu modelujeme pomocí *TDD*,
- OTE** – operátor trhu s plynem,
- Ω – období končící dnem posledního fakturačního období a začínající dnem posledního fakturačního období minus 365 dní,
- p – třída TDD,
- PDS** – provozovatel distribuční soustavy,
- P_{pd} – průměrná denní teplota za posledních z_p dní před modelovaným dnem d včetně,
- PNP** – RWE Plynoprojekt, a.s.,
- PP** – Pražská plynárenská,
- PRS** – *plánovaná roční spotřeba*,
- R – kalendářní rok, na který se normalizují přepočtená a normalizovaná TDD, plánovaná a přepočtená roční spotřeba,
- R-kód** – kód charakteru odběru zákazníka, určený pro přiřazení *třídy TDD* danému zákazníkovi,
- q_p – tvar teplotní závislosti (předáváno tabulkou v souboru `tepfun32.txt`),

SAO – systém alokace odběrů, systém obsahující implementaci *modelu TDD*, do systému vstupovaly agregovaná data o spotřebách celého zákaznického kmene ČR, systém byl ukončen k 31.12.2009, data z něj jsou však nadále používána pro vyhodnocování přesnosti *modelu TDD*,

SČP – Severočeská plynárenská,

SMP – Severomoravská plynárenská,

SO – střední odběr,

SO1, . . . , SO4 – názvy *tříd TDD* určených pro střední odběr,

STP – Středočeská plynárenská,

T_d – průměrná denní teplota v ČR pro den d ,

TDD – typový diagram dodávky,

TDD_{pdR} – přepočtený typový diagram dodávky pro třídu p a den d normalizovaný na kalendářní rok R ,

TDD_{pdR}^N – normalizovaný typový diagram dodávky pro třídu p a den d normalizovaný na kalendářní rok R ,

TUV – teplá užitková voda; zákazník používá přístroj pro ohřev vody pomocí zemního plynu,

ÚI – Ústav informatiky AV ČR, v.v.i., jeden z řešitelů projektu TDD,

VČP – Východočeská plynárenská,

VO – velkoodběr,

w_p – jeden z parametrů pro výpočet *teplotní korekce*,

z_p – počet dní, za které je uvažována průměrná *lagovaná teplota* při výpočtu *teplotní korekce*, jeden z *předávaných denních parametrů*,

ZČP – Západočeská plynárenská.

A.2 Použité pojmy

celková nepřesnost – kritérium hodnocení přesnosti modelu TDD – průměrná denní absolutní odchylka odhadované a měřené spotřeby v daném období,

- časovost odběru** – dvojice indikátorů určující, kdy zákazník odebírá plyn (pracovní den, víkend),
- data z průběhových měření** – hodinové hodnoty spotřeb zákazníků, kteří byli osazeni průběhovými měřeními v rámci projektu TDD,
- data ze zákaznických kmenů** – denní hodnoty *zbytkového diagramu* a plánovaných ročních spotřeb zákazníků s měřením typu C z jednotlivých distribučních společností agregované po třídách TDD,
- denní korekce** – komponenta *modelu TDD* zahrnující korekci na vlivy daného dne (tj. typ dne, průměrná denní teplota v ČR, vánoce, velikonoce),
- expertní skupina** – skupina odborníků zabývající se problematikou TDD složená ze zástupců PDS, OTE, ÚI, PNP, ERÚ a EGÚ Brno, a.s.,
- extrapolace odběrů do budoucna** – úloha zatím neřešená modelem TDD, jedná se o situaci, kdy je třeba odhadnout spotřebu zákazníka či skupiny zákazníků v období Δ následujícím po aktuálním dni (nejsou tedy k dispozici skutečné teploty),
- charakter odběru** – čtveřice indikátorů (tj. veličin nabývajících hodnot 0 nebo 1), určující způsob využití zemního plynu, jednotlivé hodnoty indikují využití pro vaření, ohřev TUV, otop a technologické využití,
- charakter využití OM** – jeden z 11 typů využití odběrného místa (byt, administrativní prostory, hotely a restaurace, výrobní prostory, školy, prodejny, nemocnice, zimní technologický odběr, letní technologický odběr, kotelny, ostatní drobné odběry),
- kontrolní den** – pravidelná měsíční schůzka expertní skupiny k projektu TDD,
- lagovaná teplota** – zpožděná teplota; hodnota průměrné denní teploty z určitého dne předcházejícího modelovanému dni d ,
- model TDD** – model pro výpočet denní spotřeby daného zákazníka, popsany vzorci (3.1), (3.2) a (3.11),
- normalizovaný TDD** – přepočtené TDD počítané za předpokladu, že ve všech dnech nastala normálová teplota, normálová teplota je definována *pravidly trhu s plynem*,
- odhad spotřeby za stanovené období** – úloha řešená modelem TDD, jedná se o situaci, kdy je třeba odhadnout spotřebu daného zákazníka za období Δ předcházející aktuálnímu dni (jsou tedy známy skutečné teploty za celé období); příkladem může být náhrada odečtu při nemožnosti provedení fyzického odečtu,

- operátor trhu** – organizace provozující model TDD, zveřejňující normalizované a přepočtené TDD,
- parametry teplotní závislosti** – parametry určené pro výpočet *teplotní korekce* předávané v souborech `konvex32.txt` a `tepfun32.txt`,
- plánovaná roční spotřeba** – vstup do TDD modelu; počítá se z historických spotřeb zákazníka za poslední tři roky pomocí metodiky popsané v odstavci 3.3,
- plynárenský den** – časový úsek trvající od 6 hodin kalendářního dne po dobu 24 hodin,
- podezřelá hodnota** – údaj ve zpracovávaných datech, který připadá řešitelské skupině ÚI jako nevěrohodný, je třeba přehodnotit validitu daného údaje ze strany poskytovatele dat,
- pravidla trhu s plynem** – aktuálně platná vyhláška o pravidlech trhu s plynem,
- předávaný denní parametr** – parametr předávaný v souboru `koef_den32.txt`; parametry jsou určeny pro výpočet denní spotřeby modelem TDD,
- předpokládaný odběr plynu** – hodnota uvedená ve smlouvě o distribuci plynu, používá se místo *plánované a přepočtené roční spotřeby*, není-li k dispozici dostatečně dlouhá historie fakturačních dat,
- přepočtený TDD** – soubor koeficientů, kterými se násobí plánovaná roční spotřeba pro získání odhadu spotřeby za dané období modelem TDD,
- přechodové období** – období začátku a konce topné sezóny,
- přepočtená roční spotřeba** – vstup do TDD modelu při použití k náhradě odečtu; počítá se z poslední fakturované spotřeby zákazníka, je-li fakturační období delší než 10 měsíců, pomocí metodiky popsané v odstavci 2.3.1,
- relativní celková nepřesnost** – kritérium hodnocení přesnosti modelu TDD – poměr průměrné denní absolutní odchylky odhadované a měřené spotřeby ku celkové měřené spotřebě v daném období (v procentech),
- robustní metoda odhadu** – metoda odhadu parametrů statistického modelu odolnější k větší míře chyb ve vstupních datech,
- rozpočet známé spotřeby** – úloha řešená modelem TDD, jedná se o situaci, kdy je třeba známou spotřebu za dané období Δ rozpočítat do dílčích období, obsažených v období Δ ; příkladem je rozpočet fakturované spotřeby při změně ceny plynu mezi dvěma fakturačními odečty,
- řešitel** – uskupení subjektů pracujících na řešení projektu TDD složené z ÚI, PNP a EGÚ Brno, a.s.,

segment zákazníků – skupina zákazníků s danými vlastnostmi (např. *charakter využití OM*, *charakter odběru*, roční spotřeba atd.); termín je používán obecně pro skupiny definované libovolnými vlastnostmi,

teplotní korekce – část *modelu TDD* popisující závislost denní spotřeby na průměrné denní teplotě,

teplotní normál – normálová teplota určená k výpočtu *normalizovaných TDD* a k normalizaci *přepočtených TDD* na daný kalendářní rok R , způsob výpočtu a zdroj dat pro výpočet teplotního normálu udávají *pravidla trhu s plynem*,

třída TDD – *segment zákazníků*, určený *charakterem využití OM*, *charakterem odběru*, *časovostí odběru* a *přepočtenou roční spotřebou*; celkem existuje 12 tříd TDD (4 pro domácnosti, 4 pro maloodběr a 4 pro střední odběr).

tvarová nepřesnost – kritérium hodnocení přesnosti modelu TDD zaměřené na tvar ročního průběhu spotřeby,

vyhláška – není-li řečeno jinak, jedná se o *pravidla trhu s plynem*,

zbytkový diagram – denní hodnota počítaná z měřených denních odběrů v odběrných místech zákazníků s měřením typu A a B a z výpočetně uvažovaných denních hodnot spotřeby (pro ztráty a vlastní spotřebu) v příslušné distribuční soustavě; odpovídá součtu denních spotřeb všech zákazníků s měřením typu C a ztrát v soustavě.