



Institute of Computer Science
Academy of Sciences of the Czech Republic

Popis TDD modelu verze 3.10

Jakub Novák, Marcel Jiřina, Danny Dočekalů

Technická zpráva č. V-1274

14. 11. 2019



Institute of Computer Science
Academy of Sciences of the Czech Republic

Popis TDD modelu verze 3.10¹

Jakub Novák², Marcel Jiřina³, Danny Dočekalů⁴

Technická zpráva č. V-1274

14. 11. 2019

Abstrakt:

Zpráva je závěrečnou roční zprávou pro rok 2019 v rámci Projektu TDD-ČR. Cílem je předat metodiky pro užití modelu jak provozovatelem distribuční soustavy, tak operátorem trhu a dále informovat o aktuálním stavu modelu. Jsou popsány předávané soubory včetně vzorového výpočtu na reálných datech a jejich obsah.

Klíčová slova:

typový diagram dodávky, TDD, spotřeba plynu, popis modelu

¹Projekt TDD-ČR – interní zakázka č. 496, OTE – ČR, roční závěrečná zpráva

²novakj@cs.cas.cz, vedoucí projektu

³řešitel projektu

⁴řešitel projektu

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 odhadovaného pomocí modelu TDD . . .	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	11
4	Aktualizace modelu TDD	12
4.1	Zásady tvorby TDD	12
4.2	Průběžné zpracování naměřených dat	13
4.3	Aktualizace matematického modelu	13
4.4	Analýza rozdělení zákazníků do tříd	13
4.5	Postup stanovení plánované roční spotřeby plynu zákazníků odhadovaných modelem TDD	14
5	Výstupní soubory s parametry TDD modelu	15
5.1	Tabulky pro přiřazení třídy TDD	15
5.2	Parametry modelu TDD	15
5.2.1	Předávané denní parametry	15
5.2.2	Parametry teplotní závislosti	15
5.3	Přepočtené TDD	16
5.4	Normalizované TDD	16
6	Vzorové výpočty na reálných datech	17
7	Závěr	18

A	Slovník zkratk a pojmů	19
A.1	Značky a zkratky	19
A.2	Použité pojmy	22
A.3	Použité zdroje	24

Kapitola 1

Úvod

Zpráva je psána jako dílo souborné dle zákona č. 121/2000 Sb., Autorský zákon. Některé kapitoly jsou ve svém úplném znění citací díla [1] a ostatní jsou tvůrčím způsobem upraveny tak, aby odpovídaly aktuálnímu stavu předávaných dat.

Zpráva je výroční dokumentací modelu TDD za rok 2019. Její součástí je uživatelská dokumentace k modelu TDD pro odhad spotřeby plynu zákazníků odhadovaných pomocí modelu TDD. Ta je rozdělena do dvou částí podle typu uživatele, a to na metodiku použití modelu TDD provozovatelem distribuční soustavy (dále jako PDS) popsanou v kapitole 2 a metodiku užití modelu TDD operátorem trhu (dále jako OTE) popsanou v kapitole 3.

Další části zprávy obsahují popis aktualizace modelu TDD v roce 2019 (kapitola 4), popis předávaných souborů (kapitola 5) a vzorové výpočty pro kontrolu implementace (kapitola 5). Testy nové verze modelu (vč. porovnání se starou verzí) nejsou vzhledem k důvěrnosti používaných dat prezentovány v této zprávě. Výsledky testů jsou součástí zvláštního dokumentu, který byl předán zadavateli v listopadu 2019.

Kapitola 2

Užití modelu TDD provozovatelem distribuční soustavy

Vzhledem ke změně metodiky ve vyhlášce pro užití modelu TDD provozovatelem distribuční soustavy je drobně upraven odstavec 2.1, jinak je kapitola převzata z [1].

2.1 Výpočet plánované roční spotřeby

Plánovanou roční spotřebu (PRS) počítá provozovatel distribuční soustavy v daném kalendářním měsíci pro všechny zákazníky odhadované pomocí modelu TDD (v souladu s vyhláškou a zněním v kapitole 4.5), u nichž došlo v tomto měsíci k fakturaci. Při každém přechodu na novou verzi modelu (v současné době vždy k 1. lednu každého kalendářního roku) by se navíc měla přepočítat plánovaná roční spotřeba pro všechny zákazníky odhadované pomocí modelu TDD. 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 $\Delta_j, j = 1, \dots, n$ 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_{Δ_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}^{pRS} 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 minus 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 minus 365 dní.

Kapitola 3

Užití modelu TDD operátorem trhu

Vzhledem ke stále platné metodice užití modelu TDD operátorem trhu je kapitola převzata z [1] skoro bez úprav. Tvůrčím způsobem je upraven odstavec 3.2.2 tak, aby názvy předávaných souborů odpovídaly současnému stavu modelu verze 3.10.

3.1 Odhad denní spotřeby zákazníka odhadovaného pomocí modelu TDD

Spotřeba \hat{O}_{id} zákazníka i odhadovaného pomocí modelu TDD 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

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

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

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

kde

T_d je celostátní průměrná denní teplota za den d ,

N_{pd} počítáme podle vzorce

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

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.

$$P_{pd} = \frac{T_d + T_{d-1} + \dots + T_{d-z_p+1}}{z_p} \quad (3.8)$$

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 **konvex310.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).

$\rho_p(\cdot)$ je funkce předávaná jako tabulka hodnot odpovídajících teplotě v rozmezí -25°C až 30°C v souboru `tepfun310.txt`. Pro teploty mimo toto rozmezí se bere okrajová hodnota (tj. $\rho_p(30)$ pro teploty vyšší než 30°C a $\rho_p(-25)$ pro teploty nižší než -25°C).

Poznámka 3.3: Členy $\kappa_p(w_p T_d + [1 - w_p] T_{d-1})$ a $\rho_p(P_{pd})$ 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. $\rho_p(\cdot)$.

Teplotní funkce κ reaguje hlavně na aktuální teplotu, jedná se o vážený průměr dnešní a včerejší teploty. Teplotní funkce ρ oproti tomu pracuje s průměrem posledních z_p dní (včetně aktuálního dne) a reprezentuje tedy spíše dlouhodobější trend.

3.2.3 Výpočet korekce na Vánoce a Velikonoce

1. Člen kor_vanoce_{pd} počítáme podle vzorce

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

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

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

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

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

Z důvodu platnosti obecných pravidel pro aktualizace modelu je text z kapitoly z části převzat z [1]. Tvůrčím způsobem jsou upraveny odstavce 4.2, 4.3 a 4.4 tak, aby odpovídaly současnému stavu modelu verze 3.10.

4.1 Zásady tvorby TDD

Proces tvorby TDD obnáší několik kroků, které je nutné provádět z části průběžně a z části jednorázově vždy při každé aktualizaci modelu. Jedná se o tyto činnosti:

1. průběžné zpracování naměřených hodnot,
2. analýza chování modelu na datech z průběhových měření a na datech ze zákaznického kmene¹,
3. úprava metod odhadu parametrů na základě výsledků provedených analýz, případně úprava struktury modelu,
4. odhad parametrů nového modelu,
5. úprava metodiky využití modelu TDD, vyžaduje-li to nová struktura modelu.

Při tvorbě koeficientů TDD je stále kladen hlavní důraz na měřená data pro TDD. Usazení modelu na data zákaznického kmene je bráno jako jedno z pomocných kritérií pro tvorbu koeficientů TDD a používá se k částečné korekci hodnot těchto koeficientů vypočtených z dat měřených pro TDD (data zákaznického kmene nejsou data za celou ČR).

V letošním roce byl jeden z hlavních důrazů kladen na odstranění chyb již na počátku řetězce tvorby modelu – rozdělení zákazníků do správných tříd (viz 4.4). Data ze zákaznického kmene byla využita pro porovnání výsledků s měřenými daty, nicméně analýza dat kmene zákazníků nebyla využita pro úpravu koeficientů modelu.

Vzhledem k tomu, že v letošním roce nebylo cílem měnit strukturu modelu, byl poslední krok při letošní aktualizaci vynechán.

¹V současné době jsou k dispozici pouze data ze zákaznického kmene distribuční společnosti RWE GasNet, s.r.o. Teoreticky lze uvažovat použití dat z dalších distribučních společností, podmínkou je však dostupnost kompletních fakturačních údajů všech zákazníků dané společnosti za dostatečně dlouhé historické období (minimálně 3 roky před prvním dnem vyhodnocovaného období) a hodnot zbytkového diagramu v oblasti pokrývající distribuční síť dané společnosti.

4.2 Průběžné zpracování naměřených dat

I v roce 2019 probíhala analýza naměřených hodinových spotřeb (nasčítaných přes jednotlivé plynárenské dny) a identifikace podezřelých hodnot. Odstraňování chyb v datech probíhalo průběžně po celou dobu řešení projektu a trvá dosud. Aktuální stav měřených dat je popsán ve zprávě č. V-1273 předané v říjnu 2019 (*zprava_v1273.pdf*). Zpráva zároveň obsahuje seznam měření navržených řešitelem k nahrazení a návrhy strategie obměny vzorku pro nejbližší období.

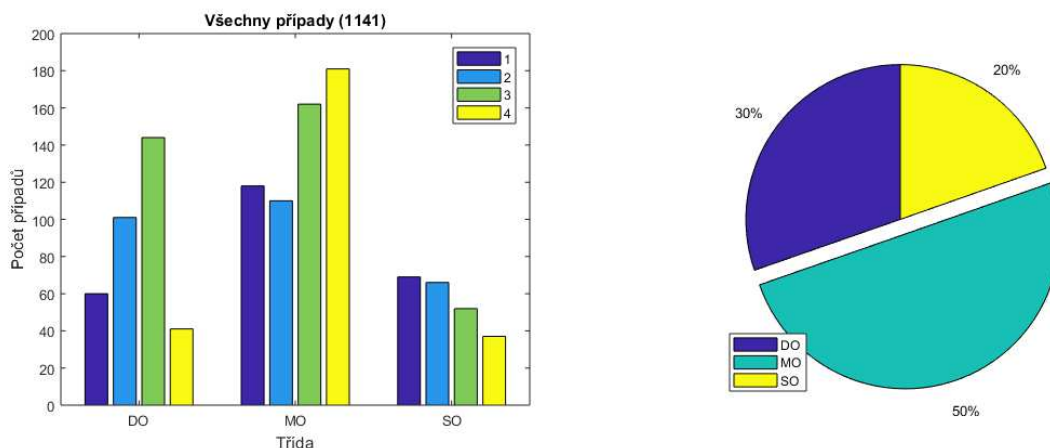
4.3 Aktualizace matematického modelu

Verze 3.10 modelu TDD zachovává stejnou strukturu jako verze předchozí. Z praktického uživatelského pohledu jsou tedy obě verze podobné. Odlišné jsou ale jednotlivé koeficienty, a tedy průběh výsledných TDD. Statistické modelování je postaveno na stejném modelu jako v předchozí verzi.

4.4 Analýza rozdělení zákazníků do tříd

V letošním roce byl opět dán jeden z hlavních důrazů na správné rozdělení zákazníků do tříd TDD. Jedná se o samý počátek řetězce při tvorbě koeficientů TDD a tedy odstranění důležité chyby.

V letošním roce bylo k dispozici celkem 1141 dat z průběhových měření (viz Obrázek 1). Za účelem co nejlepšího oddělení vstupních dat od šumu² byly provedeny analýzy a zákazníci byly rozděleni do správných tříd TDD dle svého profilu průběhu spotřeby. Toto bylo prezentováno na kontrolním dnu expertní skupiny č. 3.



Obrázek 1: Ukázka množství dat k dispozici z průběhových měření rozdělených do tříd TDD a ukázaných poměrově mezi DO, MO a SO.

Na základě správného rozdělení byl zákazníkům přidělen unikátní identifikátor (UID). Ten pouze nepřirazuje číslo danému měření (jako například číslo odběrného místa, obchodní partner či odběrné místo), ale sdružuje tuto trojkombinaci i pro více měření tak,

²Šumem se rozumí zákazník, který nepatří do dané třídy. Je tak nazván proto, že jeho profil spotřeby neodpovídá dané třídě. Ve chvíli, kdy je takový zákazník součástí trénovací množiny zanáší svým profilem spotřeby chybu do procesu optimalizace a tudíž se jedná o šum.

aby byl vytvořen vždy jeden zákazník se všemi částmi svých měření. I proto se letos podařila optimalizace na měřených datech lépe než v minulém roce.

4.5 Postup stanovení plánované roční spotřeby plynu zákazníků odhadovaných modelem TDD

Vzhledem k minulé úpravě vyhlášky je třeba zmínit, že postup výpočtu plánované roční spotřeby by se vzhledem k nezměněné struktuře modelu pro následující období měl stále stanovovat takto:

„Plánovaná roční spotřeba se pro dané odběrné místo přepočítává k 1. 1. každého kalendářního roku. V tomto případě se použijí TDD platné k 1. 1. daného kalendářního roku.“

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.

Z důvodu stejné struktury modelu je text z kapitoly z velké části převzat z [1]. Tvůrčím způsobem jsou však upraveny všechny odstavce tak, aby předávané názvy souborů odpovídaly současnému stavu modelu verze 3.10.

5.1 Tabulky pro přiřazení třídy TDD

Tabulky pro přiřazení třídy TDD zákazníkovi jsou ve verzi 3.10 modelu TDD totožné s předchozí verzí. Nejsou proto v letošním roce znovu předávány.

5.2 Parametry modelu TDD

5.2.1 Předávané denní parametry

Parametry denního modelu TDD jsou předány v souboru `koef_den310.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 $\rho_p(\cdot)$ ze vzorce (3.6) v kapitole 3 jsou předány v textovém souboru `tepfun310.txt`. Hodnoty funkce $\kappa_p(\cdot)$ ze vzorce (3.6) v kapitole 3 jsou předány v souboru `konvex310.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 tabulátory, řádky jsou odděleny znakem „enter“ (0x0D+0x0A).

5.3 Přepočtené TDD

Přepočtené TDD za období 1.1.2016 až 30.9.2019 jsou předány v souboru formátu Excel 2016 s názvem `PrepocteneTDD310_2016_2019.xlsx`. Soubor má 1370 řádků a 13 sloupců. První řádek obsahuje hlavičku s názvy tříd TDD. První sloupec obsahuje datum, další sloupce hodnoty normalizovaných TDD na 17 desetinných míst. Normalizace je provedena pro rok 2019.

V lednu 2020 bude předán soubor `PrepocteneTDD310_2016_2019_FINAL.xlsx` s kompletními přepočtenými TDD za roky 2016 až 2019. Struktura souboru bude zachována, pouze přibudou řádky s daty za poslední čtvrtletí.

5.4 Normalizované TDD

Normalizované TDD za období 1.1.2020 až 31.12.2023 jsou předány v souboru formátu Excel 2016 s názvem `NormalizovaneTDD310_2020_2023.xlsx`. Soubor má 1462 řádků a 13 sloupců. První řádek obsahuje hlavičku s názvy tříd TDD. První sloupec obsahuje datum, další sloupce hodnoty normalizovaných TDD na 17 desetinných míst. Normalizace je provedena pro rok 2019.

Pro normalizaci byl využit teplotní normál platný v aktuálním roce. Poslední úprava teplotního normálu proběhla odběratelem v roce 2019.

Kapitola 6

Vzorové výpočty na reálných datech

Vzorový výpočet je demonstrován v předávaném souboru `Vypocet310_2020.xlsx`, který obsahuje příklad výpočtu odhadu denní spotřeby pro jednoho konkrétního zákazníka a konkrétní dny v letech 2018, 2017, 2016, 2015 a 2014. V souboru jsou obsaženy hodnoty všech použitých parametrů a dále výpočet všech komponent potřebných pro výpočet TDD_{pdR} . Výjimkou je normovací konstanta c_R , která je v souboru uvedena jenom v číselné podobě, a hodnoty koeficientů potřebné pro výpočet plánované roční spotřeby O_R^{PRS} , rovněž uvedené pouze v číselné podobě bez přímého výpočtu. Všechny výpočty byly provedeny pomocí standardních funkcí aplikace MS Excel.

Kapitola 7

Závěr

V roce 2019 byla vytvořena verze 3.10 modelu TDD. Struktura modelu je totožná s předchozí verzí. 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 dle metodiky popsané ve zprávě č. V-1273 předané v říjnu 2019.

Stejně jako v předchozích obdobích je i nadále nutné věnovat se též detekci a efektivnímu odstranění stále se vyskytujících chyb, které ovlivňují pozorovanou přesnost odhadu. Soubor průběhově měřených zákazníků je navíc potřeba průběžně udržovat v takovém stavu, aby bylo možno pro každý časový okamžik efektivně využívat celý soubor (tj. minimálně 1000 zákazníků). Přitom je potřeba mít na paměti fakt, že model je porovnáván s hodnotami zbytkového diagramu, které jsou samy o sobě zatíženy velkou mírou nejistoty.

Vzhledem k lepším výsledkům optimalizace na měřených datech čekáme, že v roce 2020 budou koeficienty TDD verze 3.10 lepší než v předchozí verzi.

Příloha A

Slovník zkratk a pojmů

V této příloze jsou vysvětleny všechny zkratky a pojmy, s nimiž se v problematice TDD pracuje.

Vzhledem ke změně objednatele, ale jinak nezměněným používaným značkám a zkratkám je kapitola převzata z [1] pouze s drobnými úpravami.

A.1 Značky a zkratky

c_p	kalibrační konstanta <i>modelu TDD</i> (umožňuje kalibraci ¹ na data ze zákaznických kmenů), jeden z <i>předávaných denních parametrů</i> ,
c_R	normovací konstanta pro normování <i>přepočtených a normalizovaných TDD</i> na kalendářní rok R ,
ČR	Česká republika; soubor všech zákazníků odebírajících plyn v ČR,
d	aktuální den, den v němž je modelována spotřeba pomocí <i>modelu TDD</i> ,
D_{pd}	<i>denní korekce</i> pro třídu p a den d v <i>modelu TDD</i> ,
D_{pd}^N	<i>denní korekce</i> pro třídu p a den d v <i>modelu TDD</i> při použití <i>normálových teplot</i> ,
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 <i>plánované roční spotřeby</i> ,
Δ_P	historické období, ze kterého pochází fakturační odečty použité pro výpočet <i>přepočtené roční spotřeby</i> ,

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 ,

¹v současné době z legislativních důvodů neumožňuje

E_{Δ}^p	relativní celková nepřesnost modelu TDD v období Δ ,
ERÚ	Energetický regulační úřad,
$\exp(\cdot)$	exponenciála o základu e ,
fva_p	<i>předávaný denní parametr vanoce</i> pro výpočet korekce na Vánoce,
$fvel_p$	<i>předávaný denní parametr velikonoce</i> pro výpočet korekce na Velikonoce,
GAM	Generalized Additive Model; statistický model použitý pro odhad teplotní závislosti,
κ_p	tvár teplotní závislosti (předáváno tabulkou v souboru <code>konvex39.txt</code>),
$kat_{1p}, \dots, kat_{5p}$	koeficienty pro výpočet komponenty <i>kor_den</i> ,
kor_den_{pd}	komponenta D_{pd} ; korekce <i>modelu TDD</i> na typ dne,
$kor_teplota_{pd}$	komponenta D_{pd} ; korekce <i>modelu TDD</i> na teplotu,
kor_vanoce_{pd}	komponenta D_{pd} ; korekce <i>modelu TDD</i> na vliv Vánoc,
$kor_velikonoce_{pd}$	komponenta D_{pd} ; korekce <i>modelu TDD</i> na vliv Velikonoc,
kWh	kilowatthodina; energetická jednotka,
MO	maloodběr,
MO1, ..., MO4	názvy <i>tříd TDD</i> určených pro zákazníky odhadované pomocí modelu TDD, kteří nejsou domácnostmi,
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 <i>segmentu zákazníků</i> ve dni d ,
\hat{O}_d	odhad celkové skutečné spotřeby vyhodnocovaného <i>segmentu zákazníků</i> ve dni d <i>modelem TDD</i> ,
O_{Δ}	celková skutečná spotřeba vyhodnocovaného <i>segmentu zákazníků</i> za období Δ ,
\hat{O}_{Δ}	odhad celkové skutečné spotřeby vyhodnocovaného <i>segmentu zákazníků</i> za období Δ <i>modelem TDD</i> ,
O_{id}	skutečná denní spotřeba zákazníka i pro den d ,

\hat{O}_{id}	odhad denní spotřeby zákazníka i pro den d počítaný <i>modelem TDD</i> ,
$O_{i\Delta}$	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.) <i>modelem TDD</i> ,
$O_{i\Delta_p}$	poslední fakturovaná spotřeba zákazníka i za fakturační období Δ_p (např. den, týden, měsíc atd.),
O_{iR}^{PRS}	<i>plánovaná roční spotřeba</i> zákazníka i na kalendářní rok R ,
O_{iR}^{PpRS}	<i>přepočtená roční spotřeba</i> zákazníka i normalizovaná na kalendářní rok R ,
OM	odběrné místo; tj. zákazník, jehož spotřebu modelujeme pomocí <i>TDD</i> ,
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,
PRS	<i>plánovaná roční spotřeba</i> ,
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 <i>třídy TDD</i> danému zákazníkovi,
ρ_p	tvar teplotní závislosti (předáváno tabulkou v souboru <code>tepfun39.txt</code>),
SO	střední odběr,
SO1, ..., SO4	názvy tříd TDD určených pro zákazníky odhadované pomocí modelu TDD,
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,

VO	velkoodběr,
w_p	jeden z parametrů pro výpočet <i>teplotní korekce</i> ,
z_p	počet dní, za které je uvažována průměrná <i>lagovaná teplota</i> při výpočtu <i>teplotní korekce</i> , jeden z <i>předávaných denních parametrů</i> .

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 průběhovým měřením v rámci projektu TDD,

data ze zákaznických kmenů denní hodnoty *zbytkového diagramu*, údaje o fakturačních spotřebách zákazníků odhadovaných pomocí modelu TDD z jednotlivých distribučních společností,

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 řešitele, OTE, PDS a ERÚ,

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 schůzka expertní skupiny 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 `konvex310.txt` a `tepfun310.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 jeden z parametrů předávaných v souboru `koef_den310.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 zastřešující uskupení subjektů pracujících na řešení projektu TDD, složené z ÚI AV ČR, v.v.i. a OTE, 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, označováno též jako kritérium $K2$,

vyhláška není-li řečeno jinak, jedná se o aktuální verzi *pravidel trhu s plynem*,

zbytkový diagram denní hodnota počítaná změřených denních odběrů v odběrných místech zákazníků s měřením typu A a B a z výpočtetně uvažovaných denních hodnot spotřeby (pro ztráty a vlastní spotřebu) v příslušné distribuční soustavě; odpovídá součtu denních spotřeb všech zákazníků s měřením odhadovaných pomocí modelu TDD a ztrát v soustavě.

A.3 Použité zdroje

- [1] NOVÁK Jakub, Marcel JIŘINA, Michaela BENEŠOVÁ, *Projekt TDD-ČR, POPIS MODELU TDD verze 3.9*, Výzkumná zpráva č. V-1261, Ústav Informatiky AV ČR, v.v.i., dostupný online z: <http://www.ote-cr.cz/dokumentace/dokumentace-plyn>.