

# Metodika určující determinanty vztahů mezi velkoobchodními a maloobchodními cenami energií

**Verze:** v1 (16. 02. 2024), v2 (31. 05. 2024), v3 (28. 6. 2024), v4 (9. 7. 2024)

**Revize:** r0 (16. 02. 2024)

**V Brně dne :** 31. 7. 2024

**Zpracoval:** Ing. Jiří Luňáček, Ph.D.  
Ing. Lukáš Radil, Ph.D.  
Bc. Šimon Chmelař  
Ing. Branislav Bátora, Ph.D.  
Ing. Michal Ptáček, Ph.D.

**Rozsah:** 106 stran

**Metodika byla vypracována v rámci řešení projektu TAČR TK05010088**

Poskytovatel: Technologická agentura České republiky (TAČR), Evropská 1692/37,  
160 00 Praha 6, IČ 72050365

Příjemce projektu: Vysoké učení technické v Brně, (VUT) Antonínská 548, 60200 Brno,  
IČ 00216305

Aplikační garant: Energetický regulační úřad (ERÚ), Masarykovo náměstí 91/5  
586 01 Jihlava, IČ 70894451

Řešitel projektu: Ing. Lukáš Radil, Ph.D. (VUT FEKT)

Další řešitel: Ing. Jiří Luňáček, Ph.D. (VUT FP)

Řešitelský tým: Ing. Michal Ptáček, Ph.D. (VUT FEKT)  
doc. Ing. Marie Pavláková Dočekalová, Ph.D. (VUT FP)  
Ing. Branislav Bátora, Ph.D. (VUT FEKT)  
Bc. Šimon Chmelař (VUT FEKT)

## Obsah

|   |    |
|---|----|
| Obsah .....   | 3  |
| Seznam symbolů a zkratk .....   | 6  |
| Seznam obrázků .....  | 7  |
| Definice pojmů.....   | 8  |
| Úvod.....   | 9  |
| Popis metodiky .....  | 10 |
| Cíle metodiky .....   | 10 |
| Výchozí podmínky tvorby metodiky .....                                    | 10 |
| Vymezení metodiky vůči současnému stavu .....                             | 10 |
| A Metodické postupy .....   | 12 |
| A.1 Datová základna .....   | 12 |
| A.1.1 Získávání zdrojových dat – možné přístupy .....                     | 12 |
| A.1.2 Získávání zdrojových dat – dostupnost, struktura, požadavky.....    | 14 |
| A.2 Nástroje technické analýzy .....                                      | 16 |
| A.2.1 Boullingerova pásma .....   | 16 |
| A.2.1.1 Metodický postup výpočtu Bollingerových pásem .....               | 17 |
| A.2.2 RSI index a jiné technické indikátory pro tržní analýzu.....        | 18 |
| A.2.2.1 Metodický postup výpočtu RSI indexu .....                         | 19 |
| A.3 Statistické nástroje.....   | 21 |
| A.3.1 Testování jednotlivých metod.....                                   | 21 |
| A.3.1.1 Metoda Monte Carlo .....  | 21 |
| A.3.1.2 Pearsonův $\chi^2$ test.....                                      | 22 |
| A.3.1.3 Metoda průměrných odchylek.....                                   | 23 |
| A.3.1.4 Metoda analýzy rozdílů .....                                      | 24 |
| A.3.1.5 Metoda nejbližších sousedů.....                                   | 25 |
| A.3.1.6 Metoda porovnání jednotlivých cen.....                            | 26 |
| A.3.2 Shrnutí .....   | 27 |
| A.4 Ekonometrické nástroje .....  | 28 |
| A.4.1 Využití autoregresních časových řad pro predikci .....              | 28 |
| A.4.2 Vektorové modely autoregrese – VAR .....                            | 32 |
| A.4.3 Vícefaktorová regrese – metoda nejmenších odchylek .....            | 36 |
| A.4.4 Vícefaktorová regrese se zpožděním – metoda nejmenších čtverců..... | 40 |
| A.5 Závěr .....   | 42 |
| A.5.1 Ekonomické aspekty .....  | 42 |
| A.5.2 Popis uplatnění metodiky .....                                      | 42 |
| A.5.3 Novost předložené metodiky.....                                     | 43 |

|           |  |    |
|-----------|--|----|
| B         | Teoretické podklady .....  | 44 |
| B.1       | Reálné způsoby měření síly konkurence.....   | 44 |
| B.1.1     | Způsoby měření konkurenční pozice firem v odvětví .....  | 44 |
| B.1.2     | Teoretický rámec fungování dodavatelů elektrické energie .....   | 44 |
| B.1.3     | Monopolistická konkurence.....   | 44 |
| B.1.4     | Oligopol .....   | 46 |
| B.1.5     | Shrnutí teoretických východisek.....   | 47 |
| B.1.5.1   | Faktory ovlivňující změnu dodavatele .....   | 48 |
| B.1.5.1.1 | Komplikovanost energetického trhu.....   | 48 |
| B.1.5.1.2 | Spotřebitelská rigidita .....  | 49 |
| B.1.5.2   | Souhrn.....  | 50 |
| B.1.6     | Teoretické aspekty fungování dodavatelů .....  | 51 |
| B.1.7     | Základní statistické charakteristiky dodavatelů .....  | 52 |
| B.1.8     | Numerické nástroje pro měření tržní konkurence.....  | 56 |
| B.1.8.1   | Index HHI .....  | 57 |
| B.1.8.2   | Index průmyslové koncentrace .....   | 58 |
| B.1.8.3   | Index entropie.....  | 59 |
| B.1.8.4   | Index Hannah a Kay .....   | 59 |
| B.1.8.5   | Hauseův index.....   | 60 |
| B.1.9     | Praktické hodnocení míry koncentrace dodavatelů elektrické energie na bázi veřejně dostupných dat..... | 60 |
| B.1.10    | Výpočet postavený na bázi dat regulátora .....   | 62 |
| B.1.11    | Doporučení pro aplikaci .....  | 64 |
| B.2       | Ekonomická stabilita dodavatelů z pohledu výsledků hospodaření .....                                   | 66 |
| B.2.1     | Ukazatele produktivity.....  | 66 |
| B.2.2     | Ukazatelé aktivity.....  | 67 |
| B.2.3     | Ukazatelé zadluženosti .....   | 68 |
| B.2.4     | Ukazatele rentability .....  | 68 |
| B.2.5     | Ukazatele likvidity .....  | 69 |
| B.2.6     | Shrnutí poměrových ukazatelů.....  | 69 |
| B.2.7     | Vyhodnocení ekonomické situace dodavatelů prostřednictvím poměrových ukazatelů .....                   | 70 |
| B.2.7.1   | Shrnutí.....   | 71 |
| B.2.8     | Komplexní ukazatele .....  | 71 |
| B.2.9     | Index bonity .....   | 72 |
| B.2.10    | Požadavky na zdrojová data ze strany dodavatelů – aplikace do konkrétního modelu 75                    |    |
| B.3       | Konkrétní modely pro řešení vztahu velkoobchodních a maloobchodních cen.....                           | 77 |
| B.3.1     | Základní statistické charakteristiky souboru .....   | 77 |

|          |  |     |
|----------|--|-----|
| B.3.1.1  | Shrnutí.....   | 79  |
| B.3.2    | Struktura trhu obchodování s energetickými komoditami .....            | 79  |
| B.3.2.1  | Obchody typu forward.....  | 79  |
| B.3.2.2  | Obchody typu futures.....  | 79  |
| B.3.2.3  | Obchody typu swap .....  | 80  |
| B.3.2.4  | Obchody typu opce.....   | 80  |
| B.3.2.5  | SPOTové trhy .....   | 80  |
| B.3.3    | Analýza počtu cen ze vstupních dat pod stanovenou cenu dodavatele..... | 81  |
| B.3.4    | Metoda nejbližších sousedů.....  | 82  |
| B.3.5    | Metoda analýzy rozdílů .....   | 84  |
| B.3.6    | Metoda průměrných odchylek.....  | 84  |
| B.3.7    | Monte Carlo metoda .....   | 86  |
| B.3.8    | Pearsonův test – $\chi^2$ test.....                                    | 88  |
| B.3.9    | Shrnutí statistických metod .....                                      | 89  |
| B.3.10   | Metoda strojového učení – machine learning.....                        | 90  |
| B.3.10.1 | Příklady konkrétních použití.....                                      | 91  |
| B.3.10.2 | Výzvy a omezení .....  | 91  |
| B.3.11   | Variantní řešení s obecným přístupem.....                              | 91  |
| B.3.12   | Variantní řešení s univerzálním dodavatelem .....                      | 93  |
| B.3.13   | Shrnutí.....   | 94  |
| B.4      | Závěr – Nedostatky uvedených postupů .....                             | 95  |
| C        | Použitá literatura .....   | 97  |
| D        | Přílohy.....   | 101 |
| D.1      | Pseudokód výpočtu metodou Monte Carlo (Matlab).....                    | 101 |
| D.2      | Pseudokód pro metodu chí-kvadrát (Matlab) .....                        | 103 |
| D.3      | Pseudokód pro výpočet RSI indexu využitím Pythonu .....                | 104 |
| D.4      | Pseudokód pro výpočet Bollinger Bands využitím Pythonu.....            | 106 |

## Seznam symbolů a zkratk

| Název | Popis                                    |
|-------|--|
| ARIMA | AutoRegressive Integrated Moving Average |
| ARMA  | AutoRegressive Moving Average            |
| CCI   | Index průmyslové koncentrace             |
| DPFC  | Daily Price Forward Curve                |
| E     | Index entropie                           |
| EBIT  | Zisk před úroky a daněmi                 |
| EEX   | European Energy Exchange                 |
| EFET  | European Federation of Energy Traders    |
| HHI   | Herfindahl-Hirschman Index               |
| HI    | Hauseův index                            |
| HKI   | Index Hannah a Kay                       |
| HPFC  | Hourly Price Forward Curve               |
| nn    | Nízké napětí                             |
| NT    | Nízký tarif                              |
| OTC   | Over-The-Counter                         |
| OTE   | Operátor trhu s elektřinou               |
| PXE   | Pražská energetická burza                |
| ROA   | Rentabilita aktiv                        |
| ROS   | Rentabilita aktiv                        |
| VAR   | Vector AutoRegression                    |
| vn    | Vysoké napětí                            |
| VT    | Vysoký tarif                             |

## Seznam obrázků

|  |    |
|--|----|
| Obr. 1 Shrnutí výchozích podmínek – typy modelů.....   | 12 |
| Obr. 2 Bibliografická analýza – cena energie - 970 publikací.....  | 13 |
| Obr. 3 Spotová cena elektrické energie – 146 výsledků .....  | 14 |
| Obr. 4 Lineárně vážený klouzavý průměr s 10 periodami Bollinger bands pro CAL-20.....  | 17 |
| Obr. 5 Lineárně vážený klouzavý průměr s 10 periodami Bollinger bands pro CAL-23.....  | 17 |
| Obr. 6 RSI index a tržní cena pro kontrakt CAL-20.....   | 19 |
| Obr. 7 RSI index a tržní cena pro kontrakt CAL-22.....   | 19 |
| Obr. 8 GRETL - úvodní obrazovka s daty.....  | 30 |
| Obr. 9 GRETL - vstupní parametry modelu Automatic ARIMA.....   | 30 |
| Obr. 10 Predikce modelem ARIMA – cena SPOT.....  | 31 |
| Obr. 11 Predikce modelem ARIMA – cena SPOT.....  | 32 |
| Obr. 12 Nastavení VAR modelu .....   | 33 |
| Obr. 13 Případy porovnání rozdílných dodavatelů u VAR modelů na případech a) Dodavatel 1, b) Dodavatel 2 c) Dodavatel 3 d) Dodavatel 4, e) Dodavatel 5 ..... | 34 |
| Obr. 14 Odpověď maloobchodní ceny na šok v proměnných SPOT, FORWARD 1-3 – firma ČEZ Prodej a.s. ....   | 35 |
| Obr. 15 Odpověď ceny na šok v proměnné SPOT při nedodržení stacionarity – Dodavatel 4 ..   | 36 |
| Obr. 16 Vstupní obrazovka metody nejmenších odchylek .....   | 37 |
| Obr. 17 Histogram odchylek modelů.....   | 39 |
| Obr. 18 Porovnání reálných (skutečných) a vypočtených (vyrovnaných) hodnot .....   | 39 |
| Obr. 19 Část výsledků modelu se zpožděním.....   | 40 |
| Obr. 20 Grafické znázornění reálných a vypočtených hodnot.....   | 41 |
| Obr. 21 P-P graf cen v období 2009 - 2023 .....  | 56 |
| Obr. 22 Vývoj HHI v Německu a ČR.....  | 62 |
| Obr. 23 Čitelnost účetních výkazů za rok 2022 od Bohemia energy entity s.r.o.....  | 76 |
| Obr. 24 Pro maloobchodní cenu roku 2020, oranžová čárkovaná je Dodavatel X, modrá Dodavatel Y.....   | 90 |
| Obr. 25 Pro maloobchodní cenu roku 2022, oranžová čárkovaná je Dodavatel X, modrá Dodavatel Y.....   | 90 |
| Obr. 26 Sbližování cen ve vysokém tarifu (modře) a nízkém tarifu (červeně) všech dodavatelů .....  | 92 |

## Definice pojmů

**Futures** – jsou finanční deriváty, které jsou odvezeny od jiných podkladových aktiv. Jejich obchodování probíhá přes burzu. Jedná se o transparentní systém obchodů s právem uzavřít obchod za předem definovanou cenu.

**Forward** – jedná se o zavazující kontrakt mezi kupujícím a prodávajícím na množství podkladového aktiva za předem stanovenou cenu

**SPOTový trh** – jedná se o obchod za cenu, která je platná v aktuální den, či hodinu uzavření kontraktu.

**Termínovaný trh** – jedná se o trhy, na kterých se provádějí obchody v časových blocích. Tedy v měsíční, čtvrtletní nebo roční periodicitě.

**Index HHI** – (Herfindahl-Hirschman Index) je ekonomický ukazatel používaný k měření koncentrace trhu a tím i jeho konkurenceschopnosti. Vypočítává se jako součet čtverců tržních podílů všech firem na trhu. HHI se pohybuje v rozmezí od 0 do 10,000, kde vyšší hodnoty indikují vyšší koncentraci trhu.

**Index průmyslové koncentrace** – je ekonomický indikátor, který měří úroveň koncentrace produkce nebo tržeb v určitém odvětví. Tento index se používá k hodnocení toho, jak je výroba nebo tržby rozděleny mezi jednotlivé firmy v daném odvětví.

**Index entropie** – často nazývaný také jako Shannonův index entropie nebo Shannon-Wienerův index, je statistický nástroj používaný k měření rozmanitosti nebo rozptýlení ve skupině dat. Původně byl vyvinut v kontextu teorie informace, ale našel široké uplatnění v ekologii, ekonomii a dalších oborech. Tento index měří nejistotu nebo náhodnost v systému, čímž poskytuje indikaci o rozmanitosti nebo koncentraci.

**Index Hannah a Kay (HKI)** – je ekonomický nástroj používaný k měření koncentrace trhu, podobně jako Herfindahlův-Hirschmanův index (HHI). Tento index se často používá k hodnocení, jak je výroba nebo tržby rozděleny mezi firmy v daném odvětví.

**Hauseův index** – je dalším měřítkem koncentrace v odvětví, který se používá k analýze rozdělení tržních podílů mezi firmy. Tento index se zaměřuje na to, jak rovnoměrně jsou tržní podíly rozděleny mezi jednotlivé účastníky trhu.



## Úvod

Energetický trh z pohledu vzájemné interakce maloobchodních odběratelů a dodavatelů patří z pohledu vnímání veřejnosti v současné době k aktuálním problémům. Tržní mechanismy od liberalizace prošly několika změnami. Ty se v krátkosti dají shrnout do následujících oblastí: Vstup nových dodavatelů, budování znalosti fungování trhu na straně dodavatelů, vzájemná soutěž zúčastněných firem a v návaznosti na to i vstupy nových dodavatelů a odchody dodavatelů jiných. Vzhledem k strategické důležitosti tohoto odvětví jak z pohledu individuálního uživatele (nezbytný statek) tak i makroekonomických aspektů (agregátní poptávka) je nebytné formulovat přesnější nástroje, které popis těchto vztahů upřesní. Zkušenosti z historie ukazují, že jakékoliv zásadní nerovnováhy na energetických trzích (ropné krize) znamenají zásadní národohospodářské problémy. Jde tedy o aktuální problém, který v minulosti nebylo třeba aktivně řešit.

Aktuálnost problému definuje i to, že podrobnější popis tržních podmínek, který by zahrnoval přístupy obchodníků s energetickými komoditami není v současné době zpracován. Známé studie sice řeší vliv různých faktorů na cenu energie, tuto cenu ale buď měří pouze jako procentuální změnu nebo berou pro identifikaci pouze ceny průměrné, tedy mix cen maloobchodních a velkoobchodních. Dále tyto studie nijak blíže nepopisují dynamiku vývoje cen v návaznosti na zpoždění mezi uzavřením a realizací kontraktu. Zjednodušeně lze tedy definovat, že z dříve zpracovaných projektů jsou známy určité proměnné, mající vliv na energetický trh, nejsou ale známy vzájemné ceny maloobchodních a velkoobchodních cen a ani bližší dynamika jejich vývoje. Navrhovaný postup by měl tuto informační mezeru vyplnit. Vlastní zaměření čistě na maloobchodní trh je jednou z podmínek aktuálnosti řešení. Jestliže je cílem pro fungování maloobchodního trhu jeho stabilita, tedy zajištění dlouhodobé rovnováhy, jsou to právě podmínky ze strany odběratelů (poptávka) a dodavatelů (nabídka), kteří tuto rovnováhu formují. Běžným postupem pro výzkum spotřebitelských preferencí jsou sociologické průzkumy. Tento postup bohužel naráží na extrémní náklady při sběru dat. Část spotřebitelských preferencí je ale možné odvodit od cenového chování zákazníků, tedy jejich přechodu k jiným dodavatelům při změně ceny. Toto cestou půjde i navrhovaná metodika. Podobný mechanismus bude využít i na straně dodavatelů, tedy jak změna tržních podmínek (velkoobchodních cen) ovlivňuje jejich nabídkovou cenu. Z pohledu dodavatelů je možné využít i dalších ukazatelů, jako výchozí myšlenek se nabízí souhrn jejich zveřejňovaných ekonomických výsledků a z toho plynoucí možný odhad budoucích cenových nabídek.

Z výše uvedených představ je možné formulovat zaměření metodiky. Primárně jde zejména o určení možných vztahů (numerické formy) mezi velkoobchodními a maloobchodními cenami energetických komodit a nalezení případných determinantů, které v této oblasti signifikantní. Podle situace na trhu a jeho případnému konkurenčnímu charakteru lze vyvodit závěry, které budou umožňovat budoucí odhad změn maloobchodních cen dodavatelů a identifikaci faktorů, zásadních pro změnu cen. Parciálními cíli metodiky pak je i samo hodnocení změn konkurenčního prostředí z pohledu počtu soutěžících firem, jejich tržních podílů a uvedení možných postupů, které umožňují odhadnout finanční zdraví dodavatele. Jak již bylo uvedeno, sám odchod dodavatele může být pro trh krizovým scénářem, je nutno třeba věnovat pozornost i ekonomické stabilitě dodavatelů, jako jednomu z faktorů eliminace možných negativních scénářů v odvětví. Metodika tedy přinese přehled metod a postupů, které budou pokrývat popsané tři oblasti, jmenovitě budoucí úroveň maloobchodních cen, popis konkurenčního prostředí a jeho vývoje a ekonomickou stabilitu dodavatelů. Soubor těchto tří přístupů pak komplexně umožní hodnocení dodavatelského trhu pro maloobchodní odběratele jako celku. Lze předpokládat, že zde definované postupy budou mít univerzální využití i mimo čistě energetický trh. Nástroje lze využívat i izolovaně, autoři předpokládají, že příjemce metodiky sám tyto přístupy zapracuje do svých aktuálních požadavků.

## Popis metodiky

Zaměření metodiky pokrývá několik oblastí. Jednak jde o definování postupů, vedoucích k zjištění konkrétního vztahu velkoobchodních a maloobchodních cen. Vzájemné vztahy jsou v dalším textu numericky ověřovány pro případ elektrické energie. Při změně datové základny lze ale tento postup použít i pro jiné energetické komodity, například ceny plynu pro maloobchodní spotřebitele. Zpracování je dále rozšířeno o vysvětlení teoretických východisek pro řešenou problematiku.

### Cíle metodiky

Cílem metodiky je tvorba konceptu a přístupu k zjištění vztahu velkoobchodních cen energetických komodit vůči cenám na maloobchodním trhu. Dále syntetizuje výsledky do podoby, kterou lze použít pro porovnávání výsledných nabídek jednotlivých dodavatelů z pohledu očekávaného dopadu na maloobchodní trh.

Metodika vychází z řešení projektu „Determinanty vztahů mezi velkoobchodními a maloobchodními cenami energií“, podpořeného grantem Technologické agentury České republiky (TAČR), pod číslem TK05010088.

Při zpracování metodiky byli využity zdroje vycházející z odborné literatury, většinou tematicky zaměřených článků dostupných v databázích „Web of Science“, případně „Scopus“, případně jiné.

### Výchozí podmínky tvorby metodiky

Metodika navazuje na tržní principy v obchodování s elektrickou energií a zemním plynem, které byly velmi turbulentní v období let 2021–2022, kdy panovala na trzích vysoká cenová volatilita. Ta měla za následek pád nižších desítek dodavatelů energetických komodit pro koncového spotřebitele, což mělo za následek přechod zákazníků pod dodavatele poslední instance (DPI) s masivními změnami v odběratelsko-dodavatelských řetězcích.

Impulzem pro vytvoření metodiky bylo zjištění chování dodavatelských subjektů v oblasti energetických komodit a zejména ochrana zákazníků před tímto jevem, aby nedošlo ke stejnému efektu v budoucnu.

Vlastní výpočtové postupy jsou omezeny pouze na maloobchodní trh s elektrickou energií. A to z pohledu dostupnosti validních dat. Diferenciace zákazníků na trhu s elektrickou energií je poměrně nízká, lze tedy přesněji definovat konkrétní číselné postupy pro řešení vztahu maloobchodních a velkoobchodních cen na tomto segmentu. Vzhledem k tomu, že většina dodavatelů poskytuje jak elektrickou energii, tak i plyn, lze předpokládat, že vlastní numerické postupy budou univerzálně využitelné pro obě tyto komodity, omezením pro použití je pouze datová základna.

### Vymezení metodiky vůči současnému stavu

Známé postupy využívají v řešení jednotlivé možnosti ekonometrického modelování, tedy různé varianty lineární a nelineární vícefaktorové regrese, částečně i využívají kvalitativní modely na bázi teorie her. Současné poznatky ale ukazují, že modely postavené čistě na datech statistických úřadů se pro turbulentní prostředí příliš nehodí, protože realita vykazuje dynamický vývoj. Z těchto důvodů přistoupily např. centrální banky ke tvorbě vlastních ukazatelů ekonomických aktivit a její další predikce. Tyto modely hodnocení vycházejí z okamžitých pozorování (denních, týdenních) a zobrazují vliv změn faktorů podstatně věrněji. Pro zmiňovanou metodiku je zajímavostí, že tento typ ukazatelů vytvořený centrálními bankami v sobě obsahuje jako jeden z faktorů i spotřebu elektrické energie.

Tyto přístupy ale jsou zaměřeny primárně na popis faktorů liberalizovaného trhu, nejde tedy o prognostické nástroje, které jsou zaměřeny pouze na tvorbu cen. Cena, respektive její změny,

jsou v nich pouze jedním z uvažovaných faktorů, není hlavním cílem v řešení uvedených studií. Mezi další nedostatky známých postupů patří i to, že nejsou jednotlivé metody mezi sebou kombinovány. Nelze tedy určit chování vytvořených modelů komplexněji. Pro komplexní pojetí a identifikaci problému je ale vzájemné kombinace postupů nezbytná, protože dostatečně velký počet scénářů vývoje je nástrojem, jak snížit riziko budoucích rozhodnutí.

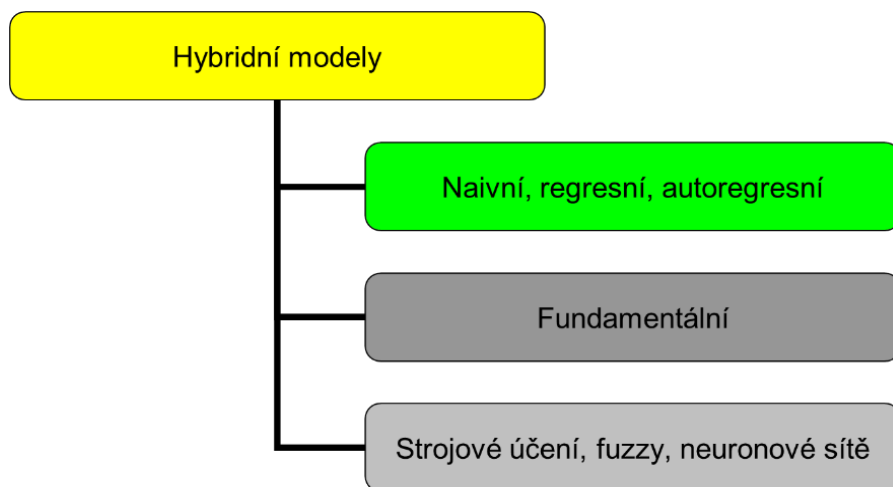
## A Metodické postupy

V této části budou uvedeny doporučené metodické postupy, které zhodnotí finanční ukazatele jednotlivých dodavatelů a také poskytnou informaci, jak lze přistupovat k vytváření obrazu o celkovém cenovém složení jejich nabízených produktů.

### A.1 Datová základna

#### A.1.1 Získávání zdrojových dat – možné přístupy

Vysvětlení struktury jednotlivých postupů, o nichž se řešitelé domnívají, že jsou pro danou situaci využitelné popisuje Obr. 1. Hybridní modely pracují s reálnými cenami komponent (v našem případě se jedná o burzovní ceny a retailové ceny) a případnými modelovými daty, které mají určitý vztah, jež je vyjádřena tzv. „odchylkou – zbytkem“.



Obr. 1 Shrnutí výchozích podmínek – typy modelů

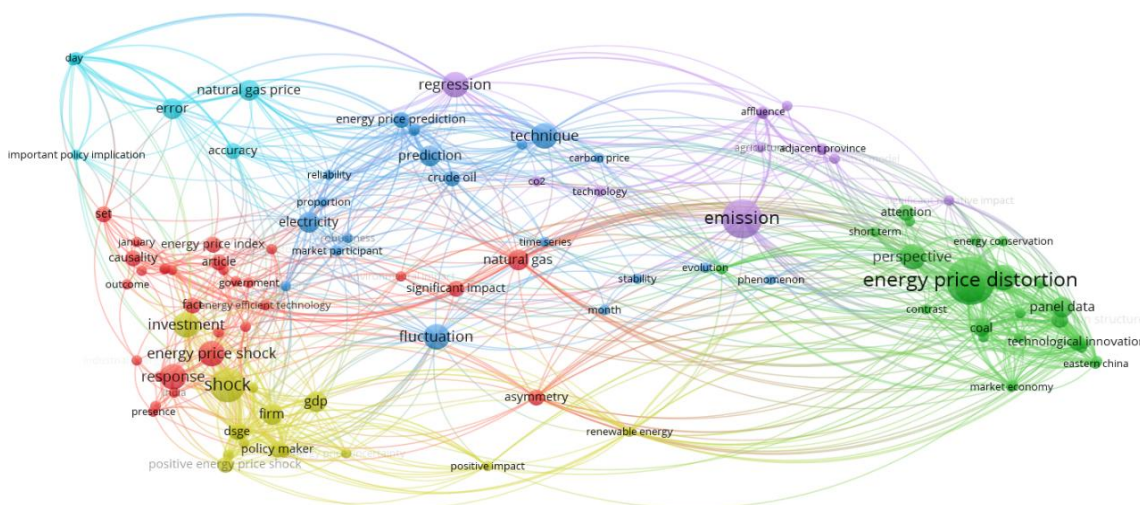
Využití fuzzy logiky bylo uvažováno, ale i z pohledu provedené rešerše je výskyt v literatuře minoritní. Sama fuzziifikace problému by vyžadovala jak velkou datovou základnu, což by mohlo být splněno, ale druhou podmínkou je samotná tvorba rozhodovacích hladin a postupné ladění celého algoritmu. V porovnání s předchozími postupy by zde byl kladen velký důraz na kvalifikovanost obsluhy, sama problematika fuzzy modelování, v porovnání s běžným statistickým aparátem, není příliš rozšířená.

Z pohledu ekonomického chování dodavatelů a naplňování jejich obchodních strategií bylo čerpáno z účetních dat konkrétních firem. Prvním zdrojem je databáze justice.cz. Ta umožňuje vyhledávání pouze po jednotlivých subjektech, zde ukládaná data mají rozdílný formát, nedají se tedy nijak více strojově zpracovávat. VUT ale vlastní přístup do databáze ORBIS, která představuje soubor ekonomických ukazatelů firem, tato databáze je celosvětová. Z pohledu řešení bylo čerpáno pouze z dat evropských firem v segmentu dodavatelů elektřiny.

Doplnění pohledu i na ekonomické fungování prodávajících subjektů vycházelo z úvahy, že ekonomické výsledky mohou mít vliv na konečnou prodejní cenu, minimálně z pohledu požadované ziskové marže. Tato část posléze může být zpracována do vlastní metodiky s tím, že má smysl řešit vzájemný vztah velkoobchodních a maloobchodních cen u takových subjektů, které vykazují alespoň uspokojivé ekonomické výsledky a nejsou tedy přímo ohroženy bankrotem. Ekonomické výsledky mohou být i jedním z faktorů, jakou prodejní cenu konkrétní dodavatel zvolí. Omezení tohoto přístupu ale vyplývá z dostupnosti dat. Pokud nejsou známé ekonomické výsledky firem, nelze je nijak zpracovat do hodnocení výsledných modelů ani nelze odvodit, zda jsou tyto dodavatelé ohroženi v budoucím fungování. Metodika se pokusí tyto parametry v případě dostupnosti zahrnout do hodnocení.

Literární rešerše byla zaměřena na podrobnější deskripci známých teoretických modelů, které by se daly v řešení použít. Pro další postup lze z této části definovat následující skutečnosti.

Problematika vztahu velkoobchodních a maloobchodních cen není v zjištěných zdrojích zastoupena. Autoři se vždy soustředí na popis trhu jako celku, z něho potom plynou vzájemné vztahy a doporučení pro celé odvětví. V literatuře existuje relativně hodně modelů, které popisují vývoj cenových hladin na energetických trzích k ostatním komoditám, makroekonomickým ukazatelům či změnám spotřebitelského chování z pohledu technologické inovace substitutů. Skutečnost, která bude využita v dalším řešení je ta, že došlo k potvrzení teoretických postupů (principu numerických modelů), které pro modelování zatím byly použity. O tom bude podrobněji pojednávat další část. Na Obr. 2 je znázorněn vzájemný vztah klíčových pojmů prostřednictvím bibliografické analýzy.



Obr. 2 Bibliografická analýza – cena energie - 970 publikací

Podrobnějším dělením byly definovány zdroje, které se zaměřovali na problematiku pouze elektrické energie. Spojovacím prvkem těchto studií je využití „spotových cen“ v řešení. Vždy šlo ale o postupy, které se nezaměřovali na konkrétní cenovou politiku obchodníků, ale na trh jako celek. Z pohledu zákazníků šlo o popis jejich chování ve vztahu k rostoucím cenám, tedy odhalování motivace a přijatelnosti ekonomických nákladů na zajištění realizace alternativních zdrojů elektrické energie. Tyto studie definovali sociální a demografické skupiny, které tento postup využívají více, toto směřování ale není v souladu s řešeným projektem.



Tab. 3 Zdrojová tabulka k měsíčním kontraktům (PXE), ceny jsou uvedeny v €/MWh a jedná se o settlement (vypořádací) cenu

| Datum      | Typ kontraktu   |                 |                 |
|------------|-----------------|-----------------|-----------------|
|            | Czech BL M08-19 | Czech BL M10-19 | Czech BL M11-19 |
| 01.07.2019 | 40,03           | 46,04           | 54,13           |

Tab. 4 Zdrojová tabulka k denním kontraktům – denní trh (OTE), ceny jsou uvedeny v €/MWh a jedná se o settlement (vypořádací) cenu v režimu Baseload

| Datum      | Průměrná marginální cena |
|------------|--------------------------|
| 01.01.2019 | 11,55                    |

Pro výpočet cen v českých korunách byl navržen rovnoměrný kurz dle ČNB odpovídající ročnímu průměru. Nicméně pro jednoduchost postačí uvádět ceny v €/MWh.

Data, která je nutné získat a sledovat, jsou většinou ve formátech xml, csv, xlsx v závislosti na druhu zdroje, odkud jsou získána.

Zdrojová základna je postavena na základních informacích, které jsou buď veřejně dostupné, případně je mohou zájemci získat po zaplacení příslušných licenčních poplatků (EEX, PXE, Top-info.cz). V případě potřeby je většinu dat možné získat i dotazníkovým šetřením na základě ochoty obchodních subjektů data poskytnout. Hloubka trhu (výška poptávky a nabídky v daný okamžik), případně jiné cenotvorné informace nepovažují autoři za podstatné, protože nesledují okamžité objemy a ceny, ale trendové funkce v dlouhých obdobích. Navíc ceny uváděné na burzách odrážejí cenový fundament, nikoliv konečný objem nakoupené energie. Podle [44] byl objem obchodů elektrické energie na území ČR za rok 2022 ve výšce 13,7 TWh, což představovalo přibližně 22,4 % z celkové spotřeby v ČR (60,4 TWh).

Proto se lze domnívat, že převážná část energie se obchoduje na bázi forward produktů (EFET smlouvy – přibližně 50 %) a denním trhu (29,42 TWh – 30 %).

## A.2 Nástroje technické analýzy

Pro většinu obchodů na klasických akciových trzích se využívají technické indikátory. Jejich výhodou je, že mohou „napovědět“ další směřování ceny podkladového aktiva [39]. Rozdělujeme do dvou sekcí:

- Trendové ukazatele – trendové ukazatele jsou založeny zejména na klouzavých průměrech podkladového aktiva, případně konvergence/divergence (tzv. MACD) aktiva hledající další směr trendu. Pro předmět metodiky bylo shledáno, že tyto ukazatele nejsou vhodné.
- Oscilátory – mezi základní oscilátory patří Bollingerova pásma, RSI indikátor (Relative strength index) a stochastické indikátory.

### A.2.1 Boullingerova pásma

Bollingerova pásma (anglicky Bollinger Bands) jsou nástrojem technické analýzy, který vytvořil John Bollinger v 80. letech. Slouží k identifikaci cenových trendů a volatility na finančních trzích. Bollingerova pásma sestávají ze tří hlavních komponent:

- Střední pásmo (Middle Band): Toto je obvykle jednoduchý klouzavý průměr (Simple Moving Average, SMA) cenového grafu. Nejčastěji se používá 20denní SMA, ale může se přizpůsobit podle potřeby obchodníka.
- Horní pásmo (Upper Band): Toto pásmo je umístěno nad středním pásmem ve vzdálenosti dvou směrodatných odchylek od středního pásma. Vzorec pro horní pásmo je:

$$\text{Horní pásmo} = \text{SMA} + 2x \text{ směrodatná odchylka} \quad (1)$$

- Dolní pásmo (Lower Band): Toto pásmo je umístěno pod středním pásmem ve vzdálenosti dvou směrodatných odchylek od středního pásma. Vzorec pro dolní pásmo je:

$$\text{Dolní pásmo} = \text{SMA} - 2x \text{ směrodatná odchylka} \quad (2)$$

Bollingerova pásma reagují na volatilitu trhu. Když je trh více volatilní, pásma se rozšiřují, a když je trh méně volatilní, pásma se zužují. Tento indikátor tedy pomáhá obchodníkům identifikovat období vysoké a nízké volatility. Využití Bollingerových pásem lze spatřovat v následujících možnostech:

- a) Identifikace překoupených a přeprodaných trhů: Když cena dosáhne horního pásma, může to signalizovat, že trh je překoupený. Naopak, když cena dosáhne dolního pásma, může to znamenat, že trh je přeprodaný.
- b) Obchodní signály: Překročení horního nebo dolního pásma může generovat nákupní nebo prodejní signály. Například, pokud cena překročí dolní pásmo a poté se vrátí nad něj, může to být signál k nákupu. Naopak, překročení horního pásma a následný návrat pod něj může být signálem k prodeji.
- c) Potvrzení trendu: Pokud cena zůstává dlouhodobě mezi středním a horním pásmem, může to indikovat silný vzestupný trend. Naopak, pokud cena zůstává mezi středním a dolním pásmem, může to indikovat silný klesající trend.

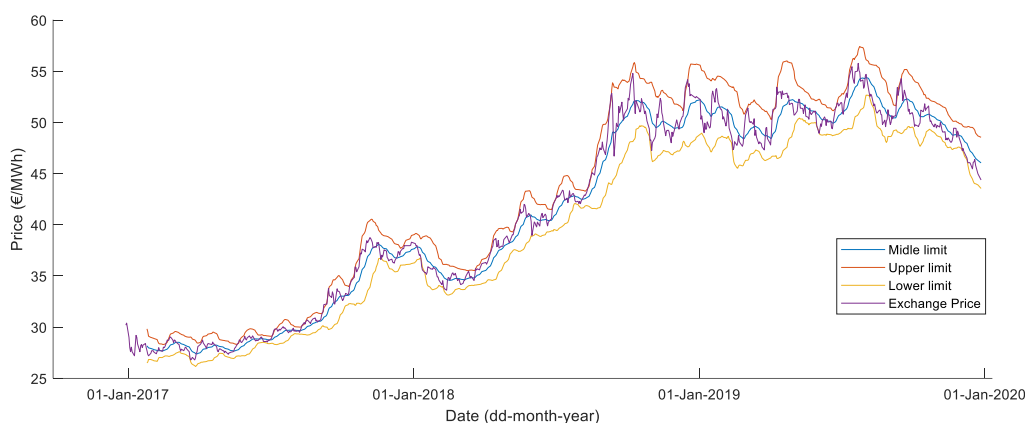
Nicméně je nutné zdůraznit jejich omezení, která jsou v podobách:

- Falešné signály: Stejně jako u mnoha technických indikátorů mohou Bollingerova pásma generovat falešné signály, zejména v době nízké volatility.



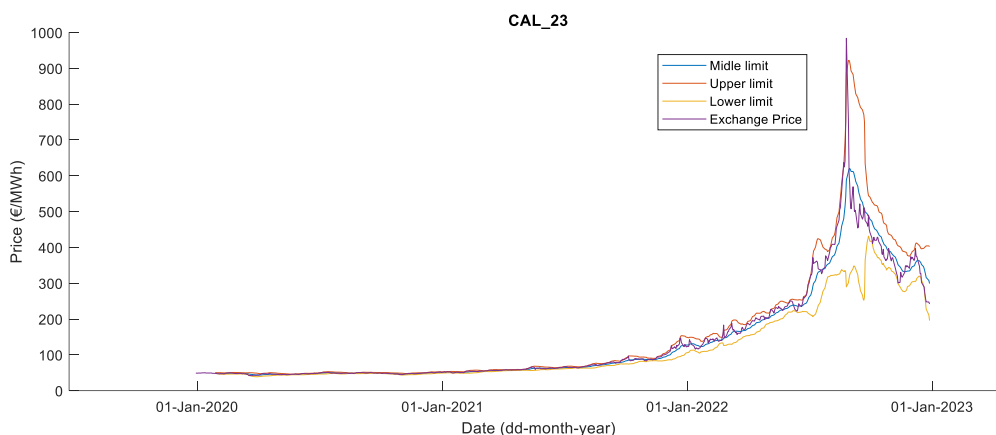
- Zpoždění: Jelikož jsou založena na klouzavých průměrech, mohou indikátory reagovat se zpožděním na aktuální tržní podmínky.

Na Obr. 4 jsou zobrazeny Bollingerova pásma pro stabilní cenu elektrické energie z PXE pro CAL-20. Je jasné určit termín obchodu konečného dodavatele je problematické, nicméně metoda přináší alespoň základní informaci o možných směrech cen komodity.



Obr. 4 Lineárně vážený klouzavý průměr s 10 periodami Bollinger bands pro CAL-20

Tato metoda selhává, pokud dochází k velké volatilitě na trhu a, jak ukazuje Obr. 5. V tomto případě je patrné zkreslení v rámci fluktuací trhu a není proto možné jasně definovat cenová rozpětí. Nicméně je to jedna z metod, která nám určuje, kdy daný obchodník realizoval možný nákupní signál vzhledem k jeho maloobchodním cenám.



Obr. 5 Lineárně vážený klouzavý průměr s 10 periodami Bollinger bands pro CAL-23

### A.2.1.1 Metodický postup výpočtu Bollingerových pásem

Pro metodický postup výpočtu pomocí Bollingerových pásem se vychází ze vztahů (1)-(2). Obecně lze využít například tabulkový procesor Excel s následným postupem:

- a) Vybereme potřebná data ze souboru dat, například dlouhodobých dat obchodování futures z PXE (EEX).
- b) V první fázi výpočtu Bollingerových pásem lze použít jednoduchý klouzavý průměr. V Excelu používáme vzorec =PRŮMĚR().

- c) Dále musíme vypočítat směrodatnou odchylku uzavírací ceny za stejný počet období. Směrodatná odchylka je měřítkem volatility a zvyšuje se, když se cena vzdaluje průměru. Směrodatnou odchylku vypočítáme pomocí vzorce =**STDEVPA()**.
- d) Směrodatná odchylka se pak vynásobí faktorem (typicky 2). **Horní pásmo** vypočítáme tak, že ke klouzavému průměru přičteme směrodatnou odchylku vynásobenou faktorem. Spodní pásmo vypočítáme tak, že odečteme směrodatné odchylky vynásobené faktorem od klouzavého průměru.
- e) Následně lze vytvořit graf ze získaných hodnot.

Výpočet je možné provést i například pomocí skriptovacího jazyku Python s knihovnami Pandas a Numpy, a jehož pseudokód je uveden v příloze D.4.

## A.2.2 RSI index a jiné technické indikátory pro tržní analýzu

Relative Strength Index (RSI) je populární indikátor technické analýzy, který měří rychlost a změnu cenových pohybů. RSI byl vyvinut J. Wellesem Wilderem a je využíván k identifikaci překoupených nebo přeprodaných podmínek na trhu. RSI je oscilátor, který se pohybuje v rozmezí od 0 do 100.

RSI se obvykle vypočítává pomocí následujícího vzorce:

$$RSI = 100 - \left( \frac{100}{1 + RS} \right) \quad (3)$$

kde RS:

$$RS = \frac{\text{průměrný zisk za } n \text{ období}}{\text{průměrná ztráta za } n \text{ období}} \quad (4)$$

Používané období je většinou 14 dní, ale není výjimkou 21 i 28 dní.

Interpretace RSI indexu je v určení překoupeného a přeprodaného trhu:

- Překoupený trh: Pokud je RSI nad 70, může to naznačovat, že aktivum je překoupené, což může signalizovat potenciální korekci nebo obrat směrem dolů.
- Přeprodaný trh: Pokud je RSI pod 30, může to naznačovat, že aktivum je přeprodané, což může signalizovat potenciální růst nebo obrat směrem nahoru.

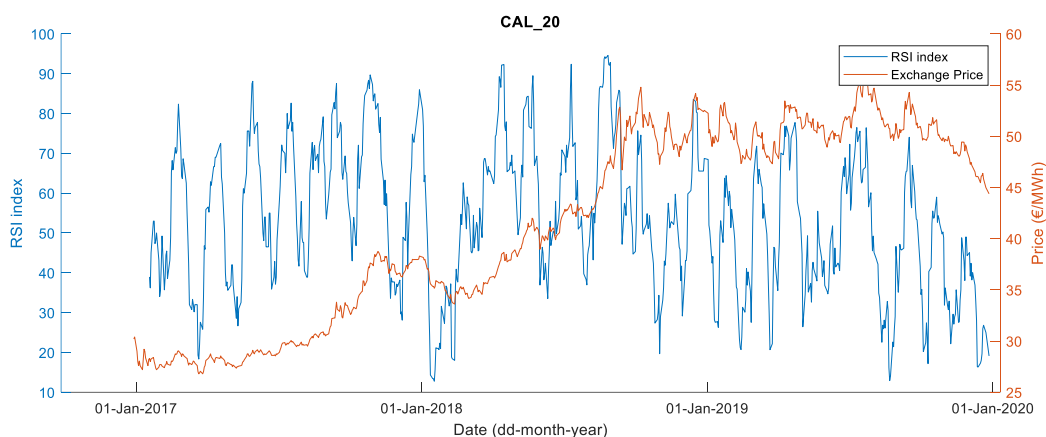
Omezení RSI indexu je stejně jako u Bollingerových pásmech:

- Falešné signály: Stejně jako u jiných technických indikátorů mohou RSI generovat falešné signály, zejména v době nízké volatility nebo v silných trendech.
- Zpoždění: RSI je založen na historických cenových datech, což může vést k zpožděným signálům.

Příklady aplikace RSI na trhu s energetickými komoditami:

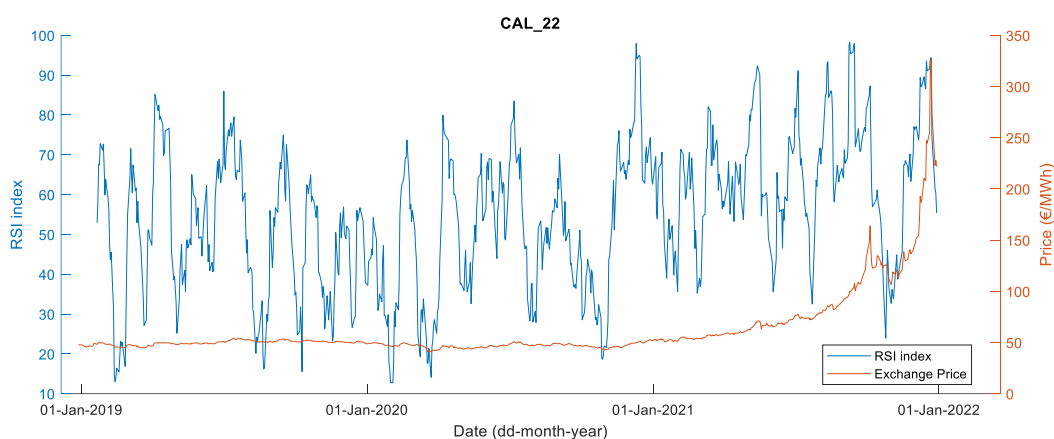
- Krátkodobé obchodování: RSI může být použit pro identifikaci krátkodobých obchodních příležitostí na základě překoupených a přeprodaných podmínek.
- Dlouhodobé investice: Pro dlouhodobější investiční rozhodnutí může RSI pomoci potvrdit trendové změny a identifikovat potenciální vstupní a výstupní body.
- Kombinace s jinými indikátory: RSI může být kombinován s dalšími technickými indikátory, jako jsou klouzavé průměry, MACD nebo Bollingerova pásma, aby poskytl robustnější signály a lépe potvrdil trendy na trhu s elektřinou, případně plynem.

Na Obr. 6 je znázorněn RSI index v době, kdy tržní podmínky byly víceméně konstantní a je patrné, že cena elektřiny na futures obchodech nevykazuje přílišné fluktuace.



Obr. 6 RSI index a tržní cena pro kontrakt CAL-20

Naopak na Obr. 7 je znázorněn RSI index, kdy na trzích dochází k vysoké volatilitě a jeho vypovídací hodnota je proto hůře interpretovatelná. Je důležité zmínit, že pomocí těchto dvou základních indexů (RSI a Bollingevých pásem) jsme schopni zkoumat dlouhodobé trhy, nikoliv krátkodobé.



Obr. 7 RSI index a tržní cena pro kontrakt CAL-22

Kombinace těchto technických ukazatelů může poskytnout obchodníkům (regulátorům) užitečné informace při rozhodování o obchodování s energetickými komoditami. Je však důležité si uvědomit, že žádný ukazatel není stoprocentně spolehlivý a je vždy nutné provádět další analýzy a zvažovat rizika.

Ostatní technické indikátory nejsou pro určování cen komoditních podkladových aktiv příliš významné. Většina jich je založen na klouzavých průměrech s periodou 5, 10, nebo 20 denním oknu.

### A.2.2.1 Metodický postup výpočtu RSI indexu

Pro metodický postup výpočtu pomocí RSI indexu se vychází ze vztahů (3)-(4). Obecně lze využít například tabulkový procesor Excel s následným postupem:

- a) Vybereme potřebná data ze souboru dat, například dlouhodobých dat obchodování futures z PXE (EEX). Je potřebné zdůraznit, že by se mělo jednat o data, která jsou dlouhé období – minimálně 2x převyšující délku zkoumané periody.
- b) Do sloupce „A“ vložíme zkoumaná data,
- c) V sloupci „B“ se vypočte denní změna ceny pomocí vzorce  $=A2-A1$ .
- d) Ve sloupci „C“ se vypočítají tzv. „zisky“ pomocí  $=MAX(B2, 0)$ .
- e) Ve sloupci „C“ se vypočítají tzv. „ztráty“ pomocí  $=ABS(MIN(B2, 0))$ .
- f) Následně se provede výpočet průměrného zisku ve sloupci „E“ a průměrné ztráty ve sloupci „F“ za první období 14 dní pomocí  $=PRŮMĚR(C2:C15)$  a  $=PRŮMĚR(D2:D15)$ .
- g) Poté se určí následné průměry pomocí vzorců  $=(E15*13 + C16)/14$  a  $=(F15*13 + D16)/14$ .
- h) RSI index bude ve sloupci „G“ vypočten pomocí vzorce  $=100-(100/(1+(E15/F15)))$ .

Výpočet je možné provést i například pomocí skriptovacího jazyku Python s knihovnami Pandas a Numpy, a jehož pseudokód je uveden v příloze D.3.

Více o cenových indikátorech je možné nalézt například v [53].

## A.3 Statistické nástroje

### A.3.1 Testování jednotlivých metod

Pro testování je vhodné volit rozsah období, která jsou cenově vůči sobě poměrně odchylena. Ty byl případ roků 2020 a 2022. V tabulkách Tab. 5 a Tab. 6 jsou tabelovány hodnoty při použití metod Monte Carlo a  $\chi^2$  test.

#### A.3.1.1 Metoda Monte Carlo

Teoretický popis metody je uveden v kapitole B.3.7.

Metoda Monte Carlo poskytuje robustní rámec pro hodnocení tržních cen elektřiny (obecně energií), umožňuje pochopení nejistot a zlepšuje rozhodovací procesy prostřednictvím kvantifikace rizik a identifikace možných scénářů.

Pro určení určité pravděpodobnosti strategie nákupu se vychází z průměrování cen jednotlivých kontraktů

$$P = \frac{C}{N} \quad (5)$$

kde

$P$  – průměrná cena v daném typu kontraktu,

$N$  – celkový počet cen,

$C$  – proměnná reprezentující všechny ceny daného typu kontraktu v daném roce.

Následné simulace náhodného výběru a výpočet blízkosti k zadané ceně. Následující vzorec se opakuje podle zadaného počtu simulací (řádově se jedná o desítky tisíc iterací):

$$X = \sum |N_x - P_z| \quad (6)$$

kde

$X$  – proměnná udávající odchylku náhodně vybraných cen od fixní ceny,

$P_z$  – zadaná cena,

$N_x$  – množina náhodně zvolených cen v daném kontraktu.

Poté proběhne výpočet pravděpodobnosti nákupu na daném kontraktu vůči zadané ceně.

$$P(X) = \frac{\sum X < |P - P_z|}{S} \quad (7)$$

Kde

$P(X)$  – pravděpodobnost nákupu v rámci daného kontraktu,

$X$  – proměnná udávající odchylku náhodně vybraných cen od fixní ceny,

$P$  – průměrná cena v daném typu kontraktu,

$P_z$  – zadaná cena,

$S$  – počet simulací.

Váhy jsou použity k modifikaci pravděpodobnosti podle specifik kontraktu, čímž se odhaduje sklon k nákupu založený na frekvenci a době trvání kontraktu. Následně se musí

pravděpodobnosti nákupu na daném kontraktu normalizovat tak, aby jejich součet byl roven jedné, tedy 100 %. Normalizace se zajistí podle následujícího vzorce:

$$P(X) = \frac{\sum X < |P - P_z|}{S} \quad (8)$$

Lze očekávat výsledky, které jsou uvedeny níže v tabulce Tab. 5

Tab. 5 Možné pravděpodobnosti nákupu metodou Monte Carlo (%)

| Období         | 2020        |             | 2022        |             |
|----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|                | Dodavatel X | Dodavatel Y | Dodavatel X | Dodavatel Y |
| Roční (%)      | 54,72       | 55,03       | 71,16       | 2,32        |
| Čtvrtletní (%) | 9,31        | 9,26        | 6,23        | 24,98       |
| Měsíční (%)    | 8,68        | 8,56        | 8,93        | 27,97       |
| Spotové (%)    | 27,29       | 27,15       | 13,68       | 44,73       |

### A.3.1.2 Pearsonův $\chi^2$ test

Chí-kvadrát test je statistická metoda používaná k testování hypotéz o vztazích mezi kategoriálními (nominálními) proměnnými. Teoretický popis metody je uveden v kapitole B.3.8.

Pokud máme očekávané frekvence (jedná se o možné typy cen), poté se přistupuje k výpočtu frekvence:

$$E_{ij} = \frac{(R_i \cdot C_j)}{N} \quad (9)$$

kde

$E_{ij}$  – je očekávaná frekvence pro buňku v  $i$ -tém řádku a  $j$ -tém sloupci,

$R_i$  – je celkový součet v  $i$ -tém řádku,

$C_j$  – je celkový součet v  $j$ -tém sloupci a

$N$  – je celkový součet všech pozorování.

Pro výpočet chí kvadrátu ve statistice se používá vztahu:

$$\chi^2 = \sum \frac{(O_{ij} - E_{ij})^2}{E_{ij}} \quad (10)$$

Kde

$O_{ij}$  – je pozorovaná frekvence v  $i$ -té řádce a  $j$ -tém sloupci

$E_{ij}$  – je očekávaná frekvence pro tuto buňku, vypočítané podle nulové hypotézy

Následně se ještě určuje tzv. stupně volnosti, které jsou definované tak, že tyto stupně lze libovolně měnit, ale musíme vždy zajistit výslednou hodnotu, kterou známe. Jedná se o klíčovou informaci ve statistických modelech. Pro  $\chi^2$  test nezávislosti platí:

$$df = (r - 1) \cdot (c - 1) \quad (11)$$

kde

$r$  – je počet řádků kontingenční tabulky

$c$  – je počet sloupců

V případě určení  $\chi^2$  testu dobré schody přechází rovnice (11) na tvar:

$$df = k - 1 \quad (12)$$

kde

$k$  – je počet kategorií.

Tab. 6 Možné pravděpodobnosti nákupu metodou Pearsonův  $\chi^2$  test (%)

| Období         | Dodavatel X | Dodavatel Y | Dodavatel X | Dodavatel Y |
|----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|                | 2020        |             | 2022        |             |
| Roční (%)      | 24,73       | 24,75       | 29,58       | 9,49        |
| Čtvrtletní (%) | 24,75       | 24,75       | 9,63        | 9,48        |
| Měsíční (%)    | 24,95       | 24,95       | 8,69        | 9,34        |
| Spotové (%)    | 25,57       | 25,57       | 52,10       | 71,69       |

Metoda Monte Carlo má pro rok 2020 opět velmi nízké rozdíly. Pro rok 2022 lze ale vidět ještě vyšší rozdíl mezi danými dodavateli. Rozdíl nákupu na ročních kontraktech zde činí téměř 70 % ve prospěch Dodavatele X a naopak rozdíl na spotovém trhu je zde více než 30% ve prospěch dodavatele Y.

### A.3.1.3 Metoda průměrných odchylek

Teoretický popis metody je uveden v kapitole B.3.6.

Metoda průměrných odchylek pracuje na rozdíl od předchozích metod na velmi jednoduchém principu rozdílu cen od zadané ceny, jak již bylo vysvětleno. Výhodou v její jednoduchosti je určitá jistota stability této metody. Nevýhodou je, že nereflexuje žádné spojitosti v rámci průběhu vývoje cen na jednotlivých kontraktech, a tím pádem nedokáže odhadnout charakter trhu v daném roce.

Metoda průměrných odchylek je statistický přístup používaný k analýze variability cen, kde jsou ceny více volatilní.

Výpočet probíhá pomocí následujícího vzorce (13):

$$\alpha = \frac{(|C - P_z|)}{N} \quad (13)$$

kde

$\alpha$  – je odchylka cen,

$N$  – celkový počet cen.

Tab. 7 Možné pravděpodobnosti nákupu metodou průměrných odchylek (%)

| Období         | 2020        |             | 2022        |             |
|----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|                | Dodavatel X | Dodavatel Y | Dodavatel X | Dodavatel Y |
| Roční (%)      | 31,02       | 30,87       | 24,22       | 17,27       |
| Čtvrtletní (%) | 13,04       | 14,27       | 11,46       | 9,32        |
| Měsíční (%)    | 30,90       | 31,27       | 37,66       | 40,66       |
| Spotové (%)    | 25,04       | 23,59       | 26,66       | 32,75       |

#### A.3.1.4 Metoda analýzy rozdílů

Teoretický popis metody je uveden v kapitole 0.

Metoda analýzy rozdílů je pouze číselným doplňkem metody průměrných odchylek, protože v základu funguje na stejném principu. Postup je vhodný pro číselné vyjádření odchylky od zadané ceny. Zvolené ceny pro testování analýz byly zvoleny na základě průměru všech ceníků, tarifů a distribučních území, které daní dodavatelé nabízeli, a od kterých se odchylky určují, jsou napsány v Tab. 34. Čím větší je odchylka od zadané ceny, tím nižší je pravděpodobnost nákupu na daném kontraktu. Výsledky metody jsou zobrazeny v Tab. 8.

Obecný vztah popisující závislost cen je:

$$R = (|C - P_z|) \quad (14)$$

kde

$R$  – je rozdíl v cenách (€).



Tab. 8 Výsledné odchylky metody analýzy rozdílů. (€/MWh)

| Typ kontraktu        | 2020        |             | 2022        |             |
|----------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|                      | Dodavatel X | Dodavatel Y | Dodavatel X | Dodavatel Y |
| Roční                | 32,82       | 25,78       | 111,47      | 184,70      |
| Čtvrtletní kontrakty |             |             |             |             |
| Čtvrtletí 1          | 20,74       | 13,70       | 81,33       | 138,44      |
| Čtvrtletí 2          | 31,16       | 24,12       | 78,75       | 135,11      |
| Čtvrtletí 3          | 31,33       | 24,28       | 66,57       | 92,20       |
| Čtvrtletí 4          | 28,66       | 21,61       | 138,91      | 116,96      |
| Měsíční kontrakty    |             |             |             |             |
| Leden                | 22,29       | 15,25       | 55,40       | 86,34       |
| Únor                 | 25,12       | 18,07       | 56,08       | 76,90       |
| Březen               | 32,93       | 25,88       | 49,36       | 73,62       |
| Duben                | 38,87       | 31,83       | 49,24       | 84,45       |
| Květen               | 42,38       | 35,34       | 46,67       | 72,06       |
| Červen               | 41,53       | 34,49       | 45,17       | 50,56       |
| Červenec             | 39,17       | 32,13       | 67,73       | 46,51       |
| Srpen                | 40,38       | 33,33       | 107,77      | 69,00       |
| Září                 | 35,97       | 28,93       | 164,33      | 94,02       |
| Říjen                | 34,43       | 27,39       | 153,48      | 96,74       |
| Listopad             | 30,83       | 23,79       | 231,36      | 171,96      |
| Prosinec             | 32,04       | 25,00       | 255,90      | 181,33      |
| Spotové ceny         | 40,66       | 33,75       | 101,29      | 97,41       |

### A.3.1.5 Metoda nejbližších sousedů

Teoretický popis metody je uveden v kapitole B.3.4.

Metoda nejbližších sousedů má svá omezení vzhledem k neznalosti jednotlivých složek výsledné ceny nabízené jednotlivými dodavateli. Proto ve většině kontraktů vychází nulová shoda v rámci povolené odchylky, která v tomto případě byla nastavena na 10 % ze zadané ceny. I přesto lze vidět, že počet shod u konzervativního Dodavatele X je pro spotové ceny nižší než v případě Dodavatele Y. Metoda opět přibližuje strategii nákupu jednotlivých dodavatelů a je dobrým doplňkem pro výše zmíněné analýzy. Výstupy jsou uvedeny v tabulce Tab. 9.

Výpočet tolerance je reprezentován:

$$\delta = \frac{P_z}{100} \cdot 10 \quad (15)$$

kde

$P_z$  – je zadaná cena,

$\delta$  – je tolerance.

Nutné je poznamenat, že výpočet probíhá ve smyčce, která porovnává veškeré ceny, které jsou uvedeny v dané smyčce.

Potom vztah (15) přechází na:

$$n = \sum (|C - P_z|) \leq \delta \quad (16)$$

kde

$n$  – počet cen,

$C$  – proměnná reprezentující všechny ceny daného typu kontraktu v daném roce [24],

Tab. 9 Tabulka zobrazující metodu nejbližších sousedů

| Typ kontraktu           | 2020                        |                      |                             |                      | 2022                        |                      |                             |                      |
|-------------------------|-----------------------------|----------------------|-----------------------------|----------------------|-----------------------------|----------------------|-----------------------------|----------------------|
|                         | Dodavatel X<br>Odchylka (€) | Dodavatel Y<br>Shody | Dodavatel X<br>Odchylka (€) | Dodavatel Y<br>Shody | Dodavatel X<br>Odchylka (€) | Dodavatel Y<br>Shody | Dodavatel X<br>Odchylka (€) | Dodavatel Y<br>Shody |
| Roční                   | 7,42                        | 0                    | 6,72                        | 0                    | 17,29                       | 4                    | 24,66                       | 5                    |
| Čtvrtletní<br>kontrakty |                             |                      |                             |                      |                             |                      |                             |                      |
| Čtvrtletí 1             | 7,42                        | 0                    | 6,72                        | 0                    | 17,29                       | 25                   | 24,66                       | 9                    |
| Čtvrtletí 2             | 7,42                        | 0                    | 6,72                        | 0                    | 17,29                       | 35                   | 24,66                       | 17                   |
| Čtvrtletí 3             | 7,42                        | 0                    | 6,72                        | 0                    | 17,29                       | 32                   | 24,66                       | 50                   |
| Čtvrtletí 4             | 7,42                        | 0                    | 6,72                        | 0                    | 17,29                       | 17                   | 24,66                       | 67                   |
| Měsíční kontrakty       |                             |                      |                             |                      |                             |                      |                             |                      |
| Leden                   | 7,42                        | 0                    | 6,72                        | 4                    | 17,29                       | 38                   | 24,66                       | 22                   |
| Únor                    | 7,42                        | 0                    | 6,72                        | 0                    | 17,29                       | 36                   | 24,66                       | 24                   |
| Březen                  | 7,42                        | 0                    | 6,72                        | 0                    | 17,29                       | 52                   | 24,66                       | 24                   |
| Duben                   | 7,42                        | 0                    | 6,72                        | 0                    | 17,29                       | 46                   | 24,66                       | 18                   |
| Květen                  | 7,42                        | 0                    | 6,72                        | 0                    | 17,29                       | 42                   | 24,66                       | 27                   |
| Červen                  | 7,42                        | 0                    | 6,72                        | 0                    | 17,29                       | 43                   | 24,66                       | 38                   |
| Červenec                | 7,42                        | 0                    | 6,72                        | 0                    | 17,29                       | 28                   | 24,66                       | 39                   |
| Srpen                   | 7,42                        | 0                    | 6,72                        | 0                    | 17,29                       | 15                   | 24,66                       | 42                   |
| Září                    | 7,42                        | 0                    | 6,72                        | 0                    | 17,29                       | 0                    | 24,66                       | 55                   |
| Říjen                   | 7,42                        | 0                    | 6,72                        | 0                    | 17,29                       | 11                   | 24,66                       | 56                   |
| Listopad                | 7,42                        | 0                    | 6,72                        | 0                    | 17,29                       | 12                   | 24,66                       | 11                   |
| Prosinec                | 7,42                        | 0                    | 6,72                        | 0                    | 17,29                       | 0                    | 24,66                       | 21                   |
| Spotové ceny            | 7,42                        | 5                    | 6,72                        | 7                    | 17,29                       | 59                   | 24,66                       | 49                   |

### A.3.1.6 Metoda porovnání jednotlivých cen

Metoda porovnání zadané ceny se vstupními daty analyzuje počet cen z dat pod zadanou cenou. Metoda funguje na jednoduchém, ale účinném principu. Vychází z předpokladu, že dodavatel nakupuje elektřinu za nižší cenu, než kterou nabízí konečným zákazníkům ve svém ceníku. Z tabulky Tab. 10 lze vidět, že při zadané ceně pro rok 2020 je téměř 100% shoda u dlouhodobých kontraktů z důvodu, že ceny na dlouhodobých kontraktech byly většinu časového rozmezí nižší než ceny na spotovém trhu. Pro rok 2022 se tento rozdíl mezi dlouhodobými a krátkodobými kontrakty ještě zvýšil. Z výsledků lze vidět, že Dodavatel X má shodu na spotovém trhu pouze 27,4 %, což naznačuje, že zde nakupoval v malém množství. Na druhou stranu Dodavatele Y zde má shodu 62,19 %. Je tedy zřejmé, že zde nakupoval vyšší podíl elektrické energie.

Tab. 10 Výsledné odchylky metody nižší ceny (%)

| Typ kontraktu        | 2020        |             | 2022        |             |
|----------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|                      | Dodavatel X | Dodavatel Y | Dodavatel X | Dodavatel Y |
| Roční                | 100,00      | 100,00      | 98,04       | 99,35       |
| Čtvrtletní kontrakty |             |             |             |             |
| Čtvrtletí 1          | 100,00      | 100,00      | 79,22       | 94,12       |
| Čtvrtletí 2          | 100,00      | 100,00      | 76,45       | 93,44       |
| Čtvrtletí 3          | 100,00      | 100,00      | 49,61       | 84,88       |
| Čtvrtletí 4          | 100,00      | 100,00      | 23,88       | 45,52       |
| Měsíční kontrakty    |             |             |             |             |
| Leden                | 100,00      | 100,00      | 44,81       | 88,96       |
| Únor                 | 100,00      | 100,00      | 39,07       | 82,78       |
| Březen               | 100,00      | 100,00      | 40,79       | 80,26       |
| Duben                | 100,00      | 100,00      | 44,00       | 88,00       |
| Květen               | 100,00      | 100,00      | 56,91       | 87,25       |
| Červen               | 100,00      | 100,00      | 12,00       | 82,00       |
| Červenec             | 100,00      | 100,00      | 7,66        | 61,49       |
| Srpen                | 100,00      | 100,00      | 2,68        | 51,01       |
| Září                 | 100,00      | 100,00      | 0,00        | 16,56       |
| Říjen                | 100,00      | 100,00      | 3,97        | 27,81       |
| Listopad             | 100,00      | 100,00      | 1,32        | 14,57       |
| Prosinec             | 100,00      | 100,00      | 0,00        | 3,27        |
| Spotové ceny         | 99,18       | 98,63       | 27,40       | 62,19       |

### A.3.2 Shrnutí

Každá metoda má své výhody a nevýhody. U metod Monte Carlo a  $\chi^2$  testu je výhodou načtení charakteru vstupních dat a hlubší pozorování vývoje cen v jednotlivých kontraktech. Každá metoda má pro tuto analýzu vlastní výpočetní model. Nevýhodou obou metod je vyšší výpočetní náročnost a může se zde stát, že tyto metody odhadnou charakter vstupních dat špatně. Proto je vhodné obě metody jednak kombinovat, a také je vhodné u nich provést více simulací pro snížení tohoto rizika.

Naopak metoda průměrných odchylek má velmi jasný průběh výpočtu, tím pádem sice nereflexuje charakter vývoje cen, ale je ve všech případech velmi konzistentní. Z tohoto důvodu je vhodná pro ověření předchozích metod. Vychází z metody analýzy rozdílů, která vypisuje přímo číselné hodnoty pro lepší přehled rozdílů daných cen.

Metoda nejbližších sousedů je méně přesná z důvodu neznámého složení zadávané ceny, každopádně ji lze použít jako doplňkovou analýzu k ujištění, že např. při porovnávání jednotlivých dodavatelů se její výsledky shodují s výsledky výše uvedených analýz.

Metoda porovnání jednotlivých cen zkoumá počet cen, které jsou nižší nebo rovny zadané ceně. Metoda sice také nereflexuje charakter vývoje cen, ale určuje typy kontraktů, kterých je dodavatel s nabízenou cenou ziskový a na jakých kontraktech je ztrátový.

## A.4 Ekonometrické nástroje

Ekonometrie používá ekonomickou teorii, matematiku a statistický závěr ke kvantifikaci ekonomických jevů. Jinými slovy, mění teoretické ekonomické modely v konkrétní nástroje, které mají praktické využití pro tvorbu hospodářské politiky či firemní strategii. Obecným cílem tohoto postupu je převedení kvalitativního popisu na popis kvantitativní. Určité rysy ekonomických dat činí pro analytiku problematické kvantifikovat ekonomické modely. Ekonometrický model se snaží odhadovat ekonomické vztahy pomocí dat generovaných "složitým" systémem souvisejících rovnic, ve kterých se všechny proměnné mohou měnit současně. Teoretická ekonometrie se do značné míry opírá o matematiku, teoretickou statistiku a numerické metody, aby dokázala, že nové postupy mají schopnost vyvodit správné závěry.

### A.4.1 Využití autoregresních časových řad pro predikci

Speciálním a široce využívaným typem pro hodnocení vývoje časových řad jsou autoregresní modely (AR). Hodnoty proměnné ze současnosti se často nějakým způsobem podobají již známým hodnotám z minulosti. Existuje tedy vzájemný vztah (korelace) mezi těmito hodnotami. V důsledku toho taková data podléhají autokorelaci. Autoregresivní modely využívají k predikci budoucího chování pouze minulá data. Lineární regrese se provádí na datech z aktuální řady na základě jedné nebo více minulých hodnot stejné řady.

Autoregresní modely jsou lineární regresní modely, kde výsledná proměnná v určitém okamžiku přímo souvisí s toutéž proměnnou ale z minulosti. Není tedy třeba znát numerické hodnoty jiných proměnných, protože předpověď vývoje proměnné jde charakterizovat právě na základě numerických kombinací hodnot minulých. To je základní rozdíl od obecných vícefaktorových regresních modelů.

Autoregresní procesy AR(1) závisí na hodnotě bezprostředně předcházející aktuální hodnotě. Alternativně AR(2) používá předchozí dvě hodnoty k výpočtu aktuální hodnoty. Tento mechanismus je možné dále opakovat. Součástí těchto modelů je i tzv. bílý šum, tedy vlivy, které nezávisí na podmínkách. K výpočtu koeficientů s těmito variacemi se používá metoda nejmenších čtverců. Numerické procedury jsou již běžně integrovány do jednotlivých softwarových prostředí. [46]

Autoregresní modely se ale pro řešenou problematiku hodí pouze částečně. Neumožňují přesnější odhalení vzájemného vztahu vstupujících parametrů. Co ale využít lze a tento typ modelů se pro toto hodí je predikce budoucích hodnot. Další typy modelů budou odhalovat vzájemné parametry vztahu vstupních veličin. Pro využití těchto modelů je ale nezbytné disponovat nástrojem, který umožní odhad budoucích klíčových hodnot proměnných. A na tuto situaci se autoregresní modely hodí.

Tento postup bude využit pro předpověď budoucích hodnot ukazatelů, využívaných v dalších typech modelu. Konkrétně jde o známé marginální ceny elektrické energie SPOT, dále ceny FORWARD v různých budoucích časových úsecích. Přičemž označení +1 definuje produkt s odloženým vypořádáním o jeden rok, analogicky +2 znamená dva roky. Stručné statistické charakteristiky těchto proměnných za období od 1. 1. 2012 do 31.12.2022 jsou obsaženy v následující tabulce Tab. 11.

Tab. 11 Vybrané parametry pro predikci cen dle VAR metod

|                     | Průměr | Medián | Minimum | Maximum | Dolní kvartil | Horní kvartil | Směrod. odchylka |
|---------------------|--------|--------|---------|---------|---------------|---------------|------------------|
| SPOT (EUR/MWh)      | 62,36  | 44,07  | 6,10    | 703,26  | 35,80         | 53,77         | 69,43            |
| FORWARD+1 (EUR/MWh) | 62,07  | 45,66  | 21,45   | 984,00  | 34,90         | 51,55         | 74,93            |
| FORWARD+2 (EUR/MWh) | 55,45  | 47,40  | 20,60   | 473,67  | 33,75         | 52,25         | 45,85            |
| FORWARD+3 (EUR/MWh) | 51,23  | 48,05  | 20,15   | 286,70  | 33,10         | 54,00         | 31,35            |

Autoregresní řady jsou postaveny na zpoždění mezi daty. Bohužel neexistuje žádné přesné pravidlo pro volbu délky zpoždění. Je to v podstatě empirický problém. Zvolenou hodnotu je ale možné kontrolovat z pohledu vypovídací schopnosti modelu [48]. Data ekonomických časových řad mají po sobě jdoucí hodnoty (zpoždění) tendenci vysoce korelovat, což zvyšuje pravděpodobnost multikolinearity v modelu. To je i důvod, proč je vhodnější volit kratší úseky pro zpoždění. Zjednodušením a zaokrouhlením oficiálních vztahů pro výpočet zpoždění jde dojít k následujícímu výsledku:

$$\text{Lag} = \text{pocet případů}^{1/3} \quad (17)$$

Tato hodnota je široce používána ve studentských pracích a výukových videích, chybí jí ale odpovídající recenzování. Praxe ale ukazuje, že i tento zjednodušený vztah je funkční a využitelný. Na tomto výpočtu bude postaveno i další hodnocení.

Jako příklad pro provedení hodnocení bude vyprána proměnná SPOT. Doba zpoždění byla určena z výše uvedeného vztahu, tedy třetí odmocnina z počet pozorování. Výsledek pak . Tato hodnota bude využita pro vlastní výpočet. Ten je řešen v programu GRETL.

Model bude postaven na typu ARIMA. Obecný zápis matematického vztahu pro autoregresní model řádu  $p$  pak je:

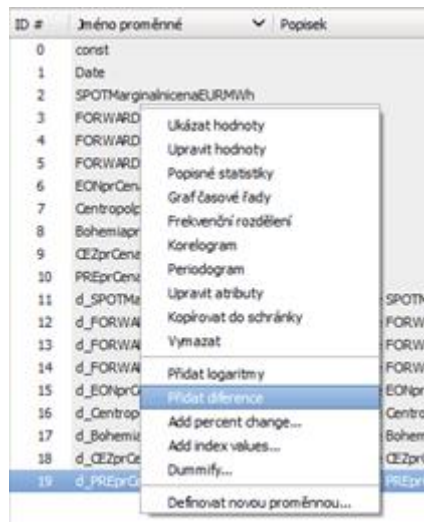
$$y_t = C + \phi_1 y_{t-1} + \phi_2 y_{t-2} + \dots + \phi_p y_{t-p} + \epsilon_t \quad (18)$$

zde kromě hodnot zpožděných proměnných  $\phi$  představuje proměnná  $\epsilon$  tzv. bílý šum. Základní princip je podobný vícefaktorové regresi, ale vychází ze zpožděných hodnot původní proměnné.

Výše uvedený vztah na stanovení počtu zpoždění lze při využití odpovídajícího programového vybavení nahradit automatickým testováním různých typů modelů s rozdílnou délkou zpoždění. Gretl disponuje funkcí Automatic ARIMA, kde lze pouze zadat intervaly, ve kterých má testování probíhat. Program GRETL je k dispozici k volnému stažení na stránkách <https://gretl.sourceforge.net/>, zde je možná volba jak vhodného operačního systému, tak i verze i případných rozšíření. Prostředí je dostupné i v české jazykové mutaci, zde ale překlad není vždy úplný, i přes tyto dílčí nedostatky v tomto prostředí budou řešeny další postupy.

Program GRETL umožňuje export souborů v různých typech, nejčastěji bude zřejmě využíván export x z formátu excel. To je prvním krokem před tvorbou libovolného modelu. V základní obrazovce po exportu dat (program sám pak nabídne možnost importu dat jako časové řady, pokud parametry dat tento formát indikují). Po exportu dat je možné kliknutím na danou proměnnou graficky znázorňovat průběhy, omezovat velikost zkoumaného období, případně

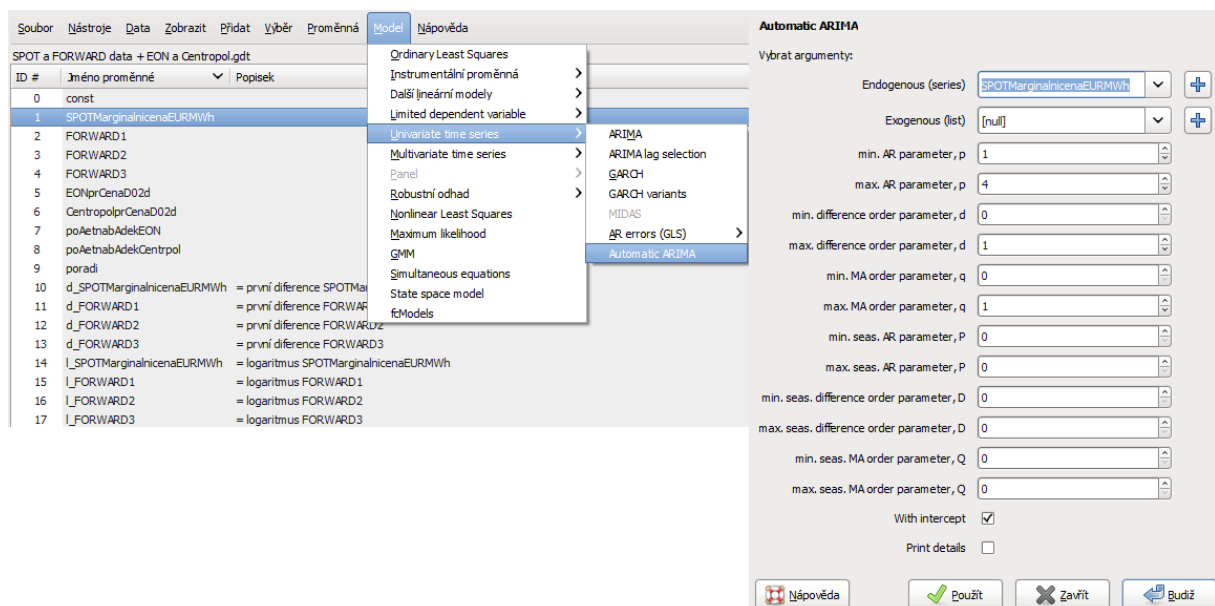
upravit hodnoty. Zde nutné poznamenat, že jednou z častých úprav bude diferenciacíe či logaritmicizace dat, postup je názorně uveden na dalším obrázku.



Obr. 8 GRETL - úvodní obrazovka s daty

Funkce automatic ARIMA je dostupná přes přístup **MODEL > Univariate time series > Automatic ARIMA**. V dalším okně se pak provede vlastní nastavení rozsahů automatického testování. Rozsahy je možné nastavit dle dřívějších studií či logickým zdůvodněním.

Pro konstrukci je nutné nastavení tří typů parametrů. Hodnota  $p$  popisuje, že část hodnoty predikované časové řady je tvořena kombinací minulých hodnot. Vyjadřuje, kolik časových intervalů v minulosti model ovlivňuje. Jednoduchý předpoklad při nastavení hodnoty na jedna by znamenal, že současná hodnota je ovlivněna pouze minulým pozorováním. Parametr  $d$  pak označuje stupeň diference časové řady a znamená, kolikrát po sobě se diference aplikuje. Posledním parametrem pak je  $q$  a (je podobný předchozímu parametru  $p$ ) a popisuje, jaký počet náhodných chyb z minulosti bude v modelu obsažen.



Obr. 9 GRETL - vstupní parametry modelu Automatic ARIMA

Při předpokladu testování 30 zpoždění lze obdržet následující výsledky.

Tab. 12 Porovnání modelů výstup Automatic ARIMA

| typ modelu | Kritéria |       |          |
|------------|----------|-------|----------|
|            | aic      | bic   | hqc      |
| 3 1 1      | 22638    | 22674 | 22651    |
| 7 1 1      | 22620    | 22679 | 22641*   |
| 9 1 0      | 22616    | 22681 | 22640*** |
| 9 1 1      | 22618    | 22688 | 22642    |
| 14 1 1     | 22605*   | 22705 | 22641**  |
| 15 0 0     | 22621    | 22722 | 22658    |
| 23 1 1     | 22599*** | 22753 | 22655    |
| 24 1 1     | 22560**  | 22760 | 22658    |

První pole u typu modelu představuje řád zpoždění, druhé pole fakt, zda je řada diferencována (1 diference, 0 bez diference), třetí pole pak fakt, za model využívá klouzavý průměr minulé chyby s pořadovým číslem zpoždění. Tabulka Tab. 12 uvádí pouze statisticky významné modely, model s 15 zpožděními definovaný podle univerzálního vztahu je v porovnání zařazen z toho důvodu, aby byla patrná odchylka od ostatních modelů. Hodnoty kritérií je nutno minimalizovat. Statistická významnost představuje 10% u \*, 5% u \*\* a 1% u \*\*\*. Pro vizualizaci výsledků bude využit model 9|1|0, protože dle Hannah Quinn kritéria je statisticky významný a zároveň v porovnání s ostatními patří mezi jednodušší. Numerické hodnoty jsou následující.

Samotná tvorba modelů je pak řešena v syntaxi příkazů **MODEL > Univariate time series > ARIMA**, kde ve vstupním poli hodnot modelů se volí hodnoty z předchozí části. Jde tedy o model 9 1 0. Natavení parametrů v příslušném poli pak vypadá takto:

The screenshot shows the ARIMA model configuration window. The dependent variable is 'SPOTMarginalnicenaEURMWh'. The model is configured with AR(9), I(1), and MA(0). The results window shows the following table:

|       | koeficient | směr. chyba | z      | p-hodnota     |
|-------|------------|-------------|--------|---------------|
| const | 0,111384   | 0,176039    | 0,6327 | 0,5269        |
| phi_1 | -0,0427312 | 0,0190319   | -2,245 | 0,0248 **     |
| phi_2 | -0,234338  | 0,0190783   | -12,28 | 1,12e-034 *** |
| phi_3 | -0,0436521 | 0,0195064   | -2,238 | 0,0252 **     |
| phi_4 | -0,0464808 | 0,0195298   | -2,380 | 0,0173 **     |
| phi_5 | 0,0216762  | 0,0195774   | 1,107  | 0,2682        |
| phi_6 | -0,0371050 | 0,0195580   | -1,897 | 0,0578 *      |
| phi_7 | -0,108457  | 0,0195468   | -5,549 | 2,89e-08 ***  |
| phi_8 | -0,0906419 | 0,0191610   | -4,731 | 2,24e-06 ***  |
| phi_9 | -0,0798842 | 0,0192192   | -4,156 | 3,23e-05 ***  |

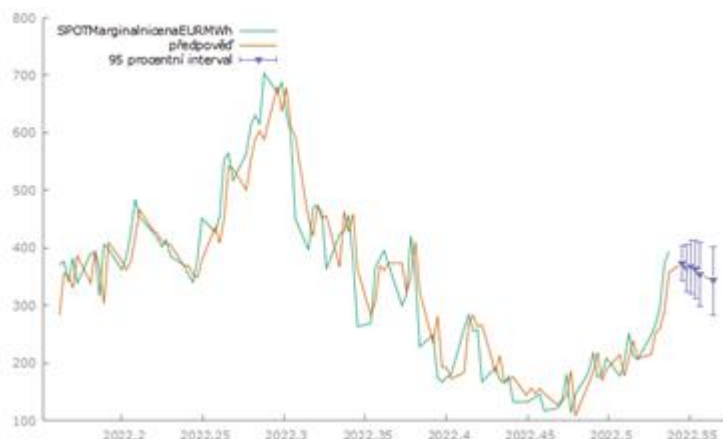
Obr. 10 Predikce modelem ARIMA – cena SPOT

V okně výsledků (levá strana obrázku je možné rychlý návrat do předchozí obrazovky, kde jde upravovat parametry modelu a hodnotit funkčnost případných změn v modelu.

Model lze zapsat ve tvaru:

$$\begin{aligned} \text{SPOT cena} = & 0,11 - 0,043y_{t-1} - 0,234y_{t-2} - 0,044y_{t-3} - 0,044y_{t-4} + 0,022y_{t-4} \\ & - 0,37y_{t-6} - 0,11y_{t-7} - 0,091y_{t-8} - 0,80y_{t-9} \end{aligned} \quad (19)$$

Porovnání reálných a predikovaných hodnot je pak možné příkazem **Analýza** s příslušnou volbou, grafické znázornění pak příkazem **Grafy** a příslušnou volbou. Grafické znázornění predikovaných a reálných hodnot včetně možné predikce je na následujícím grafu (zde pro přehlednost uvedeno pomocí chybových úseček na krátké časové období dopředu).



Obr. 11 Predikce modelem ARIMA – cena SPOT

Porovnání odhadovaných a reálných hodnot opticky ukazuje, že předpovídaná hodnota reaguje s jistým zpožděním, hlavní průběhy časové řady ale věrně kopíruje. Odhadované hodnoty zde označeny modrou barvou.

Celková spolehlivost modelu je tímto postupem stanovena na  $R^2 = 0,96$ , přičemž hodnota 1 je maximální věrohodnost. Hodnotící kritéria se ale pohybují kolem 22850 a to je hodnota poměrně velká. Signalizuje možnou situaci, že model není správně specifikován. Zde pro úplnost této hodnoty ale nutno poznamenat fakt, že Zajíčková [49] ve své diplomové práci došla u modelů VAR k podobným hodnotám.

Uvedený postup ukazuje, že potřeba předpovědi budoucích hodnot energetických komodit je možná přes modely typů ARIMA. Zásadní problematika spočívající v odhady správné hodnoty zpoždění je eliminována dvěma postupy. Při extrémním zjednodušení a potřebě rychlého výsledku je možné využít třetí odmocninu z počtu vzorků, přesnější postu spočívá v nalezení správného počtu zpoždění přístupem automatické ARIMY. Z generovaných hodnot pak lze vybrat takový typ modelu, který vyhovuje jak z pohledu naplnění kritérií, tak i složitosti. Jak již bylo zřejmé z tabulky 15, jednotlivé varianty dosahují velice podobných hodnot rozhodovacích kritérií, tedy i volba jednoduššího modelu je za této situace opodstatněná.

#### A.4.2 Vektorové modely autoregrese – VAR

Strukturální přístup k simultánnímu modelování používá ekonomickou teorii k popisu vztahů mezi několika zájmovými proměnnými. Výsledný model je poté odhadnut a použit k testování empirické relevance teorie. Bohužel standardní nástroje ekonomická teorie často nejsou dostatečně obsáhlé, aby poskytly přesnou specifikaci dynamického vztahu mezi proměnnými. Kromě toho jsou odhady komplikovány skutečností, že endogenní proměnné se mohou objevit na levé i pravé straně rovnice, jejich působení je tedy provázané.

Tyto problémy vedou k alternativním, nestrukturálním přístupům k modelování vztahu mezi několika proměnnými. Vektorová autoregrese (VAR) se běžně používá pro predikční systémy

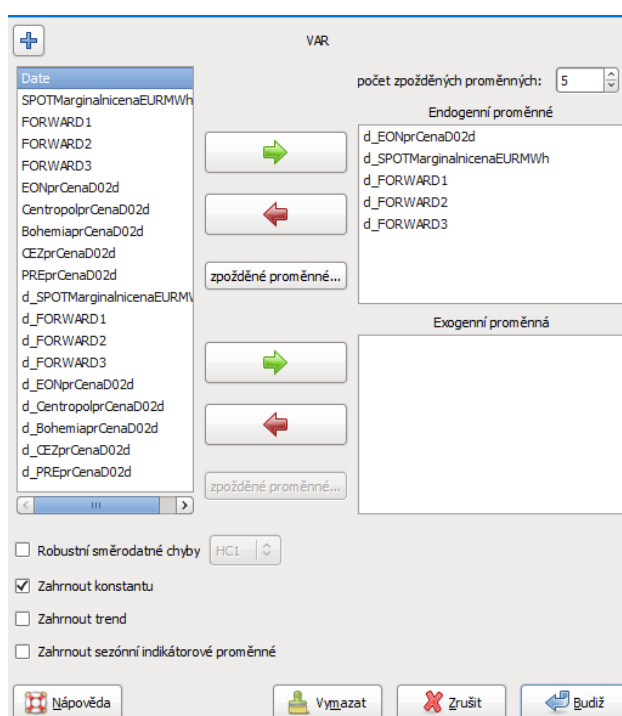


vzájemně souvisejících časových řad a pro analýzu dynamického dopadu náhodných chyb na systém proměnných.

Funkce impulzní odezvy jsou jednou z klíčových výhod při využití modelů VAR. Jak již plyne z názvu, představují nástroj na pochopení vztahu mezi proměnnými. Pomáhají vysvětlit, jak na sebe proměnné v modelu v průběhu času vzájemně působí a jak změna jedné proměnné ovlivňuje ostatní proměnné v modelu. Jde o jeden z možných postupů, jak odlišovat jednotlivé dodavatele z pohledu jejich nákupní strategie. Využití je dobře patrné na případech porovnání rozdílných dodavatelů. Pro větší vypovídací schopnost byly zvoleny dodavatelé, kteří mají (měli) zřejmě ne zcela stejnou obchodní strategii. Doba zpoždění byla určena z výše uvedeného vztahu, tedy třetí odmocnina z počet pozorování. Výsledek pak je  $3071^{1/3} = 14,53 = 15$ . Podmínkou pro využití je stacionarita využívaných dat. Protože ekonomické časové řady většinou trend obsahují, je nezbytná jejich úprava. Ta v tomto případě je volena použitím diferencí 1. řádu, následný test pomocí ADF modelu prokazuje již stacionaritu dat.

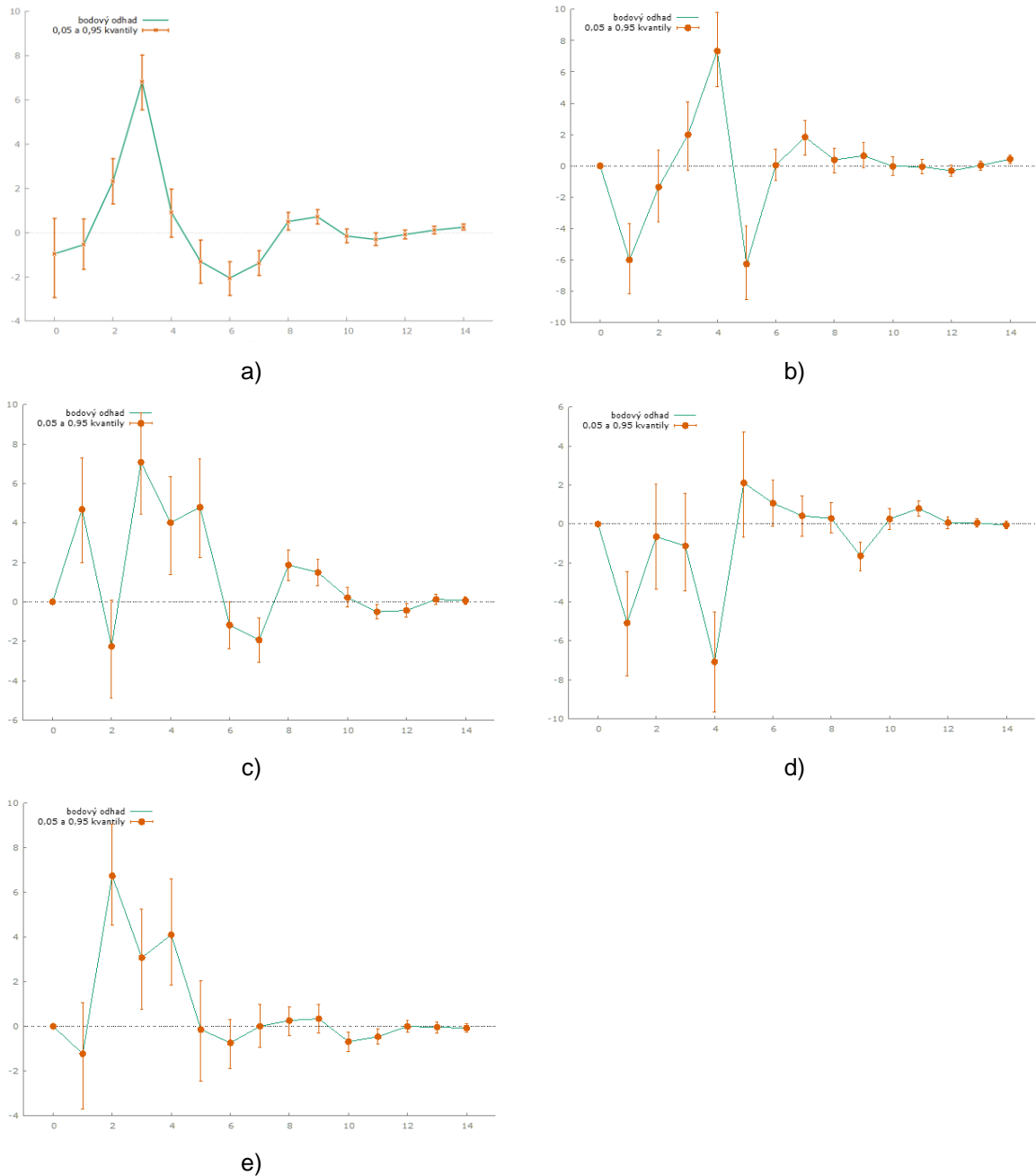
ADF test je dostupný pod syntaxí příkazů **Proměnná > Testy na jednotkový kořen,> Rozšířený Dickey Fullerův test.**

Funkce impulzní odezvy pak vyžaduje posloupnost: **Model > Multivariate time series > Vector autoregression.** Dále se zvolí, které proměnné se navzájem ovlivňují. Vzhledem k podmínkám tohoto testu je nezbytné pracovat s diferencovanými hodnotami proměnných. Graficky pak volba vypadá takto:



Obr. 12 Nastavení VAR modelu

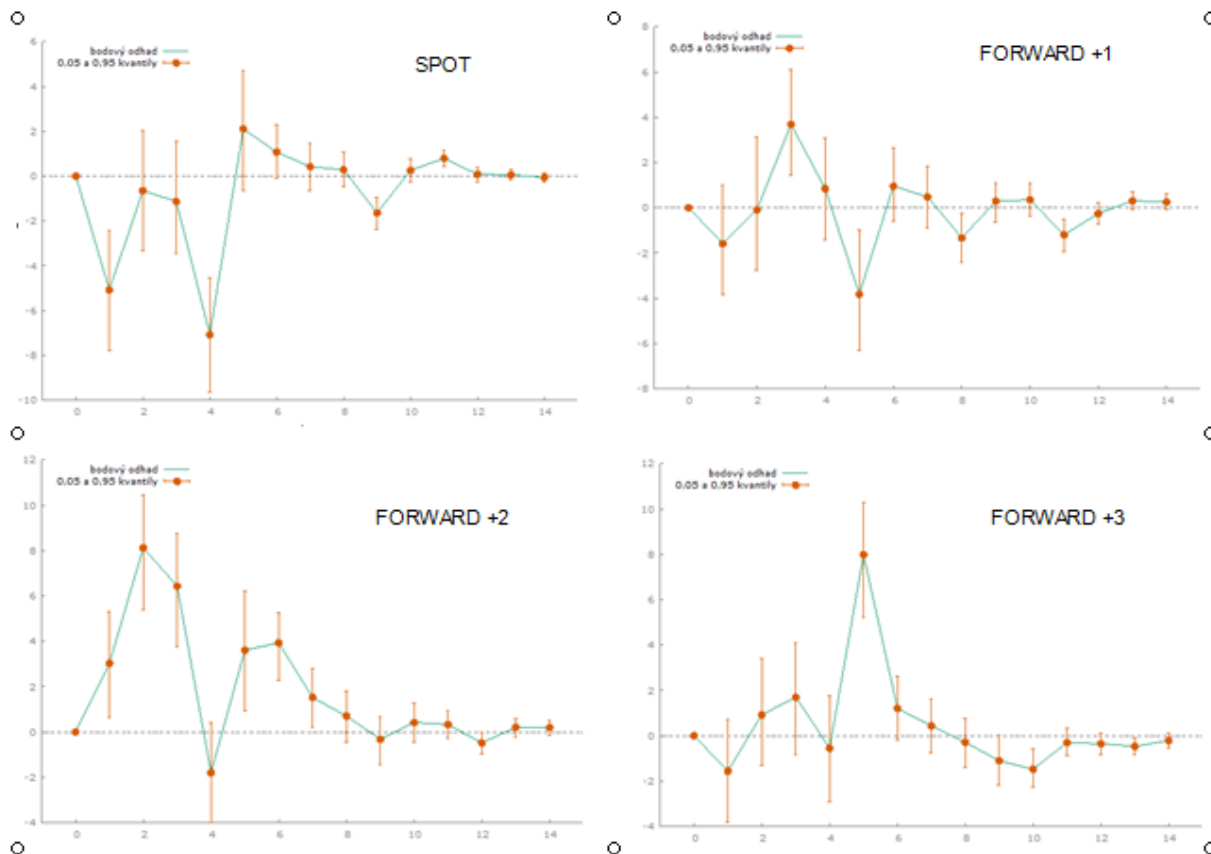
S modelem je pak možné pracovat podobně, jako u modelu ARIMA. Tedy pro grafické znázornění se využije posloupnost kroků **Grafy > Reakce (konkrétní proměnná) > konkrétní proměnná.** Takto je vždy popisován pouze jeden konkrétní model, grafickým spojením dílčích mimo program GRETl pak vznikne následující obrázek Obr. 13.



Obr. 13 Případy porovnání rozdílných dodavatelů u VAR modelů na případech a) Dodavatel 1, b) Dodavatel 2 c) Dodavatel 3 d) Dodavatel 4, e) Dodavatel 5

Na obrázku Obr. 14 je zachycena reakce změny diferencované ceny produktu jednotlivých dodavatelů na šok v ceně SPOT. Bylo využito zpoždění 15 úseků. Optické porovnání jednotlivých průběhů definuje jisté společné rysy. Nástup šoku je poměrně rychlý, ke změnám průběhu dochází již od prvních okamžiků. Převažuje pozitivní směr změny, tedy šok v ceně SPOT vyvolává nárůst v maloobchodní ceně. Zhruba od poloviny zkoumaného období ale již dochází k uklidnění a šok se postupně vytrácí. Zároveň je ale patrné, že rychlost nástupu není u všech uvedených dodavatelů stejná. Na základě porovnání kladných a záporných odchylek lze formulovat, že dodavatelé reagující rychleji na tento šokový stav mají ve své nákupní strategii obsaženo větší zastoupení právě jednotky SPOT. Tento nástroj lze pak využít k hodnocení vlivu změny ostatních cen komodit na maloobchodní cenu.

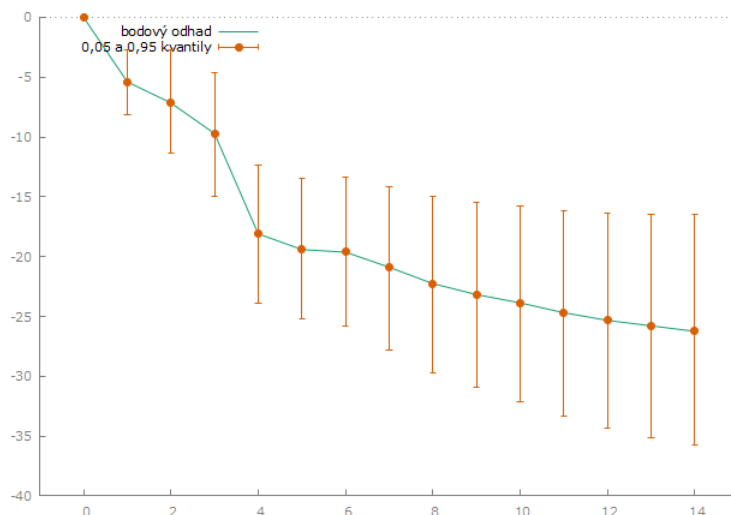
Tento postup je pak vhodné využívat u konkrétního dodavatele ve vztahu ke kompletní nabídce z pohledu velkoobchodních cen. Porovnání vlivu šoku jednotlivých parametrů na výslednou maloobchodní cenu pak umožňuje formulovat pořadí významnosti těchto změn. Stejně jako v předchozím případě, je nutné hodnotit pouze stacionární časové řady. Ty byly vytvořeny pomocí prvních derivací. Pro příklad je zvolen dodavatel Dodavatel 4.



Obr. 14 Odpověď maloobchodní ceny na šok v proměnných SPOT, FORWARD 1-3 – firma ČEZ Prodej a.s.

Výsledkem tohoto porovnání je pak závěr, že změna ceny SPOT a FORWARD +1 má minimální vliv na výslednou cenu. Naproti tomu, komodita FORWARD +2 a FORWARD +3 vyvolávají větší změnu s rozdílnou délkou nástupu. Během zvolené délky období se ale všechny šokové změny postupně vytrácejí.

K využití tohoto postupu je možné definovat, že jde o postup univerzální, využitelný i pro jiné vztahy než zvolené komodity. Je možné definovat libovolnou délku období, stejně tak jako větší počet vstupních parametrů. Při aplikaci je nutno ale dodržet základní předpoklad, stacionarity použitých řad. Pokud řady nejsou stacionární, postup vede k nepřesným výsledkům. Parametrů. Dochází k zvětšování konfidenčního intervalu, model se pak místo uklidňování šokových impulsů přesouvá do větší nestability. Porušení podmínek stacionarity se pak graficky projeví touto situací (zde řešeno jako vztah maloobchodní ceny a šoku v proměnné SPOT).



Obr. 15 Odpověď ceny na šok v proměnné SPOT při nedodržení stacionarity – Dodavatel 4

### A.4.3 Vícefaktorová regrese – metoda nejmenších odchylek

Metoda nejmenších odchylek je jiný přístup než metoda nejmenších čtverců, ačkoliv jsou si obě metody podobné v tom, že se snaží minimalizovat chybu mezi předpovězenými a skutečnými hodnotami. Metoda nejmenších odchylek se zaměřuje na minimalizaci absolutních hodnot odchylek namísto jejich čtverců. Metoda nejmenších odchylek se často používá v případech, kdy jsou data ovlivněna outliersy nebo když je důležité minimalizovat chyby rovnoměrně bez ohledu na jejich velikost. Tato metoda je populární v oblasti robustní statistiky a ekonometrie. Pro výpočet se využije rovnice (20).

$$\sum_{i=1}^n |y_i - f(x_i)| \quad (20)$$

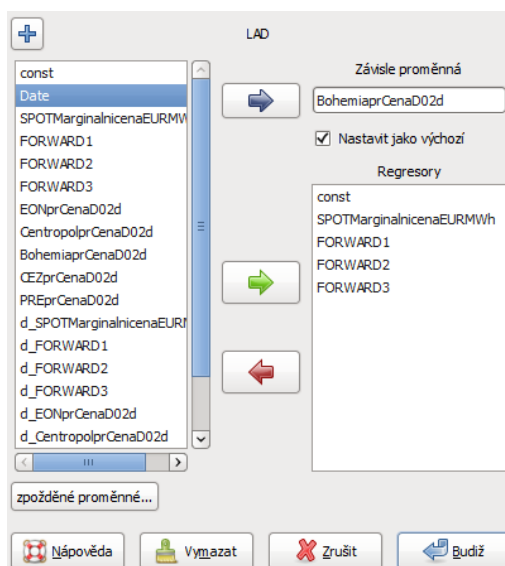
kde

$y_i$  – jsou skutečné hodnoty,  
 $f(x_i)$  – jsou hodnoty předpovězené modelem.

Mezi výhody patří menší citlivost na extrémní hodnoty než u metody nejmenších čtverců, protože velké odchylky nejsou zvyšovány druhou mocninou. Metoda nejmenších odchylek je dobře použitelná i pro autoregresní modely [51].

Standardní způsoby hodnocení jsou postaveny převážně na metodě nejmenších čtverců. Při praktickém testování postupů ale by zjištěno, že metoda nejmenších odchylek přináší spolehlivější výsledky z pohledu porovnávání reálných a vypočtených hodnot.

Tento typ modelu je možné vytvořit v krocích: **Model > Robustní odhad > Least Absolute Deviation**. Ovládání parametrů modelů je podobné jako u předchozí výpočtů, Je tedy možné nastavení vlastních regresních proměnných stejně jako jejich diferencovaných či logaritmovaných verzí, dále je možné definovat i zpoždění jednotlivých proměnných. Vstupní obrazovka vypadá takto:



Obr. 16 Vstupní obrazovka metody nejmenších odchylek

Modely jsou postaveny na stejných proměnných, které se využívali v předchozí části. Jde tedy o ceny komodit SPOT, FORWARD 1 až 3. Vhodnou kombinací těchto komodit Modely nejmenších čtverců jsou postaveny na stejné základní rovnici jako modely využívající metodu minimálních absolutních odchylek. Vstupní numerický vztah pro výpočet pak je:

$$Cena = konst. + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 \dots + \beta_k x_k \quad (21)$$

Transformace do vztahu s konkrétními proměnnými pak vypadá takto:

$$Cena = konst. + \beta_1 \cdot SPOT + \beta_2 \cdot FORWARD_{+1} + \beta_2 \cdot FORWARD_{+2} + \beta_3 \cdot FORWARD_{+3} \quad (22)$$

Tímto postupem byly vypočítány následující hodnoty, které charakterizují regresní funkce jednotlivých dodavatelů. Výsledky jsou pro přehlednost porovnání sumarizovány do tabulky.

Tab. 13 Regresní hodnoty jednotlivých dodavatelů

| hodnoty rovnice | Dodavatel 1 | Dodavatel 2 | Dodavatel 3 | Dodavatel 4 | Dodavatel 5 |
|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| konstanta       | 4055        | 3221        | 3506        | 3253        | 3675        |
| SPOT            | 1,68        | 0,86        | -1,09       | 0,3         | -7,26       |
| FORWARD+1       | -73,45      | -1,22       | -10,43      | 8,56        | 16,68       |
| FORWARD+2       | 84,19       | 6,96        | 11,44       | -5,66       | -0,77       |
| FORWARD+3       | -4,58       | 24,66       | 25,61       | 29,19       | 11,19       |

Porovnání jednotlivých koeficientů umožňuje hodnotu vliv komodit do maloobchodní ceny. Vzhledem k použité metrice jednotek, kde velkoobchodní ceny jsou uvedeny v EUR za MWh, ale výsledné ceny v Kč za kWh je nutno komentář upravit tak, že například hodnota 1,68 u proměnné SPOT bude znamenat, že zvýšení SPOTové ceny o 1E zvedne hodnotu maloobchodní ceny o 1,68 Kč. Uvedené modely podobně jako již definované modely ARIMA nedosahují z pohledu kontrolních kritérií příliš vysoké věrohodnosti. Přesně jde o hodnoty mezi zhruba 33 000 až do hodnoty přes 40 000. Zde ale nutno poznamenat, že podobných hodnot dosahovaly modely Zajíčkové [49]. Autoři jsou si v této části vědomi faktu, že takto koncipovaný typ modelu není dle platných statistických verifikací zcela v pořádku. I z pohledu praktického využití statických postupů ale někdy dochází k situaci, že opodstatnění může mít

i ne zcela správně formulovaný model. Zde lze vycházet z definice Mankiewa, že nesplnění striktních podmínek pro verifikaci modelu ještě neznamená, že je třeba model odmítnout [50].

Funkčnost modelu lze ověřit kontrolním výpočtem proti známým historickým datům. Pro kontrolu byly prostřednictvím generátoru pseudonáhodných čísel v MS Excel vygenerovány 3 kontrolní data, proti kterým bude proveden výpočet. Potom jsou porovnány vypočtené hodnoty a reálné tržní hodnoty, odchylky jsou vyjádřeny v procentech. Průměrná absolutní chyba je z této kontroly 3,66%.

Tab. 14 Numerické rozdíly predikovaných a reálných cen

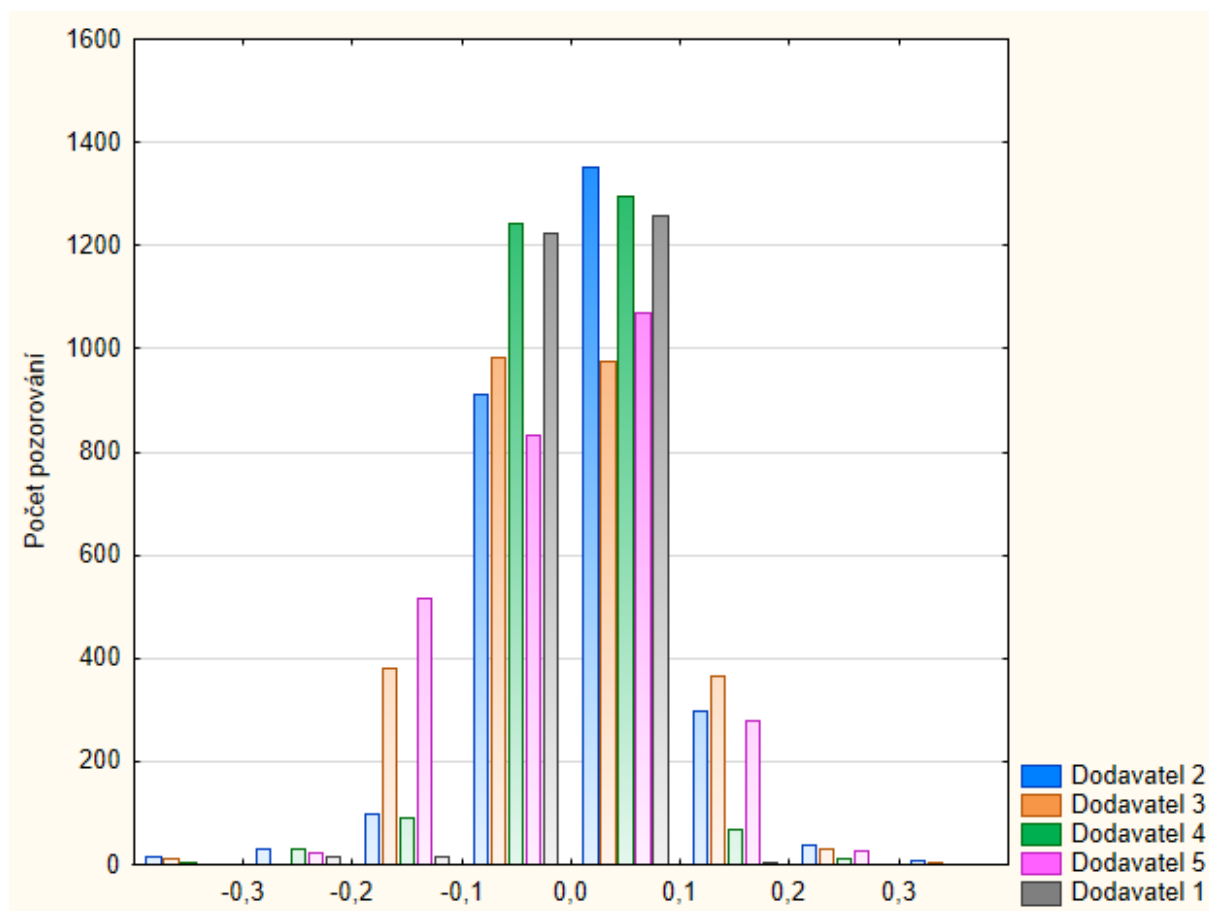
| hodnoty rovnice | Dodavatel |            | Trh        |            |            |
|-----------------|-----------|------------|------------|------------|------------|
|                 | 1         | datum      | 23.10.2012 | 29.03.2013 | 09.10.2017 |
| konstanta       | 4055      |            |            |            |            |
| SPOT            | 1,68      |            | 52,97      | 37,59      | 43,42      |
| FORWARD+1       | -73,45    |            | 46,70      | 40,85      | 35,90      |
| FORWARD+2       | 84,19     |            | 46,90      | 40,55      | 33,25      |
| FORWARD+3       | -4,58     |            | 47,05      | 40,45      | 33,15      |
|                 |           | tržní cena | 4619       | 4619       | 4095       |
|                 |           | vypočtená  |            |            |            |
|                 |           | cena       | 4447       | 4346       | 4139       |
|                 |           | rozdíl     | -4%        | -6%        | 1%         |

Vyhodnocení rozdílů všech predikovaných a reálných hodnot je možné popsat základními statistickými charakteristikami souboru. K vyjádření je nutno poznamenat, že prostý průměr byl v tomto případě volen z následujícího důvodu. Střídání kladných a záporných hodnot v souboru vlastně interpoluje vypočítanou hodnotu do středu souboru, tedy jde o podobný přístup, který je v modelu použit pro nalezení přechodového bodu hodnot při skokové změně ceny. Celkové výsledky jsou pak uvedeny v tabulce Tab. 15.

Tab. 15 Odchylky modelů

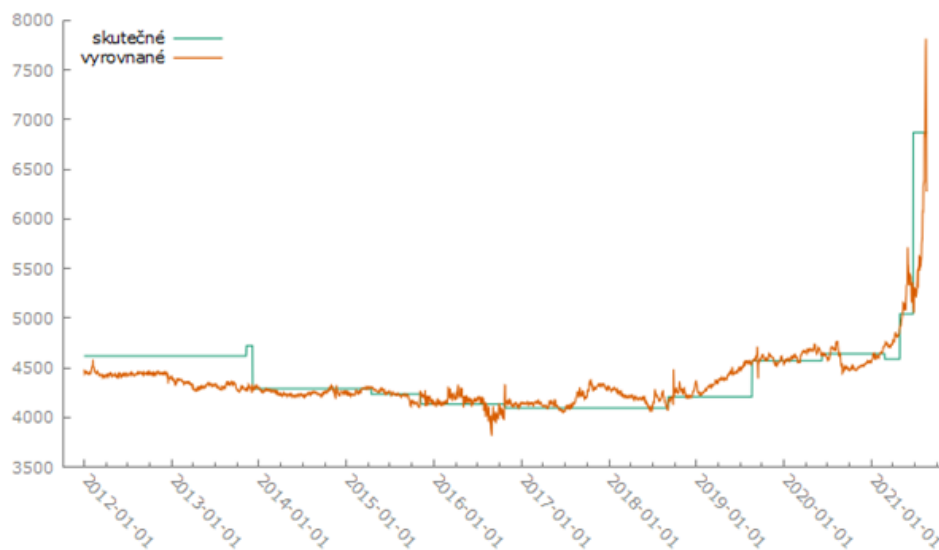
| Dodavatel   | Průměr | Odchylka vypočtené od reálné hodnoty |         |               |               |          |
|-------------|--------|--------------------------------------|---------|---------------|---------------|----------|
|             |        | Minimum                              | Maximum | Dolní kvartil | Horní kvartil | Sm.odch. |
| Dodavatel 1 | -0,5%  | -26,5%                               | 13,8%   | -2,6%         | 1,6%          | 4,0%     |
| Dodavatel 2 | 1,5%   | -32,9%                               | 38,6%   | -1,3%         | 5,5%          | 8,0%     |
| Dodavatel 3 | 0,1%   | -33,6%                               | 41,0%   | -4,1%         | 4,2%          | 8,4%     |
| Dodavatel 4 | -0,8%  | -31,1%                               | 71,3%   | -5,2%         | 2,5%          | 6,8%     |
| Dodavatel 5 | -0,4%  | -26,1%                               | 56,8%   | -7,3%         | 5,9%          | 8,9%     |

Přesnější rozložení výsledků ukazuje histogram všech dat. Zde je jasně patrné, že převážná část odchylek se pohybuje do 15 %.



Obr. 17 Histogram odchylek modelů

Grafické porovnání skutečných a predikovaných hodnot je pak následující:



Obr. 18 Porovnání reálných (skutečných) a vypočtených (vyrovnaných) hodnot

Z obrázku Obr. 18 je zároveň patrné i zásadní omezení tohoto přístupu. Cena dodavatelů se mění skokově, nejde o spojitou funkci. Proto, ať je zvolen libovolný algoritmus výpočtu, vždy bude problém s predikovanými hodnotami v bodech zlomu originálních dat. Existovala by zde možnost postupného vyhlazování reálných dat, tento postup by pak ale v sobě mohl obsahovat nedostatek v potlačení případných významných faktorů.

Uvedený postup je možné rozšiřovat na jakýkoliv větší počet dat. Koeficienty u každé proměnné tak vlastně ukazují, zda je vliv této proměnné kladný či záporný a zároveň i v kvantitativním vyjádření, jak se jejich vliv odlišuje (nízké versus vysoké hodnoty).

#### A.4.4 Vícefaktorová regrese se zpožděním – metoda nejmenších čtverců

Běžným nástrojem po posouzení vlivu vstupních proměnných je metoda nejmenších čtverců. Metoda nejmenších odchylek v předešlé části bylo využito pro tvorbu modelu, který není tolik ovlivněn odlehlými hodnotami. Model byl testován bez zpoždění vstupních proměnných. Tento přístup je ale postaven na zjednodušení reálné situace. Obchody nejsou svázány s jedním konkrétním dnem, dodavatel může nákupy zahájit libovolný den. Zároveň může být finální hodnota ceny dána kombinací zpožděných předchozích hodnot. Bohužel, pro tento případ neexistuje doporučení, jaké dílky zpožděné zvolit. Proto bude model testován se zpožděním pro FORWARD+1 90 dnů, FORWARD +2 180 dnů a FORWARD +3 360 dnů. Tyto hodnoty byly stanoveny expertně, neopírají se o žádný rekurentní výpočet. Celý postup ale bude sloužit k popisu metody, hodnoty zpoždění je pak možné operativně měnit. Provedený test zaznamenat tyto výsledky:

Celkem model počítá se 630 variantami, tato hodnota představuje sumu hodnot zpoždění v modelu, protože  $90 + 180 + 360 = 630$ .

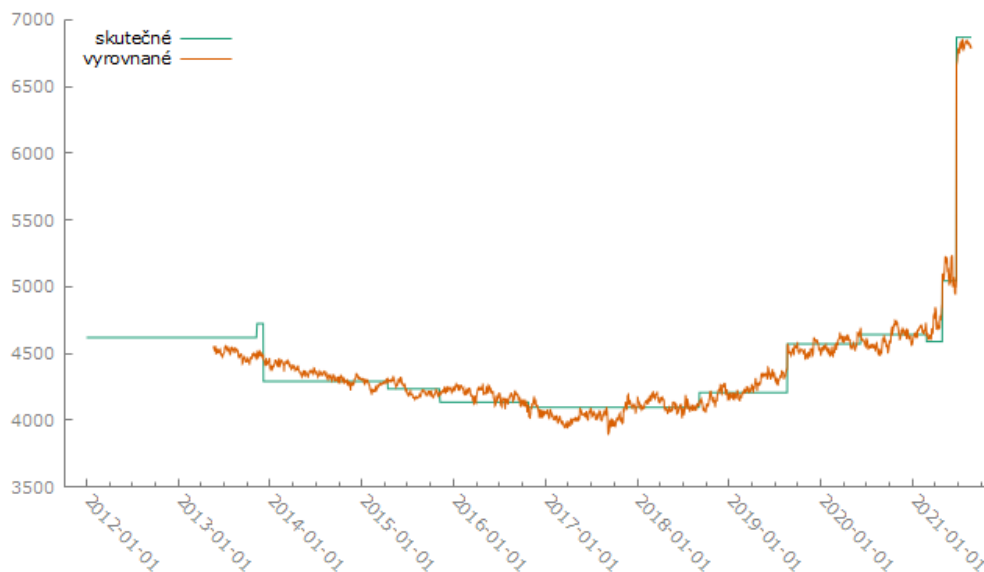
Takto vysoký počet proměnných ale znamená, že některé vstupy jsou zanedbatelné. Sám vysoký počet proměnných v modelu činí jeho využití problematické. Pro potvrzení je zde uveden krátký snímek obrazovky, který dokumentuje velký počet zanedbatelných vstupů.

|                   | koeficient | směr. chyba | t-podíl  | p-hodnota |     |
|-------------------|------------|-------------|----------|-----------|-----|
| const             | 3738,24    | 18,5304     | 201,7    | 0,0000    | *** |
| SPOTMarginalnice~ | 1,54261    | 0,287223    | 5,371    | 9,08e-08  | *** |
| FORWARD1          | -8,15956   | 9,11413     | -0,8953  | 0,3708    |     |
| FORWARD1_1        | -3,61199   | 11,3301     | -0,3188  | 0,7499    |     |
| FORWARD1_2        | -0,723835  | 11,4978     | -0,06295 | 0,9498    |     |
| FORWARD1_3        | 2,09316    | 11,5214     | 0,1817   | 0,8559    |     |

Obr. 19 Část výsledků modelu se zpožděním

Grafické znázornění (Obr. 20) reálných a vypočtených hodnot pak ukazuje, že tento typ předpovědi je přesnější než metoda nejmenších odchylek. Komplikovanost velkého počtu proměnných ale pro praktické využití se tento postup nehodí.





Obr. 20 Grafické znázornění reálných a vypočtených hodnot

#### A.4.5 Doporučení pro získávání dat

Data, ze kterých bylo čerpáno v předchozím textu, byla získána komerčním způsobem, tedy nákupem celého datového balíku od specializované společnosti. S tím je spojeno několik omezení. Prvním z nich je ekonomická náročnost, obecně ale cena odpovídá nákladům, které by jinak příjemce musel využít na samostatnou tvorbu datového souboru. Dalším omezením je to, že nabídky oficiálně uváděné nemusí být na trhu zastoupeny relevantním podílem. Tedy, metodika pak hodnotí data, která ve skutečnosti představují nedůležitý segment trhu. Regulátor trhu zatím bohužel nedisponuje legislativní možností, která by mu umožňovala přesnější datový vzorek chování maloobchodního trhu. Jsou známy pouze parametry nabídek v kontextu ceny, ale bez podrobnějšího vyjádření, jaký podíl zákazníků tento produkt využívá. Rozšíření povinností dodavatelů o informování regulátora v širších oblastech by tuto nevýhodu odstranilo. Nabídky, které využívají jednotky procent zákazníků není třeba do celkového hodnocení zahrnovat.

Toto stanovisko ale naráží na možné zneužití v rámci konkurenčního boje. Tato data představují zřejmou obchodní strategii obchodníků, ze které lze pak určit, na jakou skupinu zákazníků se zaměřují, jakým způsobem se budou měnit ekonomické výsledky firem. Zde ale nutno chápat, že jde o data, dostupná pouze regulátorovi. Podobná data je firma schopna získat i sociologickým průzkumem. Na bankovním trhu je situace obdobná, zde regulátor přímo stanovuje podmínky, za kterých mohou být určité produkty nabízeny. Zde zjišťování informací probíhá formou dotazování vybraných bankovních subjektů. Tento nástroj by byl využitelný i v energetickém sektoru. Porovnání bankovního a energetického trhu nabízí z pohledu historie analogickou situaci. Na obou trzích proběhla deregulace, na bankovním trhu dříve. Bankovní trh si prošel krizí od roku 2008, poté následovala silnější dohled regulačních orgánů a stanovování pevnějších podmínek fungování. To dnes vytvořilo běžné prostředí fungování bankovního sektoru a zvýšený dohled je dnes brán jako standard, Podobný vývoj by mohl nastat i v energetickém sektoru.

## A.5 Závěr

Zaměření metodiky lze rozdělit do několika hlavních částí. První z nich je definování konkrétních skupin faktorů, které ovlivňují vzájemné vztahy maloobchodních a velkoobchodních cen. Tyto postupy přináší soubor ucelených numerických postupů, které naleznou uplatnění i při změně vstupních podmínek či dat. Druhou nezbytnou částí je pak definování, za jakých podmínek lze maloobchodní ceny definovat, jaká je jejich přesná struktura a dále to, zda lze různou oblast maloobchodních cen nějakým způsobem agregovat, tak, aby byla univerzálněji použitelná. Třetí část představuje vzájemnou syntézu předchozích postupů. Jde o formulaci obecnějších trendů, ovlivňující maloobchodní trh z pohledu možných změn a v návaznosti na to i hodnocení síly vlivu dopadů procházejících z velkoobchodního trhu na trh maloobchodní.

Efektivnost libovolného postupu, ať již zaměřeného na energetický trh či jinou aplikaci lze validovat kombinací třech hodnotících okruhů. Jde o ekonomické přínosy, praktické přínosy při vlastní realizaci a dále i o inovativnost postupů. Tyto tři oblasti lze z pohledu předkládané metodiky popsat takto.

### A.5.1 Ekonomické aspekty

Vlastní ekonomický dopad na příjemce metodiky nelze bohužel přesně vyčíslit. A to z několika důvodů. Prvním z nich je to, že metodika slouží jako podpůrný rozhodovací nástroj, není součástí samostatného ekonomického hodnocení, které by umožňovala definovat zisk. Zisk generují dodavatelé, na bázi vlastních obchodních strategií, které mohou být více či méně úspěšné. Pro své rozhodování jistě mohou používat některý z popsaných přístupů, vždy ale půjde o nějakou kombinaci nástrojů. Pro přesnější popis a fungování těchto nástrojů ale není k dispozici dostatek informací. Jestliže firmy jsou primárně motivováni ziskem, odběratelé, v ekonomické terminologii spotřebitelé se pak snaží i maximalizaci svého užitku. Ani ten ale nelze ze zjištěných dat podrobně kvantifikovat. Pokud by měl být alespoň kvalitativně hodnocen ekonomický přínos, lze využít následující zdůvodnění. Metodika přináší definování faktorů, které mohou znamenat růst maloobchodních cen. Vzhledem k pojetí energie jako nezbytného statku s problematickou substitucí, zvýšení výdajů spotřebitelů na tomto trhu povede ke snížení jejich disponibilního důchodu, tedy omezení spotřeby statků zbytných a tím i ke zmenšení ekonomického objemu nákupního koše. To má dopad na pokles agregátní poptávky, a tedy i na makroekonomickou rovnováhu. Vedle zákazníků tato situace ohrožuje i dodavatele, kde může docházet (docházelo) k jejich odchodu z trhu, což představuje další negativní dopad na jeho fungování. V přeneseném dopadu tak může metodika odhalovat skryté problémy obchodníků na trzích s energetickými komoditami, tyto problémy pak budou generovány i v zákaznickém segmentu.

### A.5.2 Popis uplatnění metodiky

Výstupy metodiky jsou vhodné pro regulační orgány státní správy, která je i hlavním příjemcem v podobě Energetického regulačního úřadu. Vlastní tvorba metodiky probíhala za aktivní diskuse s tímto příjemcem, tedy vstupní parametry fungování trhu uvedené postupy obsahují. Zde autoři také předpokládají hlavní část praktického využití. To je možné nejen v oblasti predikce vývoje maloobchodních cen, ale i v hodnocení stability maloobchodního trhu jako celku. Konkrétně jde o možné indikátory vstupu nových subjektů na trhu a potažmo i indikátory možného odchodu firem. Postupy založené na simulacích Monte Carlo pak představují praktický rámec, jakým způsobem by bylo možné zkoumat možné vývoje dopady negativních scénářů vývoje trhu. Veškeré numerické vztahy zde uvedené je možno využít jako simulační nástroje pro hodnocení možných očekávaných změn na trhu. Mezi další možné uživatele patří Ministerstvo průmyslu a obchodu, případně Ministerstvo životního prostředí, které může závěry aplikovat v rámci lepší alokace prostředků při rozhodování o investičních podporách dotačních titulů jak pro průmyslový, tak i pro soukromý sektor.

### **A.5.3 Novost předložené metodiky**

Metodika předkládá nový způsob v pohledu na vztahy mezi velkoobchodními a maloobchodními cenami energií. Jak dokumentovala literární rešerše, podobný problém v této formě nebyl zatím řešen ani v prostředí České republiky, ani v jiných zemích. Stávající studie se omezovaly na izolovaný pohled velkoobchodního trhu jako celku, jiné přístupy řešili pouze dílčí chování spotřebitelů ale bez interakce mezi velkoobchodním a maloobchodním trhem. Důvodem může být obtížná identifikace globálních vstupních dat nabídek maloobchodního trhu. Dalším důvodem může být i to, že až rapidní nárůst cen elektrické energie v předchozích letech poznamenal chování trhu takovým způsobem, že se problém zkoumaný v metodice ukázal jako závažným. Praktické využití na straně regulátora trhu pak bude znamenat i možné rozšíření postupů, lze předpokládat širší interakci z pohledu zveřejňovaných údajů mezi regulátorem a dodavateli. Toto bude představovat další novou skutečnost.

Vedle uvedených matematicko-statistických postupů a ekonometrických modelů lze v metodice pracovat i s daty přímo z energetických burz, což umožňuje její další vývoj. Postupy zde uvedené rozšiřují poznání o chování energetických trhů v návaznosti na možné využití i ekonomických ukazatelů firem, dostupných ve veřejných rejstřících. Text tak obsahuje i možná doporučení, která by byla vhodná implementovat do legislativního procesu z důvodu vyšší schopnosti regulátora hodnotit a ovlivňovat stabilitu energetického trhu jako celku, což je jeho hlavním úkolem.

## B Teoretické podklady

### B.1 Reálné způsoby měření síly konkurence

#### B.1.1 Způsoby měření konkurenční pozice firem v odvětví

Od 90. let se prosazují tržní reformy jako způsob, jak zlepšit výkonnost energetického sektoru. Po prvních zkušenostech v USA a Velké Británii se ujednotil obecný postup, doporučovaný i Světovou bankou. Tato doporučení, které zahrnovala čtyři různá opatření:

- Vytvoření nezávislých regulačních orgánů, které by vedly aktéry trhu k odpovědnosti za finanční a provozní výkon;
- oddělení vertikálně integrovaných státních subjektů do samostatných výrobních, přenosových a distribučních subjektů;
- zvýšení účasti soukromého sektoru a investic;
- posílení konkurence.

Myšlenkou reforem bylo to, že se elektřina stane komoditou, kde na fungování trhu budou mít vliv tržní síly a vzájemné vztahy v konkurenčním prostředí [4]. Toto pojetí vychází ze standardního přístupu a využití známých teoretických východisek pro vznik a fungování konkurenčního prostředí.

#### B.1.2 Teoretický rámec fungování dodavatelů elektrické energie

Odborná literatura nabízí pro tento trh dva zásadní přístupy, které ale představují pouze systematické vymezení polohy skutečného trhu. Dokonalá konkurence i monopol jsou teoretické krajnosti. Mezi nimi leží reálná situace většiny velkých výrobců, jejichž chování odpovídá monopolům a také subjektům pohybujícím se v konkurenčním prostředí. Teoretické extrémní představy jsou užitečné zejména při pronikání k podstatě věcí a při odvozování obecných tendencí, ale jen zřídka, pokud vůbec kdy, jsou pozorovatelné v praxi. Reálné ekonomické prostředí, které se pohybuje mezi těmito dvěma extrémy se označuje v ekonomické literatuře jako prostředí **monopolistické konkurence** – z názvu je patrné, že v sobě zahrnuje jak část představ o fungování monopolu, tak i část vzájemné konkurence firem. Takovou strukturu odvětví vymezují dvě zdánlivě velmi jednoduché podmínky:

Existence velkého počtu firem, z nichž každá vyrábí produkt, který je blízkým, nikoli však dokonalým substitutem produktů ostatních firem.

Volný vstup firem do odvětví a volný výstup z odvětví. Dodatečnou podmínkou občas bývá ne úplně dokonalá informovanost, s níž se v monopolistické konkurenci občas sekáváme, není to však podmínka nezbytná [5].

Tyto podmínky definují tzv. monopolistickou konkurenci.

#### B.1.3 Monopolistická konkurence

V prostředí monopolisticky konkurenční firmy nastává dlouhodobá rovnováha, když firmy nemají motivaci vstupovat ani opouštět průmysl. Tato rovnováha vyžaduje, aby firmy v odvětví nevydělávaly dlouhodobě kladné zisky, protože firmy mimo odvětví by mohly přijmout jejich technologii a vstoupit, což by mohlo vést k negativním dlouhodobým ziskům všech firem. Podmínky charakterizující dlouhodobou rovnováhu zahrnují „vyčištění“ trhu (tedy soulad mezi nabídkou a poptávkou na daném trhu, neboli rovnováhu mezi nabídkou a poptávkou) a zajištění toho, aby žádná firma neměla motivaci vstoupit do odvětví nebo jej opustit. V kontextu nedokonalé konkurence, jako je monopolistická konkurence, firmy opustí odvětví, pokud jsou jejich zisky dlouhodobě záporné, protože kladné dlouhodobé zisky kterékoli jednotlivé firmy by

mohly vést ke vstupu mnoha firem vyrábějících blízké substituty. Dlouhodobá rovnováha v monopolistické konkurenci vyžaduje, aby suma dosažených zisků pro všechny firmy byla nulová, zisky jednotlivých firem pak mohou být buď kladné nebo záporné, případně nulové. Tato podmínka tak stanovuje, že firmy budou v případě ztráty odvětví opouštět, v případě zisku budou firmy do odvětví vstupovat, nulové zisky tak eliminují důvody vstupu či výstupu z odvětví. Zde ale nutno upozornit na zásadní rozdíl mezi pojetím účetních (explicitních) zisků a ekonomických zisků (implicitních). Všechny modely ekonomických prostředí vycházejí z konceptu zisku ekonomického, tedy při započtení nákladů obětované příležitosti. Náklady na vlastní kapitál, respektive jeho požadovanou výnosnost, jsou tak součástí právě nákladů obětované příležitosti. Grafické a numerické vyjádření standardně vychází z podmínky související s mezními příjmy a mezními náklady konkrétních firem, pro praktickou aplikaci se ale tento koncept příliš nehodí, protože je postaven pouze na podmínce jediného produktu s definovanou cenou a hodnotou celkových nákladů. Pro situace firmy disponujícím různorodým portfoliem produktů s různou cenou i produkčními náklady nelze dobře využít. Proto bude další popis abstrahovat od přístupu plynoucího z mezních příjmů a mezních nákladů.

V dlouhodobé rovnováze si firmy v odvětví mohou svobodně zvolit optimální úroveň vstupů a mohou dokonce vstoupit nebo vystoupit z odvětví na základě zisků nebo ztrát. V takovém scénáři musí být dlouhodobé zisky nezáporné, aby zabránily firmám opustit odvětví, ale nemohou být ani pozitivní, aby zabránily vstupu nových firem. Dlouhodobá rovnováha na monopolisticky konkurenčních trzích vyžaduje, aby se tržní poptávka rovnala tržnímu výstupu a aby firmy měly nulové zisky, aby odrazovaly od vstupu nebo výstupu. To vede ke stanovení jak dlouhodobé rovnovážné ceny, tak počtu firem působících v odvětví. Dlouhodobá rovnovážná cena je stanovena společně s počtem firem přítomných v odvětví, aby bylo dosaženo podmínek rovnováhy trhu a nulového zisku.

Jak definuje předchozí text, prostředí monopolistické konkurence má poměrně snadný vstup a výstup z odvětví. Z dalších podmínek je možné se zaměřit na samotný produkt. Monopolistická hospodářská soutěž je charakterizována kupujícími a prodávajícími diferencovaného zboží nebo služby s relativně snadným vstupem a výstupem z odvětví. Charakteristiky monopolně konkurenčního odvětví zahrnují velký počet prodejců jednajících nezávisle a diferencované produkty. Aby monopolisticky konkurenční firma zůstala v odvětví dlouhodobě, musí vyrábět na takové úrovni výstupu, kde se mezní příjem rovná mezním nákladům a maximalizuje zisky. Ačkoli monopolisticky konkurenční firmy nevyrábějí za minimální jednotkové náklady jako v dokonalé konkurenci, stále mohou z dlouhodobého hlediska získat normální míru návratnosti díky relativně snadnému vstupu do odvětví a odchodu z něj, což podporuje inovace a vývoj produktů.

V dlouhodobém horizontu monopolistické konkurence získávají firmy pouze „normální“ míru návratnosti, která odpovídá právě nákladům obětované příležitosti. Tedy, pokud by vlastník rozhodoval o změně odvětví, bude v něm dosahovat podobné výnosnosti, nejde tedy o aktivní impuls pro odchod z odvětví. Porovnání s konkurencí dokonalou tedy ukazuje, že i zde dochází k jisté neefektivitě z pohledu nižšího výstupu a vyšší ceny. V porovnání s jinými formami nedokonalé konkurence jde ale o prostředí, které se nejvíce přibližuje ideálnímu prostředí konkurence dokonalé. Jedním ze základních ukazatelů funkčnosti monopolistické konkurence je i pohled na úroveň reklamních výdajů jednotlivých firem. Úspěšná reklama v monopolně konkurenčních firmách však může vést ke zvýšení jednotkových prodejů a cen, což v konečném důsledku zvýší zisky a těmi uhradí počáteční výdaje na reklamu. Cílem diferenciací produktů v monopolistické konkurenci je segmentace trhu, která firmám umožňuje vyčlenit si vlastní mezeru na trhu a uplatnit určitou tržní sílu prostřednictvím identifikace značky a věrnosti zákazníků. Při určování optimální úrovně výdajů na reklamu v monopolisticky konkurenčních odvětvích by firmy měly usilovat o maximalizaci zisků výrobou na úrovni výstupu, kde se mezní výrobní náklady rovnají mezním příjmům, včetně přírůstkových výdajů

na reklamu. Rozdíly v produktech, ať už skutečné nebo domnělé, hrají významnou roli v monopolistické konkurenci a firmy investují do reklamy, aby tyto rozdíly posílily, přilákaly nové kupce, vytvořily povědomí o značce a upevnily loajalitu zákazníků, což jim umožňuje účtovat vyšší ceny a uplatnit se na trhu.

Reklama je klíčovým prvkem monopolistické hospodářské soutěže, protože posiluje loajalitu zákazníků a má potenciál zvýšit zisky firem. Úspěšná reklama může vést k posunům v křivkách poptávky a nákladů, což vede ke zvýšení jednotkových prodejů, cen a v konečném důsledku k vyšším ziskům firmy. Nalezení optimální úrovně výdajů na reklamu je zásadní pro maximalizaci zisku na monopolisticky konkurenčním trhu. Aby byla monopolní konkurenční firma v krátkodobé rovnováze, zisk musí být větší než nula. Schopnost firmy upravit prodejní cenu v určitých mezích v důsledku klesající poptávkové křivky ji odlišuje od dokonale konkurenčních firem. Na monopolisticky konkurenčním trhu firmy maximalizují krátkodobý zisk výrobou na úrovni, kde se mezní náklady rovnají meznímu příjmu. Úspěšná reklama může vést k posunům křivek poptávky a potenciálně zvýšit zisky monopolně konkurenčních firem. Celkově lze říci, že optimální úroveň reklamních výdajů, tržní síla a schopnost upravovat ceny v mezích jsou zásadní faktory ovlivňující ziskovost a rovnováhu firem v monopolisticky konkurenčních odvětvích.

Působení reklamy u dodavatelů elektrické energie je ale nutno posuzovat ještě z pohledu jiného aspektu. Výše uvedená definice by platila pro trh, který vznikl jako monopolistická konkurence, nebyl tedy postaven na přechodu od monopolního trhu formou liberalizace. Nově vstupující firmy aktivně využívají reklamy, stejně tak to ale dělají inkumbetní firmy na tomto trhu. Konečný dopad na zákazníka z pohledu účinnosti reklamních kampaní nelze bez podrobnějších sociologických průzkumů posoudit. Lze pouze přepokládat, že ti zákazníci, kteří z jakýchkoliv důvodů neusilují o změnu dodavatele, jsou k jakýmkoliv reklamním podmínkám pasivní. Konkurenční boj tak je o zákazníky, kteří z libovolných důvodů opouštějí inkumbetní dodavatele, účinná reklamní kampaň ale může znamenat pouze přesun zákazníků mezi inkumbetními dodavateli. Zde nutno poznamenat, že jistě existuje velká skupina zákazníků, které liberalizace trhu nijak neoslovila a ani do budoucna oslovovat nebude. Informací o změně struktury trhu mají dost, ale o tyto informace nijak nestojí. Podílu zákazníků v jednotlivých segmentech bude věnovaná samostatná část této metodiky. Tato část věnovaná problematice marketingové komunikace pouze dokumentuje fakt, že transformace tržního prostředí dodavatelů energií popisuje obecně známe předpoklady přesunu tržní struktury k efektivnější, v tomto případě monopolistické konkurenci. Numericky přesnější nástroje po podpoření tohoto faktu zde bohužel nelze využít. Jsou postaveny na znalosti velikosti spotřebitelských přebytků a jak již bylo uvedeno, pro tuto část nejsou k dispozici odpovídající datové základny.

Pokud nedojde ke změnám v poptávce nebo nákladech je pravděpodobné, že někteří producenti mohou z dlouhodobého hlediska odejít z odvětví, pokud nejsou schopni dostatečně odlišit svůj produkt, aby si udrželi podíl na trhu a zisky. Tato formulace ale platí pouze pro nově příchozí dodavatele, pozice inkumbetních dodavatelů zůstává nezměněna. Úroveň diferenciací a schopnost vytvářet věrnost značce prostřednictvím reklamy a vnímané rozdíly v produktech ovlivní počet firem, které zůstanou v tomto odvětví. Firmy v monopolní konkurenci se snaží přilákat nové kupce a upevnit loajalitu zákazníků prostřednictvím působením reklamy na segmentaci trhu a diferenciací produktů, což nakonec vede k vyšším cenám v každém segmentu trhu. Budování loajality zákazníků v sobě nese i možnost aktivního využívání způsobů cenové diskriminace, (množstevní slevy, personalizované nabídky, slevy za opakované prodloužování smluv, cenové zvýhodňování delších či kratších časových kontraktů atd.) protože i to je nástroj pro diferenciaci produktu.

#### **B.1.4 Oligopol**

Oligopol je tržní struktura, která se od dosud charakterizovaných struktur liší zejména malým počtem firem a poměrně vysokým stupněm vzájemné závislosti jejich rozhodování. Při rozhodování o ceně svých služeb musí každý z nich brát v úvahu chování svého konkurenta.

Chování firmy v prostředí monopolistické konkurence je rozhodnutím individuálním, činěnými naprosto nezávisle od jiných aktérů. V rámci monopolistické konkurence lze předpokládat tak velký počet firem na daném trhu, že rozhodnutí jedné z nich o jejím výstupu a ceně neovlivňuje volbu optimálního výstupu a velikosti ceny ostatních firem. V těchto tržních strukturách tedy existuje značná rozhodovací nezávislost firem, čím se odlišuje od prostředí oligopolu.

Oligopolní tržní struktura předpokládá činnost pouze několika firem v odvětví, představuje produkce každé z nich pravděpodobně značný tržní podíl a rozhodování firem je závislé: každá z nich musí zvažovat vliv svých rozhodnutí na chování ostatních v odvětví, resp. předvídat jejich reakci na svá vlastní rozhodnutí.

Právě tato vzájemná závislost komplikuje analýzu oligopolu: firmy navzájem reagují nejen na změnu ceny, ale i na změnu výstupu, kvality produktu, reklamy apod. každé z nich. Z uvedených důvodů existuje řada modelů oligopolu lišících se navzájem zejména předpoklady o chování konkurenčních firem. Tyto různé modely oligopolu se však shodují v následujících třech předpokladech:

**Relativně malý počet výrobců v odvětví.** Některé modely analyzují případ pouze dvou firem na daném trhu (tzv. duopol), jiné blíže neudaný počet stejně silných firem, další předpokládají jednu z firem v dominantním postavení.

**Charakter vyráběného produktu může být jak homogenní, tak diferencovaný.** V případě homogenního produktu jde o tzv. čistý neboli homogenní oligopol. S homogenním oligopolem se lze poměrně často setkat v primárních odvětvích. U tohoto typu oligopolu je zvláště silná vzájemná závislost firem, protože např. i sebemenší změna ceny jednou z nich ovlivní výrazně ostatní firmy. Pokud firmy v oligopolu vyrábějí diferencovaný produkt, lze definovat tzv. diferencovaný oligopol. Rozdíly mezi výrobky jednotlivých firem v oligopolním odvětví nejsou zpravidla podstatné, tzn. že jde o blízké substituty. Oligopolní odvětví ale ve větší míře nevyužívá reklamy jako nástroje, na zvětšování tržního podílu. Respektive, tento vliv není tak velký, jako v podmínkách konkurence monopolistické.

**Mohou existovat bariéry vstupu do odvětví,** např. v podobě úspor z rozsahu, nákladů na diferenciaci produktu, právních restrikcí apod. Představují-li bariéru vstupu do odvětví úspory z rozsahu, potom každá firma usilující o vstup do odvětví by měla dosahovat při své výrobě stejně nízkých průměrných nákladů jako již existující firmy v odvětví.

Někdy mohou firmy v oligopolu použít jako bariéru vstupu ostatních konkurentů tzv. limitní cenu (Limit Price). Limitní cena je stanovena na nižší úrovni než cena, při které by oligopolní firmy maximalizovaly zisk, kdyby nebyly ohrožovány vstupem firem z jiných odvětví. Předpokladem uplatnění limitních cen je společný postup oligopolních firem [6].

Vzájemná závislost firem při rozhodování o cenách může vést k tajně dohodnutému chování, kdy firmy koordinují svá rozhodnutí o výstupu a stanovení cen, aby maximalizovaly výstup odvětví, potenciálně prostřednictvím tajných dohod nebo praktik cenového vedení. Charakteristiky duopolu a oligopolu navíc zdůrazňují strategickou vzájemnou závislost mezi firmami, kde akce jedné firmy mohou vyvolat reakce ostatních, což zdůrazňuje podstatu analýzy těchto tržních struktur z hlediska strategického chování a vzájemné závislosti. Celkově je pochopení důsledků vstupních bariér, dynamiky průmyslu a strategického rozhodování zásadní pro stanovení dlouhodobé udržitelnosti firem v oligopolním tržním prostředí.

### **B.1.5 Shrnutí teoretických východisek**

Odvětví dodavatelů elektrické energie koncovým zákazníkům má podle předchozích definic následující parametry:

a) Existuje velké množství firem

Vývoj počtu firem má v čase rostoucí tendenci. Dodavatelů jsou v současné době desítky, lze tedy potvrdit předpoklad velkého množství firem. Jistým problémem je ale tržní podíl jednotlivých dodavatelů, této problematice ale bude věnován prostor v dalším textu. Firmy nabízejí pouze částečně diferencovaný produkt, kde parametr diferenciací je obtížně uchopitelný, protože je individuální pro konkrétního zákazníka. Jako fakticky ověřitelné formy brát jednak doba smlouvy, jednak i další parametry produktu, jako je existence podpory, synergické efekty pojištění, obchodní jméno a původ firmy, komfort obsluhy produktu a využívání novějších technologií (vlastní aplikace dodavatele, help linky atd.) případně samu formu marketingové komunikace. Pro přesnější definici těchto faktorů by bylo nezbytné vlastní provedení sociologického průzkumu mezi zákazníky. Lze pouze předpokládat, že využívání mobilních aplikací, a tedy i jejich existence bude vyžadováno spíše mladšími zákazníky, funkčnost help linek či existence širší sítě poboček bude naopak požadavkem generace starších zákazníků. Většina dodavatelů se snaží tyto aspekty pokrývat v o nejširším rozsahu.

b) Firmy soutěží převážně necenově, v plné míře využívají marketingové komunikace pro budování diferenciací svých produktů

Barriery vstupu do odvětví jsou poměrně nízké, vstup i výstup je tedy možný.

Současná literatura předpokládá, že trh dodavatelů se blíží podmínkám částečně diferencovaného produktu. Modely chování aktérů trhu z této podmínky vycházejí. Jde o konkurenci v diferencovaných produktech [7]. Bez diferenciací by celá poptávka na trhu byla přidělena dodavateli nabízejícímu nejnižší cenu, pokud by nečelil kapacitnímu omezení. Chování zákazníků lze pro formalizaci definovat prostřednictvím konceptu transakčních nákladů. Pokud náklady na změnu dodavatele jsou vyšší než úspora vzniklá změnou dodavatele, ke změně dodavatele nedochází. Zde nutno poznamenat, že z pohledu homogenního zákazníka nelze tyto transakční náklady přesněji definovat. Známé studie vycházející z tohoto konceptu ukazují, že racionalita změny dodavatele či spotřeby v normálním cenovém pásmu či ve špičce nemůže vycházet z homogenity zákazníků, protože reálná informační struktura zákazníků je exogenní, tedy jednoznačný model chování zákaznické struktury neexistuje, respektive jeho tvorba by byla velice nákladná a komplikovaná. Dále nelze tento model stavět bez znalosti podrobných preferencí zákazníků, tedy odpovídajících sociologických průzkumů. Lze ale předpokládat, že částečnou kvantifikaci transakčních nákladů jednotlivých zákazníků dodavatelé provádějí, je ale součástí jejich vnitrofiremních informací a nelze je tedy pro obecnou tvorbu metodiky použít.

### **B.1.5.1 Faktory ovlivňující změnu dodavatele**

Ačkoliv metodika díky svému zaměření nemohla být přesně orientována na podrobnější sociologická šetření ohledně chování zákazníků, lze zde upozornit na nejnovější studii zveřejněnou v září 2024. Z ní lze definovat přesnější metriky pro popis problematiky změny dodavatele na energetickém trhu [54].

#### **B.1.5.1.1 Komplikovanost energetického trhu**

Složitost maloobchodního trhu s elektřinou, respektive vnímání složitosti z pohledu zákazníků, je považována za významnou překážku. Důsledkem je nedostatek podmětů pro změnu dodavatele, i když z pohledu zákazníka by tento přechod znamenal potenciál pro úspory. Spotřebitelé mají často omezený přístup k informacím o trhu. Dobře informovaní spotřebitelé s větší pravděpodobností změní dodavatele energie.

Některé studie navíc ukázaly, že nižší úroveň vzdělání je spojena s nižší mírou změny a že starší zákazníci mají tendenci měnit méně. Příjem a vzdělání jsou možným vysvětlením setrvačnosti spotřebitelů, což znamená, že méně vzdělaní spotřebitelé jsou méně schopni se účinně zapojit do složitého trhu, což zvyšuje náklady spotřebitele na změnu dodavatele. V



šetřeních na australském energetickém trhu se ukázalo, že spotřebitelé v lokalitách s nižšími příjmy, nižším vzděláním a starší lidé měli vyšší náklady na změnu dodavatele. Podobné zjištění se ukázalo i na nizozemském trhu, lidé s nízkými příjmy a méně vzdělaní mohou být méně využívati výhod plynoucích z konkurence na trhu s elektřinou tolik jako jiné skupiny. Ve Velké Británii se došlo k podobným závěrům.

Odběratelé s nižším ekonomickým příjmem, přestože mohou na liberalizovaném trhu získat více výhod (poměr výdajů za elektrickou energii k celkovým výdajům), tyto výhody nijak nevyužijí. Výsledky ukazují, že nezaměstnanost, nižší vzdělání a nižší příjem jsou spojeny s nižší mírou změny dodavatele. Tyto okolnosti mohou být spojeny s konceptem energetické chudoby, což je komplexní problém, kdy je přístup k čistým, cenově dostupným a moderním energetickým službám omezený kvůli nízkému příjmu domácnosti, vysokým nákladům na energii a neefektivním domácím spotřebičům

Proces výběru dodavatele vyžaduje, aby spotřebitelé porozuměli a porovnali široké spektrum souboru podmínek souvisejících s dodávkou a nákupem elektřiny. Neochota zákazníků k porozumění je hlavní překážkou přechodu k jinému dodavateli a porovnávání nabídek a výběr nejlepší možnosti může vyžadovat širší znalosti a často i numerické a ekonomické dovednosti, které nejsou v populaci rovnoměrně rozloženy. Složitost trhu proto souvisí se schopností spotřebitele přijímat velké množství informací a zacházet s nimi. Opatření by tedy měla zajistit potlačení těchto negativních dopadů.

#### B.1.5.1.2 Spotřebitelská rigidita

Další zásadní bariérou pro změnu dodavatele je strnulost zákazníka, tedy neochota měnit dodavatele. Je tím významnějším faktorem, jestliže jsou zároveň zastoupeny nedostatky z předchozí části, tedy např. nižší příjem zákazníků. Zákaznické náklady spojené s vyhledáváním informací a změnou dodavatele přispívají k mnoha neaktivním spotřebitelům. Tato přítomnost pasivních nebo neaktivních spotřebitelů (tj. těch, kteří nezmění dodavatele nebo smlouvu o energii) může být významnější v sektoru elektřiny, zejména na trzích, které prošly přechodem z plně regulovaného prostředí, kde mnoho zákazníků nikdy nemělo příležitost učinit vědomé rozhodnutí o smlouvě.

Studie ukázaly, že spotřebitelé vykazují různé úrovně vyhledávání vhodné nabídky a změna je pak ovlivněna úrovní znalostí o fungování trhu a případných výhod. Aktivní účast na trhu a vyhodnocování různých konkurenčních nabídek vyžaduje čas a úsilí, a toto vyhledávání informací pro porovnání konkurenčních nabídek se v ekonomické teorii označuje jako „náklady na vyhledávání“ nebo „transakční náklady“. Kromě toho existují „náklady na přechod“, ke kterým dochází, když zákazníci přejdou na konkurenční nabídky. To zahrnuje přímé náklady, jako jsou náklady při změně dodavatele, náklady na úpravy platebních podmínek případně další poplatky. Ač toto zmiňované studie neuvádějí, dle názoru autorů metodiky jsou ale tyto náklady dnes zcela zanedbatelné. Náklady na změnu mají také nepřímé náklady, včetně procedurálních nákladů na změnu, což je čas a úsilí potřebné ke změně, tyto náklady nelze vždy přesně zahrnout do transakčních nákladů.

Na Novém Zélandu čelili spotřebitelé v domácnostech nárůstu cen elektřiny v letech 1985 až 2010. Navzdory vstupu nových dodavatelů a velkým cenovým rozdílům většina spotřebitelů dodavatele nezměnila, což naznačuje, že chování při změně dodavatele ovlivňují jiné faktory než cena. Státní kontrola v roce 2009 zjistila, že míra změny dodavatele ze strany zákazníků není dostatečná pro podporu hospodářské soutěže na trhu s elektřinou a že výhody maloobchodní konkurence nebyly dosaženy, zejména pro zákazníky z řad domácností. Výzkum ve Velké Británii navíc ukázal, že vnímané náklady na vyhledávání informací, nízké ekonomické přínosy změny dodavatele a loajalita vůči stávajícímu dodavateli mohou spotřebitelům bránit v přechodu k levnějším dodavatelům. Podobné závěry jsou známe i z Portugalska. Vysoký podíl inkumbentních dodavatelů na trhu, má navíc za následek velmi

nízkou míru změny dodavatele, což ztěžuje konkurenci pro ostatní dodavatele. Severní Evropa tyto stanoviska potvrzuje. Případem je Norsko; kde došlo k větším změnám dodavatelů až po odstranění poplatků za změnu a zjednodušení mechanismu přestupu. I na tureckém maloobchodním trhu s elektřinou je kvůli nákladům na nalezení nového maloobchodního dodavatele méně pravděpodobné, že spotřebitelé budou dodavatele měnit.

Autoři se shodují na tom, že náklady na porovnání nabídek a celkovou informovanost jsou větší překážkou, než vlastní náklady na změnu. To ukazuje, že snížení nákladů na porovnávání nabídek by mělo být doporučením. Zde je ale vhodné poznamenat, že rychlý rozvoj internetových aplikací toto porovnávání jednoznačně umožňuje. Je tedy otázkou, proč není v širším kontextu využíváno. Jako odpověď se nabízejí již dříve uvedené skutečnosti. Skupiny zákazníků díky neinformovanosti a nechotě změny tyto technologie nijak nevyužívají, a proto ke změnám, ve větším množství nedochází. V severských zemích existovala úplná maloobchodní konkurence, i když maloobchodní ceny byly v Norsku nižší než ve Švédsku. V Norsku mohly domácnosti přejít k jinému dodavateli zdarma, na rozdíl od Švédska, které mělo vyšší náklady na změnu. Pouze když se ve Švédsku snížily náklady na změnu dodavatele, klesly také maloobchodní ceny. Doporučení pro trh je pak postaveno na myšlence, že dobře fungující trh musí poskytovat příležitosti k zisku pro dodavatele a pobídky pro spotřebitele, aby změnili dodavatele. I když to může krátkodobě zvýšit náklady na straně dodavatelů i odběratelů, intenzivnější konkurence vede k udržitelnějším výsledkům, nižším nákladům vyšší efektivitě trhu z dlouhodobého hlediska.

Posouzení toho, jak dobře mohou spotřebitelé najít nejlepší nabídky během vyhledávání, je jedním ze způsobů, jak porozumět dopadu nákladů na změnu dodavatele a tržní rovnováhou. V tomto smyslu je vhodným měřitelným ukazatelem rozdíl mezi zaplacenou cenou a cenou, která by byla zaplacená, kdyby spotřebitel využil nejlevnější dostupnou nabídku. Kromě toho je ochota spotřebitelů změnit dodavatele relevantním ukazatelem pro posouzení úrovně konkurenceschopnosti deregulovaných maloobchodních trhů s elektřinou. Z pohledu regulátorů je tedy třeba doporučit bližší zkoumání faktorů, které ovlivňují právě ochotu zákazníků ke změně. Podrobnější výzkumy v USA a Itálii se zaměřily na změnu dodavatele a ukázaly, že faktory, jako je spotřeba elektřiny, typ použitého vytápění a demografické a socioekonomické charakteristiky spotřebitelů ovlivňují pravděpodobnost a rychlost změny. Britská studie zkoumající motivaci ke změně dodavatele energie se 7 000 spotřebiteli zjistila, že spotřebitelé se často rozhodnou nezměnit dodavatele ani při zjevném snížení cen energie. Toto rozhodnutí lze v určitých ohledech považovat za racionální, neboť cílem spotřebitelů je vyhnout se výstupním poplatkům nebo složitosti vyhodnocování více nabídek. Tato racionalita je však ovlivněna specifickými aspekty chování. Prvním hlavním faktorem je zdánlivě nepřiměřená váha, kterou spotřebitelé připisují výstupním poplatkům či obecně nákladů na administrativní náročnost změny. Druhým je pak negativní vnímání nutnosti zvažovat dvě nabídky místo jedné. Tyto faktory naznačují, že racionalita spotřebitelů může být omezena vnímáním ovlivněným aspekty chování. Souhrnně lze říci, že k rigiditě spotřebitelů na trhu s elektřinou přispívají různé aspekty, ať už při přechodu z regulovaného trhu na trh volný nebo při změně dodavatele v rámci volného trhu. Tyto faktory zahrnují kulturní, geografické a ekonomické rysy, náklady na změnu dodavatele a nedostatek informací o trhu, což následně vede spotřebitele k tomu, aby zůstali u tradičních dodavatelů, i když existuje možnost úspor. Lze tedy konstatovat, že jde o složitý socio-ekonomický problém, kde definování přesnějších výsledků je problematické z důvodu složitosti sberu dat a změně spotřebitelských preferencí.

#### **B.1.5.2 Souhrn**

Pohled na maloobchodní trh je nutné rozdělit do dvou oblastí. Zásadním rozdílem těchto dvou oblastí je chování zákazníků, respektive jejich ochota pro změnu dodavatele. Pokud lze předpokládat, že zákazníci mají zájem o změnu, nevnímají náklady na změnu jako příliš

vysoké, respektive akceptovatelné z pohledu porovnání úspor na nákladů na změnu, lze trh definovat jako monopolisticky konkurenční.

Pokud jde ale o trh zákazníků inkumbetních firem, zde je důvod pro změnu z mnoha faktorů, uvedených předchozím textu minimální. Ke změně dodavatelů zde tedy nedochází, firmy mají relativně podobný tržní podíl. To, jestli existuje vzájemná provázanost rozhodování firem nejde jednoznačně určit, data o tržní struktuře tomu neukazují. Ekonomická teorie ale vychází z toho, že oligopolní trh vzniká mimo jiné z důvodů úspor z rozsahu. Tato podmínka zde je u inkumbetních dodavatelů splněna. Co ale již teoretickému pohledu neodpovídá, je ochota zákazníků usilovat o změnu. I v oligopolním prostředí platí, že zákazník vyhledává nejnižší cenu (Bertrandův model). Pokud ale z jakýchkoliv důvodů k tomuto chování zákazníků nedochází, jde pouze o prostředí, kde míra konkurence je ovlivněna právě chováním zákazníků, ne chováním firem a regulačních mechanismů. Zjednodušeně popsáno, pokud by zákazníci chtěli, byli by svým nákupním chováním schopni vytvořit prostředí monopolistické konkurence. Pokud ale zákazníci o změnu dodavatele neusilují, prostředí se bude chováním blížit oligopolní struktuře.

Konkrétní numerická data pro data vyjádření budou uvedena v další části metodiky. Z pohledu efektivnosti fungování ekonomického prostředí bude ale vycházeno z existence prostředí oligopolu monopolistické konkurence.

### **B.1.6 Teoretické aspekty fungování dodavatelů**

Na trhu ekonomické soutěže lze kromě parametrů počtu působících firem definovat i ukazatel, který konkurenční chování popisuje komplexněji. Tímto ukazatelem je vedle počtu dodavatelů "pestrost" nabídky [8]. Z pohledu definování tohoto parametru je třeba zaměřit pohled dvěma směry:

Prvním z nich je čistě tržní pohled. Rozmanitost neboli pestrost nabídky lze očekávat, pokud každý individuální spotřebitel hledá diferenciaci produktu z pohledu svého uspokojení či vnímání okolí, dále nabízející díky diferenciaci zvyšují své zisky a jsou zároveň schopny využít právě diferenciaci jako nástroje konkurenčního boje. Z dále uvedených parametrů trhu vyplyne, že tyto podmínky jsou na trhu dodavatelů naplněny.

Druhým pohledem je pak efektivnost tohoto prostředí. Z pohledu regulace je obecně platným paradigmatem posun k formám blízkých konkurenčnímu prostředí. Diferenciaci produktu ale tento stav bohužel oddaluje. Úspory z rozsahu je možné nejlépe identifikovat u monoproduktivního portfolia, tedy produkce pouze jednoho typu produktu. Pak rostoucí objem produkce umožňuje snižování hodnoty jednotkových fixních nákladů, čímž dochází k celkové regresi nákladů. Jestliže ale poroste počet firem a ty zvětšují počet produktů, nákladová úspora není tak vysoká. Částečně k ní docházet stále bude, např. u reklamních výdajů, kde povědomí o značce je výhodou pro libovolný produkt z nabídky, ale rostoucí počet firem a produktů snižuje možnost dosažení bodu minima průměrných nákladů které by bylo dosažitelné u produkce pouze jednoho výrobku či služby. Intenzita produktové diferenciaci, ve smyslu zastupitelnosti produktů v rámci skupiny produktů – tedy že zákazník identifikoval "svého" dodavatele a ten pro něho představuje nabízenou skupinu produktů – znamená menší a elasticitu substituce mezi dodavateli, tedy i vyšší ziskovou marži. I přes tato úskalí, pozice diferencovaného produktu je i přes tuto částečnou neefektivitu jednoznačně výhodnější než čistě oligopolní struktura. Naplnění této podmínky bude v dalším testu vysvětleno jednak počtem a diferenciací nabídek jednotlivých dodavatelů, potom i hodnocením jejich ekonomické výkonnosti.

Jestliže předchozí pohled vycházel převážně ze známých teoretických postupů, zveřejněné výzkumné práce zaměřené právě na segment dodavatel elektrické energie tyto informace potvrzují [9]. Existuje vztah mezi vnímanou hodnotou a spokojeností zákazníků, pro zlepšení spokojenosti zákazníků by měl dodavatel věnovat pozornost vnímané hodnotě z pohledu

zákazníka. V návaznosti na vnímání nákladů na přechod k jinému dodavateli, na obtížnost porovnání nabídek jde právě o zvýšení vnímané hodnoty změny dodavatele. S tím je spojeno i uvědomění zákazníka o ekonomické výhodě ze změny dodavatele, která se projeví ve zvýšení jeho disponibilního příjmu. Jestliže je dodavatel vhodnou komunikací se zákazníkem schopen vybudovat přesvědčení, že tato varianta je pro zákazníka nejlepší, vytváří tím i lepší konkurenční postavení dodavatele do té míry, že vytvoří bariéru pro odchod. Tyto faktory pak působí na snižování elasticity poptávky, tedy další změna bude už pro ostatní dodavatele obtížnější a zároveň, nižší hodnota cenové elasticity bude znamenat nižší vliv změny cen na chování odběratelů. Dodavatel by se tak měl zaměřit na zvýšení atraktivity dodávky, kterou zákazník pak bude vnímat jako konkurenční výhodu. Průzkum na mnoha trzích uvedený v předchozím textu ukázal, že podstatná část cenové tolerance je způsobena překážkami při změně dodavatele. Je tedy zřejmé, že vyšší konkurenční výhoda nutí dodavatele inovovat a nabízet nabídky, které je odliší od konkurence. Existují dva hlavní způsoby, jak toho dosáhnout:

- a) Společnosti investují do inovace produktů
- b) Společnosti investují do inovací služeb a dalších doplňkových aspektů své nabídky.

První možnost je v tomto odvětví obtížně aplikovatelná, protože produkt je komodita, a proto je jakákoliv diferenciací téměř nemožná. Společnosti se pak musí snažit inovovat v dalších aspektech své nabídky. Společnost může například investovat do zákaznické podpory, takže zákazník bude vnímat větší hodnotu, než jakou nabízí konkurence, protože tyto dodatečné služby může chápat jako snížení nákladů, které by jinak byly placeny jiným subjektům. Dobrá marketingová strategie pro vztahy s sebou přináší vytvoření atmosféry důvěry a závazku mezi dodavatelem a zákazníkem. To vše zvýší efektivitu vztahu a sníží transakční náklady, což znamená vyšší hodnotu pro zákazníka. Navíc tato důvěra a závazek budou působit jako faktory, které budou bránit zákazníkovi usilovat o změnu dodavatele. Společnost tak může vytvářet hodnotu pro zákazníka a zároveň zvyšovat loajalitu zákazníka k firmě.

Vnímaná hodnota pro zákazníka ale nemá jasně kvantifikovatelný numerický údaj. Z předchozích poznatků je ale patrné, že rozšiřování nabídky produktů v sobě obsahuje klíčové aspekty předchozí strategie. Tato rozšíření je pak jak součástí marketingové komunikace, a tak i pomáhá budovat širší portfolio nabízených produktů. A to bez ohledu na to, zda diferenciací bude soustředěna na cenu, čas dodání a dodatečné služby. Jako ukazatel splnění této podmínky bude využit numerický počet nabídek dodavatelů za konkrétní období.

To, proč zákazníci neusilují o změnu dodavatele bylo již popsáno. Pokud by bylo třeba, je možné definovat i konkrétní numerické ukazatele, které nabídky odlišují. Jedním z hlavních parametrů může být délka domluveného kontraktu, obecně buď na dobu určitou nebo neurčitou. Lze předpokládat, že zákazník volící dodávku na dobu určitou je již rozhodnut, že změna pro dodavatele pro něho nepřináší vyšší vnímanou hodnotu. V tomto případě jde zřejmě o kombinaci více faktorů, délka kontraktu tak ale může představovat další z bariér změny dodavatele. Problematika výše poplatku při předčasném ukončení smlouvy či změně typu produktu je dalším omezením. Bohužel, ač lze tyto skutečnosti číselně zachytit, nelze vzhledem k individuálnímu hodnocení těchto parametrů ze strany zákazníků formulovat přesnější doporučení. To, jak se chovají zákazníci s nižšími příjmy či vzděláním již bylo uvedeno, složitost vlastních podmínek dodávky či změny podmínek dodávky je faktorem, snižujícím počet změn dodavatelů. Přesnou odpověď na tyto otázky by la poskytla pouze cíleně zaměřená studie na chování zákazníků podobná těm, ze kterých již bylo citováno.

### **B.1.7 Základní statistické charakteristiky dodavatelů**

Pokud se využívají pouze statistické nástroje, je možné situaci na trhu popsat pouze vzájemným vztahem kvantitativních proměnných. V další části bude hodnocen počet dodavatelů působících na trhu v období od roku 2009 do současnosti, dále hodnocení počtu

nabízených produktů a jejich základní statistické ukazatele. Jde zde o hodnoty, které jsou uvedeny v oficiálně nabízených cenících a pracují s nimi porovnávací databáze. Je možné, že některé z těchto cenových nabídek nejsou v daném období aktivně využívány, z pohledu historických cen jsou ale známy. Stejně tak je možná situace, že na trhu existuje produkt, který je zákazníkům nabízen, ale nebyl součástí oficiálních nabídek. Zde půjde o využití prvků cenové diskriminace, tedy specifickou nabídku pro zanedbatelný podíl na trhu. Prodejce zde může sledovat i jiné zájmy, než pouze ekonomické, typickým řešením by byl zájem strategický, tedy diskriminační nabídkou zamezit odchodu zákazníka či naopak přilákat zákazníka nového. Tyto individuální praktiky ale není možné souhrnně nijak postihnout a nebude o nich v dalším zpracování uvažováno. Uvedený počet nabídek je hodnocen přes celý trh, tedy pro všechna distribuční území. Pokud má dodavatel stejnou nabídku platnou pro všechna distribuční území, je tato nabídka uvedena třikrát. Tento postup byl zvolen záměrně, protože i to, na jakém distribučním území je nabídka platná může tvořit parametr diferenciací. Extrémně vysoká hodnota maximálního počtu nabídek v roce 2022 je dáno rychlou změnou nabídek v návaznosti na zvyšování cen na trhu. Příslušné hodnoty zahrnuje následující Tab. 16.

Tab. 16 Statistické charakteristiky dodavatelů a nabídek

| rok  | Trh jako celek           |                               | Za dodavatele          |        |       |          |          |               |               |                     |
|------|--------------------------|-------------------------------|------------------------|--------|-------|----------|----------|---------------|---------------|---------------------|
|      | počet dodavatelů na trhu | Celkový počet nabídek na trhu | Průměrný počet nabídek | medián | modus | Mini-mum | Maxi-mum | dolní kvartil | horní kvartil | Směrodatná odchylka |
| 2009 | 5                        | 27                            | 5                      | 6      | -     | 3        | 9        | 3             | 6             | 3                   |
| 2010 | 6                        | 33                            | 6                      | 5      | 3     | 3        | 9        | 3             | 9             | 3                   |
| 2011 | 13                       | 200                           | 15                     | 11     | 3     | 3        | 57       | 3             | 21            | 17                  |
| 2012 | 36                       | 348                           | 10                     | 3      | 3     | 1        | 75       | 3             | 8             | 15                  |
| 2013 | 47                       | 570                           | 12                     | 6      | 3     | 1        | 81       | 3             | 12            | 18                  |
| 2014 | 52                       | 696                           | 13                     | 6      | 3     | 1        | 111      | 3             | 12            | 20                  |
| 2015 | 45                       | 666                           | 15                     | 6      | 3     | 2        | 129      | 3             | 12            | 23                  |
| 2016 | 64                       | 961                           | 15                     | 6      | 3     | 2        | 102      | 3             | 18            | 22                  |
| 2017 | 65                       | 972                           | 15                     | 6      | 3     | 1        | 89       | 3             | 15            | 21                  |
| 2018 | 71                       | 1297                          | 18                     | 9      | 3     | 1        | 123      | 3             | 21            | 27                  |
| 2019 | 79                       | 1541                          | 20                     | 9      | 3     | 1        | 123      | 3             | 21            | 27                  |
| 2020 | 88                       | 1523                          | 17                     | 6      | 3     | 1        | 174      | 3             | 17            | 28                  |
| 2021 | 94                       | 2613                          | 28                     | 18     | 6     | 1        | 219      | 6             | 36            | 34                  |
| 2022 | 65                       | 2405                          | 37                     | 15     | 3     | 1        | 422      | 6             | 39            | 66                  |
| 2023 | 46                       | 904                           | 20                     | 9      | 6     | 1        | 135      | 6             | 21            | 29                  |

Situace na trhu formálně popsána pomocí numerických parametrů počtu nabízejících a diferencovaného produktu odpovídá předchozímu teoretickému popisu. S růstem počtu dodavatelů po liberalizaci trhu roste i pestrost nabídky, v tabulce definována jako celkový počet nabídek na trhu. Zároveň z parametrů vztažených na jednoho dodavatele je možné formulovat skutečnost, že z pohledu počtu produktů zde dochází k odlišným strategiím. Mediánová hodnota a hodnota modu ukazuje, že o pestrost nabídky se stará menší počet dodavatelů. Toto odpovídá předchozím zjištěním, pokud má dodavatel zákazníky, kteří diferenciací nepožadují, soutěží na trhu s produktem blízkým homogennímu, protože to představuje eliminaci možných rizik. Zároveň se změnou tržní rovnováhy reagují dodavatelé i větším množstvím nabídek a jejich větší variabilitou. Průměrný počet nabídek se ale od roku 2015 do roku 2020 prakticky nezměnil Trh tedy zřejmě dosáhl rovnováhy z pohledu požadované

diferenciace produktu. Teprve situace po roce 2020 donutila aktéry reagovat na měnící se podmínky, stejně tak zákazníci předefinovaly svoji vnímanou hodnotu. Uvedené numerické hodnoty ukazují, že trh se chová podle známých teoretických konceptů konkurenčního prostředí s diferencovaným produktem.

Druhou možností hodnocení síly konkurenčního prostředí je porovnání prodejních cen. Diferenciace produktu, jak byla definována v předešlé části, znamená schopnost účtování rozdílných cen za podobný produkt. Vnímaná hodnota tak je vlastně parametrem, o kolik se různí ceny jednotlivých dodavatelů. Podobné ceny znamenají nízkou diferencovanost produktu, rozdílnost cena pak charakterizuje nižší citlivost zákazníků na změnu. Sama vyšší cena pak definuje situaci, kdy dodavatel vytvořil dostatečnou vnímanou hodnotu na to, aby zákazníkům i při této vyšší ceně neměnil dodavatele. Za diferenciací tedy platí ti zákazníci, kteří ji požadují [10]. Zde je možné opět zopakovat zjištění z výzkumů na spotřebitelských energetických trzích. Existují skupiny zákazníků, kteří diferenciaci nevnímají, nechtějí dodavatele měnit, jsou ve svém chování rigidní bez ohledu na změnu cen ze strany dodavatelů. Pro určitý segment zákazníků nehraje větší informovanost roli, svoje dodavatele z různých důvodů nemění a větší informovanost, případně zjednodušení mechanismu změny dodavatele u nich nebude hrát roli. Porovnání cen dodavatelů přináší následující tabulka. Ceny jsou zaokrouhleny na celá čísla, představují všechny nabídky platné k danému roku u jednotlivých dodavatelů. Jsou uvedeny 1 MWh pro tarif D02d, a jsou bez DPH. Jde o souhrn všech nabídek dostupných na trhu. Tedy, jsou zde zastoupeny jak nabídky na fixované období, tak i různé délky období, stejně tak jako smlouvy na dobu neurčitou. Vysvětlení toho přístupu je následující: Jestliže mezi dodavateli probíhá hospodářská soutěž a teoretické poznatky tomu nasvědčují, má každý z nich možnost napodobovat nabídku ostatních a tedy, struktura nabídek dodavatelů bude velice podobná. Pokud někdo zvolí odlišnou strategii, např. nabídku pouze časově omezených produktů je tomu tak z toho důvodu, že z pohledu jeho strategických cílů to lépe vyhovuje. Z dostupných dat je mnohdy i těžké vyvodit závěry, o jaký konkrétní produkt jde a jak je specifikován. Přesné údaje jsou pouze o ceně produktu a jeho oficiální platnosti. Zároveň tento postup umožňuje abstrahovat od skutečnosti, že fixovaná nabídka z minulosti může být patrná i v současnosti. Protože počet zákazníků využívající fixované sazby je obchodním tajemstvím dodavatelů, nešlo by toto dělení ani nijak využít.

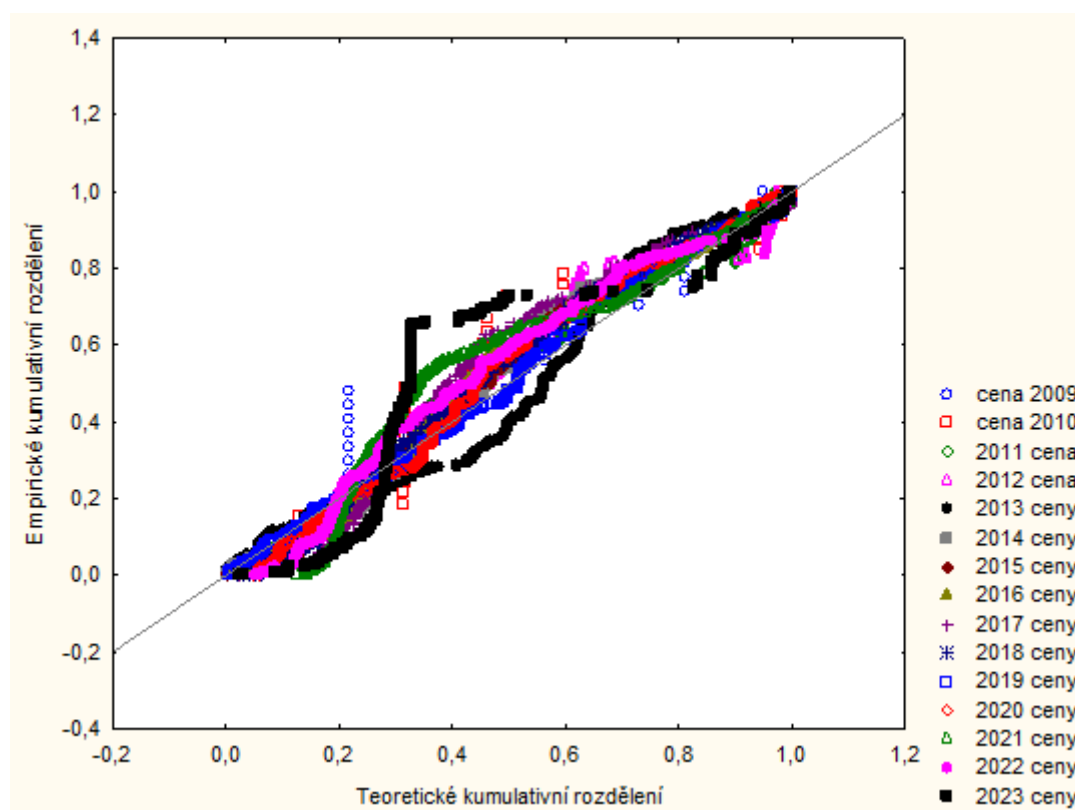
Tab. 17 Ceny dodavatelů

| Rok  | Průměr | Medián | Modus | Minimum | Maximum | Dolní kvartil | Horní kvartil | Rozpětí | Směrodatná odchylka |
|------|--------|--------|-------|---------|---------|---------------|---------------|---------|---------------------|
| 2009 | 1863   | 1880   | 1776  | 1722    | 2044    | 1776          | 1960          | 322     | 110                 |
| 2010 | 1499   | 1482   | 1455  | 1360    | 1694    | 1455          | 1521          | 334     | 92                  |
| 2011 | 1470   | 1450   | 1415  | 1090    | 1740    | 1375          | 1558          | 650     | 145                 |
| 2012 | 1500   | 1490   | 1523  | 1230    | 1730    | 1429          | 1535          | 500     | 117                 |
| 2013 | 1347   | 1368   | 1399  | 870     | 1936    | 1280          | 1419          | 1066    | 142                 |
| 2014 | 1180   | 1169   | 1115  | 870     | 1692    | 1120          | 1218          | 822     | 103                 |
| 2015 | 1148   | 1139   | 1260  | 783     | 1692    | 1082          | 1193          | 909     | 98                  |
| 2016 | 1114   | 1089   | 1260  | 751     | 1809    | 1030          | 1185          | 1058    | 139                 |
| 2017 | 1129   | 1077   | 1260  | 758     | 2097    | 1018          | 1193          | 1339    | 184                 |
| 2018 | 1232   | 1205   | 1349  | 899     | 2375    | 1101          | 1307          | 1476    | 179                 |
| 2019 | 1492   | 1499   | 1552  | 999     | 1999    | 1378          | 1594          | 1000    | 188                 |
| 2020 | 1582   | 1552   | 1510  | 1226    | 3057    | 1459          | 1679          | 1831    | 213                 |
| 2021 | 2444   | 1989   | 1499  | 1158    | 9200    | 1599          | 3150          | 8042    | 1123                |
| 2022 | 5291   | 4900   | 2492  | 1325    | 17050   | 3403          | 6369          | 15725   | 2424                |
| 2023 | 6019   | 4999   | 5000  | 1469    | 15999   | 4690          | 8150          | 14530   | 2293                |

Porovnání hodnot pro jednotlivé roky ukazuje následující skutečnosti. S růstem počtu firem a jejich nabízených produktů roste i rozpětí nabízených cen. Pohled na výši ceny mezi dolním a horním kvantilem ale toto rozpětí podstatně snižuje. Testy na normalitu ale ukazují, že data ani v jednom roce striktně neodpovídají požadavkům normality (proveden Kolmogorovův-Smirnovův test a Shapirův-Wilkův test). Grafické zobrazení formou P-P grafu Obr. 21 ale ukazuje, že prohřešky vůči normalitě nejsou zásadní. Lze tedy definovat, že dodavatelé se z pohledu cen pohybují kolem střední hodnoty souboru, extrémních hodnoty jsou obsaženy, ale jejich výskyt není příliš velký. Na základě těchto dat jde formulovat závěr, identický s předchozími zjištěními: Dodavatelé prodávají za podobné ceny, odchylky v jejich cenách jsou zanedbatelné. Tedy, pro růst poptávky musí využívat nějakou formu necenové konkurence, typicky diferenciaci formou reklamní komunikace či dodatečných služeb. Porovnání směrodatných odchylek v jednotlivých letech numericky dokazuje fakt, že změna dodavatele, pokud se jeho cena nepohybovala z nějakých důvodů v extrémních hodnotách, přináší zákazníkovi minimální prospěch, někdy pouze v řádu stovek Kč za rok (dle spotřeby odběrného místa). Tedy důvody pro změnu nejsou z pohledu ceny, protože náklady na změnu převyšují ekonomikou úsporu ze změny.

Zároveň je ale nutné připomenout již zmíněný fakt, že jde o veřejně dostupné nabídky známé na trhu. Individuální cenové nabídky by mohly být podstatně jiné, jejich hodnoty ale nejsou veřejně dostupné a jistě nemohou tohoto individuálního přístupu využívat všichni zákazníci. Protože princip cenové diskriminace je založen na odčerpání spotřebitelského přebytku té části zákazníků, které klasická tržní nabídka nijak neoslovuje.

Hodnoty roku 2023 jsou ovlivněny vládním nařízením o zastropování ceny pro maloobchodní spotřebitele na hodnotě 5000 Kč/kWh.



Obr. 21 P-P graf cen v období 2009 - 2023

Grafické znázornění formou P–P grafu poskytuje rychlý přehled o tom, jak data odpovídají předpokladu normálního rozložení. To má využití jak v sociologické či biologické oblasti, tak i v oblasti ekonomické. Extrémních hodnot ať již vysokých nebo nízkých se v libovolné populaci vyskytuje málo. Podobný význam to má i u hodnocení ceny. Extrémně levná nabídka je nevhodná z pohledu splnění ekonomických cílů vlastníků. Extrémně vysoká cena pak bude znamenat nulovou poptávku. Normální rozložení v P–P grafu představuje přímku. Čím více se rozložení blíží přímce, tím více data odpovídají normalitě. Tedy tomu, že zde převažují hodnoty blízké průměru, bez většího počtu extrémních hodnot.

Z rozložení cen v uvedeném časovém období graficky vychází, že převažuje normální rozložení, tedy že většina nabídek se pohybuje kolem průměrné hodnoty, tedy že rozdíly mezi jednotlivými dodavateli jsou relativně nízké. To opět potvrzuje předchozí definované skutečnosti, tedy že jde o prostředí blízké fungování monopolistické konkurenci, kde dochází k jiné než cenové konkurenci.

### B.1.8 Numerické nástroje pro měření tržní konkurence

Tržní konkurenci lze chápat ve dvou hlavních pojmech: jako statický stav a jako proces soupeření. Ve statickém stavu je konkurence vnímána jako rovnovážný stav, kdy firmy nemohou trvale předražovat a získávat abnormální zisky. Na druhé straně konkurence jako proces soupeření zobrazuje dynamický konkurenční proces, kde se firmy neustále zapojují do soupeření, aby si udržely nebo zlepšily svou konkurenční výhodu. Tento proces zahrnuje firmy, které inovují, vyvíjejí rizikové strategie a získávají dočasné monopolní zisky jako odměnu za úspěšné strategie [11].

Hospodářská soutěž na trhu je zásadní pro to, aby podniky přiměla zlepšovat svou kvalitu, snižovat ceny, zavádět nové služby a podporovat inovace, aby zůstaly konkurenceschopné. Zahrnuje značný počet soupeřů, obecné znalosti o příležitostech na trhu a volný vstup a výstup



pro účastníky s cílem vytvořit konkurenční prostředí. Intenzita hospodářské soutěže na trzích se měří pomocí různých typů ukazatelů a metod.

Orgány pro hospodářskou soutěž a tvůrci politik používají kombinaci těchto ukazatelů k měření, sledování a porovnávání intenzity konkurence na trzích s cílem poskytnout informace pro rozhodování a zajistit rovné podmínky pro účastníky trhu. Analýzou více ukazatelů mohou orgány získat komplexní přehled o dynamice hospodářské soutěže a identifikovat potenciální problémy nebo oblasti zájmu na konkrétních trzích [12].

Teoretické koncepty, které se dají použít pro měření hospodářské soutěže lze rozdělit do několika skupin. Jde o:

- strukturální opatření,
- měření výkonnosti,
- měření spotřebitelských a podnikatelských průzkumů a
- další opatření.

Strukturální opatření se zaměřují na strukturu trhu, jako jsou poměry koncentrace a počet firem na trhu, aby se změnila intenzita konkurence. Jde o postupy, které jsou z pohledu teorie dostatečně známé, jsou aktivně využívány v různých odvětvích a díky široké databázi známých hodnot z různých ekonomik lze zaujmout jednoznačné stanovisko o tom, jaká forma konkurence na daném trhu existuje a jakým způsobem se v čase tato konkurence vyvíjí.

Na druhou stranu měřítka výkonnosti posuzují konkurenci na základě ziskovosti firem, přírůžek a efektivity. Mezi měření spotřebitelských a obchodních průzkumů patří ukazatele jako důvěra a spokojenost na spotřebitelských trzích. V porovnání s předchozím postupem zde již jde o mechanismus komplikovanější, který vyžaduje obtížnější sběr dat a pro jeho aplikaci chybí odpovídající databáze porovnávacích hodnot.

Pro všechny uvedené postupy ale platí, že je nutné jejich komplexní využití, protože jednotlivá opatření poskytují omezené informace. Využití více ukazatelů nabízí komplexnější popis dynamiky hospodářské soutěže. Uvedené koncepty přinášejí dynamický pohled na vývoj parametrů prostředí, čímž překonávají pouze statické nástroje. Žádný z uvedených postupů ale nelze brát jako univerzální, zejména jde o problémy při implementaci vlivem datových omezení. Ideální je tedy jejich doplnění podrobnější hloubkovou analýzou trhu [13].

Pro praktickou interpretaci lze pracovat s následujícími indexy.

### **B.1.8.1 Index HHI**

HHI se široce používá k určení stupně konkurence v odvětví. HHI byl vytvořen k určení diverzifikace tržní struktury, patří k nejčastěji používaným indexům v různých odvětvích. Regulátoři často používají HHI k posouzení typu hospodářské soutěže a vlivu koluzivního chování na koncentraci. HHI umožňuje popsat rozdíly mezi formami tržního prostředí a tím i typem hospodářské soutěže. Postup je postaven na popisu trhu, kde je možné identifikovat konkurenty a přiřadit relevantní podíly na trhu účastníkům. Tyto podíly na trhu a související výpočty koncentrace se používají pro závěry o tržní síle daného podniku nebo, není-li uvedeno jinak, o síle omezení hospodářské soutěže daného podniku. Tržní podíl přímo souvisí s tržní silou, kterou lze využívat k prosazování tvorby cen. Klesající míra koncentrace na trhu tak ukazuje na rostoucí konkurenci a nižší ceny než ve více koncentrovaných odvětvích [14]. Teorie tržní koncentrace v HHI vychází z původního Cournotova přístupu kvantitativní konkurence pro podnikatelské subjekty vyrábějící podobný produkt se znalostí mezních cen. Podle Cournotova modelu je průměrná marže měřená podíly na trhu podobná indexu HHI a to hlavně z pohledu přechodu zákazníků mezi konkurujícími firmami. Snížení poptávky jednoho se musí rovnat zvýšení poptávky druhého. Index HHI vykazuje větší sílu u větších podílů na

trhu, kde má jeden subjekt velmi velký podíl a je zde jen málo menších subjektů. V situaci, kdy existuje pouze malý počet společností se stejným podílem na trhu, nelze tržní sílu využít. Kromě toho, pokud je na trhu jen několik společností se symetrickými podíly na trhu, může to vést ke koordinovanému chování, které se v extrémním případě může blížit koluzivní dohodě. Použití indexu je omezeno na homogenní výrobový trh, což podstatě odběr elektrické energie splňuje. Předchozí zjištění formuloval Stingler [15] takto:

Stabilita koordinovaného (koluzivního) jednání je inverzní k hodnotě HHI. V situaci, kdy je koncentrace trhu vysoká, lze vzájemnou koordinací dosahovat lepších ekonomických výsledků. Podle Cournotova modelu se lineární poptávky a zisk s fixními mezními náklady snižují s rostoucí koncentrací – s podmínkou, že nedojde k žádnému zvýšení efektivity a potenciální konkurenci. Sama podstata Cournotova modelu vychází z principů lidského chování, tedy když jeden získá a jiný ztratí. Při změně pozice se ztráta opakuje u původního ziskového aktéra. A tomu je třeba zabránit dosažením rovnováhy, což je situace, ve které si strany mezi sebou nepřivozují ztráty.

Použití HHI je velice široké. Běžné je jeho využití k hodnocení konkurenčního prostředí ve stavebnictví, bankovníctví [16] lze najít i studie, které uplatňují tento index v oblasti energetických trhů [17]. HHI určuje míru koncentrace na trhu vzhledem k tržním podílům jednotlivých firem dle vztahu:

$$HHI = \sum_{i=1}^n S_i^2 \quad (23)$$

kde:

$S_i$  – podíl  $i$ -té firmy na trhu.

$n$  – počet podniků na relevantním trhu.

Hodnoty indexů jsou určeny:

$HHI < 0,15$  – nekoncentrovaný trh;

$HHI = 0,15-0,25$  – střední koncentrace na trhu;

$HHI > 0,25$  – vysoce koncentrovaný trh [19].

Ve vzorci je obsažena pouze jedna proměnná, a to tržní podíl konkrétní firmy. Tuto veličinu je možné měřit jak v naturálních či geografických jednotkách, tak i v jednotkách finančních. Většina zveřejněných modelů ale pracuje s naturálními hodnotami, v případě odběratelů elektrické energie by tedy šlo o jejich spotřebu, respektive sumu spotřeb všech odběratelů u daného dodavatele. Pokud by se pohled změnil na ekonomické vyjádření, tedy pohled na tržby konkrétní firmy, výsledky by byly zřejmě identické. Toto vysvětlení je opřeno o předchozí část, kde bylo statisticky prokázáno, že firmy prodávají produkt za podobnou cenu, tedy i podíl na tržbách konkrétní firmy bude vycházet ze spotřeby konkrétní skupiny odběratelů. Maximální koncentrace v odvětví nastává, když jedné firmě patří veškeré tržby či výstupy. Minimální koncentrace  $1/n$  nastává, když má každá firma stejný podíl  $1/n$ .

Navzdory své popularitě trpí HHI několika omezeními. Hlavním omezením je, že distribuce podílů na trhu s rozdílným počtem malých firem se zanedbatelným podílem mohou pak mít hodnotu ukazatele podobnou, jako uskupení s většími firmami. Běžné ekonomické jevy, jako jsou fúze mezi silnou a slabou firmou nebo vstupy a výstupy firem mění pouze určité části rozdělení podílu na trhu. Speciálně tento typ indexu nezaznamenává tyto změny efektivně.

### B.1.8.2 Index průmyslové koncentrace

Tento index je postaven na odlišné myšlence než předchozí index HHI. Je to součet proporcionálního podílu vedoucí firmy a součet druhých mocnin proporcionálních velikostí

každé z ostatních firem vážený násobitelem, odrážející proporcionální velikost zbytku odvětví. Tento přístup se snaží o zdokonalení původního HHI. Snaží se odstranění nedostatku tohoto indexu, konkrétně předpokladu, že dominance několika největších firem určuje tržní chování, a to bez ohledu a to, jak se chovají firmy ostatní. Tyto nedostatky se snaží eliminovat Index průmyslové koncentrace CCI, který v sobě obsahuje jak relativní odchylky výstupu firem, tak i jejich velikost. Numerický vztah poté vypadá takto:

$$CCI = S_1 + \sum_{i=2}^n S_i^2 \cdot (1 + (1 - S_i)) \quad (24)$$

kde:

$S_1$  – podíl největší firmy na trhu

$S_i$  – podíl  $i$ -té firmy na trhu.

$n$  – počet podniků na relevantním trhu.

Pro případ monopolní struktury dosahuje index hodnoty 1, s rostoucí konkurencí se index snižuje.

### B.1.8.3 Index entropie

Entropie je indikátorem množin struktur. Prvky z těchto množin mohou a nemusí mít podobné rozložení. Hodnocení postavené na základ entropie umožňuje hodnotit nejen počet prvků, ale také homogenitu. Pro hodnocení síly konkurenčního prostředí se využívá informační entropie. Výhodou indikátoru entropie je, že umožňuje porovnávat úroveň koncentrace nejen se stejným, ale také s různým počtem prvků. V nejjednodušším případě entropie homogenní množiny, může být brána jako referenční entropie. V tomto případě získáme index nerovnosti, který ukazuje odchylku distribuce tržních podílů firem ve srovnání se stavem ideálního rozdělení trhu dle principů dokonalé konkurence. Pokud je výsledek různý od nuly, ukazují se prvky konkurenčně fungujícího prostředí. Hodnoty indexu jsou mezi 0 a  $\log n$  a nejsou omezeny. Index entropie se mění naopak úměrně k úrovni koncentrace. Index se snižuje v přítomnosti nerovnoměrných podílů firem. Čím blíže je trh k monopolu, tím se hodnota indexu blíží nule. V případě že  $E = \log n$ , všechny firmy na trhu mají stejné podíly a koncentrace je nejnižší. To by bohužel platilo i v případě duopolu, využití indexu entropie je tedy rozhodně pro větší počet firem. (Využití i v případě duopolu by bylo možné, pokud by se duopolisté rozhodly soutěžit cenou, byla by cena i výstup na úrovni dokonalé konkurence) Míra entropie se v literatuře uvádí v mnoha variantách, a to jak při použití dekadických, tak i přirozených logaritmů. Varianta s dekadickým logaritmem pak vypadá následovně:

$$E = \sum_{i=1}^n S_i \log \frac{1}{S_i} ; 0 \leq E \leq \log n \quad (25)$$

kde

$S_i$  – podíl na trhu ovládaný  $i$ -společností;

$n$  – počet firem v oboru.

### B.1.8.4 Index Hannah a Kay

Tento index se způsobem výpočtu snaží odstranit nevýhody indexů předchozích, konkrétně jde o nejednoznačný účinek na koncentraci po změně počtu firem do odvětví. Konstrukce indexu se snaží odstranit nerovnováhu mezi HHI a mírou entropie, jde tedy o nalezení implicitního vztahu. Oproti předchozím variantám je zde využít numerický parametr  $\alpha$ , který definuje konkurenční vztahy v odvětví.

$$HKI = \left( \sum_{i=1}^n S_i^{\alpha n} \right)^{\frac{1}{1-\alpha n}} ; \alpha > 0 \cup \alpha \neq 1 \quad (26)$$

kde

$S_i$  – je podíl  $i$ -té společnosti na trhu.

$n$  – je počet podniků na relevantním trhu.

$\alpha$  – koeficient pružnosti,  $0 < \alpha \neq 1$ , volitelný, odráží změnu koncentrace v závislosti na překážkách vstupu/výstupu trhu a obchodu mezi firmami, změna koeficientu pak umožňuje přehled různých scénářů. Když  $\alpha \rightarrow 0$ , tržní prostředí se chová podobně jako monopol a když  $\alpha \rightarrow \infty$ , index se blíží analogii s konkurencí dokonalou.

#### B.1.8.5 Hauseův index

Vliv parametru konkurenčního prostředí je integrován i do Hauseho indexu. Zde zvolený parametr  $\alpha$ , který zachycuje účinky možných tajných dohod působících firem. Tento parametr tak poskytuje číselný důkaz o tom, že růst počtu firem za existence možných dohod nezvyšuje konkurenční prostředí tak, jak by odpovídalo předchozím indexům.

$$HI = \sum_{i=1}^n S_i^{2-(S_i \cdot (HHI - S_i^2))^\alpha} ; \alpha > 0 \cup \alpha \neq 1 \quad (27)$$

kde

$S_i$  – podíl  $i$ -té společnosti na trhu,

$n$  – počet podniků na relevantním trhu,

$\alpha$  – koeficient pružnosti,

Ve vzorci je pak HHI je Herfindall-Hirschmanův index a  $\alpha$  je parametr zachycující možnou míru koluzivního jednání a obecně i ekonomicky nevýhodných podmínek pro jednotlivé aktéry. Hodnoty koeficientu  $\alpha$  jsou stanovovány individuálně podle podmínek trhu. Známé studie pro bankovní sektor uvádějí hodnoty  $\alpha \geq 0,15$  [20], jiné studie uvádějí hodnoty od 0,25 pokud jde o koluzivní prostředí až po hodnotu 2 pro případ běžných tržních podmínek [21].

#### B.1.9 Praktické hodnocení míry koncentrace dodavatelů elektrické energie na bázi veřejně dostupných dat

Jak bylo dokumentováno v předchozí části, pro hodnocení míry konkurence je vždy využito podílu na trhu. Vyjádření podílu na trhu prostřednictvím tržeb bohužel není možné, protože dodavatelé ve svých účetních výkazech uvádějí celkové tržby, tedy i ty, které přímo s výkonem této činnosti nemusí souviset. Proto bude pro stanovení tržního podílu využito unikátního počtu odběrných a přenosových míst OPM, které na měsíční bázi zveřejňuje operátor OTE a.s.. Autoři metodiky jsou si vědomy toho, že tyto hodnoty nemusí přesně odpovídat skutečnému podílu dodavatele na trhu. Vzhledem k tomu, jak již bylo dokázáno v předchozí části, ceny dodavatelů jsou velice podobné, diferenciací cen není zásadní, tedy i zákazníci odpovídají spíše homogennímu souboru. Lze tedy předpokládat, pro tento případ je počet OPM věrohodným údajem. V tomto kroku jde ale hlavně o představení možných metod pro identifikaci konkurenčního prostředí. Je tedy zřejmé, že příjemce metodiky si již sám stanoví způsob, jakým bude tržní podíl jednotlivých firem měřit. Ideální by bylo využití objemu dodané elektrické energie.

Data počtu OPM jsou však zatížena omezením metodiky sběru dat. Do novelizace zákona 458/2000 Sb. byla možnost registrace OM, která nezměnilo dodavatele, formou „sumárního“

EAN OPM. Lze předpokládat, že dodavatelé této možnosti využívali. Zohlednění této skutečnosti pak umožňuje formulovat stanovisko, že změny v počtu OPM jsou vlastně aktivní změnou zákazníka, který změnu dodavatele uskutečnil. Nejde tedy o zákazníky, kteří o změnu neusilují a jsou tedy zákazníky inkumbentních dodavatelů.

Postup výpočtu byl proveden takto. Protože údaje o počtu OPM jsou zadávány na měsíční bázi, byl z měsíčních údajů vyjádřen průměr a ten byl pak brán jako podíl na trhu. Tím je bohužel částečně poznamenána měsíční dynamika změn počtu OPM. Ve všech porovnávacích studiích, jak bylo uvedeno v předešlém textu, se ale vždy využívá ročních hodnot. Pro změnu OPM je charakteristické, že u větších dodavatelů jsou změny poměrně malé. U menších dodavatelů mohou být tyto změny během roku i o desítky procent, jejich podíl na trhu po této změně je ale i tak zanedbatelný, řádově maximálně v jednotkách procent.

Pro každý rok bylo vybráno 25 největších dodavatelů, jejich jednotlivé podíly jsou pak uvedeny v další tabulce. Suma těchto podílů pak dokazuje, že chování tohoto souboru popisuje vždy více než 97 % trhu jako celku. Výsledky jsou seřazeny od největších k nejmenším. Pro výpočet ukazatelů je využit pouze tržní podíl, nejsou tedy uvedeny názvy konkrétních dodavatelů.

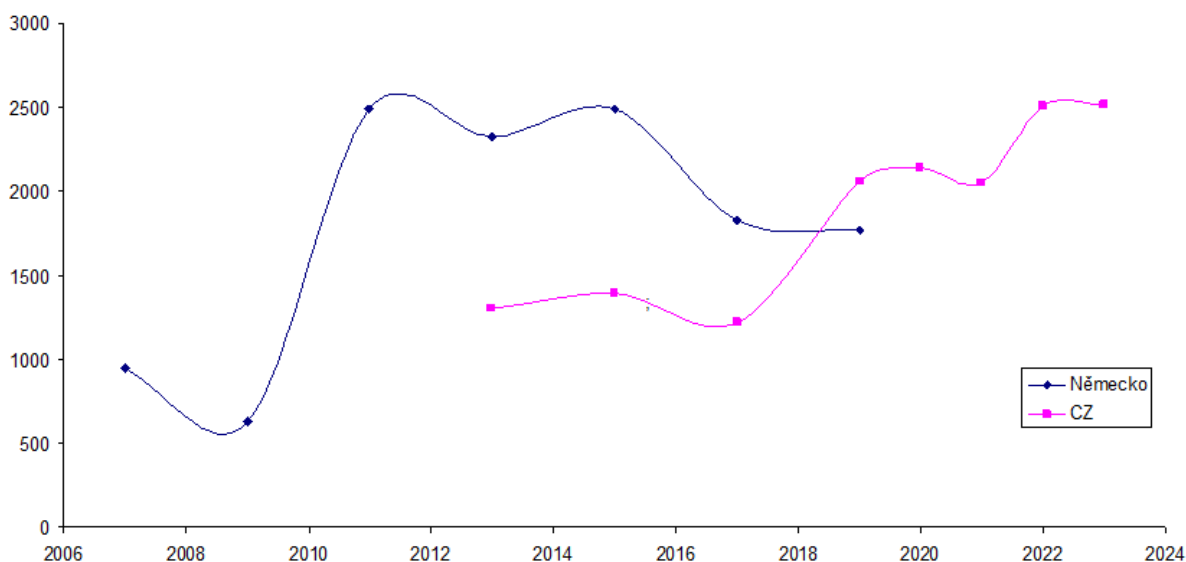
Tab. 18 Tržních podílů dodavatelů dle počtu OPM – data OTE

| Pořadí/<br>rok                     | 2013  | 2014  | 2015  | 2016 | 2017  | 2018  | 2019  | 2020  | 2021  | 2022  | 2023  |
|------------------------------------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1                                  | 24%   | 24%   | 22%   | 22%  | 20%   | 35%   | 38%   | 40%   | 39%   | 43%   | 43%   |
| 2                                  | 22%   | 20%   | 21%   | 21%  | 20%   | 13%   | 21%   | 18%   | 18%   | 19%   | 19%   |
| 3                                  | 11%   | 20%   | 20%   | 16%  | 13%   | 12%   | 8%    | 11%   | 11%   | 12%   | 12%   |
| 4                                  | 5%    | 5%    | 5%    | 6%   | 13%   | 9%    | 7%    | 8%    | 8%    | 10%   | 10%   |
| 5                                  | 4%    | 4%    | 4%    | 4%   | 6%    | 8%    | 7%    | 6%    | 6%    | 4%    | 4%    |
| 6                                  | 4%    | 4%    | 4%    | 4%   | 4%    | 4%    | 4%    | 3%    | 3%    | 2%    | 2%    |
| 7                                  | 4%    | 3%    | 4%    | 4%   | 4%    | 3%    | 2%    | 2%    | 2%    | 2%    | 2%    |
| 8                                  | 3%    | 3%    | 3%    | 3%   | 2%    | 2%    | 2%    | 1%    | 2%    | 1%    | 1%    |
| 9                                  | 3%    | 2%    | 2%    | 2%   | 2%    | 1%    | 1%    | 1%    | 1%    | 1%    | 1%    |
| 10                                 | 2%    | 2%    | 2%    | 2%   | 2%    | 1%    | 1%    | 1%    | 1%    | 1%    | 1%    |
| 11                                 | 2%    | 2%    | 2%    | 2%   | 2%    | 1%    | 1%    | 1%    | 1%    | 1%    | 1%    |
| 12                                 | 2%    | 1%    | 2%    | 2%   | 2%    | 1%    | 1%    | 1%    | 1%    | 1%    | 1%    |
| 13                                 | 2%    | 1%    | 1%    | 2%   | 1%    | 1%    | 1%    | 1%    | 1%    | 1%    | 1%    |
| 14                                 | 1%    | 1%    | 1%    | 1%   | 1%    | 1%    | 1%    | 1%    | 1%    | 0%    | 0%    |
| 15                                 | 1%    | 1%    | 1%    | 1%   | 1%    | 1%    | 1%    | 1%    | 1%    | 0%    | 0%    |
| 16                                 | 1%    | 1%    | 1%    | 1%   | 1%    | 1%    | 1%    | 1%    | 1%    | 0%    | 0%    |
| 17                                 | 1%    | 1%    | 1%    | 1%   | 1%    | 1%    | 0%    | 0%    | 1%    | 0%    | 0%    |
| 18                                 | 1%    | 0%    | 0%    | 1%   | 1%    | 1%    | 0%    | 0%    | 0%    | 0%    | 0%    |
| 19                                 | 1%    | 0%    | 0%    | 0%   | 0%    | 1%    | 0%    | 0%    | 0%    | 0%    | 0%    |
| 20                                 | 1%    | 0%    | 0%    | 0%   | 0%    | 1%    | 0%    | 0%    | 0%    | 0%    | 0%    |
| 21                                 | 1%    | 0%    | 0%    | 0%   | 0%    | 0%    | 0%    | 0%    | 0%    | 0%    | 0%    |
| 22                                 | 1%    | 0%    | 0%    | 0%   | 0%    | 0%    | 0%    | 0%    | 0%    | 0%    | 0%    |
| 23                                 | 0%    | 0%    | 0%    | 0%   | 0%    | 0%    | 0%    | 0%    | 0%    | 0%    | 0%    |
| 24                                 | 0%    | 0%    | 0%    | 0%   | 0%    | 0%    | 0%    | 0%    | 0%    | 0%    | 0%    |
| 25                                 | 0%    | 0%    | 0%    | 0%   | 0%    | 0%    | 0%    | 0%    | 0%    | 0%    | 0%    |
| <b>pokrytí trhu</b>                | 98%   | 98%   | 98%   | 97%  | 98%   | 98%   | 99%   | 98%   | 97%   | 98%   | 99%   |
| <b>HHI</b>                         | 1302  | 1493  | 1398  | 1297 | 1226  | 1687  | 2062  | 2141  | 2050  | 2506  | 2518  |
| <b>CCI</b>                         | 0,37  | 0,41  | 0,39  | 0,37 | 0,35  | 0,44  | 0,49  | 0,5   | 0,49  | 0,55  | 0,55  |
| <b>Entropie</b>                    | 1,05  | 0,98  | 1     | 1,03 | 1,04  | 0,97  | 0,89  | 0,86  | 0,88  | 0,77  | 0,77  |
| <b>HKI <math>\alpha=0,5</math></b> | 16,54 | 14,44 | 15,03 | 15,5 | 15,65 | 14,55 | 12,86 | 12,26 | 12,67 | 10,37 | 10,37 |
| <b>HKI <math>\alpha=2</math></b>   | 7,68  | 6,7   | 7,15  | 7,71 | 8,16  | 5,93  | 4,85  | 4,67  | 4,88  | 3,99  | 3,97  |
| <b>HKI <math>\alpha=5</math></b>   | 5,22  | 5,11  | 5,38  | 5,61 | 6,16  | 3,76  | 3,34  | 3,17  | 3,25  | 2,83  | 2,83  |

|                                    |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| <b>HI <math>\alpha=0,25</math></b> | 0,14 | 0,17 | 0,15 | 0,14 | 0,13 | 0,18 | 0,23 | 0,24 | 0,23 | 0,28 | 0,28 |
| <b>HI <math>\alpha=1</math></b>    | 0,13 | 0,15 | 0,14 | 0,13 | 0,13 | 0,17 | 0,21 | 0,22 | 0,21 | 0,26 | 0,26 |
| <b>HI <math>\alpha=2</math></b>    | 0,13 | 0,15 | 0,14 | 0,13 | 0,12 | 0,17 | 0,21 | 0,21 | 0,21 | 0,25 | 0,25 |

Výpočet všech ukazatelů definuje stav, kdy se odvětví stává více koncentrované. Dle doporučených hodnot se blíží ze středně konkurenčního prostředí k prostředí vysoce koncentrovanému, přechodová hladina je ale přesažena pouze nepatrně. Zde je ale nutno hodnotit působení konkurence v komplexním pohledu tak, jak bylo vysvětleno v porovnání nabídek a cen jednotlivých dodavatelů. Tedy, i při zvyšující se koncentraci na trhu zůstávají nabídky jednotlivých dodavatelů v podobných cenových pásmech, jde tedy o přijatelnou efektivnost tržního prostředí.

Zjištěné hodnoty je možné porovnat se známými hodnotami pro toto odvětví z Německa [22]. Uvedená data pak odpovídají výpočtům HHI v odvětví CZ NACE 35140, obchod s elektřinou. Údaje bohužel neobsahují hodnocení pro aktuální roky, porovnání výpočtu HHI v obou ekonomikách za delší časové období je ale velice zajímavé. Grafické znázornění je uvedeno na obrázku Obr. 22.



Obr. 22 Vývoj HHI v Německu a ČR

Vývoj koncentrace v ČR a Německu je velice podobný. Pro případ Německa ale nejsou k dispozici novější údaje. Maximální hodnoty koncentrace jsou ale podobné v obou ekonomikách. Porovnání jednotlivých výstupů ukazuje, že mají stejnou vypovídající schopnost. Indexy zachycující parametry konkurenčního prostředí jako je HKI a HI i při různých parametrech proměnné alfa nabízejí velice podobné výsledky. V hodnotách síly konkurenčního prostředí jednotlivých přístupů jsou naprosto minimální rozdíly. Lze tedy definovat, že pro budoucí hodnocení je využitelný libovolný z uvedených indexů. Přístup, který ukazuje nejmenší vliv na změnu konkurenčního prostředí je průmyslové koncentrace CCI. Ten ve změně konkurenčního prostředí vykazuje za celé období pouze 27 % změnu, HHI naproti tomu změnu až o 47 %, ostatní indexy pak již přes 50 %. Lze tedy definovat, že CCI nejlépe odráží situaci v odvětví, kde sice roste koncentrace firem, respektive tržní podíly největších dodavatelů, zároveň ale zde stále dochází k cenové i necenové konkurenci.

#### B.1.10 Výpočet postavený na bázi dat regulátora

Veřejně dostupná data o počtu OPM nezahrnovala do roku 2020 kompletní strukturu trhu. Odběratelé u imkumbentních dodavatelů nemuseli být do tohoto výpočtu zahrnuti přesně. Pro

komparaci postupů byly od regulátora ERU získána datový vzorek počtu OPM, který zahrnuje kompletní strukturu trhu. Pro výpočet je použit obdobný postup, jako v předchozím případě. Dílčí změna je pouze v tom, že do vyjádření podílu OPM na trhu jako celku je bráno pouze 1é největších dodavatelů. Toto omezení na nižší počet dodavatelů ale pokrývá stejný podíl trhu, jako předchozí zahrnutí 25 dodatelů. Pokrytí trhu je i při snížení počtu hodnocených dodatelů stále nad úrovní 95%. Metody výpočtu jsou identické s postupem v předchozí kapitole.

Tab. 19 Tržních podílů dodavatelů dle počtu OPM – data regulátora

| Pořadí/<br>rok                         | 2015   | 2016   | 2017   | 2018   | 2019   | 2020   | 2021   | 2022   | 2023   |
|--|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| <b>1</b>                               | 47%    | 47%    | 44%    | 43%    | 43%    | 43%    | 46%    | 46%    | 46%    |
| <b>2</b>                               | 19%    | 19%    | 19%    | 18%    | 18%    | 19%    | 20%    | 20%    | 20%    |
| <b>3</b>                               | 11%    | 11%    | 11%    | 11%    | 11%    | 11%    | 12%    | 12%    | 12%    |
| <b>4</b>                               | 6%     | 7%     | 7%     | 7%     | 7%     | 7%     | 10%    | 11%    | 11%    |
| <b>5</b>                               | 6%     | 6%     | 7%     | 7%     | 8%     | 8%     | 4%     | 4%     | 2%     |
| <b>6</b>                               | 5%     | 4%     | 4%     | 4%     | 3%     | 3%     | 2%     | 2%     | 1%     |
| <b>7</b>                               | 1%     | 1%     | 2%     | 2%     | 2%     | 1%     | 1%     | 1%     | 1%     |
| <b>8</b>                               | 1%     | 1%     | 1%     | 1%     | 1%     | 1%     | 1%     | 1%     | 1%     |
| <b>9</b>                               | 1%     | 1%     | 1%     | 1%     | 1%     | 1%     | 1%     | 1%     | 1%     |
| <b>10</b>                              | 1%     | 1%     | 1%     | 1%     | 1%     | 1%     |        | 1%     | 1%     |
| <b>pokrytí<br/>trhu</b>                | 98,00% | 98,00% | 97,00% | 95,00% | 95,00% | 95,00% | 97,00% | 99,00% | 96,00% |
| <b>HHI</b>                             | 2792   | 2796   | 2539   | 2415   | 2423   | 2457   | 2783   | 2805   | 2790   |
| <b>CCI</b>                             | 0,11   | 0,11   | 0,11   | 0,11   | 0,11   | 0,11   | 0,12   | 0,13   | 0,12   |
| <b>Entropie</b>                        | 0,69   | 0,69   | 0,71   | 0,71   | 0,71   | 0,69   | 0,66   | 0,68   | 0,64   |
| <b>HKI<br/><math>\alpha=0,5</math></b> | 6,59   | 6,57   | 6,77   | 6,67   | 6,62   | 6,47   | 5,90   | 6,48   | 5,98   |
| <b>HKI <math>\alpha=2</math></b>       | 3,58   | 3,58   | 3,94   | 4,14   | 4,13   | 4,07   | 3,59   | 3,57   | 3,58   |
| <b>HKI <math>\alpha=5</math></b>       | 2,56   | 2,56   | 2,78   | 2,86   | 2,86   | 2,86   | 2,63   | 2,63   | 2,63   |
| <b>HI<br/><math>\alpha=0,25</math></b> | 0,33   | 0,33   | 0,30   | 0,29   | 0,29   | 0,29   | 0,34   | 0,34   | 0,34   |
| <b>HI <math>\alpha=1</math></b>        | 0,29   | 0,29   | 0,26   | 0,25   | 0,25   | 0,25   | 0,29   | 0,29   | 0,29   |
| <b>HI <math>\alpha=2</math></b>        | 0,28   | 0,28   | 0,26   | 0,24   | 0,24   | 0,25   | 0,28   | 0,28   | 0,28   |

Z výsledků je patrně, že při zohlednění skutečné struktury trhu, tedy i přesného počtu OPM inkumbentních dodavatelů se struktura trhu změní. Dle výsledků ukazatelů již patří do definice oligopolní struktury. Hodnocení změny síly konkurence je ale podobné, jak bylo identifikováno v předchozím postupu. Tedy konkurence v odvětví od roku 2015 roce, ale po odchodu dodavatelů v roce 2021 se míra konkurenčního prostředí vrací na úroveň roku 2015. Tato skutečnost je očekávaná, protože zákazníci dodavatelů. Kteří ukončili činnost se přesouvají k dodavatelům poslední instance, kteří již mají velký podíl na trhu. Podíl třech největších firem se dlouhodobě pohybuje nad úrovní 75 % celého trhu.

Prostředí se fungováním blíží oligopolnímu prostředí, na čisti trhu ale fungují vztahy odpovídající konkurenci monopolistické. Jde tak o kombinaci dvou typů trhu, které zatím ekonomická teorie společně nezahrnuje. Tedy o oligopol s konkurenčním leme, kde konkurenční lem tvoří firmy operující v podmínkách blízkých monopolistické konkurenci. Pozici na konkrétní části trhu si určuje odběratel sám. Pokud má zájem, dodavatele mění. Dle rozvrstvení trhu lze očekávat, že takto aktivně ale vystupuje podstatně menší část zákazníků, minimálně však 25 %, což je kapacita monopolisticky konkurenčního trhu. Je možné, ale pro toto tvrzení neexistují numerické důkazy, že je tento poměr větší, protože i ve změně dodavatele si zákazník může vybrat dodavatele ze „silné“ trojky, protože produkty jsou si cenově relativně blízké, jak bylo dokázáno ve statistickém vyhodnocení všech nabídek. Klíčovou roli zde hraje individuální chování zákazníků, obecné faktory, podle kterých se

chovají a proč nemění dodavatele byly uvedeny v předchozí části. Bez podrobnějšího výzkumu u konkrétních zákazníků nelze ale tyto faktory formulovat jednoznačně. Právě tyto skutečnosti ale patří mezi bariéry, proč zákazníci dodavatele nemění a proč tedy i liberalizovaný trh vykazuje stále prvky trhu monopolního, respektive oligopolního.

### **B.1.11 Doporučení pro aplikaci**

Pro hodnocení stupně konkurenčního prostředí všechny ukazatele pracují s tržními podíly. Ty je možno měřit buď v ekonomických jednotkách nebo fyzických jednotkách. Sama definice koncentrovaného odvětví uvádí, že firmy s větším podílem na trhu jsou schopné svého postavení využívat ke zvyšování své konkurenční pozice. Ideálním ukazatelem pro hodnocení konkurenčního prostředí by tak byl objem tržeb, realizovaný na maloobchodním trhu konkrétního dodavatele. Tento údaj ale není součástí běžných účetních výkazů. Pokud by ale byl příjemce metodiky schopen tento údaj od dodavatelů získat, šlo by o neefektivnější způsob měření konkurence. Jako akceptovatelná alternativa se pak jeví využití objemu dodané elektrické energie. Při zachování známých tržních podmínek, kdy jsou produkty dodavatelů prodávány za podobné ceny, bude využití tohoto ukazatele akceptovatelné.

Vzhledem ke specifické situaci, která na maloobchodním trhu panuje, je nutno hodnocení míry konkurenčního prostředí rozdělit do dvou částí. První je situace u třech největších dodavatelů. Jejich podíl je na trhu dlouhodobě konstantní. Tyto dodatelé obsluhují segment zákazníků, kteří o změnu produktu nijak neusilují, jsou ve svém nákupním chování rigidní, výhody liberalizovaného trhu pro ně nejsou dostatečné. Pro funkčnost trhu by bylo vhodné, aby se tento podíl dále snižoval. Konkurence zde ale bude fungovat problematicky než na druhém segmentu trhu. Z pohledu regulátora ale již kroky, které by vedly k většímu zapojení zákazníků do liberalizovaného trhu, byly učiněny. Informovanost o fungování trhu je dostatečná, možnost porovnávání nabídek zde existuje jak ze strany regulátora, tak i soukromých subjektů. Jistou možností by skýtala změna legislativy ve vztahu k zjednodušení, případnému odstranění jakýchkoliv bariér při změně dodatele. To ale naráží na velice široké portfolio produktů, kde konkrétní podmínky jsou individuální a obtížně postižitelné.

Druhá situace pak nastává na trhu ostatních dodavatelů. Zde je již možno přesně numericky hodnotit formou popsaných nástrojů to, jak se konkurence vyvíjí. Zde jsou podmínky pro klasickou monopolistickou konkurenci naplněny, zákazníci vnímají výhodu deregulovaného trhu, náklady na změnu dodavatele jsou pro ně akceptovatelné a přínosy převažují nad náklady změny. Bez jednoznačných numerických důkazů lze pouze spekulovat, že obecný vývoj v populaci s větším zapojováním nových technologií do běžného života zjednoduší příchod nových zákazníků na tento segment, tedy že podíl zákazníků na trhu prvního segmentu, tedy oligopolního, bude klesat. Tuto myšlenku podobně formulovaly i uvedené studie, kde jedním z negativních parametrů pro změnu byl i věk. Zde ale nešlo pouze o číselné vyjádření této skutečnosti, ale obecně znalost a schopnost využívat nové technologie. A to do budoucna bude splněno i ve vyšším věku.

Z pohledu využití ukazatelů všechny popsané mají dostatečnou využitelnost. Koeficienty vycházejí z parametrizace možného koluzivního jednání obsahují omezení. Tím omezením je to, že neexistuje konsistentní doporučení, jakou váhu ukazatele  $\alpha$  konkrétně zvolit. Soudobé studie neuvádějí využití tohoto koeficientu v oblasti energetických trhů. Na aplikační úrovni nejčastěji využívaný ukazatel HHI je aplikovatelný i zde. Silnou stránkou využití je pak možnost porovnání jak s jinými odvětvími, tak i se zahraničím. Zároveň díky širokému použití v mnoha odvětvích ekonomiky má tento ukazatel nespornou argumentační schopnost – je zde možné přímé porovnání třeba s prostředím bankovníctví, finančních služeb či maloobchodu jako celku. To ostatní ukazatele přímo nenabízejí. Jako efektivní alternativa se ukázala míra entropie. V porovnání s ostatními postupy vykazuje větší stabilitu, tedy změna tržních podílů u velkých firem zásadně nevstupuje do změny hodnocení míry konkurence v odvětví. Tento



závěr je tak konsistentní se statistickým vyhodnocením struktury trhu z pohledu příchodu a odchodu firem a jejich cenové politiky.

Tržní prostředí je možno hodnotit z mnoha pohledů. Zde popisovaný postup se zaměřuje na dvě hlavní úrovně. Prvním jsou numerické ukazatele trhu z pohledu firem a produktu, společně s tím i dynamika vstupu a výstupu aktérů trhu. Produkt byl definován z pohledu pestrosti nabídky a odchylek cen. Druhý přístup vychází ze známých teoretických konceptů měření tržního konkurenčního prostředí. Oba tyto přístupy jsou pak komparovány do následujícího stanoviska. Trh se v současnosti limitně blíží koncentrovanému odvětví, v minulosti ale odpovídal středně koncentrovanému odvětví. Lze předpokládat, že vstup nových dodavatelů bude působit na rostoucí konkurenci, podobně jako na německém trhu. Z pohledu cenotvorby a produktového portfolia je jednoznačné, že dodavatelé ve velké míře volí konkurenci necenovou, protože soutěží s produkty za homogenní ceny. Tyto parametry se prolínají v teoretickém modelu monopolistické konkurence, tedy nejefektivnější reálně dostupného ekonomického prostředí.

## **B.2 Ekonomická stabilita dodavatelů z pohledu výsledků hospodaření**

Nástroje finanční analýzy jsou dlouhodobě ověřeným postupem, vyžívaným k hodnocení finanční pozice společnosti, odhadům její výkonnosti a budoucích stavů při různých podmínkách vnějšího a vnitřního prostředí. Její využití je velice široké i z pohledu těch, kteří chtějí tyto nástroje implementovat. Primárním okruhem využití je řešení obchodních či investičních problémů, dále hodnocení úvěrového rizika či předpověď příjmů. Důvody použití z této oblasti jsou známé a dlouhodobě prověřené.

Hodnocení finanční situace konkrétní firmy ale má dopad i do rozhodování kontrolních orgánů. Nejde vždy pouze o daňovou správu, ale v případě strategických komodit, mezi které elektrická energie patří, je ekonomická funkčnost dodavatelů nezbytnou podmínkou stability trhu. Proto může být jedním z příjemců výstupu i regulační orgán, protože pokud je firma poznamenána hospodářskými problémy, může být dopad i na zákazníky a trh jako celek. Toto je důvodem, proč součástí předkládané metodiky musí být i tato část. Nelze hodnotit vývoj trhu bez toho, aby byla definována jeho možná budoucí stabilita či naopak budoucí kritické stavy na straně dodavatelů. Prozkoumáním finančních poměrů, trendů a nesrovnalostí mohou regulační orgány efektivně identifikovat potenciální problémy s dodržováním předpisů a přijmout vhodná opatření k vynucení.

V této oblasti je možno vidět ještě jeden aspekt, který se ale zatím na energetickém trhu v ČR nijak neprojevil. Příjemcem výsledků o finančních ukazatelích může být i zákazník, protože vedle ceny bude dalším faktorem pro jeho rozhodování i stabilita dodávek. Tento přístup k hodnocení je zatím jistě minoritní, pokud se ale již zákazníci naučili diverzifikovat svoje nákupní modely podle zajištění stability dodání (spotřební zboží, služby, bytová výstavba) lze předpokládat, že tento trend se v budoucnu přesune i do dalších oblastí, včetně energetického trhu.

Finanční analýza zahrnuje použití různých nástrojů k hodnocení a interpretaci finančních dat za účelem posouzení finančního zdraví firmy. Pro hodnocení byly vybrány pouze ty nástroje, které mají jednoznačnou vypovídací schopnost a jsou zároveň poměrně jednoduše aplikovatelné. Nejde tedy o kompletní výčet možností, které se v této oblasti nabízejí. Mezi dále využitě nástroje finanční analýzy patří:

**Poměrová analýza:** Finanční ukazatele se používají k hodnocení vztahu mezi různými finančními proměnnými. Poměrové ukazatele mohou poskytnout pohled na finanční výkonnost a zdraví společnosti.

**Srovnávací analýza:** Porovnání finančních údajů s průmyslovými průměry nebo výsledky konkurentů může poskytnout cenné poznatky o výkonnosti a postavení společnosti ve vztahu k jejím kolegům.

**Analýza trendů:** Zkoumání změn ve finančních datech v průběhu času může pomoci identifikovat vzorce, trendy a potenciální budoucí výkonnost.

**Komplexní modely hodnocení:** Pro hodnocení bude využito bonitního modelu, protože ten kromě odhadu možného rizika finančních problémů poskytuje i porovnání, jak se jednotlivé firmy odlišují z pohledu finančního zdraví jako celku a možností dalšího směřování.

Prakticky budou využity následující ukazatele.

### **B.2.1 Ukazatele produktivity**

Ukazatelé produktivity mají využití hlavně na mezipodnikové porovnání. Mohou identifikovat, jakým způsobem firma využívá lidské zdroje a jak se tyto zdroje uplatňují na celkovém ekonomickém výkonu. Zároveň lze z těchto ukazatelů odhadnout, které subjekty více

využívají modernější technologie, případně outsourcují části svých služeb. Pro tento typ ukazatelů neexistuje jednoznačná porovnávací hodnota. Produktivitu lze měřit jak přímo z tržeb (28), tak i z přidané hodnoty (29) a (30). Ve zpracování budou využity následující ukazatele:

$$O = \frac{T}{Z} \quad (28)$$

kde

$O$  – Obrat na zaměstnance (Kč/os),

$T$  – Tržby (Kč)

$Z$  – počet zaměstnanců (1)

$$PZ = \frac{PH}{Z} \quad (29)$$

kde

$PZ$  – Přidaná hodnota na zaměstnance (Kč),

$PH$  – přidaná hodnota (Kč).

$$PHT = \frac{PH}{T} \quad (30)$$

kde

$PHT$  – Přidaná hodnota z tržeb

### B.2.2 Ukazatelé aktivity

Ukazatele aktivity jsou finanční metriky, které se používají k měření efektivity fungování firmy. Pojem pokrývá několik ukazatelů, které se mohou vztahovat na to, jak efektivně společnost využívá svůj kapitál nebo aktiva. Poměry aktivity jsou využitelné pro srovnání toho, jak se výkonnost firmy vyvíjí v průběhu času nebo jak si výkonnost firmy vede v porovnání s ostatními podobnými subjekty. Dobrou popisnou schopnost mají ukazatele:

Obrat celkových aktiv:

$$\text{Obrat celkových aktiv} = \frac{T}{\text{Celkova\_aktiva}} \quad (31)$$

Doba obratu závazků:

$$\text{doba obratu závazků} = \frac{\text{závazky} \cdot 360}{T} \quad (32)$$

Doba obratu pohledávek:

$$\text{doba obratu pohledávek} = \frac{\text{pohledávky} \cdot 360}{T} \quad (33)$$

Nejvýznamnějším z těchto ukazatelů je obrat aktiv. Vyjadřuje vlastně počet obrátek celkových aktiv za zvolené časové období, což je většinou jeden rok. Obvykle doporučená hodnota pro podniky v ČR je mezi 1,6 -3 [30], hodnota může být i větší v závislosti na odvětví. Obrat stálých aktiv je ukazatelem efektivnosti využívání veškerých zdrojů podniku. Doba obratu závazků a pohledávek je využitelná pro mezipodnikové srovnání.

### B.2.3 Ukazatelé zadluženosti

Ukazatelé zadluženosti vyjadřují schopnost firmy dlouhodobě splácet dluhy. Míra zadlužení udává procento aktiv financovaných věřiteli a pomáhá při určování, jak dobře jsou věřitelé chráněni v případě platební neschopnosti. Z pohledu schopnosti splácet dlouhodobé dluhy platí, že čím nižší je numerická hodnota, tím lepší je pozice firmy. Vysoká hodnota ukazatele může naznačovat vyšší finanční riziko v důsledku velké závislosti na dluhovém financování, zatímco nižší poměr naznačuje konzervativnější finanční pozici s vyšším podílem aktiv financovaných vlastním kapitálem. Výpočet ukazatel vypadá takto:

$$\text{Celková zadluženost} = \frac{\text{cizí zdroje}}{\text{celková aktiva}} \quad (34)$$

Ukazatel úrokového krytí doplňuje předchozí výpočet. Odkazuje na zisk před úrokem a zdaněním dělený úrokem. Někdy se používá jako jednoduché měřítko schopnosti společnosti pokrýt své úrokové náklady. Čím vyšší je hodnota ukazatele, tím lepší je schopnost podniku realizovat splátky úvěrů. Vypočtená hodnota ukazuje, jak moc by se mohl provozní zisk snížit, tak, že by již nebylo možné splacení požadovaných úroků. Doporučená hodnota je minimálně 3, vynikající hodnocení pak je větší než 6. Konkrétní hodnota je opět provázána s konkrétním odvětvím.

$$\text{Ukazatel úrokového krytí} = \frac{EBIT}{\text{nakladové úroky}} \quad (35)$$

### B.2.4 Ukazatele rentability

Rentabilita aktiv (ROA) má využití při posouzení celkové ziskovosti společnosti, lze ji dobře porovnávat porovnat ji s obdobnými odvětvími nebo s historickým vývojem výkonnosti. Vyšší poměr naznačuje, že firma generuje vyšší zisk na jednotku aktiv, což je příznivé pro investory, protože to znamená lepší návratnost investic. Ukazatel rentability aktiv je brán jako jeden z nejdůležitějších ukazatelů rentability. Poměr proměnných ve vzorci vlastně odpovídá na otázku, jak efektivně jsou aktiva využívána. Je zde brán kapitál jako celek, tedy bez vlivu či rozdělení na vlastní a cizí zdroje.

$$ROA = \frac{EBIT}{\text{celková aktiva}} \quad (36)$$

kde

ROA – Rentabilita aktiv.

Návratnost tržeb (ROS) je ukazatel používaný k hodnocení provozní efektivity firmy. Toto hodnocení poskytuje přehled o tom, kolik zisku se vytváří na jednotku tržeb. Rostoucí hodnoty ukazují, že firma zlepšuje efektivitu. Klesající ROS může signalizovat blížící se finanční potíže. Rentabilita tržeb (ROS) je metrikou toho, jak efektivně firma přeměňuje tržby na zisky. Je užitečné pouze při porovnávání společností ve stejném oboru podnikání a zhruba stejné velikosti.

$$ROS = \frac{EBIT}{T} \quad (37)$$

kde

ROS – Rentabilita aktiv.

Sama nízká hodnota této rentability nemusí znamenat zásadní potíže, ty lze eliminovat tlakem na rychlejší vývoj tržeb a zkracováním obrátu zásob.

### B.2.5 Ukazatele likvidity

Běžná likvidita označuje schopnost společnosti dostát svým krátkodobým finančním závazkům. Je nezbytná k posouzení schopnosti firmy uspokojovat krátkodobé závazky. Numerická hodnota nižší než 1 může naznačovat problémy s likviditou, protože naznačuje, že nemusí být dostatek oběžných aktiv ke krytí krátkodobých závazků. Běžná likvidita je jedním z důležitých ukazatelů, je životně důležitá pro finanční zdraví subjektu, protože ukazuje schopnost dostát krátkodobým závazkům. Kromě toho může aktuální poměr nižší než 1 naznačovat, že firma silně spoléhá na krátkodobé půjčky nebo jiné formy financování, aby pokryla své současné závazky. Tato závislost na vnějších zdrojích finančních prostředků může zvýšit finanční riziko a potenciálně vést ke krizím likvidity. Doporučené hodnoty pro tento typ ukazatele jsou v rozmezí 1,5-2,5. Vzorec (38) běžné likvidity je:

$$\text{Bezna likvidita} = \frac{OA}{KZ} \quad (38)$$

Kde

OA – oběžná aktiva,

KZ – krátkodobé závazky.

### B.2.6 Shrnutí poměrových ukazatelů

Shrnutí použitých ukazatelů z pohledu použití a doporučených hodnot je uvedeno v následující tabulce. Pokud neexistují doporučené hodnoty, je souhrnně uvedena pouze maximalizace či minimalizace ukazatele, pokud je doporučená hodnota uvedena, i zde platí že vyšší hodnota je výhodnější. U účelu použití ukazatel je uveden pouze souhrnný hlavní směr využití, všechny uvedené ukazatele mají i širší a kombinované využití.

Tab. 20 Porovnání jednotlivých ukazatelů a doporučené směrné hodnoty

| Souhrnné zařazení | ukazatel                       | Účel použití                           | Doporučené hodnoty                      |
|-------------------|--------------------------------|--|---|
| Produktivita      | Obrát na zaměstnance           | Porovnání s konkurencí                 | Maximalizace                            |
|                   | Produktivita z přidané hodnoty | Porovnání s konkurencí                 | Maximalizace                            |
|                   | Produktivita z tržeb           | Porovnání s konkurencí                 | Maximalizace                            |
| Aktivita          | Obrát celkových aktiv          | Efektivnost pro vlastníky              | 1,6-3                                   |
|                   | Doba obratu závazků            | Efektivnost procesů                    | Více než doba ob. pohledávek            |
|                   | Doba obratu pohledávek         | Efektivnost procesů                    | Minimalizace, méně než doba ob. závazků |
| Zadluženost       | Celková zadluženost            | Stabilita, eliminace rizika            | Minimalizace                            |
|                   | Úrokové krytí                  | Stabilita, eliminace rizika            | Min 3, ideálně přes 6                   |
| Rentabilita       | Rentabilita aktiv (ROA)        | Cíle vlastníků, porovnání s konkurencí | Maximalizace                            |
|                   | Rentabilita tržeb              | Cíle vlastníků, porovnání s konkurencí | Maximalizace                            |
| Likvidita         | Běžná likvidita                | Stabilita, porovnání s konkurencí      | 1,5-2,5                                 |

Výše vybrané ukazatele byly zvoleny z důvodu jednoznačné popisné schopnosti, jsou postaveny na obecně známých hodnotách z účetních výkazů a představují pohled na firmu ze základních funkčních okruhů. Autoři metodiky jsou si vědomi toho, že existuje mnohem větší počet poměrových ukazatelů, který by ekonomickou situaci popsaly věrněji a přesněji.

Znamenalo by to ale zvětšení požadovaného rozsahu dat a dále větší množství výpočtu. Z těchto důvodů byl počet ukazatelů stanoven v tomto menším souboru.

### B.2.7 Vyhodnocení ekonomické situace dodavatelů prostřednictvím poměrových ukazatelů

Pro zhodnocení finanční situace dodavatelů bude pracováno s dvěma skupinami firem. První skupinou jsou ti dodavatelé, kteří na trhu aktivně působí do roku 2023. Jde o identické firmy, které z pohledu nabídek byly popisovány v kapitole 7.7. Jsou známé jejich cenové nabídky, aktivita těchto firem je tedy zřejmá. Podmínkou pro provedení finančního hodnocení je ale fakt, že musí být známy ekonomické výsledky jednotlivých dodavatelů. Jako zdrojová databáze byla využita databáze ORBIS. „Orbis Europe obsahuje informace o více jak 110 milionech společnostech z Evropy, o bankách, pojišťovnách, o nebankovních finančních institucích, státních agenturách včetně firem, které nepublikují finanční údaje. V Orbisu jsou obsaženy informace i o zkrachovaných nebo insolventních podnicích, tedy lze hodnotit data i do minulosti“ [30]. Reálný počet těchto firem se pohyboval od 79 v roce 2019 až do 65 v roce 2022. Pro výpočtovou část bylo ale získáno pouze 48 firem, pro které existuje alespoň částečná datová základna pro výpočet minimálně jednoho ukazatele. Data získaná z databáze ORBIS byla kontrolována proti datům zveřejňovaným na justice.cz. Zveřejnění dat v databázi orbis má proti údajům na portálu justice minimálně několika měsíční zpoždění. Nevýhodou tohoto způsobu je fakt, že data ani z jednoho zdroje nelze získávat automatickým stahováním. Data z justice.cz jsou mnohdy pouze pdf skeny papírových dokumentů, čitelnost je mnohdy špatná, strojové čtení je problematické. Toto je největší bariérou pro využití postupu. Bez odpovídající datové základny nelze výpočty provádět.

Druhou skupinou firem pak jsou ti dodavatelé, kteří v uplynulých letech ukončili činnost. Jejich seznam byl získán od ERÚ. Důvod ukončení činnosti mohl být ale i odlišný od důvodů ekonomických. Autoři metodiky ale předpokládají, že primárním cílem vlastníků je generování zisku. Proto lze ukončení činnosti vnímat i jako fakt, že ziskovost této aktivity již nesplňovala požadavky vlastníků. Důvody ukončení činnosti jsou tedy brány jako primárně ekonomické. V této skupině dodavatelů se vycházelo z počtu 33 subjektů. Alespoň částečné hodnoty pro další výpočty byly zjištěny u 30 firem. Zcela dostatečné údaje pro kompletní výpočty všech ukazatelů byly ale identifikovány pouze u 8 subjektů. Problémy se získáváním dat jsou u této skupiny jsou identické, jako u aktivních firem.

Pro vlastní výpočet bylo využito Winsorizovaného průměru s váhou 20 %. Důvodem pro aplikaci je fakt, že zjištěná data obsahují extrémně velké rozdíly v hodnotách, jak je zřejmé z minimálních a maximálních hodnot. Winsorizovaný průměr vychází z postupu, kde je jistá část krajních hodnot nahrazena zvolenou méně extrémní hodnotou. Teprve poté se z takto upravených dat vyjadřuje aritmetický průměr. Průměrné hodnoty uvedené v tabulce Tab. 21 představují průměry ze celé sledované období 5 let, jsou počítány z Winsorizovaných průměrů. Pouze tento postup byl vzhledem k extrémnímu rozptylu hodnot aplikovatelný.

Tab. 21 Hodnoty Winsorizovaného průměru s váhou 20 %

|              | firmy neaktivní                          |          |       |         | firmy aktivní |          |       |          |         |
|--------------|--|----------|-------|---------|---------------|----------|-------|----------|---------|
|              | průměr                                   | Odchylka | Min.  | Max.    | Průměr        | Odchylka | Min.  | Max.     |         |
| Produktivita | Obrat na zaměstnance (tis. Kč)           | 33933    | 25854 | 35      | 1406615       | 67078    | 22842 | 30       | 1453550 |
|              | Produktivita z přidané hodnoty (tis. Kč) | 1684     | 1128  | -4768   | 178116        | 2515     | 601   | -11437   | 59066   |
|              | Produktivita z tržeb (-)                 | 0,71     | 11,87 | -4248,6 | 92,98         | 9,60     | 3,98  | -1527,27 | 9325,00 |
| Aktivita     | Obrat celkových aktiv (-)                | 1,4      | 0,2   | 0,0     | 16,2          | 1,5      | 0,2   | 0,0      | 2353,6  |
|              | Doba obratu závazků (den)                | 281      | 46    | 21      | 43498         | 234      | 18    | 13       | 139700  |

|             | Doba obratu pohledávek (den) | 18    | 5     | -2     | 432   | 15   | 1    | -2       | 25373     |
|-------------|------------------------------|-------|-------|--------|-------|------|------|----------|-----------|
| Zadluženost | Celková zadluženost (-)      | 77,3  | 9,2   | 0,0    | 200,5 | 87,7 | 16,4 | 0,0      | 32749,3   |
|             | Úrokové krytí (-)            | 19,6  | 10,5  | -792,3 | 625,6 | 47,0 | 23,8 | -1017,9  | 3041721,0 |
| Rentabilita | Rentabilita aktiv (ROA) (-)  | -0,58 | 1,96  | -97,71 | 42,63 | 3,36 | 1,93 | -1500,80 | 5968,75   |
|             | Rentabilita tržeb (-)        | -0,82 | 97,59 | -4520  | 43,22 | 2,18 | 1,82 | -31612,5 | 71,82     |
| Likvidita   | Běžná likvidita (-)          | 2,1   | 0,8   | -3,1   | 51,2  | 1,3  | 0,1  | 0,0      | 1192,0    |

Porovnání hodnot pro aktivní a neaktivní dodavatele umožňuje formulovat následující vztahy:

1. Hodnoty produktivity u neaktivních firem jsou vždy podstatně nižší. Rozdíl pro produktivitu z tržeb je skutečně zásadní. Firmy patřící v mezipodnikovém porovnání mezi produktivnější, nejsou ve větší míře ohroženy.
2. Z pohledu ukazatelů aktivity vycházejí hodnoty podobné, zásadní rozdíly zde nejsou
3. Celková zadluženost je dokonce vyšší u aktivních firem, úrokové krytí je naopak nižší u neaktivních firem. Doporučených hodnot ukazatel dosahuje o obou skupin firem.
4. Zásadní rozdíl je ale v koeficientech rentability. Ty jsou u neaktivních firem záporné, kladné hodnoty jsou u firem aktivních.
5. Hodnoty likvidity jsou prakticky v doporučených intervalech, u aktivních firem je tento ukazatel o něco nižší než doporučená hodnota.

### B.2.7.1 Shrnutí

Při posuzování finanční situace dodavatelů je možno využít zjednodušený postup s využitím poměrových ukazatelů. Jako efektivní postup se doporučuje zaměřením na koeficienty produktivity a rentability. Při mezipodnikovém porovnání nižší hodnoty produktivity mohou znamenat možné budoucí problémy. Zároveň s tím je doporučeno i sledování rentability. Klesající úroveň rentabilit se současným poklesem produktivity by mohla předznamenat budoucí horší situaci z pohledu firmy.

Ve zpracování byl zkoušen i alternativní postup, a to nalezení přesné hodnoty poměrového ukazatele, které by již znamenalo překročení kritické hranice. Vzhledem k poměrně malému počtu subjektů v databázi se ale tento postup ukázal jako pouze částečně správný, tedy, pro skupinu subjektů se ukázal jako funkční, pro celek již nikoliv. Využití principů logistické regrese zde vzhledem k omezené datové základně nepřichází v úvahu.

### B.2.8 Komplexní ukazatele

Finanční poměrové ukazatele slouží jako jedna z možností predikce problémů firmy, zároveň ale i umožňují hodnocení vývoje jednotlivých ekonomických oblastí. Překročení doporučených hodnot u vybraných ukazatelů tak poskytuje informace o možné budoucí finanční tísní. Faktory ovlivňující ukazatele, jako je likvidita, produktivita a aktivita jsou zásadní pro určení pravděpodobnosti budoucích finančních problémů. S ukazateli je třeba ale nakládat obezřetně, protože vzhledem k jednoduchosti vztahu je třeba uvažovat faktory, které ovlivňují jak čísel, tak jmenovatel zlomku. Správná interpretace a analýza finančních ukazatelů může pomoci identifikovat varovné signály finanční tísně a bankrotu a umožnit zúčastněným stranám včas přijmout opatření ke zmírnění rizik nebo využít příležitosti pro jejich odstranění. Finanční situaci společnosti však nelze zjistit pouze výpočtem za použití poměrových ukazatelů. Komplexnější pohled přináší komplexní modely hodnocení [31],[37].

Predikční modely představují systémy včasného varování, protože vybraných více indikátorů signalizuje potenciální ohrožení finančního zdraví. Tyto modely umožňují uživatelům porovnávat budoucí konkurenceschopnost účetních jednotek a jsou tak vhodné pro budoucí i současné rozhodování.

Ve světě existuje nepřeberné množství finančních modelů pro finanční diagnostiku a predikci finančního zdraví. V literatuře bylo provedeno mnoho výzkumů týkajících se konceptů finanční predikce s odkazem na modely bankrotní a bonitní. Toto je obecně přijímané dělení. Ačkoli byly tyto dvě kategorie vytvořeny odlišně, jejich konstrukce je obvykle podobná, což znamená kombinaci poměrových ukazatelů a tím přiřazených vah důležitosti [32]. Pro uživatele je tento systém extrémně jednoduchý, protože spočívá v posazení známých hodnot do obecného vzorce a následném vyhodnocení výsledku.

Modely jsou generovány s cílem rychlé orientace zájmových skupin s cílem ohodnotit danou společnost podle její kvality, tj. její důvěryhodnosti a stability. Cílem bonitních modelů je poskytnout hodnocení podle úrovně finančního zdraví, tj. zda je kvalita hodnocené společnosti dobrá či špatná. V tomto ohledu tyto modely odhalují úroveň kvality společnosti na základě její výkonnosti, což je faktor důležitý pro rozhodovací procesy hodnocení. Naopak modely bankrotu (známé také jako modely predikce finanční tísně) představují systémy včasného varování, které podle chování sledovaných indikátorů naznačují možné budoucí ohrožení finančního zdraví. Zpracování těchto modelů je důležité zejména pro věřitele, kteří chtějí vědět, zda je společnost schopna dostát svým závazkům. Úpadek a špatné finanční zdraví totiž představují nejen finanční hrozbu pro společnost samotnou, ale i pro její obchodní partnery.

Finanční bonitní modely jsou oblíbené pro svou jednoduchost a rychlou aplikaci. Především kvantitativní hodnocení finančního zdraví zaručuje nezaujaté hodnocení společnosti. Na druhou stranu tyto modely neberou v úvahu ostatní faktory, které situaci mohou též ovlivňovat. Z časového hlediska lze bonitní modely zařadit do analýzy ex post, která je orientována retrospektivně a vede k poznání důvodů, které mohly vytvořit současnou situaci. Popisují pouze skutečně dosažené výsledky, ty již ale nelze nijak aktivně měnit. Bonitní modely jsou na rozdíl od bankrotních modelů založeny převážně na teoretických poznatcích a umožňují posoudit pozici firmy ve srovnání s větším souborem porovnávaných subjektů, případně i s doporučenými hodnotami.

Výběr správného hodnotícího modelu je poměrně komplikovaný. Existuje velká řada akademických studií, které pro jednotlivé odvětví doporučí konkrétní typ modelu jako nejspolehlivější. Jsou známé doporučení pro stavebnictví [33], zemědělství [34], maloobchod či služby. Provedené studie se shodují v tom, že neexistuje žádný univerzální model, využitelný pro všechna odvětví a situace. Je ale možné definovat takové modely, které mají alespoň částečně odpovídající výsledky. Zároveň je třeba definovat i počet parametrů v modelu a jeho výpočtovou náročnost. Zde platí fakt, že častěji se využívají spíše jednodušší modely, a to právě z důvodu snadné dostupnosti dat a jednoduchosti aplikace.

Autoři testovali několik přístupů. Konkrétně šlo o model IN05, Altmanovo Z skóre a Index bonity. Z pohledu dostupnosti dat se jako nejefektivnější ukázal Index bonity. A to z toho důvodu, že většina účetních hodnot využívaných ve výpočtu tohoto modelu, se využívá i u poměrových ukazatelů z předchozí části. Zároveň jde o údaje, které jsou obsaženy i ve zjednodušených účetních výkazech. Jediným nedostatkem tohoto modelu je nezbytnost znalosti parametru cash flow, což bohužel běžně zveřejňovaná hodnota není. I z pohledu porovnávacích studií, je volba tohoto ukazatele brána jako efektivní [35].

## **B.2.9 Index bonity**

Index bonity, v literatuře se lze setkat i s označením jako indikátor bonity, patří mezi modely, které jsou postaveny na multivariační diskriminační analýze, což je nástroj využívaný primárně v biologii či sociologii. Aplikace výpočtu je postavena na šesti vybraných ukazatelích, které jsou násobeny příslušnou vahou. Poté jsou dílčí výsledky sečteny a výsledná hodnota představuje charakteristiku diskriminační funkce. Váhové faktory vycházejí ze statistického pozorování chování podniků v minulosti. Zajímavostí zde je to, že jde o model používaný hlavně v německy mluvících zemích a zemích střední Evropy, proto také na jeho využití neexistuje větší počet mezinárodních studií. Vzorec pro výpočet je pak následující:



$$IB = 1,5 \cdot x_1 + 0,08 \cdot x_2 + 10 \cdot x_3 + 5 \cdot x_4 + 0,3 \cdot x_5 + 0,1 \cdot x_6 \quad (39)$$

kde

$x_1$  – cash flow / cizí zdroje

$x_2$  – celková aktiva / cizí zdroje

$x_3$  – zisk před zdaněním / celková aktiva

$x_4$  – zisk před zdaněním / celkové výkony

$x_5$  – zásoby / celkové výkony

$x_6$  – celkové výkony / celková aktiva

Interpretace numerického výsledku indexu bonity je následující:

| Hodnota        | Hodnocení situace podniku |
|----------------|---------------------------|
| $-3 < IB < -2$ | extrémně špatná           |
| $-2 < IB < -1$ | velmi špatná              |
| $-1 < IB < 0$  | špatná                    |
| $0 < IB < 1$   | určité problémy           |
| $1 < IB < 2$   | dobrá                     |
| $2 < IB < 3$   | velmi dobrá               |
| $3 < IB$       | extrémně dobrá            |

Tento algoritmus výpočtu byl použit na vzorek firem, které z nějakých důvodů ukončily svoji činnost jako dodavatelé. Zde je výchozí počet firem pro stanovení ukazatele stejný, jako v předchozí části. Tedy ze seznamu 33 subjektů byl pro dostupnost dat tento postup využit pouze pro 8 firem. Z pohledu hodnotící škály lze definovat, že jakmile ukazatel dosáhne hodnoty pod jedna, znamená to, že čelí určitým problémům, které mohou vést i k odchodu z trhu.

Konkrétní aplikace na vybraného dodavatele by pak vypadala takto. Jako prvním krokem je zjištění výchozích dat, které budou využity pro výpočet. Z hospodářských výsledků zveřejňovaných na internetu, jde pro dodavatele Bohemia Energy entity s.r.o. pro rok 2020. Údaje z let 2021 a 2022 nebylo bohužel možné použít, jak bude vysvětleno dále.

Výpočtovou část je pak možné aplikovat na konkrétního dodavatele. Nezbytné údaje jsou ty, které byly definovány v předchozím vzorci. Je možno buď získávat přímo do firem, nebo prostřednictvím jejich výročních zpráv či povinného zveřejňování. Pokud by se hodnocení mělo provést pouze z veřejně dostupných dat, bylo by třeba zjistit následující údaje.

Tab. 22 Zdrojová data pro Index bonity

| Ukazatel               | Zdroj                | Pozice        | Získání |
|------------------------|----------------------|---------------|---------|
| Cash flow              | Výkaz zisku a ztráty | *** + E       | výpočet |
| Cizí zdroje            | Rozvaha              | B + C         | hodnota |
| Celková aktiva         | Rozvaha              | Aktiva celkem | hodnota |
| Zisk před zdaněním     | Výkaz zisku a ztráty | **            | hodnota |
| Celkové výkony (tržby) | Výkaz zisku a ztráty | I. + B+ C     | výpočet |
| Zásoby                 | Rozvaha              | C. I.         | hodnota |

Takto popsaným postupem je možné získávat data ze zveřejněných účetních výkazů. Pro příklad bude popsán výpočet indexu bonity pro rok 2020 u dodavatele Bohemia energy entity s.r.o. Data budou využita ze zveřejněných závěrečných zpráv na serveru justice.cz [43]. Výpočet pro rok 2022 nebo 2021 bohužel nemohl být proveden, protože i když jsou účetní dokumenty na webu k dispozici, skenování tyto dokumenty znehodnotilo tak, že číselné hodnoty nelze přesně přečíst. Respektive, hodnoty pro rok 2022 jsou nečitelné, pro rok 2021 pak čitelné pouze částečně.

Vlastní výpočet prak probíhá takto. V prvním kroku jsou určeny z účetních výkazů hodnoty, v kroku druhém jsou tyto hodnoty dosazeny do (40).

$$IB = 1,5 \cdot \frac{836058}{7987764} + 0,8 \cdot \frac{11587945}{7987764} + 10 \cdot \frac{810779}{11587945} + 5 \cdot \frac{810779}{23186000} + 0,3 \cdot \frac{31907}{23186000} + 0,1 \cdot \frac{23186}{11587945} \quad (40)$$

$$IB = 1,5 \cdot 0,1 + 0,08 \cdot 1,45 + 10 \cdot 0,07 + 5 \cdot 0,035 + 0,3 \cdot 0,00 + 0,1 \cdot 0,00 = 1,18 \quad (41)$$

Pokud se tento postup použije na dodavatele, u kterých jsou dostupné data z účetních výkazů, lze získat následující výsledky. Celkové hodnocení dostupného vzorku firem pak vypadá takto:

Tab. 23 Indexy bonity

|                                       | Poslední známý údaj rok | INDEX BONITY | INDEX BONITY -1 rok | INDEX BONITY -2 roky | INDEX BONITY -3 roky | INDEX BONITY -4 roky |
|---------------------------------------|-------------------------|--------------|---------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| BOHEMIA ENERGY ENTITY S.R.O.          | 2020                    | 1,15         | 1,18                | 0,75                 | 1,02                 | 1,14                 |
| CONTE SPOL. S R.O.                    | 2021                    | 0,76         | -3,85               | -6,36                | -0,98                | 2,04                 |
| EUROPE EASY ENERGY A.S. V LIKVIDACI   | 2021                    | 2,03         | 1,57                | 0,78                 | 1,06                 | 1,73                 |
| KOLIBRIK ENERGIE A.S.                 | 2021                    | -1,17        | -0,54               | -2,64                |                      |                      |
| "LUMIUS, SPOL. S R.O. ""V LIKVIDACI"" | 2022                    | -7,71        | 3,43                | -0,38                | -2,07                | -4,14                |
| FASTER CZ SPOL. S R.O.                | 2022                    | 6,36         | 6,75                | 6,78                 | 3,02                 | 3,53                 |
| X ENERGIE, S.R.O. V LIKVIDACI         | 2022                    | 2,06         | 1,76                | 1,17                 | 0,31                 | 0,83                 |
| PRVNI MORAVSKA PLYNARNI S.R.O.        | 2022                    | -0,01        | 0,46                | -0,61                | -2,92                |                      |
| SVINOS S.R.O.                         | 2022                    |              | -0,33               | -0,34                | -1,16                | -3,11                |

Vypočtené hodnoty indexu bonity jsou od posledního známého údaje vždy o jeden rok zpět, tedy zachycují období maximálně pět let do minulosti. Ne u všech firem byly zjištěny dostatečné údaje pro výpočet celé časové řady, prázdné pole v tabulce tedy znamená, že nebyly k dispozici data pro výpočet.

Při využití slovního popisu hodnot lze výsledky prezentovat následujícím způsobem.

Tab. 24 Index bonity vyjádřen slovně

|                              | INDEX BONITY | INDEX BONITY -1 rok | INDEX BONITY -2 roky | INDEX BONITY -3 roky | INDEX BONITY -4 roky |
|------------------------------|--------------|---------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| BOHEMIA ENERGY ENTITY S.R.O. | dobrá        | dobrá               | určité problémy      | dobrá                | dobrá                |

|                                       |                 |                 |                 |                 |                 |
|---------------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| CONTE SPOL. S R.O.                    | určité problémy | extrémně špatná | extrémně špatná | špatná          | velmi dobrá     |
| EUROPE EASY ENERGY A.S. V LIKVIDACI   | velmi dobrá     | dobrá           | určité problémy | dobrá           | dobrá           |
| KOLIBRIK ENERGIE A.S.                 | velmi špatná    | špatná          | extrémně špatná | x               | x               |
| "LUMIUS, SPOL. S R.O. ""V LIKVIDACI"" | extrémně špatná | velmi dobrá     | špatná          | velmi špatná    | extrémně špatná |
| FASTER CZ SPOL. S R.O.                | extrémně dobrá  | extrémně dobrá  | extrémně dobrá  | extrémně dobrá  | extrémně dobrá  |
| X ENERGIE, S.R.O. V LIKVIDACI         | velmi dobrá     | dobrá           | dobrá           | určité problémy | určité problémy |
| PRVNI MORAVSKA PLYNARNI S.R.O.        | špatná          | určité problémy | špatná          | extrémně špatná | x               |
| SVINOS S.R.O.                         | x               | špatná          | špatná          | velmi špatná    | extrémně špatná |

Dodavatelé, kteří ukončili činnost mají minimálně v jednom roce za předchozích pět období hodnotu ukazatele nižší než 1. U některých se hodnota ukazatele v čase mění, jde ale většinou o posun do dalšího stupně hodnocení, vývoj je tedy konzistentní. Bohužel nejde o úplně unikátní ukazatel, protože pro případ firmy FASTERS CZ spol s r.o. je hodnota indexu bonity bezproblémová, firma přesto ukončila dodávku. Vysvětlení k této situaci bylo definováno již v předchozí části. Sebelepší systém hodnocení je postaven vždy pouze na vzájemném vztahu ekonomických dat. Důvody odchodu z oboru jsou ale různé, může jít typicky o změnu strategie vlastníků, přesun aktivit do atraktivnějšího odvětví, omezení synergických efektů působení v odvětví.

Doporučení lze tedy formulovat tak, že pokud by byl požadavek na jednotný ukazatel hodnocení, lze využít indexu bonity. Hodnota přibližující se 1 by mohla znamenat jisté problémy. Pro hodnocení je ale třeba vždy zohlednit fakt, že libovolný z uvedených nástrojů hodnocení nemůže sám o sobě vždy přesně indikovat budoucí odchod z trhu. Pro jednoznačnější výsledky by byl třeba širší vzorek firem. Uvedené způsoby hodnocení lze ale použít jako předběžný výstražný systém.

#### B.2.10 Požadavky na zdrojová data ze strany dodavatelů – aplikace do konkrétního modelu

Zásadním problémem je dostupnost dat. Pro aplikaci je nezbytné, znát kompletně jak rozvahu, tak i výkaz zisku a ztráty. Bez těchto údajů nelze navrhované postupy používat. Zveřejňování výsledků samo o sobě ještě neznamená, že hodnoty nebytné pro výpočty budou dostupné. Skenování oficiálních dokumentů nezajišťuje možnost čitelnosti dat. Jak již bylo uvedeno v předchozím textu, zveřejňovací povinnost dodržuje menšina firem. Zároveň tato data mají značné zpoždění, mnohdy i více než 2 roky. Při zohlednění těchto problémů je možno formulovat doporučení.

Dodavatele by měly zveřejňovat regulátorovi takovou část svých účetních výsledků, aby bylo umožněno nástroji pro finanční hodnocení sledovat stabilitu dodavatelů. Nemusí jít o komplexní účetní výkazy, pro samostatný výpočet u bonitního modelu slouží pouze 6 ukazatelů. Které jsou stejně součástí zveřejňovaných údajů. Bez této skutečnosti nemůže regulátor pozici firem a tím i stabilitu odvětví nijak kontrolovat. Uveřejňování dat je mizivé, jsou zveřejňována se zpožděním nebo nejsou zveřejněna vůbec. Pozici dodavatelů z pohledu ekonomické stability nelze za tohoto stavu efektivně hodnotit. Nemožnost hodnocení je zřejmě patrná z faktu, v jakém stavu jsou zveřejňované dokumenty některých dodavatelů.

Firma: BOHEMIA ENERGY entity s.r.o.  
 IČO: 27266723  
 Právní forma: společnost s ručením omezeným  
 Předmět podnikání: Obchod s elektřinou; rozvod a plynem, výroba, obchod a služby neuvedené v přílohách 1 až 3 živnostenského zákona  
 Účetní období: 31.12.2022  
 Datum sestavení účtů: 28.01.2023

**ROZVAHA**  
( v odvětví těžba kř.)

| znač. | AKTIVA   | řá. | Běžné účetní období |              |            | Mn. úč. období |
|-------|--|-----|---------------------|--------------|------------|----------------|
|       |  |     | Brutto<br>1         | Korekce<br>2 | Netto<br>3 | Netto<br>4     |
| a     | b  | c   |                     |              |            |                |
|       | AKTIVA CELKEM (A. + B. + C. + D.)                            | 001 | 1 797 187           | -5 058 536   | 328 631    | 2 354 349      |
| B.    | Státní příspěvy (B.I. + B.II. + B.III.)                      | 002 | 457 418             | -321 128     | 136 290    | 168 141        |
| B. I. | Státní příspěvy související se zdaněním (B.I.I. až B.I.I.V.) | 004 | 274 521             | -247 738     | 26 784     | 30 839         |

Obr. 23 Čitelnost účetních výkazů za rok 2022 od Bohemia energy entity s.r.o

## B.3 Konkrétní modely pro řešení vztahu velkoobchodních a maloobchodních cen

### B.3.1 Základní statistické charakteristiky souboru

Data využívaná v této metodice představují ucelenou nabídku dodavatelů, která je známá z pohledu jejího zveřejňování. Jak již bylo v textu zmíněno, pracuje se zde s tarifem D02, ceny jsou uvedeny za MWh a jsou v Kč. Zároveň není rozlišeno, pro jaké distribuční území byla nabídka určena. Souhrnně lze konstatovat, že zhruba do roku 2015 platili drobné rozdíly mezi cenou konkrétního produktu na různých distribučních oblastech. Hodnocené produkty jsou tedy skutečně celým rozsahem nabídky dodavatelů. Zde nutno upozornit, že zaměření na celou šíři nabídky i za cenu, že některé produkty jsou zde vlastně duplicitní je žádaným přístupem. Nelze z popisu tržní nabídky vynechat typ produktu, který mohl zákazník kdekoli v geografickém prostoru ČR požadovat. Celkový rozbor nabízených produktů a jejich statistických parametrů je uveden v následující tabulce Tab. 25.

Tab. 25 Cenový rozbor nabízených produktů a statistických parametrů

| rok  | Průměrná cena | Winsoriz. prům. 5% - cena | Medián | Minimum | Maximum | Dolní kvartil | Horní kvartil | Kvantil 10% | Kvantil 90% | Sm.o dch. |
|------|---------------|---------------------------|--------|---------|---------|---------------|---------------|-------------|-------------|-----------|
| 2011 | 3839          | 3842                      | 3865   | 3285    | 4196    | 3711          | 3959          | 3555        | 4121        | 193       |
| 2012 | 3835          | 3836                      | 3830   | 3444    | 4220    | 3705          | 3965          | 3633        | 4028        | 167       |
| 2013 | 3880          | 3880                      | 3881   | 2490    | 4597    | 3797          | 4006          | 3657        | 4078        | 178       |
| 2014 | 3455          | 3464                      | 3452   | 2266    | 4003    | 3404          | 3511          | 3353        | 3606        | 151       |
| 2015 | 3374          | 3372                      | 3361   | 2978    | 3984    | 3302          | 3432          | 3251        | 3499        | 107       |
| 2016 | 3270          | 3271                      | 3253   | 2138    | 4012    | 3190          | 3337          | 3132        | 3458        | 154       |
| 2017 | 3329          | 3322                      | 3282   | 2172    | 4285    | 3212          | 3390          | 3162        | 3537        | 200       |
| 2018 | 3514          | 3514                      | 3501   | 2261    | 4721    | 3396          | 3614          | 3319        | 3734        | 210       |
| 2019 | 3823          | 3839                      | 3844   | 2269    | 4430    | 3715          | 3968          | 3568        | 4100        | 276       |
| 2020 | 3940          | 3931                      | 3922   | 3475    | 5528    | 3775          | 4063          | 3672        | 4221        | 239       |
| 2021 | 4676          | 4642                      | 4276   | 2166    | 11631   | 3895          | 5428          | 3686        | 6126        | 1173      |
| 2022 | 7476          | 7394                      | 7061   | 2171    | 19521   | 5764          | 8576          | 5160        | 10964       | 2366      |
| 2023 | 7712          | 7671                      | 6678   | 2916    | 17879   | 6359          | 9667          | 6001        | 10947       | 2300      |

Vývoj maloobchodních cen všech nabídek na trhu ukazuje následující skutečnosti.

- Do roku 2020 jsou nabízeny produkty za velice podobné ceny, směrodatná odchylka nabídek se vůči průměrné hodnotě pohybuje mezi 5 % až 7 %, s průměrnou hodnotou kolem 5 %. Z pohledu zákazníků jsou tyto odchylky minimální. Zde je třeba zdůraznit, že elektrická energie patří mezi základní životní komodity. A ty mají velice nízkou hodnotu krátkodobé cenové elasticity. Zde bohužel chybí odpovídající studie z ČR, ale zkušenosti z USA, kde se tato problematika dlouhodobě studuje, ukazují na hodnoty elasticity v dlouhém období na max. -0,5. Toto lze popsat jako skutečnost, že při změně ceny elektrické energie o 5 % dojde pouze k 2,5 % změně poptávaného množství. [45]
- Porovnání kvartilových a kvantilových hodnot vůči průměru ukazuje, že většina nabídek se nepohybovala v extrémně nízkých či vysokých hodnotách. Tedy, i zde jde potvrdit již uvedený fakt, že tržní prostředí dodavatelů nabízí produkty s podobnou cenou, nabídky spolu soutěží necenově.
- Změna ve struktuře nabídek začíná od roku 2021, odchylky mezi cenami jednotlivých dodavatelů jsou již extrémní, kvartilové hodnoty spolu se směrodatnou odchylkou ale ukazují, že extrémní odchylky od průměrné ceny se v delším časovém okamžiku

eliminují. Lze tedy předpokládat, že po uklidnění trhu se rozdíly mezi dodavateli vrátí do rozsahů, kde se pohybovali do roku 2020.

Vzhledem k velkému množství dat je nepřehledné využití klasického schématu korelací. Ty byly provedeny, mezi většinou dodavatelů panují slabší kladné korelační vztahy, pouze minimum dodavatelů má mezi sebou vztahy slabé negativní korelace. Opticky přijatelnější pohled na problematiku přináší krabicový graf. Pro znázornění byl omezen počet dodavatelů tak, že obsahuje pouze firmy s počtem nabídek větším než 25. Tato revize byla provedena z toho důvodu, že mnoho nabídek bylo na trhu velice krátkou dobu, tedy podmínky na trhu to nijak neovlivnilo. Data jsou hodnocena od roku 2011, podobně jako u předchozího hodnocení.

Krabicový graf uvádí poměrně velké množství podobných nabídek, a to jak z pohledu mediánové ceny, tak i šíře kvartilového rozpětí. Existují dodavatelé s vyšší cenou, v porovnání s celou nabídkou jde ale o malou skupinu.

Alternativní pohled na problematiku poskytuje Kendall W koeficient shody. Kendallova statistika W je neparametrická statistika používaná k posouzení shody mezi různými typy dat. Pro svoji aplikaci nepotřebuje naplnění podmínky normality dat. Výsledek se pohybuje v rozsahu od 0 do 1. Nula není žádná shoda mezi daty, zatímco 1 je dokonalá shoda [47]. Statistika se je možno počítat jak na kardinální, tak i ordinální stupnici. Omezením je pouze to, že ji lze použít na pouze pro měření shody mezi proměnnými, které měří stejné obecné vlastnosti objektů. V tomto případě jde o cenu.

Kendall W koeficient shody dosahuje hodnoty 0,54. Jde tedy pouze o částečnou podobnost jednotlivých nabídek. Součástí výpočtu Kendall W je i celkové pořadí jednotlivých proměnných, které umožňuje lepe seřadit výsledky dle jejich podobnosti. Platí zde skutečnost, že nabídky umístění v pořadí blízko sebe jsou podobnější, než ty umístěné v rozdílném pořadí. V tabulce nejsou názvy dodavatelů (zkrácení tabulky) uvedeny v plném rozsahu.

Tab. 26 Kendall W koeficient shody

| Dodavatel             | Průměrné pořadí | Průmě r | Sm.Od ch. | Dodavatel            | Průměrné pořadí | Průmě r | Sm.Od ch. |
|-----------------------|-----------------|---------|-----------|----------------------|-----------------|---------|-----------|
| Ecentre               | 7               | 1077    | 146       | Carbounion bohemia   | 23              | 1437    | 332       |
| Eres                  | 7               | 1082    | 69        | Moravska plynařenská | 23              | 1501    | 544       |
| Sparkinvest           | 9               | 1075    | 50        | Utylis               | 23              | 1413    | 218       |
| Energofin             | 10              | 1146    | 166       | Centropol            | 24              | 1412    | 103       |
| Praz. plyn.           | 11              | 1103    | 120       | Gas inter            | 24              | 1921    | 1067      |
| Europ. Easy e.        | 11              | 1107    | 111       | Inegt                | 25              | 1461    | 234       |
| United energy trading | 12              | 1098    | 158       | RWE                  | 26              | 1434    | 114       |
| Yello                 | 13              | 802     | 690       | Nano energies trade  | 26              | 1531    | 449       |
| Vemex energie         | 13              | 1201    | 178       | CEZ                  | 28              | 1485    | 114       |
| Eneka                 | 13              | 1196    | 182       | Clever               | 28              | 1567    | 324       |
| Comfort Energy        | 14              | 1201    | 187       | Energie pro          | 28              | 1860    | 689       |
| MND                   | 14              | 1225    | 209       | Armex Energy         | 29              | 2070    | 1051      |
| Obecni plynarna       | 15              | 1196    | 129       | SPP cz               | 30              | 1516    | 112       |
| X energie             | 16              | 1230    | 200       | Rodinna energie      | 30              | 1635    | 316       |
| Lama                  | 16              | 1226    | 168       | EON                  | 30              | 1536    | 98        |
| Elimon                | 18              | 1246    | 138       | Dobra energie        | 34              | 3748    | 2113      |
| Cr Energetika         | 19              | 1301    | 198       | Pre                  | 34              | 1667    | 114       |
| Bicorn                | 20              | 1292    | 134       | Cebud                | 37              | 3450    | 2597      |
| Bohemia Energy        | 20              | 1302    | 167       | Sforp                | 37              | 3386    | 2179      |

|            |    |      |     |               |    |      |      |
|------------|----|------|-----|---------------|----|------|------|
| Fonergy    | 20 | 1300 | 244 | Teplarny Brno | 41 | 3673 | 568  |
| Carbounion | 21 | 1592 | 812 | Elyn          | 42 | 5509 | 1409 |
| Fosta      | 22 | 1390 | 239 |               |    |      |      |

### B.3.1.1 Shrnutí

Nabízené produkty jsou si podobné, minimum z hodnocených dat se nachází v extrémních hodnotách. Vzhledem k prokázané konzistenci dat lze předpokládat, že model vývoje maloobchodních cen testovaný na konkrétního dodavatele bude využitelný i pro dodavatele jiné, půjde tedy o model obecný.

### B.3.2 Struktura trhu obchodování s energetickými komoditami

Dlouhodobé neboli termínované trhy jsou určeny pro obchodování typicky v měsíčních, čtvrtletních, ročních a několikaletých horizontech na bázi kontinuálního obchodování. Na termínovaných trzích se obchoduje s různými typy kontraktů, nejčastěji futures a forwards.

#### B.3.2.1 Obchody typu forward

Jedná se o typ obchodů, při kterých se uvažují dodávky na základě diagramu nebo standardních produktů, které jsou po dodávce finančně vypořádány za cenu uskutečněného obchodu. Za forwardy jsou standardně považovány jednak všechny OTC (Over-The-Counter, neboli mimoburzovní) obchody a dále pak obchody uzavřené na blokovém a spotovém trhu, které jsou spojeny s fyzickou dodávkou podkladového aktiva. V České republice se obchoduje přibližně 50 % elektrické energie právě pomocí tohoto typu obchodování.

Forward kontrakty jsou specifické dohody mezi dvěma stranami pro nákup nebo prodej aktiva v budoucím datu za předem stanovenou cenu. Tato cena zahrnuje i provizi za zprostředkování a jiné náklady související s držetím kontraktu. Forward kontrakty se liší od očekávané budoucí ceny aktiva na trhu v době jeho dodání a nereflktují spekulace na budoucí vývoj tržních cen. V oblasti dodávek energetických komodit existují forward kontrakty jak pro fyzické dodání komodity, tak pro finanční vyrovnání. Fyzický forward zavazuje prodejce k dodání komodity, zatímco finanční forward se týká pouze peněžních vyrovnání bez skutečného dodání komodity. U forwardů na energii se obvykle stanovují kontrakty s různou délkou a časovým rozlišením, jako jsou roční, měsíční.

V rámci forward kontraktů je také kreditní riziko, které vyplývá z možnosti, že jedna ze stran nedokáže splnit své závazky, což může vést k tomu, že nebude schopna doručit komoditu nebo uhradit finanční závazky z kontraktu [40][42].

#### B.3.2.2 Obchody typu futures

Futures kontrakty jsou typ finančního derivátu založeného na podkladovém aktivu (v oblasti komodit to jsou ceny elektrické energie a zemního plynu). Mají podobný princip jako forward kontrakty, což znamená, že se jedná o dohody o budoucím dodání nebo nákupu elektřiny za předem stanovenou cenu.

Liší se však v tom, že zprostředkovatelem obchodu je burza, což umožňuje lepší likviditu a možnost hedgingu. Futures kontrakty obvykle nevedou k fyzickému dodání základního aktiva, ale jsou finančně vypořádány. Denně se vyhodnocuje zisk nebo ztráta z otevřených pozic, čímž se vyrovnává hodnota a snižuje se kreditní riziko oproti forwardovým kontraktům. Obchodníci musí kromě toho vložit počáteční vklad jako záruku pro pokrytí možných ztrát, což rovněž snižuje kreditní riziko oproti forwardovým kontraktům. Jinými slovy futures kontrakty vyžadují, aby se platilo u clearingového domu burzy v době uzavření kontraktu, často prostřednictvím určité zálohové platby (depozitum nebo marže). Tato zálohová platba slouží jako zástava pro splnění smluvních závazků. Tento systém zajišťuje, že i při budoucích

finančních transakcích bude závazek splněn, což snižuje riziko neplnění kontraktů. Hodnota futures kontraktu se s blížícím se datem expirace obvykle přizpůsobuje spotové ceně základního aktiva. Rozdíl mezi spotovou cenou a cenou futures je označován jako „báze“.

Futures kontrakty tedy umožňují účastníkům trhu s elektřinou zajišťovat se proti cenovým výkyvům a spekulovat nad budoucími cenami elektřiny. Díky standardizaci a obchodování na regulovaných burzách nabízí futures kontrakty transparentnost a bezpečnost pro obě strany transakce [41][42].

### **B.3.2.3 Obchody typu swap**

Tyto kontrakty jsou variací na forwardové kontrakty, které lze považovat za jednorázové swapy. Swapové kontrakty umožňují účastníkům trhu směnit specifikované cash flow během určeného časového intervalu, což vede k rozložení cenového rizika spojeného s volatilitou cen elektrické energie. V praxi swapové obchody umožňují jedné straně zajištění fixní ceny elektrické energie, zatímco druhá strana přijímá platby, které jsou indexovány podle aktuálních tržních cen, nebo podle cenového indexu, který odráží vývoj trhu s elektřinou. Tento mechanismus umožňuje oběma stranám zajištění proti cenovým šokům, přičemž se vyrovnává pouze rozdíl mezi fixní a pohyblivou částkou.

Pokud fixní cena převyšuje pohyblivou, rozdíl hradí kupující strana swapu. Ve chvíli, kdy je situace obrácena a pohyblivá cena je vyšší, rozdíl hradí prodávající strana kontraktu. Tímto způsobem swapové kontrakty přispívají k efektivnímu řízení cenových rizik a zajištění předvídatelnosti cash flow pro obě strany. Výhody swapových obchodů jsou mnohočetné. Kromě flexibility a možnosti finančního vypořádání jsou tyto kontrakty charakteristické nižší mírou regulace ve srovnání s tradičními finančními nástroji, což z nich činí atraktivní možnost pro řadu investorů a společností operujících na trhu s elektrickou energií. Navíc swapové obchody jsou obzvláště vhodné pro hedging, tedy zajištění, což umožňuje společně lépe plánovat a předvídat své budoucí náklady a příjmy.

### **B.3.2.4 Obchody typu opce**

Obchody typu opce se stávají stále důležitějšími v rámci trhu s elektrickou energií, zejména kvůli jejich flexibilitě a schopnosti řízení rizika. Tyto finanční instrumenty umožňují držitelům opčních kontraktů specifikovat podmínky pro nákup nebo prodej elektrické energie za předem definované ceny a časového období. Opční kontrakt dává držiteli právo, nikoli povinnost, směnit podkladové aktivum, v tomto případě elektrickou energii, za předem stanovenou cenu (tzv. strike price) v určitém termínu (expiration date). Existují dva hlavní typy opcí:

- Call opce – dávají právo na nákup podkladového aktiva.
- Put opce – poskytují právo na prodej podkladového aktiva.

Za toto právo platí kupující opce prémii, která odráží hodnotu opce vzhledem k riziku a očekávaným pohybům trhu s elektrickou energií. V energetickém sektoru mají opční kontrakty zásadní význam pro řízení cenového rizika a volatilitu. Opční kontrakty umožňují energetickým společnostem, dodavatelům a velkým spotřebitelům elektřiny efektivněji spravovat tato cenová rizika. Oproti forwardovým obchodům, které reprezentují pevný závazek obou stran k obchodu za předem stanovenou cenu, ztráty držitele opce jsou omezeny na výši zaplacené premie.

### **B.3.2.5 SPOTové trhy**

Krátkodobé neboli spotové trhy jsou v posledních letech mediálně často konzultované téma. Tento typ trhů vznikl z důvodu udržení rovnováhy mezi nabídkou a poptávkou po elektřině, což by mělo vést ke snížení systémových odchylek, a tím pádem ke zvýšení stability a spolehlivosti elektrizační soustavy [1],[2]. Spotový trh je typ finančního trhu, na kterém se obchoduje s



finančními nástroji nebo komoditami za aktuální tržní cenu a dodávka a platba za tyto nástroje nebo komodity se obvykle provádí okamžitě nebo v krátké době po provedení obchodu. Charakteristiku spotové trhu lze formulovat:

- Okamžitá dodávka: Transakce na spotovém trhu jsou obvykle vypořádány ihned nebo v krátké době po uzavření obchodu (obvykle do dvou pracovních dnů).
- Aktuální tržní cena: Ceny na spotovém trhu odrážejí aktuální tržní podmínky a jsou určeny nabídkou a poptávkou v daném okamžiku.
- Komodity a měny: Spotové trhy jsou běžné v obchodování s komoditami (např. ropa, zlato) a měnami (Forex).

### B.3.3 Analýza počtu cen ze vstupních dat pod stanovenou cenu dodavatele

Analytický nástroj funguje na velmi jednoduchém principu srovnávání množství hodnot v daném kontraktu vůči zadané ceně. Výsledkem analýzy je procentuální vyjádření poměru u daného kontraktu, kde historické ceny v různých typech kontraktů pro nákup elektrické energie jsou nižší nebo rovné předem stanovené ceně. Výpočet probíhá extrakcí relevantních dat pro každý typ kontraktu a následným výpočtem podílu počtu hodnot nižších nebo rovných zadané ceně ku celkovému počtu hodnot v dané kategorii dle následující rovnice:

$$P = \frac{n \leq P_z}{N} \quad (42)$$

Kde

$P$  – procentuální vyčíslení hodnot, které jsou nižší nebo rovny zadané ceně u daného typu kontraktu,

$n$  – počet cen,

$P_z$  – zadaná cena,

$N$  – celkový počet cen.

V případě, kdy byla zvolena cena 85 €/MWh a pracovalo se s daty pro rok 2022, výsledkem jsou hodnoty zobrazené v Tab. 27. Výsledkem je tedy výpis pro každý typ kontraktu procentuální zastoupení hodnot, které jsou nižší nebo rovny zadané ceně. Cena 85 €/MWh byla zadána jako medián cen pro rok 2022 z ceníků všech dodavatelů.

Tab. 27 Pravděpodobnost nákupu za cenu menší nebo rovno 85 €

| Kategorie            | Procentuální zastoupení (%) |
|----------------------|-----------------------------|
| Roční kontrakty      | 87.60                       |
| Čtvrtletní kontrakty |                             |
| Čtvrtletí 1          | 48.24                       |
| Čtvrtletí 2          | 44.40                       |
| Čtvrtletí 3          | 19.38                       |
| Čtvrtletí 4          | 0.00                        |
| Měsíční kontrakty    |                             |
| Leden                | 0.00                        |
| Únor                 | 0.00                        |
| Březen               | 0.00                        |
| Duben                | 0.00                        |
| Květen               | 0.00                        |
| Červen               | 0.00                        |
| Červenec             | 0.00                        |
| Srpen                | 0.00                        |
| Září                 | 0.00                        |
| Říjen                | 0.00                        |
| Listopad             | 0.00                        |
| Prosinec             | 0.00                        |
| Spotové ceny         | 2.74                        |

Tento typ porovnání je vhodný pro rychlou analýzu na základě dostupných dat a pro určení možností, kdy daný dodavatel mohl realizovat nákupy. Jejich vypovídací hodnota je ale zatížena celkovou chybou v porovnání v měsíčním srovnání. Proto autoři tuto metodu považují pouze za jakousi prvotní analýzu bez hlubších vazeb na skutečnost.

### B.3.4 Metoda nejbližších sousedů

Metoda nejbližších sousedů zkoumá, jak často se tržní ceny nacházejí v blízkosti zadané ceny. Tento nenáročný způsob analýzy je vhodný především ve více stabilním prostředí, kde dobře dokáže odhadnout, kolik hodnot se vejde do zvolené tolerance, a tím pádem v jakém typu kontraktu je nejvíce pravděpodobný nákup energií vzhledem k nabízené ceníkové ceně.

V případě této metody je potřebné kontrolovat množství dat v každém kontraktu. Jestliže v ročních kontraktech je shoda vyšší než například v případě měsíčních kontraktů, je nutné myslet také na to, že roční kontrakty se nabízí tři roky dopředu a měsíční pouze rok dopředu. Tím pádem celkových dat v měsíčních kontraktech je mnohem méně. Další věc, která ovlivňuje výsledek, je samotné váhování kontraktů, protože množství uzavřených jednotlivých obchodů je vyšší u ročních kontraktů, než u měsíčních či čtvrtletních, protože v rámci ročních kontraktů se elektrická energie nakupuje pro celý rok a u měsíčních se nakupuje pouze pro konkrétní měsíc v daném roce. To stejné platí i u čtvrtletních kontraktů. Při výpočtu této metody se stanoví cena, pro tento příklad 85 €, a tolerance, pro tento příklad 10 % této ceny. Tolerance

určuje rozmezí, ve kterém se cena považuje za blízkou k zadané ceně. Dále se zvolí soubor se vstupními daty v závislosti na ročníku, pro který je potřeba analyzovat zadanou cenu.

Příklad výpočtu je uveden níže v tabulce Tab. 28. Lze vidět počet hodnot pro každý typ kontraktu v rámci zvolené tolerance. Příklad a jeho vstupní data jsou stejná jako s předchozím příkladem v kapitole B.3.3.

Tab. 28 Analýza cenové variability metodou nejbližších sousedů

| Typ kontraktu        | Tolerance (€) | Počet cen v toleranci |
|----------------------|---------------|-----------------------|
| Rok                  | 8,5           | 29                    |
| Čtvrtletní kontrakty |               |                       |
| Čtvrtletí 1          | 8,5           | 56                    |
| Čtvrtletí 2          | 8,5           | 31                    |
| Čtvrtletí 3          | 8,5           | 33                    |
| Čtvrtletí 4          | 8,5           | 2                     |
| Měsíční kontrakty    |               |                       |
| Leden                | 8,5           | 19                    |
| Únor                 | 8,5           | 0                     |
| Březen               | 8,5           | 0                     |
| Duben                | 8,5           | 0                     |
| Květen               | 8,5           | 5                     |
| Červen               | 8,5           | 0                     |
| Červenec             | 8,5           | 0                     |
| Srpen                | 8,5           | 0                     |
| Září                 | 8,5           | 0                     |
| Říjen                | 8,5           | 0                     |
| Listopad             | 8,5           | 0                     |
| Prosinec             | 8,5           | 0                     |
| Spotové ceny         | 8,5           | 8                     |

### B.3.5 Metoda analýzy rozdílů

Metoda poskytuje jasný a srozumitelný údaj o průměrné odchylce cen, který je snadno interpretovatelný. Čím nižší rozdíl mezi zadanou cenou a cenami v jednotlivých kontraktech je, tím více pravděpodobný může být nákup energie právě v tomto kontraktu.

Tab. 29 Analýza cenové variability metodou analýzy rozdílů

| Typ kontraktu        | Zvolená cena(€) | Průměrný rozdíl (€) |
|----------------------|-----------------|---------------------|
| Rok                  | 85              | 43,62               |
| Čtvrtletní kontrakty |                 |                     |
| Čtvrtletí 1          | 85              | 31,55               |
| Čtvrtletí 2          | 85              | 41,96               |
| Čtvrtletí 3          | 85              | 42,13               |
| Čtvrtletí 4          | 85              | 39,46               |
| Měsíční kontrakty    |                 |                     |
| Leden                | 85              | 33,09               |
| Únor                 | 85              | 35,92               |
| Březen               | 85              | 43,73               |
| Duben                | 85              | 49,67               |
| Květen               | 85              | 53,19               |
| Červen               | 85              | 52,33               |
| Červenec             | 85              | 49,97               |
| Srpen                | 85              | 51,18               |
| Září                 | 85              | 46,77               |
| Říjen                | 85              | 45,24               |
| Listopad             | 85              | 41,64               |
| Prosinec             | 85              | 42,85               |
| Spotové ceny         | 85              | 51,41               |

### B.3.6 Metoda průměrných odchylek

Metoda vychází z předchozí metody analýzy rozdílů. Spočívá ve výpočtu průměru absolutních hodnot rozdílů mezi pozorovanými cenami a zadanou cenou. Tento průměr poskytuje přehled o průměrné míře odchylky cen od stanovené normy, což může ukázat, jak stabilní nebo

nestabilní mohou ceny v daném časovém období být. Pomocí průměrných odchylek lze odhadnout pravděpodobnost významných cenových pohybů, které by mohly ovlivnit způsob nákupu jednotlivých dodavatelů.

Analýza může pomoci samotným dodavatelům při rozhodování, zda uzavřít dlouhodobé kontrakty za předem dané ceny, nebo využívat spotový trh, závisle na očekávané volatilitě cen. Metodu lze využít také k monitorování tržních trendů a k posouzení účinnosti politik určených ke stabilizaci cen.

Pro každý datový bod ze vstupních dat (cena v určitém čase) se vypočte absolutní rozdíl mezi touto cenou a zadanou cenou podobně jako u analýzy rozdílů. Absolutní hodnota zajišťuje, že všechny odchylky jsou brány jako kladné hodnoty, což eliminuje problém vzájemného rušení pozitivních a negativních odchylek [25]. Průměr těchto absolutních odchylek je následně vypočítán, aby se získala průměrná absolutní odchylka (mean absolute deviation – MAD). Tato hodnota reprezentuje typickou „vzdálenost“ cen od zadané ceny a poskytuje užitečný ukazatel celkové cenové stability nebo volatility. Inverze průměrných odchylek je provedena pro převod těchto hodnot na váhy, kde menší odchylky znamenají větší váhy. Tento krok reflektuje předpoklad, že menší odchylky od zadané ceny znamenají větší pravděpodobnost nákupu. Váhy jsou následně upraveny podle typu kontraktu a jak velký podíl roku pokrývají. Váhy jsou následně normalizovány tak, aby jejich součet byl 100 %, což umožňuje interpretovat váhy jako procentuální pravděpodobnosti nákupu pro jednotlivé typy kontraktů [25].

Výsledky shrnuje Tab. 30, přičemž jako výchozí cena bylo opět zvoleno 85 €/MWh.

Tab. 30 Pravděpodobnost nákupu pro různé typy energetických kontraktů při ceně 85 €/MWh v rozsahu let 2016-2019 vzhledem k 3 letým forwardům a maloobchodní ceně k roku 2020.

| Typ kontraktu        | Pravděpodobnost nákupu (%) |
|----------------------|----------------------------|
| Rok                  | 30,97                      |
| Čtvrtletní kontrakty |                            |
| Čtvrtletí 1          | 5,35                       |
| Čtvrtletí 2          | 1,34                       |
| Čtvrtletí 3          | 4,01                       |
| Čtvrtletí 4          | 1,43                       |
| Měsíční kontrakty    |                            |
| Leden                | 5,10                       |
| Únor                 | 1,57                       |
| Březen               | 3,86                       |
| Duben                | 1,13                       |
| Květen               | 3,18                       |
| Červen               | 1,08                       |
| Červenec             | 3,38                       |

|              |       |
|--------------|-------|
| Srpen        | 1,10  |
| Září         | 3,61  |
| Říjen        | 1,24  |
| Listopad     | 4,06  |
| Prosinec     | 1,31  |
| <hr/>        |       |
| Spotové ceny | 26,28 |
| <hr/>        |       |

### B.3.7 Monte Carlo metoda

Metoda Monte Carlo (MC) je statistická numerická simulační technika, která se používá k aproximaci řešení různých matematických, fyzikálních a inženýrských problémů. Jedná se o metodu, která se opírá o náhodný výběr a opakované simulace k odhadu pravděpodobných výsledků. Metoda je pojmenována podle Monte Carla, známého monackého kasina, což odráží její základ v náhodě a pravděpodobnosti.

- Náhodný výběr a opakování: Metoda Monte Carlo využívá náhodné vzorkování a opakované simulace k aproximaci výsledku. Tím se liší od tradičních deterministických metod.
- Aproximace pravděpodobnosti: Velmi užitečná pro problémy, kde je přímé řešení složité nebo nemožné. Metoda umožňuje odhadnout pravděpodobnost různých výsledků v systémech s mnoha nejistotami.
- Univerzálnost: Použitelná v široké škále oblastí, včetně fyziky, financí, inženýrství, statistiky.

Obecný přínos Monte Carlo metody využívá statistického vzorkování k aproximaci řešení. Jedním z klíčových prvků je generování velkého množství náhodných vzorků, které reprezentují možné stavy systému. Tyto vzorky jsou poté analyzovány a použity pro odhad středních hodnot, pravděpodobností nebo jiných statistických charakteristik.

Pro metodu jsou specifické následující kroky:

1. definice pravděpodobnostního modelu problému,
2. generování náhodných vzorků podle specifického rozdělení,
3. vyhodnocení funkce (nebo simulace), která se má analyzovat, na každém vzorku,
4. agregace výsledků a výpočet odhadu požadované hodnoty.

Důležitá vlastnost metody je návrh konvergenčního řešení, aby byla úloha měla řešení. Chyba určení pravděpodobnosti výsledku musí být určena ihned na začátku, většinou ve formě  $\frac{1}{\sqrt{N}}$ , kdy N je počet simulací.

V kontextu analýzy cen energetických komodit se tato metoda využívá k modelování cenové nejistoty a volatilit, které jsou charakteristické pro energetické trhy a jsou způsobené faktory jako jsou fluktuace poptávky, politické změny, změny v zásobování energií a environmentální vlivy.

Prvním krokem je stanovit model, který dobře popisuje chování sledovaného jevu, v tomto případě cenové dynamiky elektřiny. Tento model může zahrnovat různé vstupní proměnné, které ovlivňují cenu.

Na základě definovaného modelu se generují náhodné vstupy, které simulují možné stavy trhu ovlivňující ceny elektrické energie. Pro každou sadu náhodně generovaných vstupů se provede simulace, která vypočítá odpovídající cenový výstup. Tento proces se opakuje tolikrát, aby se získalo dostatečné množství dat pro statistickou analýzu. Výsledky simulací se analyzují často pomocí statistických metod k určení pravděpodobnostních rozdělení cen a identifikaci klíčových rizik a nejistot.

Výsledky Monte Carlo simulací mohou být použity k informovaným rozhodnutím v následujících oblastech:

- Hedgingové strategie: Výsledky mohou pomoci energetickým společnostem a investorům navrhnout strategie pro zmírnění rizik spojených s cenovými výkyvy.
- Investiční rozhodnutí: Identifikace příležitostí a rizik na trhu s elektřinou může vést k lepším investičním rozhodnutím.
- Regulace a politika: Výsledky mohou být užitečné pro regulační orgány a politiky při tvorbě energetických politik a regulací.

Tab. 31 Výsledná pravděpodobnost  $P(X)$  Výsledné PST při použití metody Monte Carlo při zvolené ceně dodavatel 85 €/MWh pro období 2016-2019 (3 letý forward) a ceně k 1.1. 2020.

| Typ kontraktu        | Pravděpodobnost nákupu (%) |
|----------------------|----------------------------|
| Rok                  | 6,56                       |
| Čtvrtletní kontrakty |                            |
| Čtvrtletí 1          | 4,27                       |
| Čtvrtletí 2          | 4,28                       |
| Čtvrtletí 3          | 3,05                       |
| Čtvrtletí 4          | 4,38                       |
| Měsíční kontrakty    |                            |
| Leden                | 1,14                       |
| Únor                 | 1,21                       |
| Březen               | 1,29                       |
| Duben                | 1,12                       |
| Květen               | 1,11                       |
| Červen               | 1,26                       |
| Červenec             | 1,20                       |
| Srpen                | 1,31                       |
| Září                 | 1,14                       |
| Říjen                | 1,18                       |

|              |       |
|--------------|-------|
| Listopad     | 1,20  |
| Prosinec     | 1,21  |
| <hr/>        |       |
| Spotové ceny | 63,09 |
| <hr/>        |       |

### B.3.8 Pearsonův test – $\chi^2$ test

Tento test porovnává očekávané a pozorované frekvence v kategoriálních datech a zjišťuje, zda rozdíly mezi těmito frekvencemi mohou být považovány za statisticky významné. Chí-kvadrát test lze využít v různých kontextech spojených s analýzou trhu s elektrickou energií, zejména při analýze kategoriálních dat. Existují dva hlavní typy chí-kvadrát testů: test nezávislosti a test dobré shody.

Existují dva základní typy aplikování  $\chi^2$  testu:

- test nezávislosti – testuje, zda jsou dvě nebo více proměnných nezávislé. Nulová hypotéza  $H_0$  tvrdí, že mezi proměnnými neexistuje žádná asociace. Pokud je kritická hodnota menší než zvolená úroveň významnosti (například 0,05), nulová hypotéza se zamítá a přijímá se alternativní hypotéza, že proměnné jsou závislé. Tento typ testu byl použit pro výpočet pravděpodobnosti nákupu elektrické energie v této práci.
- Test dobré shody – používá se ke kontrole, zda se sada pozorovaných frekvencí významně liší od teoretického rozdělení. Nulová hypotéza  $H_0$  tvrdí, že pozorované frekvence odpovídají očekávaným frekvencím [26][27][29].

Pokud je nulová hypotéza pravdivá, pak testová statistika má  $\chi^2$  rozdělení s  $k-1$  stupni volnosti, kde  $k$  je počet kategorií. Výsledná hodnota  $\chi^2$  statistiky se poté porovnává s kritickou hodnotou z  $\chi^2$  distribuční tabulky. Pokud je statistika vyšší než kritická hodnota, existuje statisticky významný rozdíl mezi očekávanými a pozorovanými frekvencemi a nulová hypotéza (která obvykle tvrdí, že žádný rozdíl neexistuje nebo že proměnné jsou nezávislé) je zamítnuta [26][27][29].

V rámci výzkumu zde byly kontrakty sloučeny do čtyř kategorií – roční, čtvrtletní, měsíční a spotové ceny. Tyto kategorie reprezentovaly koeficienty A, B, C, D. Pro tyto koeficienty byl použit „for cyklus“, který iteračně vytvářel všechny existující kombinace těchto koeficientů tak, aby jejich součet byl vždy 1, tedy 100 %. Krok, podle kterého má cyklus jednotlivé koeficienty měnit, lze v programu zvolit. V tomto případě byl zvolen krok 0,02, tím pádem byl testován každý koeficient od nuly do jedné s rozestupem 0,02 tak, aby byl vždy součet všech čtyř koeficientů roven jedné.

Tab. 32 Výsledky chí-kvadrát testu pro modelový případ

| Rok | Čtvrtletí | Měsíc | SPOT | P-hodnota |
|-----|-----------|-------|------|-----------|
| 0   | 0         | 0     | 1    | 0,76342   |
| 0   | 0         | 0,02  | 0,98 | 0,62743   |
| 0   | 0         | 0,04  | 0,96 | 0,46796   |
| 0   | 0         | 0,06  | 0,96 | 0,30863   |



|   |      |      |      |         |
|---|------|------|------|---------|
| 0 | 0    | 0,08 | 0,94 | 0,17522 |
| 0 | 0    | 0,10 | 0,92 | 0,08329 |
| 0 | 0,02 | 0,00 | 0,90 | 0,62884 |
| 0 | 0,02 | 0,02 | 0,98 | 0,46932 |
| 0 | 0,02 | 0,04 | 0,96 | 0,30971 |

*P*-hodnoty je pravděpodobnost, že pozorované výsledky (nebo ještě extrémnější výsledky) by se vyskytly za předpokladu, že nulová hypotéza je pravdivá. *P*-hodnota je klíčový prvek v testování hypotézy a poskytuje měřítko síly důkazů proti nulové hypotéze. Malé *p*-hodnoty ( $\leq 0.05$ ) naznačují silný důkaz proti nulové hypotéze a vedou k jejímu zamítnutí. Vysoké *p*-hodnoty ( $> 0.05$ ) naznačují slabý důkaz proti nulové hypotéze a vedou k jejímu nezamítnutí.

Pro využití  $\chi^2$  je vhodné využití funkce, která daná data shlukuje do clusterů, jejichž výsledkem je určení dané pravděpodobnosti. Jedna z možných metod je DBSCAN, z výše uvedeného příkladu následně plyne:

Tab. 33 Výsledky setříděné pomocí DBSCANu

| Roční kontrakty (%) | Čtvrtletní kontrakty (%) | Měsíční kontrakty (%) | SPOTové kontrakty (%) |
|---------------------|--------------------------|-----------------------|-----------------------|
| 43,87               | 35,92                    | 8,882                 | 11,37                 |

Chí-kvadrát test poskytuje poměrně dobrý nástroj pro analýzu tržních podmínek na trhu s elektřinou. Pomocí tohoto testu můžete zjistit, zda různé tržní faktory (např. poptávka) ovlivňují ceny elektřiny nebo zda jsou tyto faktory nezávislé. To může pomoci v rozhodovacích procesech, strategiích řízení rizik a plánování na trhu s elektřinou.

### B.3.9 Shrnutí statistických metod

Jedná se především o metody, které jsou založeny na porovnání výsledků, tím jsou metody nejbližších sousedů (kapitola B.3.4), případně metoda průměrných odchylek (kapitola B.3.6) metoda Monte Carlo (kapitola B.3.7) a zejména metoda Pearsonova chí-kvadrát testu (kapitola B.3.8).

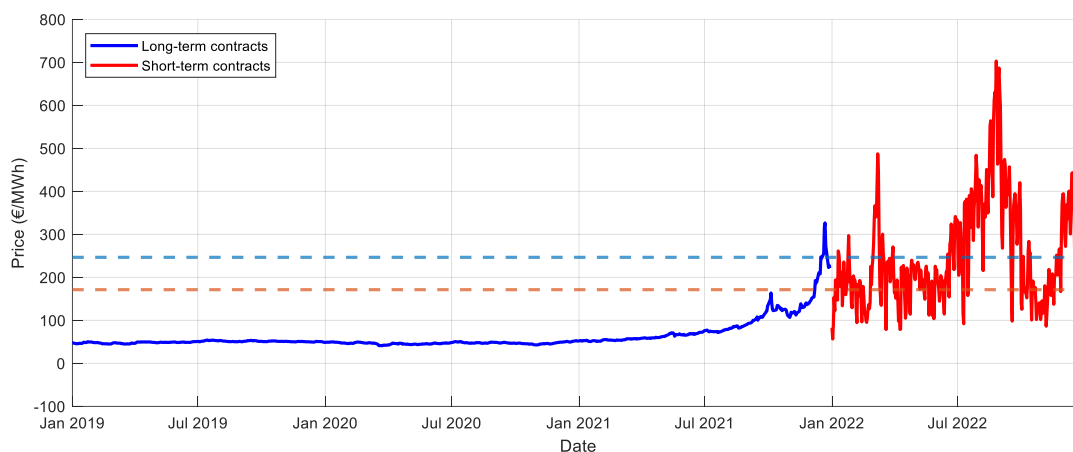
Metody byly testovány pro velkou část dodavatelů převážně pro ročníky 2019–2022 z důvodu, že v těchto letech byla data kompletní pro všechny typy kontraktů. Pro ukázkou zde bude proveden test u dodavatelů „X“ a „Y“ pro ročníky 2020 a 2022. Pro testování analýz byla zvolena cena obou dodavatelů jako průměr všech ceníků, tarifů a distribučních území, které daní dodavatelé nabízeli.

Ročníky 2020 a 2022 byly vybrány z důvodu porovnání stabilního a nestabilního trhu. Zatímco ročník 2020 měl velmi nízké cenové turbulence po celou dobu, po kterou zde bylo možné nakupovat, s příchodem roku 2022 se trh stal velice turbulentním a ceny elektrické energie se vyvíjely velmi netransparentně a s vysokou nejistotou. Na obrázku Obr. 24 je znázorněno chování pro cenu v roce 2020, kdy Dodavatel X (oranžová, čárkována) nakupoval převážně dlouhodobé kontrakty a Dodavatel Y spoléhal spíše na cenový pokles na denním trhu.

I Obr. 25 potvrzuje domněnku, že stejný Dodavatel Y byl přítomen více na denním trhu (pro období roku 2022), protože jeho nabízená cena byla vyšší – v důsledku vývoje denního trhu. Ceny, které jsou uvedeny jako referenční odrážejí nabídku na začátku kalendářního roku. Pro je důležité se dívat na grafické výstupy ne pohledem budoucího vývoje (denní trh), ale spíše na minulost a z pohledu Dodavatele Y navíc na to, že jeho hedging byl velmi malý.



Obr. 24 Pro maloobchodní cenu roku 2020, oranžová čárkovaná je Dodavatel X, modrá Dodavatel Y



Obr. 25 Pro maloobchodní cenu roku 2022, oranžová čárkovaná je Dodavatel X, modrá Dodavatel Y

Tab. 34 Ceny vycházející z průměrných cen dodavatelů v období 2020 a 2022

|                     | 2020   | 2022    |
|---------------------|--------|---------|
| Dodavatel X (€/MWh) | 74,197 | 171,388 |
| Dodavatel Y (€/MWh) | 67,153 | 246,637 |

### B.3.10 Metoda strojového učení – machine learning

Pro analýzu velkého objemu dat je vhodné využít strojového učení. Nejedná se o standardní statistickou metodu, proto je jí věnována zvláštní kapitola. Vzhledem k tomu, že možnosti strojového učení silně závisí na zvoleném formátu learningového modelu, nebylo k řešení této úlohy přistoupeno. Nicméně ji zde uvádíme pro celkový kontext a pro možný další směr výzkumu.

**Predikce:** Strojové učení se často používá pro předpovědi ekonomických ukazatelů, jako jsou HDP, inflace, nezaměstnanost a další. Modely jako lineární regresní analýza, náhodné lesy, podpora vektorových strojů a hluboké neuronové sítě mohou být použity k přesnějším a spolehlivějším predikcím.

**Klasifikace:** V ekonomických datech je často potřeba klasifikovat různé entity (např. klasifikace společností podle rizikovosti, klasifikace zákazníků podle jejich chování). Algoritmy jako logistická regresní analýza, k-nejbližších sousedů (k-NN) nebo rozhodovací stromy jsou běžně používané.

**Identifikace vzorů a anomálií:** Strojové učení může pomoci identifikovat vzory v datech a odhalit anomálie. Například, clusteringové metody jako k-means nebo DBSCAN mohou pomoci identifikovat skupiny s podobnými vlastnostmi nebo odhalit neobvyklé chování.

**Dimenzionální redukce:** Při práci s vysokodimenzionálními daty mohou techniky jako PCA (Principal Component Analysis) nebo t-SNE (t-Distributed Stochastic Neighbor Embedding) pomoci snížit počet proměnných a zjednodušit analýzu.

### B.3.10.1 Příklady konkrétních použití

**Finanční modelování:** Strojové učení se používá k modelování finančních trhů, předpovědi cen akcií, analýze rizik a optimalizaci portfolia. Například neuronové sítě mohou být využity k identifikaci složitých nelineárních vztahů mezi proměnnými.

**Makroekonomické analýzy:** Modely strojového učení mohou být použity k analýze a predikci makroekonomických trendů. Mohou pomoci při identifikaci klíčových faktorů ovlivňujících ekonomický růst, inflaci nebo nezaměstnanost.

**Mikroekonomické analýzy:** Na mikroúrovni mohou být techniky strojového učení použity k analýze spotřebitelského chování, optimalizaci cen, personalizaci marketingových kampaní a analýze konkurence.

**Ekonometrická analýza dat z průzkumů:** Strojové učení může být použito ke zpracování a analýze dat z velkých průzkumů, identifikaci hlavních faktorů ovlivňujících odpovědi a předpovědi budoucího chování respondentů.

### B.3.10.2 Výzvy a omezení

**Výběr správného modelu:** Volba vhodného modelu strojového učení může být náročná a závisí na povaze dat a konkrétní ekonomické otázce.

**Interpreovatelnost:** Některé modely strojového učení, zejména hluboké neuronové sítě, jsou často považovány za „černé skříňky“ a jejich interpretace může být obtížná, což může být problém v ekonomii, kde je důležité pochopit vztahy mezi proměnnými.

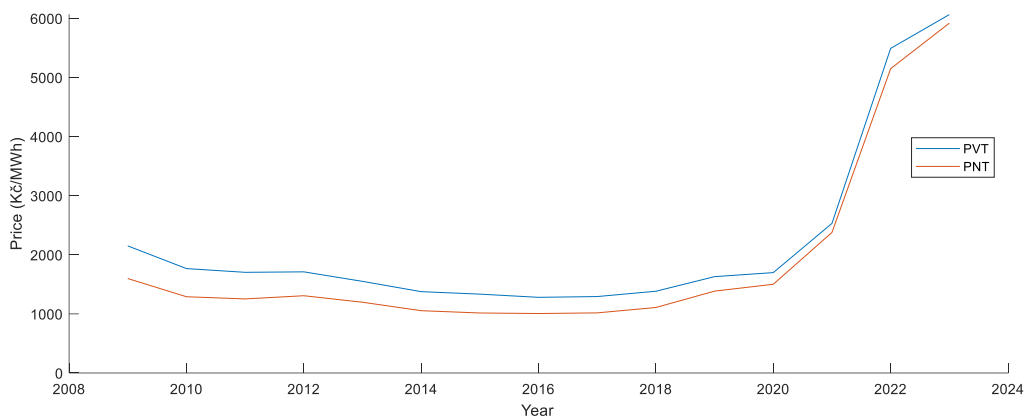
**Přetížení daty:** Strojové učení vyžaduje velké množství dat, což může být výzvou při práci s ekonomickými daty, která mohou být omezená nebo drahá na získání.

**Overfitting:** Modely strojového učení mohou být náchylné k overfittingu, což znamená, že se příliš přizpůsobí tréninkovým datům a nebudou dobře generalizovat na nová data.

### B.3.11 Variantní řešení s obecným přístupem

Mimo dříve uvedených nehomogenit v datech je druhou oblastí problému délka smluv a typ odběru. V první části jde o otázku, jak nakládat se smlouvami, které jsou na dobu určitou a neurčitou. Stejně tak se daly ustanovit i otázky charakteru odběru – vysoký a nízký tarif Obr. 26. Na základě zjištěných dat bylo zjištěno, že průměr součtu cen ve VT a NT je prakticky totožná s cenou na základním tarifu D02d, stejně jako řeší vyhláška Ministerstva průmyslu a

obchodu NV č. 5/2023, Přílohy č. 5) Další činností je využití nástrojů váhovaných průměrů jednotlivých cen na základě dlouhodobých kontraktů z důvodu, že tyto obchody by měly být signifikantní pro maloobchodní trh. Tyto průměry byly vytvořeny třemi základními – aritmetickým, harmonizovaným a geometrickým.



Obr. 26 Sbližování cen ve vysokém tarifu (modře) a nízkém tarifu (červeně) všech dodavatelů

Harmonický průměr je jeden z druhů průměrů, který se používá k vyjádření střední hodnoty sady čísel. Na rozdíl od aritmetického průměru, který využívá jednoduchého průměrování, a od geometrického průměru, který využívá násobení hodnot, harmonický průměr využívá záporného zrcadlení čísel a následné inverze těchto čísel. Harmonický průměr poskytuje relevantnější informace než aritmetický průměr.

Geometrický průměr je jeden ze statistických ukazatelů, který se používá k vyjádření centrální tendence sady čísel. Oproti aritmetickému průměru, který je založen na jednoduchém průměrování čísel, geometrický průměr využívá násobení hodnot. Geometrický průměr je často používán v oblastech, kde je důležité vzít v úvahu exponenciální růst nebo snížení hodnot, například při pracích s finančními ukazateli, procentuálními změnami nebo v situacích, kde má růst či pokles nějaký multiplikační efekt.

Tímto přístupem jsme se zabývali z hlediska rychlosti změny zejména v problematických rocích 2022/2023, kdy ceny na burze byly extrémní. Výsledky ukazuje tabulka Tab. 35.

Nicméně multiplikační efekt nebyl nalezen. To je jeden z závěrů, že volatilita na trhu nemusí být technického charakteru, myšleno tím z pohledu technické analýzy, ale spíše stresovým jevem.

Tab. 35 Přehled průměrných cen na burze v Eur/MWh v jednotlivých rocích na ročních kontraktech vypočtených dle různých váhovaných průměrů

| Označení futures | Aritmetický průměr | Geometrický průměr | Harmonizovaný průměr |
|------------------|--------------------|--------------------|----------------------|
| CAL_09           | 66,30              | 65,58              | 64,90                |

|        |        |       |       |
|--------|--------|-------|-------|
| CAL_10 | 58,28  | 56,96 | 55,71 |
| CAL_11 | 56,12  | 55,08 | 54,18 |
| CAL_12 | 53,63  | 53,51 | 53,40 |
| CAL_13 | 51,87  | 51,76 | 51,64 |
| CAL_14 | 47,06  | 46,51 | 45,95 |
| CAL_15 | 40,24  | 39,77 | 39,33 |
| CAL_16 | 34,00  | 33,84 | 33,68 |
| CAL_17 | 29,81  | 29,62 | 29,41 |
| CAL_18 | 29,35  | 29,06 | 28,77 |
| CAL_19 | 33,59  | 32,28 | 31,13 |
| CAL_20 | 41,38  | 40,31 | 39,21 |
| CAL_21 | 45,10  | 44,81 | 44,52 |
| CAL_22 | 62,43  | 57,63 | 54,93 |
| CAL_23 | 139,16 | 96,31 | 75,34 |

### B.3.12 Variantní řešení s univerzálním dodavatelem

Variantní řešení s univerzálním dodavatelem je problematické z pohledu určení jednotlivých typů odběrových tarifů a definování alokačního klíče k přístupu nákupu na trhu, kde hraje roli časování trhu a přiměřená pravděpodobnostní funkce časově optimálního nákupu energií. Může se vytvořit tzv. HPFC (Hourly Price Forward Curves) křivka, která pracuje na principu cenově forwardových křivek a řada obchodníků tento aspekt využívá.

Možnost řešení s univerzálním dodavatelem, kdy by model simuloval chování nového dodavatele na trhu, je jednou z možností, která by mohla předpovědět rozložení nákupu elektřiny při různých typech obchodování. Zjistilo by se, která cena bude z historických dat optimální, pokud dodavatel bude nakupovat primárně na dlouhodobých trzích, a tím pádem bude mít zajištěnou dodávku elektrické energie pro své zákazníky, a naopak která cena bude odpovídat spíše nakupování na krátkodobém trhu. K tomuto řešení je vhodná metoda využívající HPFC křivku, která se pro tento model využívá nejčastěji [23].

Křivka HPFC, případně DPFC (Daily Price Forward Curves) je důležitým finančním nástrojem v energetice, který se používá k předpovídání budoucích hodinových/denních cen elektřiny. Tato křivka se vykresluje na základě historických údajů, očekávání trhu, sezónních trendů a dalších relevantních faktorů, které ovlivňují cenu elektřiny. HPFC křivka umožňuje energetickým společnostem, obchodníkům s energií a investorům lépe porozumět tržním cenám a předvídat je, což je klíčové pro efektivní obchodování a řízení rizik spojených s kolísáním cen na trhu s elektřinou [23]. V rámci vytvoření modelu využívajícího HPFC křivku byla použita lineární regrese, která je obecně používaná k modelování vztahu mezi závislou proměnnou a jednou nebo více nezávislými proměnnými. Cílem je najít lineární rovnici, která co nejlépe vysvětluje tento vztah. Tato rovnice je poté použita k predikci závislé proměnné pro hodnoty nezávislé proměnné, které nejsou v datech zahrnuty [23].

Ovšem tento přístup je efektivní a vhodný pro cenotvorbu konečných produktů. Tento aspekt ale není v konsensu se zaměřením projektu, který neřeší budoucí vývoj cen ve vztahu k podnikatelskému plánu subjektů, protože tento vývoj je určen jak reálnými vlastnostmi trhu (fyzické a fyzikální toky energií), tak psychologickými (obecně VIX index – index volatility a „strachu“) a politickými jevy (Green Deal, politická prioritizace zdrojů) apod.

Proto, dle názoru řešitelů, není univerzální dodavatel správným přístupem k hodnocení aktuálních ceníkových souborů dat. Nicméně v počátcích bylo s touto myšlenkou pracováno a byly vytvořeny koncepty, jak případně s touto definicí pracovat.

### **B.3.13 Shrnutí**

Popsané modely ( v kapitolách B.3.3 až B.3.11) primárně slouží jako předpovědní nástroj, jsou tedy konstruovány za účelem predikce. Predikční modely ale nejsou důvodem, proč jsou tyto postupy využity.

Numerické hodnoty plynoucí z výpočtu je pak možné využívat jak kvalitativně, tak i kvantitativně. Kvantitativní hodnoty složí k přesnému porovnání vlivu jednotlivých velkoobchodních faktorů na maloobchodní cenu. Díky jejich znalosti je přesně možné určovat dopady do maloobchodní ceny. Kvantitativní přístup pak umožňuje porovnání vypočtených hodnot s pohledem na faktory s podobnou váhou. Kvalitativní přístup by se pak omezil na konstatování, že tyto faktory jsou z pohledu statistické verifikace podobné.

## B.4 Závěr – Nedostatky uvedených postupů

Všechny typy modelů, které hodnotí vliv vstupních parametrů na libovolnou výstupní veličinu jsou postaveny na souboru nutných podmínek. Ty lze stručně charakterizovat jako: Znalost ovlivňujících faktorů a ve vztahu mezi nimi a zároveň znalost změny výstupní veličiny. Tyto podmínky byly u předchozích typů modelů formálně splněny. Dodavatelů vychází z dostupných komodit na trhu a jejich kombinací tvoří výstupní produkt, který je z pohledu zákazníka diferencován buď cenově, ve větším množství případů však necenově. Tyto modely pak hledají kombinaci či kombinace vstupních veličin tak, aby nejlépe splňovaly podmínky, respektive numerickou hodnotu veličiny výstupní. Tato skutečnost ale neznamená, že kombinace definovaná modelem jsou také skutečně využívány. Pro podrobnější hodnocení o validnosti výsledků chybí určitá část dat. Problematické okruhy jsou pak následující:

Autoři metodiky a stejně tak regulátor mohou pracovat pouze z jedním parametrem produktu a tím je výsledná cena. Průměrování cen za jednotlivé produkty bylo postaveno na podmínce, že produkty mají blízké ceny, což se i statisticky potvrdilo. Tato myšlenka vychází z modelu monopolistické konkurence, tedy že poměr produktů v jednotlivých cenách je v prostoru rozmístěn pravidelně (Hotellingův model). Za předpokladu, že většina zákazníků ale využívá malý počet z produktů, je předpoklad pravidelného rozložení chybný. Tyto data jsou ale dostupná pouze dodavatelům a je zřejmé, že jsou součástí jejich obchodní strategie. Skutečnost, že např. 70 % zákazníků využívá menší množství produktů z celkové nabídky by ale výše uvedené nabídky zpřesnilo. Tyto hodnoty by pak mohly být známé pouze pro regulátora trhu, jemu by však umožňovaly efektivnější dohled.

Regulátor se v plné míře snaží o vytvoření modelu dokonalé informovanosti, tedy znalost všech nabídek dostupných na trhu včetně vzájemného porovnávání je součástí webového prostoru ERU. Na znalosti těchto nabídek bylo postavena i tvorba této metodiky, i když data pro jejich zásadní objem byla získána jinou formou, jde ale o konzistentní soubory. Sama cena ale již nebude samotným parametrem, hodnotícím produkt. Po problematickém roce 2022 se zřejmě ve výběru zákazníků projeví i jiné faktory, což může být označeno jako „spolehlivost“ dodávky. Podobné mechanismy již dlouhodobě fungují na bankovním trhu, kde centrální banky podle přesných legislativních postupů provádějí testování odolnosti trhu na možné negativní scénáře. Zákazník na bankovních a investičních trzích musí být informován o tom, jaká je objektivní míra rizika nabízených produktů. Regulátor bankovního trhu je ale vybaven nástroji, které tuto kontrolu umožňují. Z pohledu dodavatelů elektrické energie pro maloobchodní trh ale tento nástroj, dle názoru autorů metodiky, zcela chybí.

Porovnání finanční výkonnosti dodavatelů ukázalo, že běžné modely finanční analýzy nejsou zcela využitelné. Lze předpokládat, že vzhledem k aktuálnosti této problematiky i z akademického prostředí vyjdou nové nástroje hodnocení, které by byly využitelné pro tento trh. Jestliže by zákazníka zajímal i parametr zajištění stability dodávky, musí existovat nástroj, který tuto stabilitu bude popisovat. Tímto nástrojem by pak mohlo být ohodnocení nákupní strategie dodatele z pohledu ovlivnění možným výkyvem velkoobchodního trhu. Provedené ekonomické vyhodnocení ukázalo, že dodavatelé prodávající za vyšší cenu dosahují stabilnějších hodnot výnosnosti vlastního kapitálu, tento výnos je prakticky stabilní. Vedle toho, dodavatelé využívající cen nižších, mají hodnotu výnosnosti vlastního kapitálu více volatilní. Uvedený příklad z bankovního sektoru při možné změny legislativy šlo použít i na maloobchodním energetickém trhu. Zde se nabízí historická paralela. K využívání zátěžových testů bankovního sektoru došlo až po ekonomické krizi v roce 2008. Úkolem pro regulační orgány pak bylo vytvoření prostředí, které by tyto negativní aspekty eliminovalo. Odchod dodavatelů z maloobchodního trhu v letech 2022 a dalších může být tedy podobným faktorem. Bez ohledu na to, z jakých zdrojů bude elektřina vyráběna, pro zákazníka je důležitá funkční a stabilní dodavatelská síť. A sebelepší technologie budoucnosti se bez elektrické energie zatím neobejdou.

Předkládané modely jsou příkladem modelů ex-post. Pro využití modelů ex-ante nejsou k dispozici dostatečná data. Zároveň předložený typ modelů může vykazovat v budoucnu odlišnosti, pramenící ze změn vztahů vstupních parametrů. Tento fakt se tedy prolíná s předchozím nedostatkem, bez znalosti většího množství dat o chování dodavatelské struktury nelze formulovat přesnější výsledky. Cílem předložené metodiky nebylo formulovat soubor opatření, jak měnit legislativu a principy dohledu regulátora, Ze zjištěných skutečností a realizovaných výpočtových postupů lze ale formulovat fakt, že jak z pohledu ekonomického fungování dodavatelů, tak i jejich tržního chování existují neúplné informace, které využití standardních rozhodovacích modelů komplikují.



## C Použitá literatura

- [1] Objemy energií zobchodovaných na krátkodobých trzích s elektřinou a plynem OTE trvale rostou. Online. <https://www.ote-cr.cz>. 2020. Dostupné z: [https://www.ote-cr.cz/cs/o-spolecnosti/zpravy\\_ote/objemy-energii-zobchodovanych-na-kratkodobych-trzich-s-elektrinou-a-plynem-ote-trvale-rostou](https://www.ote-cr.cz/cs/o-spolecnosti/zpravy_ote/objemy-energii-zobchodovanych-na-kratkodobych-trzich-s-elektrinou-a-plynem-ote-trvale-rostou)
- [2] BUDÍN, Jan. Krátkodobé trhy s elektřinou v ČR - základní statistiky a vývoj. Online. <https://oenergetice.cz>. 2015. Dostupné z: <https://oenergetice.cz/elektrina/kratkodobe-trhy-s-elektrinou-v-cr-zakladni-statistiky-a-vyvoj#comments>. [cit. 2024-01-09].
- [3] POWER EXCHANGE CENTRAL EUROPE, a.s., Výroční zpráva 2022. Online, dostupné z: <https://pxe.cz/file/2468aaf6-01c9-4b90-b6a6-e6b72583855d/pxe-vz-2022-cz.pdf>
- [4] Shankar, Ajay and T C A Avni. 2021. Retail Competition in Power Distribution. Discussion Paper
- [5] LUŇÁČEK, Jiří a BENEŠ, Jiří. Mikroekonomie. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2006. ISBN 80-214-3293-4.
- [6] LUŇÁČEK, Jiří a BENEŠ, Jiří. Mikroekonomie. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2006. ISBN 80-214-3293-4.
- [7] ESCOBAR, Juan F a JOFRÉ, Alejandro. Monopolistic competition in electricity networks with resistance losses. Online. Economic theory. 2010, roč. 44, č. 1, s. 101-121. ISSN 0938-2259. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s00199-009-0460-2>. [cit. 2024-04-15].
- [8] LANCASTER, Kelvin. The Economics of Product Variety: A Survey. Online. Marketing science (Providence, R.I.). Roč. 9, č. 3, s. 189-206. ISSN 0732-2399. Dostupné z: <https://doi.org/10.1287/mksc.9.3.189>. [cit. 2024-05-11].
- [9] KAENZIG, Josef; HEINZLE, Stefanie Lena a WÜSTENHAGEN, Rolf. Whatever the customer wants, the customer gets? Exploring the gap between consumer preferences and default electricity products in Germany. Online. Energy policy. 2013, roč. 53, s. 311-322. ISSN 0301-4215. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2012.10.061>. [cit. 2024-05-12].
- [10] FRANK, Robert H. Microeconomics and behavior. 8th ed. New York: McGraw-Hill Irwin, 2010. ISBN 978-0-07-016674-5.
- [11] GRULLON, Gustavo; LARKIN, Yelena a MICHAELY, Roni. Are US industries becoming more concentrated? Online. REVIEW OF FINANCE. 2019, roč. 23, č. 4, s. 697-743. ISSN 1572-3097. Dostupné z: <https://doi.org/10.1093/rof/rfz007>. [cit. 2024-05-15].
- [12] SYVERSON, Chad. Macroeconomics and Market Power: Context, Implications, and Open Questions. Online. The Journal of economic perspectives. 2019, roč. 33, č. 3, s. 23-43. ISSN 0895-3309. Dostupné z: <https://doi.org/10.1257/jep.33.3.23>. [cit. 2024-05-15].
- [13] OECD (2021), Methodologies to measure market competition, OECD Competition Committee Issues Paper, <https://oe.cd/mmmc>
- [14] PELECKIS, Kęstutis. Determining the Level of Market Concentration in the Construction Sector—Case of Application of the HHI Index. Online. Sustainability (Basel, Switzerland). 2022, roč. 14, č. 2, s. 779. ISSN 2071-1050. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/su14020779>. [cit. 2024-05-15].
- [15] CALKINS, Stephen. The New Merger Guidelines and the Herfindahl-Hirschman Index. Online. California law review. 1983, roč. 71, č. 2, s. 402-429. ISSN 0008-1221. Dostupné z: <https://doi.org/10.2307/3480160>. [cit. 2024-05-16].
- [16] DINCER, Hasan. HHI-based evaluation of the European banking sector using an integrated fuzzy approach. Online. Kybernetes. 2019, roč. 48, č. 6, s. 1195-1215. ISSN 0368-492X. Dostupné z: <https://doi.org/10.1108/K-02-2018-0055>. [cit. 2024-05-16].
- [17] HELLMER, Stefan a WÄRELL, Linda. On the evaluation of market power and market dominance—The Nordic electricity market. Online. Energy policy. 2009, roč. 37, č. 8, s. 3235-3241. ISSN 0301-4215. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2009.04.014>. [cit. 2024-05-16].

- [18] Nařízení vlády č. 5/2023 Sb.: Nařízení vlády o kompenzacích poskytovaných na dodávku elektřiny a plynu za stanovené ceny, Zákony pro lidi. Dostupné z: <<https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2023-5>>
- [19] BREZINA, I.; PEKÁR, J.; ČIČKOVÁ, Z. a REIFF, M. Herfindahl–Hirschman index level of concentration values modification and analysis of their change. Online. Central European journal of operations research. 2016, roč. 24, č. 1, s. 49-72. ISSN 1435-246X. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s10100-014-0350-y>. [cit. 2024-05-22].
- [20] BIKKER, Jacob A. a HAAF, Katharina. Competition, concentration and their relationship: An empirical analysis of the banking industry. Online. Journal of banking & finance. 2002, roč. 26, č. 11, s. 2191-2214. ISSN 0378-4266. Dostupné z: [https://doi.org/10.1016/S0378-4266\(02\)00205-4](https://doi.org/10.1016/S0378-4266(02)00205-4). [cit. 2024-05-22].
- [21] BHATTACHARYA, Kaushik; DAS, Abhiman. Dynamics of market structure and competitiveness of the banking sector in India and its impact on output and prices of banking services. Reserve Bank of India Occasional Papers, 2003, 24.3: 123-159.
- [22] <https://www.monopolkommission.de/en/data/concentration.html>
- [23] VON SCHWINTOWSKI, Hans-Peter; BERLINGHOF, Britta, eds. Handbuch Energiehandel. 2. vyd. Berlin: Erich Schmidt Verlag, 2010, s. 751. ISBN 978-3503154388.
- [24] DIERUF, David. What is the Nearest Neighbor Algorithm? Method & Examples. Online. <https://www.datastax.com>. 2024. Dostupné z: <<https://www.datastax.com/guides/what-is-nearest-neighbor.>> [cit. 2024-05-09].
- [25] FROST, Jim. Mean Absolute Deviation: Definition, Finding & Formula. Online. 2021. Dostupné z: <[https://statisticsbyjim.com/basics/mean-absolute-deviation/.](https://statisticsbyjim.com/basics/mean-absolute-deviation/)> [cit. 2024-05-09].
- [26] GREENWOOD, Cindy; NIKULIN, M. S. A guide to chi-squared testing. NewYork: Wiley, 1996. ISBN 0-471-55779-X.
- [27] ŘEHÁČKOVÁ, Adriana. CHÍ-KVADRÁT TEST NEZÁVISLOSTI. Online. <https://www.statistickyneklasicky.cz>. 2024. Dostupné z: <[https://www.statistickyneklasicky.cz/chi-kvadrat-test-nezavislosti/.](https://www.statistickyneklasicky.cz/chi-kvadrat-test-nezavislosti/)> [cit. 2024-05-09].
- [28] SCHUBERT, Erich; SANDER, Jörg a ESTER, Martin. SHARE ON DBSCAN Revisited, Revisited: Why and How You Should (Still) Use DBSCAN.In: SHARE ON DBSCAN Revisited, Revisited: Why and How You Should(Still) Use DBSCAN. Xiaowei, 2017. ISBN ISSN 0362-5915.
- [29] BAGDONAVICIUS, V.; NIKULIN, M. S. Chi-squared goodness-of-fit test for right censored data. The International Journal of Applied Mathematics and Statistics. 2011, pp. 30–50.
- [30] Bureau van Dijk, Databáze Orbis Europe detailně mapuje podnikatelské subjekty v Evropě. Orbis [online]. [Brussel]: 2023 [vid. 2023-04-27]. Dostupné z: <https://login.bvdinfo.com/R0/Orbis>. Pouze po přihlášení.
- [31] SUBRAMANYAM, K. R. Financial Statement Analysis, 11th Edition. McGraw Hill Education, 2020. ISBN 9789390185863.
- [32] KUBĚNKA, Michal. The Success of Business Failure Prediction Using Financial Creditworthy Models. Online. In: . Masarykova univerzita, 2016. ISBN 9788021083080. [cit. 2024-05-26].
- [33] LUŇÁČEK, J. Selection of Bankruptcy Prediction Model for the Construction Industry - A Case Study from the Czech Republic. In Proceedings of The 25th International Business Information Management Association Conference. Amsterdam: International Business Information Management Association, 2015. s. 2627-2638. ISBN: 978-0-9860419-4-5.
- [34] PECH, Martin; PRAZAKOVA, Jaroslava a PECHOVA, Lucie. The evaluation of the success rate of corporate failure prediction in a five-year period. Online. Journal of competitiveness. 2020, roč. 12, č. 1, s. 108-124. ISSN 1804-171X. Dostupné z: <https://doi.org/10.7441/joc.2020.01.07>. [cit. 2024-05-26].
- [35] NOVOTNÁ, Katarína; GURČÍK, Ľubomír a LUŠŇÁKOVÁ, Zuzana. Economic determinants of the development and sustainability of family farms in Slovakia. Online. Agricultural economics

- (Praha). 2023, roč. 69, č. 7, s. 291-299. ISSN 0139-570X. Dostupné z: <https://doi.org/10.17221/143/2023-AGRICECON>. [cit. 2024-05-26].
- [36] GERLA, Daniel. Testování spolehlivosti vybraných bonitních a bankrotních modelů. Online. Bakalářská práce. Brno: Masarykova univerzita, Ekonomicko-správní fakulta. 2015. Dostupné z: <https://is.muni.cz/th/oaqgc/>.
- [37] DLUHOŠOVÁ, Dana. Finanční řízení a rozhodování podniku: analýza, investování, oceňování, riziko, flexibilita, interakce. Čtvrté vydání. Osnice: Ekopress, 2021. ISBN 978-80-87865-71-2.
- [38] CHMELAR, Šimon. Analýza maloobchodních cen elektrické energie. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, Ústav elektroenergetiky, 2024, 76 s. Diplomová práce. Vedoucí práce: Ing. Lukáš Radil, Ph.D.
- [39] REJNUŠ, Oldřich. Finanční trhy: Praha: Grada Publishing, 2016. ISBN 978-80-247-5871-8
- [40] Iris Mack, Energy Trading and Risk Management: A Practical Approach to Hedging, Trading, and Portfolio Diversification, John Wiley & Sons Ltd, ISBN: 978-1-118-33933-6, s.4-5 [cit. 2024-03-06].
- [41] EU Commodity Markets and Trading: An introductory workshop. [Online]Alba J. Juan (2006): Dostupné z: <<https://efet.org/Files/Documents/Press/Energy%20Trading%20Analyses/2-JuanAlba-PowerMarketandTrading.pdf>> [cit. 2024-03-06].
- [42] European Energy Transition 2030: The Big Picture. Ten Priorities for the next European Commission to meet the EU's 2030 targets and accelerate towards 2050 [online]. Agora Energiewende (2019): Dostupné z: <[https://www.agora-energiewende.de/fileadmin/Projekte/2019/EU\\_Big\\_Picture/153\\_EU-Big-Pic\\_WEB.pdf](https://www.agora-energiewende.de/fileadmin/Projekte/2019/EU_Big_Picture/153_EU-Big-Pic_WEB.pdf)> [cit. 2024-03-06].
- [43] Veřejný rejstřík a sbírka listin: Bohemia Energy entity, s.r.o., online. Dostupné z:<<https://or.justice.cz/ias/ui/vypis-sl-firma?subjektId=469907> >
- [44] POWER EXCHANGE CENTRAL EUROPE, Výroční zpráva 2022 POWER EXCHANGE CENTRAL EUROPE, a.s., dostupné z < <https://pxe.cz/file/2468aaf6-01c9-4b90-b6a6-e6b72583855d/pxe-vz-2022-cz.pdf> >
- [45] U.S. Energy Information Administration, Price Elasticity for Energy Use in Buildings in the United States, January 2021, dostupné z < [https://www.eia.gov/analysis/studies/buildings/energyuse/pdf/price\\_elasticities.pdf](https://www.eia.gov/analysis/studies/buildings/energyuse/pdf/price_elasticities.pdf) >
- [46] BELSLEY, David A a KONTOGHIORGHES, Erricos. Handbook of Computational Econometrics. Chichester: Wiley, 2009. ISBN 9780470743850. Dostupné z: <https://doi.org/10.1002/9780470748916>.
- [47] SPSS Tutorials, Kendalls W test, dostupné z <https://www.spss-tutorials.com/spss-kendalls-concordance-coefficient-w/>
- [48] HAN, Chirok; PHILLIPS, Peter C. B. a SUL, Donggyu. Lag length selection in panel autoregression. Online. Econometric reviews. 2017, roč. 36, č. 1-3, s. 225-240. ISSN 0747-4938. Dostupné z: <https://doi.org/10.1080/07474938.2015.1114313>. [cit. 2024-06-17].
- [49] ZAJÍČKOVÁ, Anna. Dynamika závislosti velkoobchodní a maloobchodní ceny elektřiny. Online. Diplomová práce. Praha: Vysoká škola ekonomická v Praze. 2023. Dostupné z: <https://theses.cz/id/duuq0o/>.
- [50] MANKIW, N. Gregory. A Quick Refresher Course in Macroeconomics. Online. *Journal of economic literature*. 1990, roč. 28, č. 4, s. 1645-1660. ISSN 0022-0515. [cit. 2024-06-20].
- [51] HUANG, Jian; MA, Shuangge a XIE, Huiliang. LEAST ABSOLUTE DEVIATIONS ESTIMATION FOR THE ACCELERATED FAILURE TIME MODEL. Online. *Statistica Sinica*. 2007, roč. 17, č. 4, s. 1533-1548. ISSN 1017-0405. [cit. 2024-06-20]
- [52] Søren Bisgaard, Murat Kulahci, Time Series Analysis and Forecasting by Example Wiley Series in Probability and Statistics, John Wiley & Sons, 2011, ISBN 9781118056950

- [53] KOPUNEC, K. Využití technické analýzy k určení cen energetických komodit. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, 2017. 42 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Lukáš Radil, Ph.D.
- [54] THOMASI, Virginia; SILUK, Julio Cezar M.; RIGO, Paula D. a PAPPIS, Cesar Augusto de O. Challenges, improvements, and opportunities market with the liberalization of the residential electricity market. Online. Energy policy. 2024, roč. 192, s. 114253. ISSN 0301-4215. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2024.114253>. [cit. 2024-08-02].

## D Přílohy

### D.1 Pseudokód výpočtu metodou Monte Carlo (Matlab)

Ukázka pseudokódu pro metodu Monte Carlo:

```
% Simulace metodou Monte Carlo
for i = 1:length(typyKontraktu)
    if isfield(data.all_data, typyKontraktu{i}) % Kontrola, zda
        existuje požadované pole
        kontraktData = data.all_data.(typyKontraktu{i});
        ceny = kontraktData(:, 2);
        prumernaCenaKontraktu = mean(ceny);
        blizostKFixniCene = zeros(numSimulations, 1);

        for j = 1:numSimulations
            nahodnaCena = datasample(ceny, 1);
            blizostKFixniCene(j) = abs(nahodnaCena - fixni_cena);
        end

        % Výpočet pravděpodobnosti, že náhodně vybraná cena je blíže
        k fixní ceně než průměrná cena
        pravdepodobnosti(i) = sum(blizostKFixniCene <
            abs(prumernaCenaKontraktu - fixni_cena)) / numSimulations;

        % Aplikace váhy na pravděpodobnost
        if contains(typyKontraktu{i}, 'rocni_data')
            pravdepodobnosti(i) = pravdepodobnosti(i);
        elseif contains(typyKontraktu{i}, 'ctvrtletni_data')
            pravdepodobnosti(i) = pravdepodobnosti(i) * 1/12;
        elseif contains(typyKontraktu{i}, 'mesicni_data')
            pravdepodobnosti(i) = pravdepodobnosti(i) * 1/36;
        else
            pravdepodobnosti(i) = pravdepodobnosti(i) * 2; % Pro
            spotové ceny může být váha zvolena na základě další analýzy
        end
    else
        fprintf('%s: data nejsou k dispozici\n', popisneNazvy{i});
    end
end
```

```
% Normalizace pravděpodobností na procenta
pravdepodobnosti = pravdepodobnosti / sum(pravdepodobnosti) * 100;

% Výpis pravděpodobností
for i = 1:length(typyKontraktu)
    fprintf('%s:   Pravděpodobnost   %.2f%%\n',    popisneNazvy{i},
pravdepodobnosti(i));
```

## D.2 Pseudokód pro metodu chí-kvadrát (Matlab)

```
% Chí-kvadrátový test
chi2val = sum(((observedFreq - expectedFreq).^2) ./ (expectedFreq +
(expectedFreq == 0)));
p = 1 - chi2cdf(chi2val, numel(bins) - 1 - 3); %
Odečtení 3 stupňů volnosti pro odhadované koeficienty

% Uložení výsledků, pokud je p-hodnota dostatečně vysoká
if p > 0.05 % změna p-hodnoty
results(end+1, :) = [Rok, Ctvrtrok, Mesic, SPOT, p];
```

### D.3 Pseudokód pro výpočet RSI indexu využitím Pythonu

```
import pandas as pd
import numpy as np

# Příklad načtení dat (můžete nahradit vlastní data)
# Například, pokud máte CSV soubor:
# df = pd.read_csv('path_to_your_data.csv')
# Pro demonstraci vytvoříme DataFrame s uzavíracími cenami
data = {
    'Close': [46.125, 47.0, 46.875, 46.5, 46.25, 45.875, 46.0, 46.125,
             45.625, 45.5, 45.875, 46.0, 45.75, 45.5, 45.25, 45.5, 45.375, 44.875,
             44.625, 44.25]
}
df = pd.DataFrame(data)
# Výpočet denních změn cen
df['Change'] = df['Close'].diff()
# Oddělení zisků a ztrát
df['Gain'] = df['Change'].apply(lambda x: x if x > 0 else 0)
df['Loss'] = df['Change'].apply(lambda x: -x if x < 0 else 0)
# Nastavení období pro RSI (obvykle 14 dní)
period = 14
# Výpočet průměrného zisku a ztráty
df['AvgGain'] = df['Gain'].rolling(window=period,
min_periods=1).mean()
df['AvgLoss'] = df['Loss'].rolling(window=period,
min_periods=1).mean()
# Výpočet RSI
df['RS'] = df['AvgGain'] / df['AvgLoss']
df['RSI'] = 100 - (100 / (1 + df['RS']))
# Zobrazení výsledků
print(df[['Close', 'RSI']])
```

#### Vysvětlení:

- Načtení dat:

Vložte data uzavíracích cen do DataFrame. Můžete použít `pd.read_csv` k načtení dat z CSV souboru.

- Výpočet denních změn:



Použití `diff()` k získání denních změn cen.

- Oddělení zisků a ztrát:

Použití `apply()` a lambda funkcí k oddělení zisků (pozitivní změny) a ztrát (negativní změny).

- Výpočet průměrů:

Použití `rolling()` a `mean()` k výpočtu průměrného zisku a ztráty za zvolené období (obvykle 14 dní).

- Výpočet RSI:

Pomocí vypočítaných průměrů zisků a ztrát vypočítáte RSI podle vzorce.

## D.4 Pseudokód pro výpočet Bollinger Bands využitím Pythonu

```
import pandas as pd
# Příklad načtení dat (můžete nahradit vlastní data)
# Například, pokud máte CSV soubor:
# df = pd.read_csv('path_to_your_data.csv')
# Pro demonstraci vytvoříme DataFrame s uzavíracími cenami
data = {
    'Close': [46.125, 47.0, 46.875, 46.5, 46.25, 45.875, 46.0, 46.125,
             45.625, 45.5, 45.875, 46.0, 45.75, 45.5, 45.25, 45.5, 45.375, 44.875,
             44.625, 44.25]
}
df = pd.DataFrame(data)
# Nastavení období pro Bollinger Bands (obvykle 20 dní)
period = 20
# Výpočet jednoduchého klouzavého průměru (SMA)
df['SMA'] = df['Close'].rolling(window=period).mean()
# Výpočet standardní odchylky
df['STD'] = df['Close'].rolling(window=period).std()
# Výpočet horního a dolního pásma
df['Upper Band'] = df['SMA'] + (df['STD'] * 2)
df['Lower Band'] = df['SMA'] - (df['STD'] * 2)
# Zobrazení výsledků
print(df[['Close', 'SMA', 'Upper Band', 'Lower Band']])
```

### Vysvětlení:

- Načtení dat:

Data uzavíracích cen jsou uložena v DataFrame. Můžete použít `pd.read_csv` k načtení dat z CSV souboru.

- Výpočet SMA a standardní odchylky:

Použití `rolling(window=period).mean()` k výpočtu SMA a `rolling(window=period).std()` k výpočtu standardní odchylky za zvolené období (obvykle 20 dní).

- Výpočet horního a dolního pásma:

Horní pásmo je vypočteno jako  $SMA + 2 * STD$  a dolní pásmo jako  $SMA - 2 * STD$ .

Tento kód vám poskytne hodnoty Bollinger Bands pro každé datum ve vašich datech uzavíracích cen.