

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

PROVOZNĚ EKONOMICKÁ FAKULTA

POPTÁVKOVÝ MODEL SPOTŘEBY ELEKTRICKÉ ENERGIE V ČR

ELECTRICITY CONSUMPTION DEMAND MODEL IN THE CZECH REPUBLIC

disertační práce

Autor: **Ing. Pavel Svoboda**
Školitel: **doc. Ing. Alexandr Soukup, CSc.**

Praha 2012

©

Poděkování

D ě k u j i

doc. Ing. Alexandru Soukupovi, CSc., vedoucímu mé disertační práce,
děkuji Ing. Stanislavu Burianovi a Ing. Petře Bubákové za cenné rady a konzultace.

D ě k u j i

své rodině a přátelům za jejich podporu v době mého studia.

POPTÁVKOVÝ MODEL SPOTŘEBY ELEKTRICKÉ ENERGIE
V ČESKÉ REPUBLICĚ



ELECTRICITY CONSUMPTION DEMAND MODEL
IN THE CZECH REPUBLIC

Souhrn

Tato disertační práce se zabývá analýzou poptávky po elektrické energii v České republice a zkoumá, jaké z možných, ekonomicky přijatelných a podložitelných determinantů ji ovlivňují. Ty exogenní proměnné, které statisticky signifikantně vysvětlují spotřebu elektřiny v domácnostech nebo v sektoru velkoobchodních podnikatelů jsou pak použity v regresních modelech různých konstrukcí k odhadu budoucího vývoje spotřeby elektrické energie.

Extrapolace časových řad exogenních (pomocí metod exponenciálního vyrovnávání) i endogenních (pomocí konstrukce modelu metodou nejmenších čtverců) proměnných slouží k lepšímu odhadu výrobních kapacit při výrobě elektrické energie a potažmo k optimálnímu výběru energetického mixu v ČR. V disertační práci byla predikována 4 po sobě jdoucí čtvrtletí počínající 2. čtvrtletím roku 2011.

Disertační práce obsahuje tři hlavní tematické části a to literární rešerši, ve které jsou shrnuty poznatky nabyté z literatury tak, aby mohly sloužit ke zpracování a interpretacím dosažených výsledků, dále metodické texty o způsobu zpracování dat, charakteristikách časových řad a regresních modelů a poslední částí je pak vlastní zpracování spojené s výpočty a prezentací výsledků výzkumu.

Klíčová slova

Determinant poptávky, ekonomické teorie, ekonomika, elektrická energie (elektřina), exponenciální vyrovnávání, metoda nejmenších čtverců, regresní model, statistická verifikace, tržní poptávka, zdroje energie.

Summary

This dissertation is concerned with the analysis of the demand after electricity in the Czech Republic and investigates, which of the possible, economically acceptable and proven determinants influence it. The exogenous variables, which, with statistical significance, explain the electricity consumption in households or in the sector of wholesale and entrepreneurs, are later used in regression models of various constructions for estimating the future trend of electricity consumption.

The extrapolation of the time series of the exogenous (by using exponential smoothing method) and endogenous variables (by using the least squares model construction method), leads to better estimation of the manufacturing capacities in the electricity production and respectively to the optimal choice of the energy mix in the Czech Republic. In the dissertation, there were four subsequent quarters predicted, with the beginning in second quarter of 2011.

The dissertation contains three main thematic parts, which are the literature research, in which the knowledge from the literature is summarized to be a base for the processing and interpretations of the research findings, then the methodology about the ways of data procession, time series and regression models characteristics and the last part is the practical elaboration connected with the computations and the findings presentation.

Key words

Demand determinants, economic theories, economy, electricity, exponential smoothing, least squares method, market demand, regression model, statistical verification, energy sources.

Obsah

1	Úvod.....	11
2	Cíl práce	13
3	Metodika	14
3.1	Deklarace a deskripce proměnných.....	14
3.2	Časové řady	19
3.2.1	Dekompozice časových řad.....	20
3.2.2	Výpočetní koncepce časových řad.....	21
3.2.3	Exponenciální vyrovnávání.....	22
3.2.4	Vhodnost volby predikce časové řady	23
3.3	Regresní model.....	25
3.4	Statistická verifikace	29
3.4.1	Kvalita modelu	29
3.4.2	Autokorelace	31
3.4.3	Heteroskedasticita	34
3.4.4	Stabilita	35
3.4.5	Linearita	36
4	Literární řešerše.....	37
4.1	Ekonomické teorie.....	37
4.1.1	Tržní nabídka a poptávka.....	37
4.1.2	Agregátní nabídka a poptávka.....	39
4.1.3	Teorie maximalizace zisku.....	42
4.1.4	Poptávka a nabídka výrobního faktoru práce v dokonalé a nedokonalé konkurenci.....	46
4.1.5	Ekonomické teorie jako základ rozhodování.....	49
4.1.6	Riziko	51
4.1.7	Environmentální a ekologické teorie	52

4.2	Význam mezinárodní ekonomie pro export/import elektřiny	59
4.2.1	Gravitační model	61
4.2.2	Ricardiánský model.....	62
4.2.3	Heckscher-Ohlin model	62
4.3	Energie.....	64
4.3.1	Konvenční energetické zdroje a jejich ekonomický význam.....	65
4.3.2	Využití jaderné energie	68
4.3.3	Alternativní zdroje energie a jejich specifika.....	70
4.4	Úloha subjektů (institucí, firem, zákazníků) na udržitelném trhu.....	77
4.4.1	Udržitelný rozvoj, green marketing	79
4.4.2	Zákazník, determinant green marketingu.....	80
4.4.3	Od hodnotového řetězce k hodnotovému kruhu	81
4.4.4	Green marketing jako nástroj firemního udržitelného rozvoje	82
4.5	Energetické politiky	84
4.5.1	Energetická politika Evropské unie	86
4.5.2	Cíle a nástroje energetické politiky EU	87
4.5.3	Energetické priority českého předsednictví EU.....	88
4.5.4	Úloha státu v environmentálním rozvoji, podpora podnikání.....	90
5	Vlastní zpracování.....	92
5.1	Energeticko-ekonomická situace v ČR	92
5.2	Model 1 – Spotřeba elektrické energie v domácnostech.....	95
5.2.1	Scénář 1: Jednotkové změny prvního čtvrtletí.....	106
5.2.2	Scénář 2: Průměrné a očekávané změny	108
5.3	Model 2 – Sezónní spotřeba elektrické energie v domácnostech.....	114
5.3.1	Scénář 3: Optimální.....	116
5.3.2	Scénář 4: Spotřebitelsky pozitivní	119
5.3.3	Scénář 5: Spotřebitelsky negativní.....	120

5.3.4	Evaluace scénářů domácností	121
5.4	Model 3 – Rozdíly sezón ve spotřebě elektřiny v domácnostech	124
5.5	Model 4 – Spotřeba elektrické energie velkoodběratelů a podnikatelů	126
5.5.1	Scénář 6: Optimální.....	136
5.5.2	Scénář 7: Výrobně pozitivní	140
5.5.3	Scénář 8: Výrobně negativní.....	141
5.5.4	Scénář 9: Alternativní	143
5.5.5	Evaluace scénářů velkoodběratelů a podnikatelů	150
6	Závěr	153
7	Diskuse.....	158
8	Seznam použitých zdrojů	161
9	Přílohy	169

Seznam vložených grafů a tabulek

GRAF 1	NABÍDKOVÁ A POPTÁVKOVÁ FUNKCE.....	38
GRAF 2	MODEL AD-AS, RŮST AGREGÁTNÍ POPTÁVKY	40
GRAF 3	MODEL AD-AS, NABÍDKOVÝ ŠOK	41
GRAF 4	DOKONALÁ KONKURENCE	43
GRAF 5	NEDOKONALÁ KONKURENCE.....	44
GRAF 6	ROVNOVÁHA NA TRHU VÝROBNÍHO FAKTORU PRÁCE.....	46
GRAF 7	NEDOKONALÁ KONKURENCE NA TRHU PRÁCE	49
GRAF 8	SOCIÁLNÍ OPTIMUM V PŘÍTOMNOSTI NEGATIVNÍ EXTERNALITY	57
GRAF 9	NEEFEKTIVITA NEGATIVNÍCH EXTERNALIT	58
GRAF 10	SPOTŘEBA ELEKTŘINY V DOMÁCNOSTECH A FIRMÁCH	93
GRAF 11	INSTALOVANÝ VÝKON ELEKTRIZAČNÍ SOUSTAVY 3Q 2012	94
GRAF 12	PREDIKCE CENY PLYNU.....	110
GRAF 13	FINÁLNÍ PREDIKCE DIFERENCÍ CENY PLYNU.....	111
GRAF 14	SPOTŘEBA ELEKTŘINY V GWh DLE SCÉNÁŘE Č. 2	113
GRAF 15	SPOTŘEBA ELEKTŘINY V OPTIMÁLNÍM SCÉNÁŘI DOMÁCNOSTÍ.....	118
GRAF 16	PREDIKCE SPOTŘEBY ELEKTŘINY DLE RŮZNÝCH SCÉNÁŘŮ DOMÁCNOSTÍ.....	123
GRAF 17	PREDIKCE INDEXU PRŮMYSLOVÉ VÝROBY V % BÁZE ROKU 2005	137
GRAF 18	PREDIKCE SPOTŘEBY ELEKTŘINY OPTIMÁLNÍHO SCÉNÁŘE PRO FIRMY V GWh	139
GRAF 19	EXTRAPOLACE DOTACÍ NA VÝROBU V MIL. Kč	146
GRAF 20	EXTRAPOLACE MEZD A PLATŮ V MIL. Kč	147
GRAF 21	PREDIKCE SPOTŘEBY ELEKTŘINY SCÉNÁŘŮ 6, 7 A 8 V GWh.....	151
GRAF 22	PREDIKCE SPOTŘEBY ELEKTŘINY ALTERNATIVNÍHO SCÉNÁŘE V GWh	152
TABULKA 1	KORELAČNÍ MATICE.....	97
TABULKA 2	KORELAČNÍ MATICE PRVNÍCH DIFERENCÍ ČASOVÉ ŘADY	102
TABULKA 3	PRŮMĚRY, MINIMA A MAXIMA ZA JEDNOTLIVÁ ČTVRTLETÍ.....	108
TABULKA 4	KVALITA MODELU EXPONENCIÁLNÍHO VYROVNÁVÁNÍ CENY PLYNU	109
TABULKA 5	PREDIKCE SEZÓNOSTI DIFERENCÍ CENY PLYNU	110
TABULKA 6	FINÁLNÍ PREDIKCE DIFERENCÍ CENY PLYNU	111
TABULKA 7	PREDIKCE SPOTŘEBY ELEKTŘINY DLE SCÉNÁŘE Č. 2	112
TABULKA 8	PREDIKOVANÉ CENY PLYNU PRO SCÉNÁŘE 3 - 5	119
TABULKA 9	PREDIKCE SPOTŘEBY ELEKTŘINY DLE RŮZNÝCH SCÉNÁŘŮ	122
TABULKA 10	PREDIKCE NÁKLADŮ NA ELEKTŘINU	123
TABULKA 11	KORELAČNÍ MATICE PRVNÍCH DIFERENCÍ PRO <i>II</i> ELE_VO+PO.....	129
TABULKA 12	PODKLADY PRO PREDIKCI SCÉNÁŘŮ 6 - 8	136
TABULKA 13	FINÁLNÍ PREDIKCE DOTACÍ NA VÝROBU V MIL. Kč	146
TABULKA 14	FINÁLNÍ PREDIKCE MEZD A PLATŮ V MIL. Kč.....	147
TABULKA 15	PREDIKCE SPOTŘEBY ELEKTŘINY DLE RŮZNÝCH SCÉNÁŘŮ VE FIRMÁCH	150

1 Úvod

Od vzniku prvních mikroekonomických teorií se firmy snaží být co nejúspěšnější a používají k tomu nástroje, které se nejlépe hodí do jejich strategií. Firmy tedy maximalizují zisk tak, aby jejich majitel dosáhl nejvyššího možného blahobytu, maximalizují obrat, aby získaly co nejvyšší podíl na trhu, či minimalizují náklady, opět aby optimalizovaly produkci. V dnešní době již ale nejde jen o maximální výkon; dnes si již uvědomujeme i své okolí a snažíme se ho uchovat v jeho původní podobě. Tento fakt zavedl příčinu vzniku environmentálních ekonomických teorií, které již počítají i se zásahy podnikatelů do přírody. Trendem tedy již není maximalizace zisku na úkor přírody a přírodních zdrojů, ale udržitelný rozvoj dosažený uváženým chováním všech subjektů na trhu, tedy firmami, domácnostmi a státem.

K jakékoliv výrobě či poskytování služeb je potřeba energie. Její nejrozšířenější formou je elektrická energie a teplo. Oba druhy energií se dají získat různými způsoby s různými efektivitami produkce; většina se dnes vyrábí z konvenčních zdrojů, tedy za pomoci vyčerpatelných, fosilních, paliv jako je uhlí, ropa a zemní plyn. Relativně novým druhem získávání energií jsou tzv. alternativní zdroje energie, které tvoří požadovaný výkon za pomoci obnovitelných zdrojů; jsou to zejména energie vody, větru, biomasy a slunce. Zvláštní kategorii pak tvoří nukleární energie, která je založena na štěpné reakci a je nesrovnatelně výkonnější než běžné fosilní zdroje. Důležitým faktorem využití obnovitelných zdrojů energie je ochrana životního prostředí a eliminace využívání vyčerpatelných zdrojů. Tato idea má však, kromě svých pozitivních stránek, i negativa jako je vysoká cena vyrobené jednotky energie způsobená vysokými realizačními náklady či malá efektivnost a nízká rentabilita.

Řešení tedy neleží pouze na rozhodnutí podnikatelských subjektů a lidí „jít zelenou cestou“, ale především je to úlohou státu a jeho paternalistického působení. Stát však nemá na starosti pouze zajištění energetické náročnosti svých obyvatel, ale také management přírodních zdrojů, podporu rozvoje alternativních zdrojů, energetickou bezpečnost a další, s energetikou spojené úkoly, které musí implikovat do uceleného systému zákonodárné, výkonné a soudní moci, spojené s vlastní politikou trvalé udržitelnosti státu.

Dnešní dynamická doba vyžaduje přesné predikce budoucího vývoje spotřeby energie a je proto nutné zabývat se tímto fenoménem, který umožní plánovat výstavbu

nových generátorů energie a zároveň optimalizovat energetický mix mezi alternativní a konvenční zdroje. Vhodným prostředkem pro sledování tohoto vývoje jsou tedy takové ekonomické indikátory, které vykazují vysokou korelaci s energetickou spotřebou obyvatelstva.

2 Cíl práce

Hlavním cílem disertační práce je predikce spotřeby elektrické energie pro čtyři nadcházející čtvrtletí včetně nalezení determinantů její spotřeby (resp. poptávky po ní) v České republice za využití kvantitativních metod, spolu s jejich kvantifikací a správnou interpretací. Analýza bude provedena na dvou základních poptávkových sektorech – domácnostech a firmách, přičemž firemní sektor je tvořen sumou spotřeb elektrické energie podnikatelů a velkoodběratelů.

Díličními cíli, vedoucími k dosažení cíle hlavního, jsou:

- přehledné zpracování literární rešerše, která slouží jako teoretický podklad k explicitnímu vyjádření možných ekonomických vztahů mezi spotřebou elektrické energie a jejími potenciálními determinanty
- vytvoření metodického postupu, jenž povede ke správné volbě analytických nástrojů, použitých k přesné a spolehlivé kvantifikaci vztahů vybraných sektorů národního hospodářství
- formulace scénářů popisujících změny v ekonomickém i životním prostředí a interpretace těchto změn v kontextu použitého poptávkového modelu
- predikce jednotlivých determinantů spotřeby elektřiny kvůli možnosti sledování změn samotné vysvětlované proměnné (spotřeby elektřiny) v budoucnosti
- predikce spotřeby elektrické energie na základě formulace různých scénářů

3 Metodika

Metodika disertační práce je rozdělena do několika analogicky na sebe navazujících fází. Vlastnímu začátku zpracování předchází nejen volba tématu, ale také stanovení cílů, jichž je třeba dosáhnout. Následným krokem je pak teoretická příprava založená na studiu odborné literatury (knihovny), vědeckých článků (sborníky, časopisy, vědecké databáze EbscoHost či Scopus) a dalších alternativních zdrojů informací (relevantní internetové stránky, konzultace s odborníky), na jejichž základě je zpracována literární rešerše obsahující veškeré teoretické podklady potřebné pro tvorbu následné analýzy. Neméně důležitou součástí práce je také využití správných softwarových prostředků ať už pro formální textové zpracování (MS Word), třídění dat a jednoduché transformace a práci s maticemi a tabulkami (MS Excel) nebo vlastní analýzu dat, pro kterou bylo využito programu Statistica (tvorba grafů, elementární statistické ukazatele, sezónní očištění dat, analýza časových řad apod.) a programu Gretl (konstrukce ekonometrického modelu, analýza vlivů sezónnosti, odhady parametrů modelu, statistická verifikace).

Další fáze byla zaměřena na sběr „správných“, tj. relevantních, aktuálních a ověřených dat, která jsou vybrána tak, aby mohla být interpretována dle ekonomických předpokladů teoretické části práce. Hlavními zdroji těchto dat nejsou jen odborné publikace, ale především online statistické služby a databáze Českého statistického úřadu, Eurostatu, ministerstev apod. Získaná data jsou chronologicky seřazena a následně upravena tak, aby vyhovovala požadavkům pro modelování a odhadu parametrů, a proto je upraven řád všech čísel tak, aby jeho váha dosahovala hodnot 4, 5 nebo 6, tedy tisíců až statisíců jednotek.

3.1 Deklarace a deskripce proměnných

Pro potřeby disertační práce byla vybrána následující datová základna závislých i nezávislých proměnných tvořící poptávkový model pro spotřebu elektrické energie v České republice. Všechny proměnné obsahují 45 čtvrtletních pozorování; od prvního čtvrtletí roku 2000 až do prvního čtvrtletí roku 2011.

iELE_domacnosti	y ₁	Spotřeba elektřiny v domácnostech
Deskripce proměnné		endogenní (vysvětlovaná) proměnná, data pořízená agregací měsíčních dat spotřeby elektrické energie v domácnostech v GWh, zdroj ERÚ
Specifikace		domácnosti jsou specifické nízkou elasticitou při spotřebě nezbytných statků, elektrická energie pak může figurovat jako nezbytný statek v domácnostech (světlo, teplo...)
Očekávaná reakce		domácnosti by neměly pružně reagovat na změnu ceny elektřiny
iiELE_VO+pod	y ₂	Spotřeba elektřiny ve firmách
Deskripce proměnné		endogenní (vysvětlovaná) proměnná, data pořízená agregací měsíčních dat spotřeby elektrické energie jako suma odběru velkoodběratelů a podnikatelských subjektů v GWh, zdroj ERÚ
Specifikace		velkoodběratelé a podnikatelé, vzhledem k charakteru produkce, by měli reagovat na podněty způsobující změny outputu
Očekávaná reakce		velkoodběratelé a podnikatelé by měli pružně reagovat na změny v makroekonomických ukazatelích jako je rychlost růstu HDP
Spotr_dom	x ₁	Spotřeba domácností
Deskripce proměnné		exogenní (vysvětlující) proměnná, konečná spotřeba domácností ve stálých cenách roku 2005 v mil. Kč, zdroj ČSÚ
Specifikace		spotřeba domácností je agregovanou složkou spotřeby elektrické energie pro domácnosti a zároveň makroekonomickým ukazatelem výkonu ekonomiky
Očekávaná reakce		pokud se zvýší spotřeba domácností, jednou ze složek může být zvýšení spotřeby elektřiny domácností a vznikne prostor pro navýšení outputu komerční sféry
Spotr_sluz_dom	x ₂	Spotřeba služeb domácností
Deskripce proměnné		exogenní (vysvětlující) proměnná, výdaje na konečnou spotřebu služeb domácností ve stálých cenách roku 2005 v mil. Kč, zdroj ČSÚ
Specifikace		spotřeba služeb domácností je méně agregovanou složkou HDP oproti spotřebě domácností a měla by udávat přesnější údaj jako determinant spotřeby elektřiny v domácnostech
Očekávaná reakce		analogická jako u spotřeby domácností, zvýšení spotřeby služeb způsobí zvětšení potenciálního prostoru pro vyšší output firem a jednou ze složek je spotřeba elektrické energie

Zamestnanci	x ₃	Počet zaměstnanců
Deskripce proměnné		exogenní (vysvětlující) proměnná, počet stovek zaměstnaných osob celkem, zdroj ČSÚ
Specifikace		počet zaměstnanců je ukazatelem výkonu ekonomiky s vazbou na spotřebu energií
Očekávaná reakce		počet zaměstnanců je přímo úměrný k výši výstupu firem a následnému zvýšení poptávky po elektrické energii
Mzdy_platy	x ₄	Mzdy a platy
Deskripce proměnné		exogenní (vysvětlující) proměnná, mzdy a platy v běžných cenách v mil. Kč, zdroj ČSÚ
Specifikace		jeden z ukazatelů welfare státu (s přihlédnutím k cenové hladině) který zásadně ovlivňuje spotřebu
Očekávaná reakce		pouze mírná, nepřímo úměrná reakce poptávky po elektřině v domácnostech na změnu důchodu vzhledem k nízké elasticitě nezbytných statků, ve firemním sektoru se očekává přímo úměrná reakce spotřeby elektřiny vycházející z teorie klesajícího mezního příjmu
Dane	x ₅	Daně
Deskripce proměnné		exogenní (vysvětlující) proměnná, daně z výroby a provozu jako součást tvorby hrubého domácího produktu důchodovou metodou, běžné ceny v mil. Kč, zdroj ČSÚ
Specifikace		firmy zvyšující své výstupy, popř. příjmy, spotřebovávají větší množství elektřiny a odvádí vyšší daně
Očekávaná reakce		nejasná, s růstem plateb daní poroste i spotřeba elektřiny nebo klesne kvůli vyšším odepisatelným nákladům
Dotace	x ₆	Dotace
Deskripce proměnné		exogenní (vysvětlující) proměnná, dotace na výrobu v mil. Kč, zdroj ČSÚ
Specifikace		výše dotací, jakou součást tvorby HDP ovlivňuje spotřebu elektřiny ve firemním a vládním sektoru
Očekávaná reakce		nejasná, dotace na výrobu zvýší poptávku po energiích, jiný druh dotace může výrobu zefektivnit a působit nepřímo úměrně
Index_prumysl	x ₇	Index průmyslové výroby
Deskripce proměnné		exogenní (vysvětlující) proměnná, index průmyslové produkce v bázi roku 2005, zdroj ČSÚ
Specifikace		růst průmyslového odvětví způsobuje kladná očekávání firem, které následně expandují a zvyšují produkci
Očekávaná reakce		zvýšení průmyslového indexu zvýší produkt a tím spotřebu elektrické energie

Index_prum_ener	X ₈	Index průmyslové výroby pouze za energetiku
Deskripce proměnné		exogenní (vysvětlující) proměnná, index průmyslové produkce v bázi roku 2005 – pouze oddíl „výroba a rozvod elektřiny, plynu a tepla a klimatizovaného vzduchu“, zdroj ČSÚ
Specifikace		růst sektorového indexu vyvolá kladná očekávání firem v sektoru, který začne zvyšovat množství produkce
Očekávaná reakce		zvýšení energetického indexu zvýší produkt a tím spotřebu elektrické energie
Obyvatelstvo	X ₁₀	Počet obyvatel
Deskripce proměnné		exogenní (vysvětlující) proměnná, střední stav obyvatelstva, počet stovek osob, zdroj ČSÚ
Specifikace		možný zdroj růstu HDP bez zvýšení efektivnosti či produktivity
Očekávaná reakce		růst počtu obyvatel vyvolá vyšší spotřebu elektrické energie
Cena_uhli	X ₁₁	Cena uhlí
Deskripce proměnné		exogenní (vysvětlující) proměnná, malooběr, tříděné druhy uhlí a koksu, hnědouhelné brikety v Kč/t, konečná cena je včetně ekologické daně a DPH. Průměrná cena byla stanovena následovně: Průměr spotřeby let 2006-2009 v TJ udává váhy uhlí, koksu a briket v % z celku spotřeby tuhých paliv. Vážený průměr cen tuhých paliv pak udává centrální cenu uhlí pro jednotlivé měsíce a aritmetický průměr měsíčních cen tvoří výslednou cenu za čtvrtletí, zdroj MPO, ČSÚ a ČHMÚ
Specifikace		substitut elektrické energie bude změnou svých cen ovlivňovat její poptávku
Očekávaná reakce		zvýšení ceny uhlí se promítne ve zvýšené spotřebě elektrické energie ceteris paribus
HDP_stale	X ₁₂	HDP
Deskripce proměnné		exogenní (vysvětlující) proměnná, výdaje na hrubý domácí produkt, stálé ceny roku 2000 v mil. Kč, zdroj ČSÚ
Specifikace		ukazatel výkonu ekonomiky bude mít vliv na rozvoj produkce a spotřeby elektrické energie
Očekávaná reakce		růst reálného HDP vyvolá pozitivní očekávání, způsobí expanci firem, zvýšení outputu a spotřeby elektřiny
Cena_plyn	X ₁₃	Cena plynu
Deskripce proměnné		exogenní (vysvětlující) proměnná, průměrné čtvrtletní ceny zemního plynu celkem v České republice v Kč/GWh bez DPH, zdroj ČSÚ
Specifikace		substitut elektrické energie bude změnou svých cen ovlivňovat její poptávku
Očekávaná reakce		zvýšení ceny zemního plynu se promítne ve zvýšené spotřebě elektrické energie ceteris paribus

Cena_elek	X ₁₄	Cena elektřiny
Deskripce proměnné		exogenní (vysvětlující) proměnná, průměrné čtvrtletní ceny elektřiny celkem v České republice v Kč/MWh bez DPH zdroj ČSÚ
Specifikace		v domácnostech pouze mírný vliv díky neelasticitě nezbytných statků, ve firemním sektoru nejasný vliv, protože je odvozen od poptávky po produktech zvýšení ceny může znamenat pouze celkové zvýšení cenové hladiny, tedy i nabízené produkce
Očekávaná reakce		v domácnostech mírná, nepřímo úměrná reakce na změnu stejně tak, jako ve firmách, kde snížení ceny výrobního faktoru vyvolá posun nabídkové křivky vpravo a zvýšený výstup způsobí větší poptávku po elektřině
Pocasi	X ₁₅	Teplota vzduchu, počasí
Deskripce proměnné		exogenní (vysvětlující) proměnná, získaná agregací měsíčních dat průměrných teplot v České republice, v násobcích 10 000 stupňů Celsia, zdroj CHMI
Specifikace		náhodný faktor
Očekávaná reakce		při vyšší průměrné teplotě se sníží spotřeba elektřiny, firmy indiferentní, popř. reagují obdobně jako domácnosti, ale mírněji
Zamestnanost	X ₁₆	Počet zaměstnaných
Deskripce proměnné		exogenní (vysvětlující) proměnná, zaměstnanost ve stovkách osob, zdroj ČSÚ
Specifikace		zaměstnanost je ukazatelem výkonu ekonomiky s vazbou na spotřebu energií
Očekávaná reakce		počet zaměstnanců je přímo úměrný k výši výstupu firem a následnému zvýšení poptávky po elektrické energii

Aby byla vyloučena možnost omylu a výskytu nežádoucích chyb v datovém souboru, všechny proměnné jsou kontrolovány pomocí krabicového grafu „box-plot“, který je schopen vyhledat odlehlé a extrémní hodnoty pozorování, které by mohly narušit odhad parametrů modelu (viz příloha č. 2). Box-plot také zobrazuje střední hodnotu a kvartily souboru, z čehož je možné usuzovat rozložení dat v časové řadě. V případě nálezu odlehlých či extrémních hodnot je nutné zkontrolovat časovou řadu a její zdroj pro případ, že by se jednalo o překlep nebo jinou chybu v záznamu skutečností; data tedy musí být jak validní, tak reliabilní.

Pro účely konstrukce ekonometrického modelu byl také vytvořen nový datový soubor se sezónně očištěnými daty (příloha č. 3), který byl vygenerován programem Statistica pomocí metody Census 1, pro jejíž fungování je nejdříve zapotřebí definovat elementární charakteristiky časových řad.

3.2 Časové řady

Nejprve je nutné si připomenout, co to časová řada je, aby bylo možné s ní nadále pracovat a vyvozovat z ní závěry. Dle Arlta a Arltové (2009) se ekonomickou časovou řadou rozumí řada hodnot jistého věcně a prostorově vymezeného ekonomického ukazatele, která je uspořádána v čase směrem od minulosti do přítomnosti. Ekonomické časové řady pak lze klasifikovat jako intervalové (závisí na délce časového intervalu sledování) nebo okamžikové. Stochastickým procesem je pak v čase uspořádaná řada náhodných veličin ve výběrovém prostoru označeném indexní řadou. Platí-li pak pro všechna t , že kovariační a korelační funkce závisí pouze na časové vzdálenosti náhodných veličin, daný proces se nazývá stacionárním nebo kovariačně stacionárním – je to tedy takový proces, kdy jsou charakteristiky středních hodnot v čase neměnné.

Časové řady lze též interpolovat či extrapolovat pomocí funkcí (lineární, kvadratické, polynomické...), přičemž interpolací, dle Roubíčka (1967), rozumíme proložení stávající časové řady funkcí, např. pro doplnění chybějících bodů řady a extrapolací nalezení přibližné hodnoty funkce ležící mimo časovou řadu.

Box-Jenkinsova metodologie

Tento přístup bere za základní prvek konstrukce modelu časové řady reziduální složku, která může být tvořena korelovanými náhodnými veličinami, což jindy bývá výrazným problémem. Dle Segera a Hindlse (1993) se touto metodologií mohou zpracovávat nejen časové řady s navzájem závislými pozorováními, ale těžiště jejich postupů dokonce spočívá v korelační analýze, která se těmito závislostmi zabývá.

Tato metodologie pracuje s celou řadou modelů, jako je model klouzavých součtů prvního řádu (MA), autoregresní modely AR, smíšené modely ARMA, integrované modely ARIMA (které již lze použít pro řešení nestacionárních časových řad) nebo sezónní modely umožňující stochastické modelování jednotlivých složek z klasického přístupu (ARIFMA).

Spektrální analýza (Analýza ve spektrální doméně)

Tento přístup považuje časovou řadu za nekonečnou směs sinusových a kosinusových křivek s různými amplitudami a frekvencemi.

„Nástroji pro řešení této problematiky je např. nepoužívanější Fourierova analýza, která však způsobuje ruchy ve velmi dlouhých řadách. Na ni navazuje metoda LSSA (Vaníčková metoda), která zmírňuje negativní vlivy dříve jmenovaného postupu a stala se tak jejím nástupcem.

Spektrální analýza je také vhodná ke vzájemnému porovnávání dvou časových řad, kde je schopna nalézt případné časové zpoždění mezi jednotlivými řadami, ale i frekvencemi. Tato metodika také využívá speciálních nástrojů sloužících k popisu oscilací – jako příklad lze uvést tzv. Lomb-Scargleův periodogram sloužící k určení spektrální hustoty.“ (Cipra, 1986)

3.2.1 Dekompozice časových řad

Časové řady se, dle klasického přístupu, rozkládají do několika složek, kterými, dle Cipry (1986) jsou:

- 1) Trend (T_t) – odráží dlouhodobé změny v průměrném chování časové řady (např. dlouhodobý růst nebo pokles). Trendová složka vzniká v důsledku působení sil (technologické změny ve výrobě, změny důchodu obyvatel, změny v populaci, růst trhu aj.), které systematicky působí ve stejném směru. Trendová složka má velmi relativní charakter, protože některé jevy jeví se jako krátkodobé mohou mít dlouhodobý charakter a naopak.
- 2) Sezónní složka (S_t) – popisuje periodické změny časové řady, které se odehrávají během jednoho kalendářního roku a každý rok se obdobně opakují. Sezónní změny jsou hlavně způsobeny např. změnami teplot, změnami v objemu prodeje atd. Pro zkoumání sezónní složky jsou vhodná především měsíční nebo čtvrtletní měření. Čím delší časová řada s obdobnými výkyvy (prohlubování nebo zplošťování oscilací) trendu existuje, tím přesnější bude její odhad.
- 3) Cyklická složka (C_t) – jedná se o fluktuace okolo trendu, v nichž se střídá fáze růstu a poklesu, a podobá se sezónní složce, pouze se nevyskytuje v rozmezí jednoho roku. Délka jednotlivých cyklů bývá proměnlivá a stejně tak jako intenzita jednotlivých fází cyklického průběhu.

- 4) Reziduální složka (E_t) – zbývá v časové řadě po odstranění trendu, sezóny, respektive cyklické složky. Je tvořena náhodnými procesy v průběhu časové řady, které nemají rozpoznatelný či systematický charakter. Reziduální složka také pokrývá chyby měření pozorování časové řady a některé lidské chyby (např. zaokrouhlování), kterých se může dopustit statistik při analýze. Aby byly odůvodněny některé ze statistických postupů, které jsou s časovou řadou při klasické dekompozici prováděny, obvykle se předpokládá, že reziduální složka je bílým šumem, či konkrétněji, že se jedná o bílý šum s normálním rozdělením.

3.2.2 Výpočetní koncepce časových řad

Tato koncepce klade důraz zejména na práci se systematickými složkami (tj. s trendovou, sezónní a cyklickou). Jednotlivá pozorování se obvykle považují za navzájem nekorelovaná, i když je tento předpoklad u časových řad téměř nereálný. U některých časových řad není nutné používat všechny dekompoziční složky a rozklad je tedy možno provést např. pouze s pomocí trendové složky. Klasická dekompozice se provádí, dle Cipry (1986), dvěma možnými způsoby – aditivně nebo multiplikativně.

a) Aditivní rozklad

Při aditivním rozkladu jsou jednotlivé složky uvažovány ve skutečných absolutních hodnotách a měřeny jednotkách řady y_t .

$$y_t = T_t + C_t + S_t + E_t \quad 3-1$$

a) Multiplikativní rozklad

Při multiplikativním rozkladu je v absolutní hodnotě většinou uvažována pouze trendová složka. Ostatní složky jsou pak uvažovány v relativních hodnotách vůči trendu a jsou tedy bezrozměrné. Po logaritmické transformaci lze samozřejmě převést multiplikativní dekompozici na aditivní (mění se však statistické vlastnosti E_t).

$$y_t = T_t C_t S_t E_t \quad 3-2$$

V metodě Census 1 „je trend a cyklická složka obvykle kombinována v jeden komponent trend-cyklu (TC_t). Specifický funkční vztah mezi těmito komponenty může nabývat různých forem, (...)“ (StatSoft, 2011), se používá aditivního nebo

multiplikativního tvaru modelu, přičemž aditivní model využívá interpretace pomocí absolutních čísel, kdežto multiplikativní model lze interpretovat za použití procentních, tedy relativních, změn. „V časových řadách je rozlišení těchto dvou komponentů následující; v případě aditivního postupu ukazuje časová řada nehybné sezónní fluktuační bez ohledu na celkovou výši časové řady, v multiplikativním modelu se velikost sezónních fluktuačních mění v závislosti na celkové úrovni časové řady. (...) Nejprve je propočítán klouzavý průměr¹ časové řady a podle něj je pak řada vyhlazena a je izolován sezónní komponent. (...) Originální časová řada může být očištěna odečtem (aditivní modely) nebo vydělením (multiplikativní modely) sezónním komponentem.“ (StatSoft, 2011)

3.2.3 Exponenciální vyrovnávání

Exponenciální vyrovnávání patří do skupiny adaptivních modelů a používá poněkud odlišný model časové řady. Předpoklad zní, že v časovém okamžiku n , který představuje pozorování v přítomném čase, je k dispozici časová řada empirických hodnot y_{n-k} $k = 0, 1, \dots, n-1$, kde k vyjadřuje hodnoty pozorování, časovou proměnnou, z hlediska časového okamžiku n .

Poté se, dle Křivého (2006), vychází z aditivního (alternativně multiplikativního, dle charakteru řady) modelu (3-1), tj. platí:

$$y_{n-k} = T_{n-k} + \varepsilon_{n-k} \quad 3-3$$

Trendová složka T_{n-k} lze popsat funkcí 3-4:

$$T_{n-k} = \beta_0 - \beta_1 k + \beta_2 k^2 + \dots + (-1)^k \beta_k k^k, \quad 3-4$$

¹ Klouzavý průměr₄ = $\frac{y_t + y_{t-1} + y_{t-2} + y_{t-3}}{4}$ (Ya-lun, 1975)

Váhy w_k , (vzorec č. 3-5) v kombinaci s metodou nejmenších čtverců (za použití vyrovnávací konstanty „ α “) vysvětlují princip exponenciálního vyrovnávání, přičemž váha je exponenciální funkcí:

$$w_k = \alpha^k, \quad 0 < \alpha < 1, \quad k = 0, 1, \dots, n-1$$

3-5

„Určení vyrovnávací konstanty α je zásadním problémem aplikace modelu exponenciálního vyrovnávání a její velikost je závislá na charakteru změn analyzované veličiny. Pokud se trend v čase mění rychle a nepravidelně, je zřejmé, že bude větší váha připisována nejnovějším pozorováním a menší váha odhadu trendu bude aplikována ve „starších“ časových obdobích. Bude-li se tedy vyrovnávací konstanta α blížit 1, tlumení vlivu minulých pozorování bude rychlé. Pokud však platí předpoklad, že bude pokračovat dosavadní vývoj (ke změnám trendu bude docházet pozvolna), je vhodné volit vyrovnávací konstantu blízkou 0. V reálných aplikacích se hodnota vyrovnávací konstanty určuje experimentálně pomocí postupného zkoušení různých hodnot od 0,05 až 0,95 (v programu Statistica metoda nazvána „Síťové hledání“ nebo „Mřížkové hledání“). Za nejvhodnější je pak vybrána konstanta minimalizující střední čtvercovou chybu MSE (3-8), popřípadě součet čtvercových chyb SSE (3-7) nebo střední absolutní odchylku MAD (3-9).“ (Svoboda, 2008)

Posledním rozhodnutím zůstává, jaký typ trendu T_{n-k} má být zvolen. Pokud platí předpoklad, že trend je v krátkých úsecích řady konstantní, jedná se o jednoduché exponenciální vyrovnávání. Pokud trend připomíná lineární pouze přibližně, půjde o vyrovnávání dvojité atp. V případě použití lineární trendové funkce vstupuje do modelu, a samozřejmě i do mřížkového hledání, další vyrovnávací konstanta δ , jenž funguje principiálně obdobně jako α , pouze udává sílu trendu v závislosti na konstantě.

3.2.4 Vhodnost volby predikce časové řady

Výběr modelu vyrovnávání časové řady si klade za cíl maximální soulad skutečných a teoretických hodnot a snaží se dosáhnout co nejvyšší míry shody, tedy co nejnižších ukazatelů chyb modelu, tj. středních procentuálních a absolutních chyb.

Procentuální a absolutní chyby, jako nástroj moderní statistické verifikace, fungují obdobně jako index determinace (3-27), ale poskytují odlišnou, mnohdy

přesnější, informaci o předpovědi modelu. Kvalitní časová řada a její predikce se vyznačuje co nejmenší hodnotou chyby, popřípadě jejich kombinací, která se blíží nule. Tyto charakteristiky neslouží pouze k posuzování shody původní časové řady s trendem, ale také ke komparaci alternativních modelů předpovědí. Při použití relativních měr (oproti absolutním) zůstává zachována nezávislost na jednotkách analyzovaných ukazatelů, což umožňuje jednodušší interpretaci.

Součástí předpovědí je neoddělitelně i chyba předpovědi e_t , která tvoří rozdíl mezi porovnáním skutečných (nastalých) hodnot a hodnot předpovězených, tedy:

$$e_t = y_t - \hat{y}_t$$

3-6

„Zdrojem chyb jsou rezidua časové řady, která jsou nepředvídatelná. Jejich výrazný výskyt však může poukazovat na špatně provedené vyrovnání časové řady funkcí, a proto je velmi důležité zkontrolovat a posoudit velikost reziduí pomocí specifických měr. Míry, které se pro porovnávání kvality předpovědi používají, jsou následující:

SSE – součet čtvercových chyb

$$SSE = \sum_{t=1}^n e_t^2$$

3-7

MSE – střední čtvercová chyba

$$MSE = \sum_{t=1}^n \frac{e_t^2}{n}$$

3-8

MAD – střední absolutní odchylka

$$MAD = \sum_{t=1}^n \frac{|e_t|}{n}$$

3-9

MPE – střední procentuální chyba

$$MPE = \frac{\sum_{t=1}^n \left(\frac{y_t - \hat{y}_t}{y_t} \right)}{n} 100$$

3-10

MAPE – střední absolutní procentuální chyba

$$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^n \left(\left| \frac{y_t - \hat{y}_t}{y_t} \right| \right) 100}{n}$$

3-11

(Svoboda, 2008)

Kromě výše zmíněných chyb se používají ještě např. Průměrná chyba ME, Průměrná absolutní chyba MAE, Součet čtverců chyb SSE apod.

3.3 Regresní model

Předpoklady klasického lineárního regresního modelu jsou dle (Greene, 2008) následující:

- 1) Linearita – Model specifikuje lineární závislost mezi y a x_1, \dots, x_k .
- 2) Hodnotnost (neexistence multikolinearity) – Neexistuje přímá lineární závislost mezi žádnou z nezávislých proměnných x_i v modelu.
- 3) Exogenita nezávislých proměnných – Odhadovaná hodnota reziduí ε_i pozorování není funkcí pozorování žádných nezávislých proměnných. To znamená, že nezávislé proměnné nejsou nositeli žádné informace použitelné k predikci náhodné složky.

Předpokládá se, že náhodná složka má, podmíněně, očekávanou hodnotu každého pozorování rovnu nule, což lze zapsat jako vzorec č. 3-12 pro jednotlivá pozorování:

$$E[\varepsilon|X] = \mathbf{0} \tag{3-12}$$

kde E značí odhadovanou/očekávanou hodnotu a X matici o x_i řádcích a x_j sloupcích. Pro celý soubor dat pak podmínku zapisujeme jako vzorec č. 3-13:

$$E[\varepsilon|X] = \begin{bmatrix} E[\varepsilon_1|X] \\ E[\varepsilon_2|X] \\ \vdots \\ E[\varepsilon_n|X] \end{bmatrix} = \mathbf{0} \tag{3-13}$$

- 4) Homoskedasticita a ne-autokorelace reziduí – Každá náhodná složka ε_i má stejný a konečný rozptyl σ^2 a není korelována s žádnými jinými rezidui. Předpokládá se, že odchylky pozorování od jejich očekávaných hodnot jsou nekorelované, jak ukazuje matice ve vzorci č. 3-14:

$$E[\varepsilon\varepsilon'|X] = \begin{bmatrix} E[\varepsilon_1\varepsilon_1|X] & E[\varepsilon_1\varepsilon_2|X] & \dots & E[\varepsilon_1\varepsilon_n|X] \\ E[\varepsilon_2\varepsilon_1|X] & E[\varepsilon_2\varepsilon_2|X] & \dots & E[\varepsilon_2\varepsilon_n|X] \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ E[\varepsilon_n\varepsilon_1|X] & E[\varepsilon_n\varepsilon_2|X] & \dots & E[\varepsilon_n\varepsilon_n|X] \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sigma^2 & \mathbf{0} & \dots & \mathbf{0} \\ \mathbf{0} & \sigma^2 & \dots & \mathbf{0} \\ & & \ddots & \\ \mathbf{0} & \mathbf{0} & \dots & \sigma^2 \end{bmatrix} \quad 3-14$$

kde ε' (apostrof) značí transpozici matice náhodné složky.

- 5) Normální rozdělení³ – Náhodné složky jsou náhodně rozděleny.

Model mnohonásobné lineární regrese se používá ke zjišťování vztahů mezi závislou a více nezávislými proměnnými. Zpravidla bývá zapsán ve formě vzorce č. 2-15: (Greene, 2008)

$$y = \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_k x_k + \varepsilon \quad 3-15$$

kde y je závislá proměnná a x jsou nezávislé, tzv. vysvětlující proměnné, β_i jsou parametry funkce a ε reprezentuje náhodnou složku. Pozorovaná hodnota y je sumou dvou částí, deterministické ($\sum \beta_{1\dots k} x_{1\dots k}$) a náhodné (ε).

Jiná forma zápisu modelu, tzv. logaritmický model, umožňuje vyjadřovat odhadnuté parametry v procentních bodech a tato verze zápisu (vzorec č. 3-16) proto bývá nazývána jako forma konstantní elasticity.

$$\ln y = \beta_1 + \beta_2 \ln x_2 + \dots + \beta_k \ln x_k + \varepsilon \quad 3-16$$

Parametr β_1 se nazývá konstantou – ta určuje počátek odhadnuté regresní funkce. Další proměnné, které mohou být zařazeny do modelu, jsou např. dummy proměnné. Jedná se o nula-jedničkové vektory použitelné při generaci výsledků sezónních dat, takže není třeba očišťovat data uměle jinými statistickými metodami. Odhad dummy

² Rozptyl: druhá mocnina směrodatné odchylky, vyjadřuje variabilitu rozdělení souboru náhodných hodnot kolem její střední hodnoty

³ Normální rozdělení (Gaussovo) je rozdělení pravděpodobnosti výběrového souboru se specifickými intervaly (např. 68,2% hodnot leží v intervalu $(-\sigma; \sigma)$, 27,2% v $(-2\sigma; 2\sigma)$ atd. s centrem v μ).

proměnných tedy udává změnu endogenní proměnné v jednotlivých měsících, čtvrtletích apod. V případě čtvrtletních dat bude např. dummy proměnná prvního čtvrtletí vypadat jako následující vektor (1 0 0 0), druhého čtvrtletí (0 1 0 0) apod.

Nejjednodušším a nejčastěji používaným typem regresní funkce je dle Hindlse, Hronové a Segela (2007) přímková regrese uvedená výše ve tvaru 2-15, zjednodušeně pak:

$$y = \beta_0 + \beta_1 x \quad 3-17$$

Lineární jednořádková regrese pro řešení používá metodu nejmenších čtverců, jež se snaží o minimalizaci součtu čtverců chyb ε , dle podmínky třetího předpokladu řešení, tzn. vzorce č. 3-18.

„Dosadíme-li do této podmínky rovnici regresní přímky, dostaneme:

$$Q = \sum_{i=1}^n \varepsilon_i^2 = \sum_{i=1}^n (y_i - \beta_0 - \beta_1 x_i)^2 \dots \min. \quad 3-18$$

Součet čtverců Q je funkcí neznámých parametrů. Pro určení jeho minima je nutné vypočítat první parciální derivace podle β_0 a β_1 a ty potom položit rovny nule. Nahradíme-li β_j jejich odhady b_j , dostaneme:

$$2 \sum_{i=1}^n (y_i - b_0 - b_1 x_i) (-1) = 0$$

$$2 \sum_{i=1}^n (y_i - b_0 - b_1 x_i) (-x_i) = 0 \quad 3-19$$

(...) Jestliže provedeme naznačenou sumaci a násobení a rovnice upravíme, dostaneme dvě normální rovnice⁴:

$$\sum_{i=1}^n y_i = n b_0 + b_1 \sum_{i=1}^n x_i$$

⁴ Normální rovnice – termín pro postup řešení soustavy rovnic (v tomto příkladě dvou rovnic o dvou neznámých $y = \beta_0 + \beta_1 x$) pro metodu nejmenších čtverců

$$\sum_{i=1}^n y_i x_i = b_0 \sum_{i=1}^n x_i + b_1 \sum_{i=1}^n x_i^2 \quad 3-20$$

(...) je nutné určit pouze odhady parametrů β_0 a β_1 řešením soustavy rovnic 3-20. Použitím Cramerova pravidla⁵ dostáváme:

$$b_0 = \frac{\begin{vmatrix} \sum y_i & \sum x_i \\ \sum y_i x_i & \sum x_i^2 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} n & \sum x_i \\ \sum x_i & \sum x_i^2 \end{vmatrix}} = \frac{\sum y_i \sum x_i^2 - \sum x_i \sum y_i x_i}{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}, \quad 3-21$$

$$b_1 = \frac{\begin{vmatrix} n & \sum y_i \\ \sum x_i & \sum y_i x_i \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} n & \sum x_i \\ \sum x_i & \sum x_i^2 \end{vmatrix}} = \frac{n \sum y_i x_i - \sum x_i \sum y_i}{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}. \quad 3-22$$

Takto odhadnuté parametry se nazývají výběrové regresní koeficienty a lze je přímo interpretovat jako změnu závislé proměnné na změně nezávislé proměnné a to buď absolutně, nebo v procentech, v závislosti na zvoleném lineárním modelu.

V případě použití časové proměnné v modelu společně s dummy proměnnými, je třeba použít následujících výpočtů (3-23) a podmínek (3-24 a 3-25) ke získání teoretických hodnot odhadu sezón:

$$\hat{\alpha}_4 = -\bar{\alpha}$$

$$\hat{\alpha}_1 = \hat{D}_1 - \bar{\alpha}$$

$$\hat{\alpha}_2 = \hat{D}_2 - \bar{\alpha}$$

$$\hat{\alpha}_3 = \hat{D}_3 - \bar{\alpha},$$

kde: 3-23

$$\bar{\alpha} = \frac{\hat{D}_1 + \hat{D}_2 + \hat{D}_3}{4}$$

a zároveň musí platit: 3-24

⁵ Cramerovo pravidlo je metoda umožňující nalezení řešení soustavy lineárních algebraických rovnic.

$$\hat{\alpha}_1 + \hat{\alpha}_2 + \hat{\alpha}_3 + \hat{\alpha}_4 = 0$$

3-25

3.4 Statistická verifikace

3.4.1 Kvalita modelu

Sestavení správného regresního modelu vyžaduje nejen správný výběr proměnných a jejich exaktní ekonomickou interpretaci, ale také korektní práci se samotným modelem, aby byly splněny všechny jeho předpoklady. Správnost volby modelu je vyjadřována ukazateli kvality modelu, mezi něž patří nejčastěji používaný index determinace díky své jednoduchosti, ale také Akaikovo kritérium a další.

Koeficient determinace

„Statistika, která indikuje, kolik rozptylu v jedné proměnné je determinováno nebo vysvětleno jednou nebo více ostatními proměnnými; přísněji pak, jaké množství rozptylu jedné proměnné je asociováno s rozptylem v proměnných ostatních.“ (Vogt, Johnson, 2011)

„Správnost dosazení dosazených hodnot $\hat{y}_t, t = 1, 2, \dots, n$ musí být jasně souzena na základě toho, jak blízko jsou k aktuálním (pozorovaným) hodnotám $y_t, t = 1, 2, \dots, n$. Může se dokázat, že pokud obecný lineární regresní model obsahuje konstantu⁶, tak:

$$\bar{y} = \frac{\sum_{t=1}^n y_t}{n} = \frac{\sum_{t=1}^n \hat{y}_t}{n}$$

3-26

To znamená, že průměr \bar{y} pozorovaných hodnot y i také průměrem dosazených hodnot.“ (Watson, Teelucksingh, 2002) Předpoklad pak stojí tak, že celkový součet čtverců TSS není velmi odlišný od „vysvětleného“ součtu čtverců ESS. Předpokládáme-li obecný zápis lineární regresní funkce ze vzorce 3-17, pro pouze jednu závislou a jednu nezávislou proměnnou, pak lze ukázat (dle Watson, Teelucksingh, 2002) „vzájemný vztah obou veličin jako:

⁶ Předpokládá se, že každý lineární model bude obsahovat konstantu, tedy vektor obsahující pouze jedničky.

$$\sum_{t=1}^n (y_t - \bar{y})^2 = \sum_{t=1}^n (\hat{y}_t - \bar{y})^2 + \sum_{t=1}^n \hat{u}_t^2$$

3-27

kde je poslední člen sumou čtverců BMNČ reziduí. (...) V limitu, když $RSS = TSS$, se $ESS = 0$. Postaveno jinak, shoda je tím větší, čím bližší je poměr ESS/TSS jednotě a tím horší shoda, čím více se blíží nule.“ Pohybuje se tedy v intervalu $0 \leq R^2 \leq 1$. Jeho vzorcem dle (Zvára, 1994) je:

$$R^2 = 1 - \frac{RSS}{S_{yy}} = 1 - \frac{\sum_{t=1}^n (y_t - \hat{y}_t)^2}{\sum_{t=1}^n (y_t - \bar{y}_t)^2},$$

3-28

kde \bar{y}_t je aritmetický průměr pozorování a \hat{y}_t teoretické hodnoty. V případě, že má několik specifikací funkce obdobně vysoký index determinace, obvykle platí, že je vybrána ta funkce, která je nejjednodušší. Výsledek výpočtu je interpretovatelný jako hodnota udávající, kolik procent rozptylu v závislé proměnné je vysvětleno regresní funkcí.

Adjustovaná verze koeficientu determinace je úpravou použití klasického koeficientu determinace a řeší problém výskytu více vysvětlujících proměnných, které při svém zařazení do regresního modelu resultují ve snížení hodnoty ESS , jež je v čitateli zlomku pro výpočet koeficientu a zároveň tak i snižují jeho celkovou hodnotu. Aby výzkumník dosáhl správného výsledku testu kvality modelu, použije tedy, místo klasického, adjustovaný koeficient determinace, který je definován (dle Ahsanullah, 2003) jako:

$$R_a^2 = R^2 - \left(\frac{p}{n - p - 1} \right) (1 - R^2)$$

3-29

Kde p je počet vysvětlujících proměnných a n je počtem pozorování.

Akaikovo kritérium

Další možností hodnocení kvality modelu je Akaikovo informační kritérium, které měří vhodnost statistického modelu na základně konceptu míry informační entropie, resp. relativní míru ztráty informací v modelu použitém k popisu reality.

Obecně řečeno, porovnává a měří poměr přesnosti a komplexity modelu v závislosti na výši rozptylu. „Akaikovo informační kritériu (AIC) (...) pro mnohonásobnou lineární regresi je dáno vzorcem:

$$AIC = n \cdot \log \left(s_{y|x}^2 \cdot \frac{n - k + 1}{n} \right) + 2 \cdot k \quad 3-30$$

kde p je počet vysvětlujících proměnných a $k = p + 2$ je počet parametrů (zahrnujících konstantu a σ).“ (Stauffer, 2008)

Sám výsledek výpočtu není možné interpretovat či jinak kvantifikovatelně vysvětlit, ale platí, že nižší výsledek znamená vyšší kvalitu modelu a větší blízkost napodobované reality.

3.4.2 Autokorelace

3.4.2.1 Durbin-Watsonova statistika

Tato statistická metoda (3-31) ověřující přítomnost autokorelace v modelu je využitelná pouze v případě, že žádná z regresních funkcí neobsahuje zpožděnou endogenní proměnnou (pak je třeba využít alternativních statistik, viz níže), ale také je užitečná při hodnocení kvality modelu. Pokud je koeficient determinace velmi vysoký (cca více než 90%) a zároveň je hodnota Durbin-Watsonova testu velmi nízká (blížící se nule), napovídá to faktu, že se může jednat o tzv. zdánlivou regresi, která je způsobena nesprávně sestaveným modelem.

Pokud test prokáže přítomnost autokorelace (zamítne nulovou hypotézu o ne-autokorelaci), znamená to, že proměnné použité v modelu jsou významně korelovány se svými zpožděnými hodnotami (v případě časových řad se to předpokládá) a je třeba zahrnout některou ze zpožděných proměnných do modelu, aby byl zohledněn vliv minulých období. Poté však Durbin-Watsonova statistika pozbývá významu a je třeba využít alternativních testů pro výskyt autokorelace.

„Durbin-Watsonova statistika byla první formální procedurou vyvinutou pro testování autokorelace za použití reziduí nejmenších čtverců. Testovací statistika je:

$$d = \frac{\sum_{t=2}^T (e_t - e_{t-1})^2}{\sum_{t=1}^T e_t^2} = 2(1 - r) - \frac{e_1^2 + e_T^2}{\sum_{t=1}^T e_t^2}$$

3-31

kde r je stejná autokorelace prvního řádu která podtrhává předchozí statistiky.“
(Greene, 2008)

Exaktní intervaly pro vyhodnocení pomocí kritických hodnot

$0 < DW < dL$	pozitivní autokorelace	<p>dL – dolní hranice dU – horní hranice</p> <p>musí platit dL a dU obě menší než 2 aby bylo možné sestavit dané intervaly</p> <p>pokud tak neplatí a dL a dU nejsou menší než dvě, znamená to, že je v modelu buď příliš mnoho parametrů, nebo málo pozorování</p>
$dL < DW < dU$	test je nejednoznačný, neprůkaznost	
$dU < DW < (4 - dU)$	není autokorelace	
$(4 - dU) < DW < (4 - dL)$	test je nejednoznačný, neprůkaznost	
$(4 - dL) < DW < 4$	negativní autokorelace	

3.4.2.2 Alternativní statistiky

Alternativní statistiky měření přítomnosti autokorelace v modelu jsou důležité zejména při výskytu a začlenění zpožděných proměnných, čímž se model stává dynamickým a autokorelaci je nutno měřit odlišným způsobem. Pro potřeby disertační práce byly vybrány tři alternativní statistiky a to TR^2 , LMF (F -aproximace LM) a Ljung Box Q . „Jednorovnicový Lagrangeův multiplikátor (LM) pro testování autokorelace vyvinutý Breuschem a Godfreyem se stal standardním nástrojem aplikované ekonometrie. Všudypřítomnost tohoto testovacího kritéria pochází z jeho jednoduchosti, široké využitelnosti (ne jako např. Durbin-Watsonova statistika, která musí být adjustována pro dynamické modely) a flexibility (může být použito pro jakýkoliv řád autokorelace). A konečně F -forma testu funguje dobře v malých výběrových souborech.

Test je prováděn pomocí podpůrné regrese reziduí na jejich zpožděných hodnotách a originálních regresorech. Poté je testována významnost všech regresorů. Obecně se používají dvě formy:

TR² test

TR^2 , kde T je velikost souboru a R koeficient mnohonásobné korelace v podpůrné regresi. Tato statistika má asymptotické $\chi^2(s)$ rozdělení při nulové hypotéze neexistence korelace s zpožděných reziduí.

F-test na zpožděných reziduích v podpůrné regresi:

$$\frac{R^2}{1-R^2} \frac{T-k-s}{s} \sim F(s, T-k-s),$$

3-32

kde k je počet regresorů v originální regresi.“ (Doornik, 1996)

LMF test

Další testovací statistikou autokorelace je χ^2 LM test s asymptotickým $\chi^2(sn^2)$ rozdělením, dle (Doornik, 1996) zapsáno jako vzorec (3-33) a LMF test za použití F -aproximace z LM testu vyjádřená jako vzorec (3-34):

$$LM = TnR^2$$

3-33

$$LMF = \frac{1 - (1 - R_r^2)^{1/r}}{(1 - R_r^2)^{1/r}} \times \frac{Nr - q}{np}$$

3-34

s:

$$r = \left(\frac{n^2 p^2 - 4}{n^2 + p^2 - 5} \right)^{1/2}, q = \frac{1}{2} np - 1, N = T - k - p - \frac{1}{2}(n - p + 1)$$

3-35

a:

k počet regresorů v originálním systému

n dimenze systému

T počet pozorování

p počet regresorů přidaných v podpůrném systému (= ns)

Ljung Box Q test

Posledním použitým testem autokorelace je Ljung Box Q test, kde statistika Q , dle (Greene, 2008) „má limitované χ^2 rozdělení s p stupni volnosti:

$$Q = T(T + 2) \sum_{k=1}^p \frac{r_k^2}{T - k} "$$

3-36

3.4.3 Heteroskedasticita

Druhým testovaným předpokladem, po prokázání ne-autokorelace, je ověřování předpokladu homoskedasticity (nulová hypotéza předpokládá homoskedasticitní model). „Předpoklad, že náhodná chyba v regresním modelu má konstantní rozptyl pro všechna pozorování je předpokladem homoskedasticity. (...) Jestliže má náhodná složka v obecném lineárním modelu $y = \beta_1 x_1 + \varepsilon$ nekonstantní rozptyl, je popsána jako heteroskedasticitní a v takových to situacích nedosáhne běžná metoda nejmenších čtverců nejlepší neovlivněných lineárních odhadů parametrů.“ (Darnell, 1997) Nejběžnějšími metodami testování stability rozptylu jsou Whiteův test a Breusch-Paganův test.

Whiteův test

Whiteův test je tzv. nekonstruktivní, to znamená, že je schopen vyhodnotit existenci heteroskedasticity v modelu, ale již neříká nic o dalším postupu, popř. bližší identifikaci výskytu statisticky významného rozdílu rozptylů. „Správný zápis kovariační matice pro odhad nejmenších čtverců je:

$$Var[b|X] = \sigma^2 [X'X]^{-1} [X'\Omega X] [X'X]^{-1}$$

3-37

(...) Konvenčním odhadem je pak:

$$V = s^2 [X'X]^{-1}$$

3-38

Pokud neexistuje heteroskedasticita, V vynese konstantní odhad rozptylu $Var[b|X]$, pokud existuje, tak se tak nestane.“ (Greene, 2008)

3.4.4 Stabilita

Pro testování stability modelu, tj. testování stability parametrů se používá tzv. Chowův test. „záměr analýzy je zjistit, zda parametry modelu byly konstantní po dobu zkoumání. Předpokládá se n dostupných pozorování a strukturální zlom, který se objevil na konci periody n_1 . Strukturální zlom data na n_1 , pozorování před pravděpodobným zlomem v datech a n_2 , pozorování po pravděpodobném zlomu, kde $n_1 + n_2 = n$, (...)

Chowův test stability je pak vytvořen následovně:

- Odhad modelu pomocí BMNČ za použití n pozorování k vygenerování součtu čtverců reziduí RSS .
- Odhad modelu pomocí BMNČ za použití n_1 pozorování k vygenerování součtu čtverců reziduí před zlomem, RSS_1 .
- Odhad modelu pomocí BMNČ za použití n_2 pozorování k vygenerování součtu čtverců reziduí po zlomu, RSS_2 .“ (Seddighi, Lawler, Katos, 2000)

Výběr pozorování strukturálního zlomu se vybírá přibližně v polovině časové řady, ale není vhodné vždy vybírat hodnotu mediánu díky možným neobvyklým oscilacím řady v mediánu souboru, čímž by byl ovlivněn výsledek testu. „... při absenci strukturálního zlomu musí být součty čtverců reziduí RSS přibližně sumou reziduí součtu čtverců dvou „pod-souborů“, takže:

$$RSS \cong RSS_1 + RSS_2 \quad 3-39$$

Nebo jednoduše, rozdíl mezi RSS a $(RSS_1 + RSS_2)$ nesmí být statisticky významná. Testovací statistika je proto postavena na $RSS - (RSS_1 + RSS_2)$. Chow ukázal, že následující testovací statistika má F -rozdělení:

$$F = \frac{RSS - (RSS_1 + RSS_2)/K}{\frac{RSS_1 + RSS_2}{n} - 2K} \sim F(K, n - 2k) \quad 3-40$$

kde čitatel má χ^2 -rozdělení s K stupni volnosti a jmenovatel má χ^2 -rozdělení s $n - 2k$ stupni volnosti. K je počet parametrů v modelu a n je počet pozorování. F -test je použit po testování stability regresních parametrů.“ (Seddighi, Lawler, Katos, 2000) Jako ostatní testy, Chowův test předpokládá konstantní rozptyl souboru dat, tedy splnění podmínky homoskedasticity.

3.4.5 Linearita

Kromě odhadu normálního rozdělení reziduí datového souboru zbývá otestovat již pouze linearitu regresního modelu, což umožňuje Ramseyův test RESET (Regression Specification Error Test).

Ramseyův RESET testuje specifikace lineárního regresního modelu (2-41) rozšířením modelu o novou sadu regresorů Z_t , „... rozšířený model je zapsán:

$$y_t = X'_t \beta + Z'_t \gamma + u_t \quad 3-41$$

Pokud jsou Z'_t dostupné, tak se specifikační test zredukuje do F-testu pro $H_0: \gamma = 0$. Stěžejním problémem je výběr Z_t proměnných. Toto záleží na funkční formě alternativy, která je obvykle neznámá.“ Alternativní hypotéza může být také odhadnuta pomocí vyšších mocnin predeterminovaných proměnných, tedy čtvercových nebo kubických.

4 Literární rešerše

4.1 Ekonomické teorie

4.1.1 Tržní nabídka a poptávka

Nabídka a poptávka produktu jsou nezákladnějšími nástroji tržní analýzy, společně s utvářením a obnovováním tržní rovnováhy. Dle stupně agregace je dělíme na individuální – jeden kupující/nabízející a jeden produkt; tržní – např. poptávka všech potenciálně kupujících po jednom produktu; a agregátní – všechny nabízené produkty a všichni poptávající na daném území.

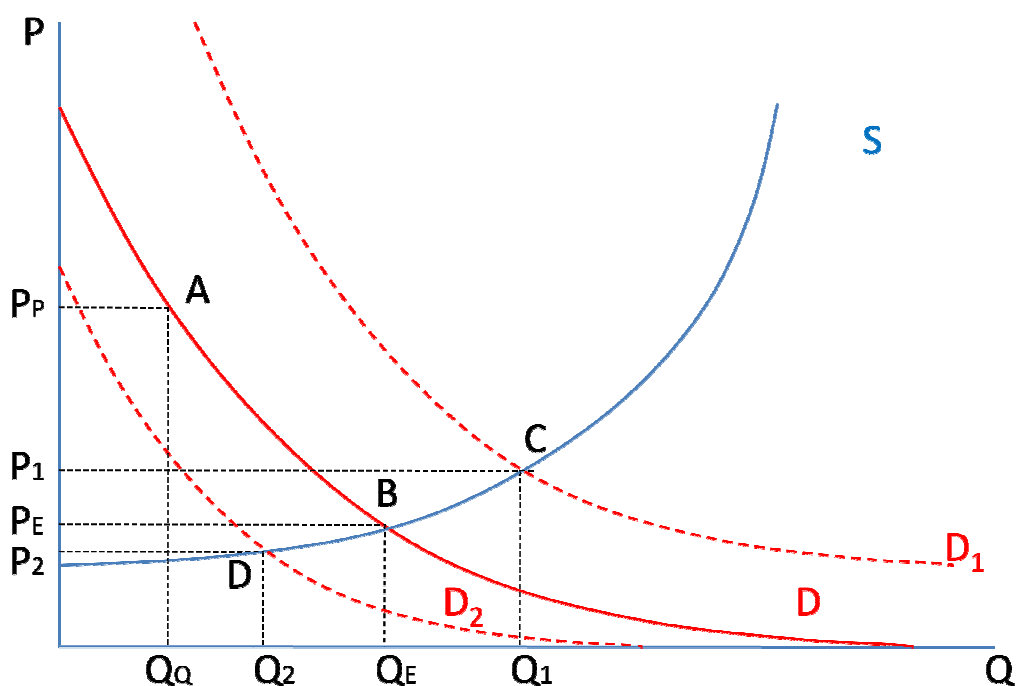
Zákon klesající poptávky vyjadřuje vztah ceny a množství: „Pokud se cena určitého zboží zvýší (za jinak stejných podmínek), mají kupující tendenci kupovat menší množství tohoto zboží. Podobně, klesne-li cena, pak, ceteris paribus, poptávané množství vzroste.“ (Samuelson, Nordhaus, 2007)

Determinantem poptávkové funkce je pak zejména výše důchodu spotřebitele, ceny substitutů a komplementů, móda, spotřebitelská očekávání a změny spotřebitelských preferencí.

Nabídková funkce naopak odráží zájmy výrobců, a proto zákon rostoucí nabídky vysvětluje vztah ceny a množství jako motivaci výrobců nabízet větší množství produkce za vyšší cenu.

Dohromady tvoří nabídková a poptávková funkce bod tržního ekvilibria, kde jsou poptávající ochotni koupit určité množství produktu za určitou cenu a zároveň nabízející souhlasí s výrobou právě takového množství za cenu shodnou, tak jak to ukazuje graf č. 1.

Graf 1 Nabídková a poptávková funkce



Zdroj: Vlastní zpracování, Brčák, Sekerka, 2010b.

Graf č. 1 vyjadřuje vztah ceny P a množství Q pro tržní poptávkovou (D) a nabídkovou (S) funkci. V bodě A a B na poptávkové křivce, při změně ceny produktu, nedochází k posunu poptávkové křivky, ale pouze k posunu po křivce z původní hodnoty $P_P; Q_Q$ na novou hodnotu $P_E; Q_E$, kde se poptává vyšší množství produktu, za nižší cenu, tzv. důchodový efekt⁷. K posunu poptávkové křivky dochází až při změně jejích determinantů, viz výše, jež mají vliv na zvýšení či snížení poptávky. Směrem vpravo, tedy do nového bodu rovnováhy C , při ceně P_1 a množství Q_1 , se nová poptávková křivka D_1 posune v případě zvýšení důchodu spotřebitelů, pozitivních očekávání, zdražení blízkého substitutu⁸ apod. a jako důsledek lze pozorovat zvýšení rovnovážné ceny a nabízeného množství. V případě opačného vlivu determinantů se poptávková křivka posune směrem vlevo do pozice D_2 a cena klesne na úroveň P_2 a rovnovážné množství klesne na výši Q_2 .

V případě elektrické energie lze tedy předpokládat, že snížení její ceny (např. z A do B) povede ke zvýšení její spotřeby a elektřina začne hrát pro spotřebitele

⁷ Dochází ke změně reálného důchodu, nikoliv však nominálního, který zůstává konstantní. Spotřebitel je schopen si koupit větší množství statku se stávajícím nominálním důchodem.

⁸ Tzv. substituční efekt – změna ceny substitutu vyvolá přímo úměrnou změnu poptávaného množství daného statku

významnější roli na úkor jiných energetických statků jako je uhlí, plyn atp. v případě, používají-li poptávající elektřinu k vytápění a zmíněné energetické statky jsou tedy blízkými substituty. Jak vysoká změna poptávaného množství nastane lze vyjádřit pomocí intervalové elasticity⁹ v rozmezí bodů A a B, popřípadě elasticitou bodovou.

V případě, že se sníží cena uhlí, *ceteris paribus*, nedojde pouze k posunu po poptávkové křivce, ale, jak již bylo zmíněno, celá poptávková křivka se posune směrem vpravo díky působení tzv. substitučního efektu, který způsobí pokles poptávky po uhlí a zvýší poptávku po elektrické energii.

Prostor, nacházející se pod křivkou poptávky a zároveň nad cenou P_E je nazýván přebytek spotřebitele a definován jako rozdíl mezi cenou, kterou jsou spotřebitelé ochotni zaplatit a cenou kterou skutečně platí. Naopak prostor pod cenou P_E a nad funkcí nabídky se nazývá přebytek výrobce a je popsán jako rozdíl mezi cenou, za kterou je výrobce ochoten nabízet své produkty a cenou, za kterou je skutečně prodá. Jakákoliv cena nad P_E by způsobila přebytek zboží na trhu, zvýšení konkurence výrobců a tlaky na její snížení, naopak cena pod P_E by zapříčinila nedostatek zboží a konkurenci na straně spotřebitelů.

4.1.2 Agregátní nabídka a poptávka

„Agregátní nabídka představuje celkové množství statků a služeb, které národní ekonomika vyprodukuje a připraví k prodeji v určité časové periodě; závisí na cenové hladině, na výrobních kapacitách hospodářství a úrovni nákladů.

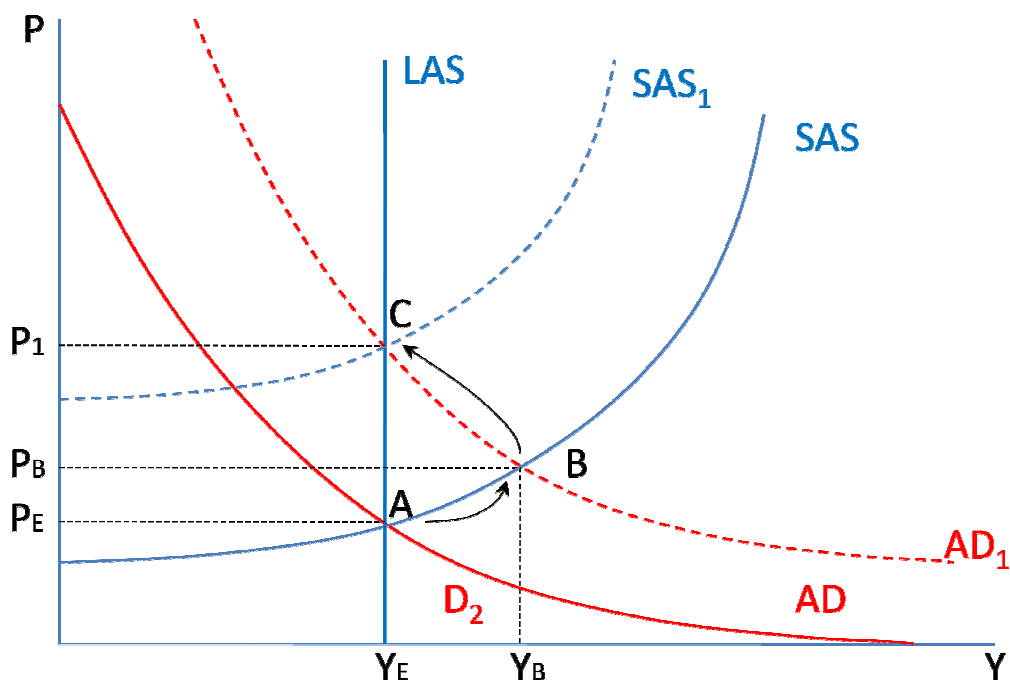
Agregátní poptávka je souhrnem výdajů na nákup v jednotlivých sektorech ekonomiky v dané časové periodě, je tedy souhrnem všech spotřebitelských, firemních a vládních výdajů a závisí na úrovni cenové hladiny, nastavení monetární a fiskální politiky a dalších faktorech.“ (Samuelson, Nordhaus, 2007) Jiným způsobem ji lze vyjádřit jako součet

Agregátní poptávka s agregátní nabídkou tvoří model AD-AS, který kombinuje závislou proměnnou, cenovou hladinu P a nezávislou proměnnou tvořící důchod Y (popř. produkt, HDP). Průsečík obou nabídkových křivek LAS (dlouhodobá) a SAS

⁹ „Elasticita poptávky je číselné vyjádření reakce spotřebitelů při rozhodování o nákupu na změnu ceny, důchodu a změnu ceny jiného zboží.“ (Pavelka, 2007) Elasticita udává procentní změnu poptávaného množství v závislosti na změně cen či důchodu. $E_{\text{cenová}} = \% \Delta \text{poptávky} / \% \Delta \text{ceny}$. Pro bodovou elasticitu se používá první derivace funkce v bodě: $E_{\text{cenová}} = \partial P / \partial Q$

(krátkodobá) a poptávkové křivky AD pak odpovídá generální makroekonomické rovnováze, která určuje rovnovážnou úroveň výstupu i cenové hladiny tak, jak to znázorňuje graf č. 2.

Graf 2 Model AD-AS, růst agregátní poptávky



Zdroj: vlastní zpracování, Samuelson, Nordhaus, 2007

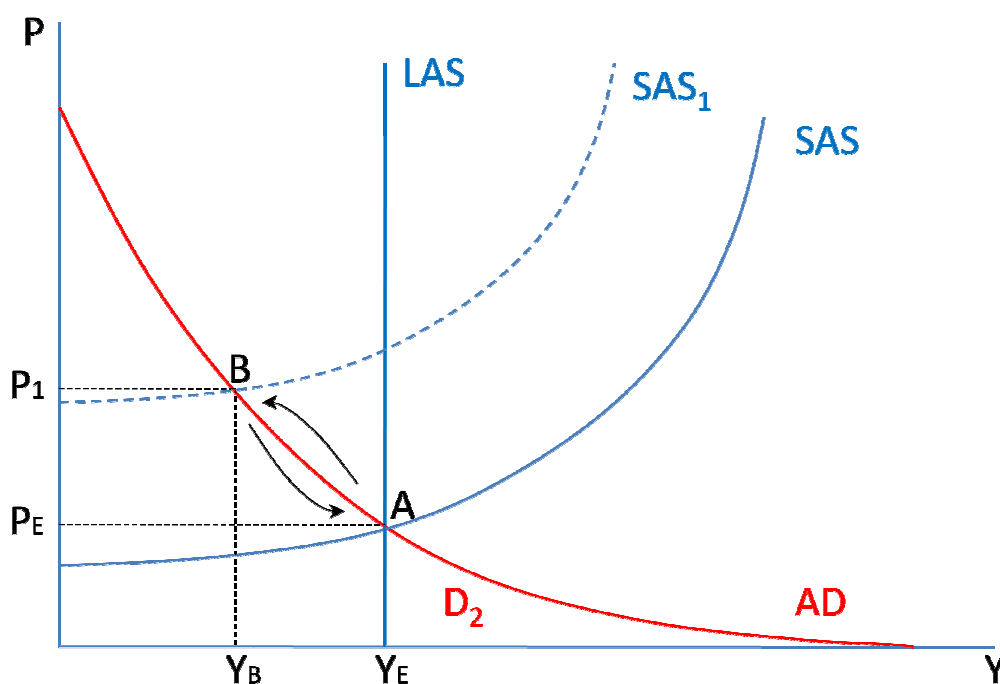
Z grafu č. 2 je patrný bod obecného ekvilibria A, kdy křivka agregátní poptávky AD protíná křivku krátkodobé agregátní nabídky SAS a zároveň dlouhodobé agregátní nabídky LAS. Křivka LAS je determinována maximální využitelnou kapacitou výrobních zdrojů v ekonomice v dlouhém období s přihlédnutím na přirozenou nezaměstnanost¹⁰, a tedy zároveň představuje HDP na jeho potenciální úrovni. Křivka SAS je krátkodobým představitelem agregátní nabídky a neumožňuje změny ve vybavenosti kapitálem či půdou; tyto faktory jsou v modelu AD-AS fixní, možná korekce ekvilibria je tedy pouze pomocí změn výrobního faktoru práce, tudíž zaměstnanosti.

Bod A představuje bod rovnováhy AD-AS při rovnovážné cenové hladině PE a rovnovážnému reálnému produktu Y. Graf zachycuje situaci expanzivní fiskální či monetární politiky státu, která díky zvýšení vládních výdajů, spotřeby, investic, exportu

¹⁰ Přirozená nezaměstnanost je dle (Knight, 1987) definována jako bod, kde aktuální volná pracovní místa jsou rovna aktuální nezaměstnanosti.

nebo zásoby peněz¹¹ posunuje celou křivku AD směrem vpravo do pozice AD_1 . Situaci si lze představit např. jako zvýšení vládních výdajů státu na veřejně prospěšnou stavbu zadanou soukromému subjektu. Vzhledem k vyčerpání všech výrobních faktorů v bodě Y_E motivuje subjekt své zaměstnance finanční prémie za práci přesčas, což způsobí krátkodobé zvýšení zaměstnanosti nad potenciální úroveň produktu Y_B , do bodu B. Zvýšení produktu (a mezd) však vyvolá také zvýšení cenové hladiny do úrovně P_B , což znepokojí zaměstnance, neboť se ocitli v tzv. „peněžní iluzi“¹² a začnou poptávat vyšší mzdy, což způsobí pokles krátkodobé agregátní nabídky do pozice SAS_1 díky vyšším nákladům subjektu na výrobní faktory. V dlouhém období tedy dochází pouze k růstu cenové hladiny do bodu P_1 , dlouhodobý produkt zůstává nezměněn a nová rovnováha nastává v průniku SAS_1 , AD_1 , LAS, tzn. v bodě C. Jeho determinantami jsou pouze technologický pokrok, zvýšení produktivity práce apod.

Graf 3 Model AD-AS, nabídkový šok



Zdroj: vlastní zpracování, Pavelka, 2007

¹¹ Model AD-AS a tvorba poptávkové funkce navazuje na model IS-LM, který vyjadřuje rovnováhu na trhu statků a služeb (IS) a rovnováhu na trhu peněz a ostatních finančních aktiv (LM), průnik křivek IS a LM pak vyjadřuje rovnováhu na obou trzích a determinuje body křivky AD při různých hladinách úrokové míry.

¹² Stav vyvolaný zvýšením krátkodobé zaměstnanosti má za následek nejen zvýšení nominálních mezd, ale také celkové cenové hladiny, tedy inflace; tento efekt pak nepřinese žádné změny v reálných mzdách, tedy ani výhody zaměstnancům, kteří jsou obětí peněžní iluze.

Graf č. 3 zobrazuje podobnou situaci modelu AD-AS jako graf č. 2 s tím rozdílem, že nyní je hybnou silou způsobené nerovnováhy na trhu nabídkový šok. Může se jednat například o prudký růst cen ropy nebo potravin na komoditních burzách, což má za následek zvýšené náklady na výrobní faktor a posun křivky SAS do pozice SAS_1 . Posun z bodu A do bodu B je způsoben neúnosnými náklady firmy, která se rozhodla propustit některé zaměstnance a způsobila pokles produktu a nezaměstnanost v intervalu Y_E, Y_B . Obavy zaměstnanců ze ztráty práce způsobí jejich ochotu pracovat za nižší mzdy a budou souhlasit se snížením mezd na úroveň P_E , čímž se sníží firemní náklady na výrobní faktor a znovu se obnoví rovnováha bodu A na úrovni potenciálního produktu.

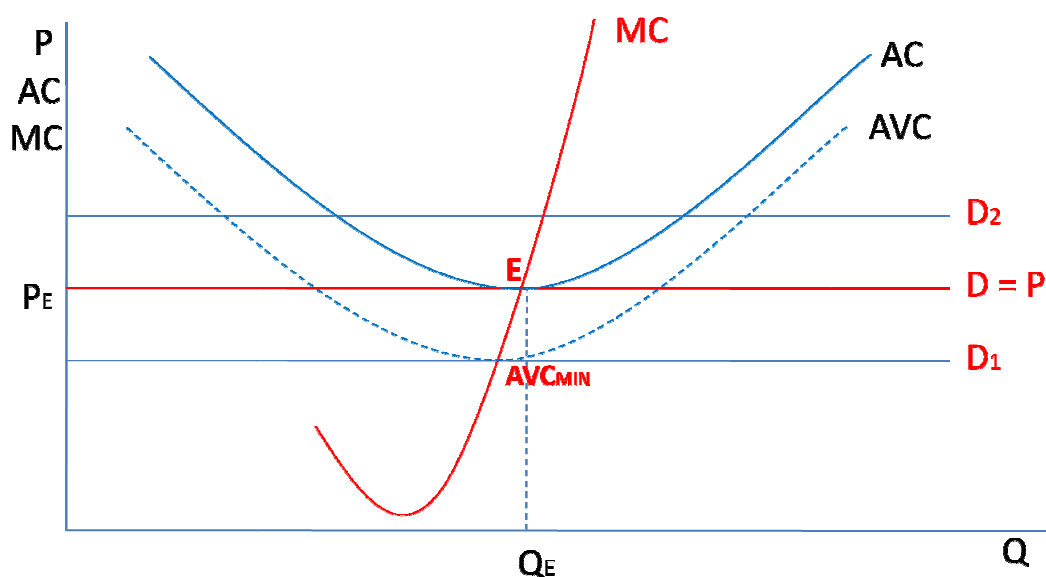
4.1.3 Teorie maximalizace zisku

Stejně tak jako racionální spotřebitel maximalizuje svůj užitek, racionálně se chovající firma bude mít snahu o maximalizaci zisku tak, jak jí to učí klasické pojetí mikroekonomie. V této teorii tedy firma dbá pouze o to, aby vyráběla optimální množství produkce a tím stanovila optimální cenu. Takový postup jí zajistí nejefektivnější možné využití výrobních faktorů.

4.1.3.1 Dokonalá konkurence

Na dokonale konkurenčním trhu existuje mnoho malých firem vyrábějících homogenní produkt a neschopných ovlivnit tržní cenu. Na trhu existuje dokonalá informovanost všech subjektů a žádné riziko vstupu nebo výstupu do nebo z odvětví, a proto je vždy v dlouhém období dosahováno nulového ekonomického zisku. Dokonale konkurenční firma tedy čelí dokonale elastické poptávkové křivce, a proto také mezní příjem, tedy dodatečný příjem z prodeje poslední vyrobené jednotky, odpovídá tržní ceně. Rovnost mezních nákladů a ceny je tedy základním předpokladem dokonale konkurenčních trhů.

Graf 4 Dokonalá konkurence



Zdroj: Vlastní úpravy, Brčák, Sekerka, 2010b.

Graf č. 1 ukazuje situaci na dokonale konkurenčním trhu v dlouhém období, kde dokonale elastická poptávková křivka D splývá s cenou P , průměrnými náklady AC a mezními náklady MC . Dle podmínky $P=MC$ firma určí optimální produkované množství Q_E a cena P_E je determinována poptávkovou křivkou. Všechny firmy na dokonale konkurenčním trhu budou tedy vyrábět Q_E produkce za cenu P_E . Zároveň je možné si všimnout, že optimální produkované množství se nachází v místě střetu poptávky D a nabídky (bod E).

Zároveň můžeme konstatovat, že dokonale konkurenční firma splňuje podmínku $MU=P=MC$, což znamená, že je alokačně efektivní a zároveň produkuje na AC_{min} , protože je také výrobně efektivní.

Pokud bychom se přesunuli do krátkého období, kde poptávková křivka D protíná nabídkovou křivku MC (její rostoucí část od AVC_{min}), budeme se opět nacházet v místě nulového ekonomického zisku. „Nabídková křivka firmy odpovídá její křivce MC tak dlouho, dokud příjmy převyšují variabilní náklady. Pokud cena klesne pod AVC_{min} , bod ukončení činnosti, ztráty jsou větší než fixní náklady a firma svou činnost ukončí.“ (Samuelson, Nordhaus, 2007)

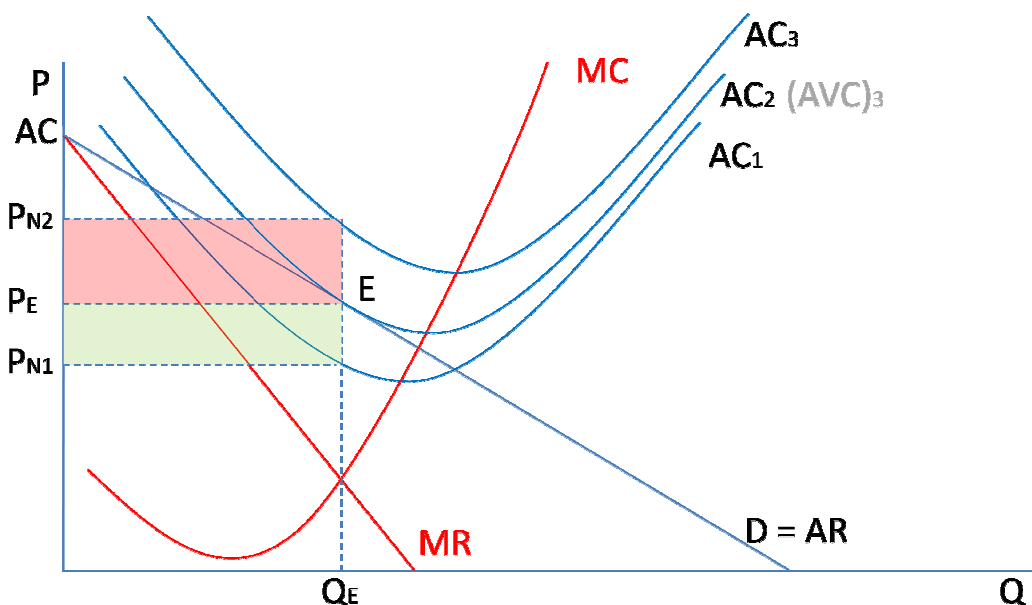
Nyní lze umožnit posun poptávkové křivky do bodu do bodu D_2 , kde vzniká ekonomický zisk v obdélníku nebo do D_1 , kde by vznikla ekonomická ztráta ve výši , její maximální výše pak bude .

4.1.3.2 Nedokonalá konkurence

„Hlavními druhy nedokonalé konkurence jsou monopol, oligopol a monopolistická konkurence. Při dané technologii jsou v nedokonalé konkurenci ceny vyšší a výstupy nižší než v dokonalé konkurenci. Ovšem vedle těchto nedostatků má nedokonalá konkurence také přednosti. Velké firmy využívají úspor z rozsahu a mají zásluhu na většině inovací, které jsou motorem dlouhodobého ekonomického růstu. ... Jestliže firma může podstatně ovlivnit tržní cenu svého výstupu, pak je označován jako nedokonalý konkurent“ (Samuelson, Nordhaus, 2007)

Největším rozdílem od dokonalé konkurence je negativně skloněná (klasická) poptávková křivka a nerovnost $AR, P \neq MR$, neboť poptávková křivka má poloviční sklon oproti křivce mezních příjmů. Hledání optima tedy probíhá podle rovnosti mezních příjmů a mezních nákladů $MR=MC$. Další nesrovnalostí oproti dokonalé konkurenci je nemožnost sestrojení nabídkové křivky, protože neexistuje přímá souvislost mezi cenou a množstvím.

Graf 5 Nedokonalá konkurence



Zdroj: Vlastní úpravy, Brčák, Sekerka, 2010b

Na grafu č. 5 lze pozorovat splnění optimalizační podmínky $MR = MC$, která určuje, jaké množství bude firma vyrábět. V bodě ekvilibria E se pak nachází průnik s poptávkovou křivkou D a zároveň s křivkou průměrných nákladů AC_2 a tvoří tak cenu P_E , jež vyjadřuje nulový ekonomický zisk v odvětví. Pokud se křivka průměrných nákladů posune na polohu AC_1 , firma dosahuje ekonomického zisku ve výši rozdílu průměrných nákladů a průměrných příjmů krát vyrobené množství Q_E , tento ziskový obdélník je vyplněn zelenou barvou a v dlouhém období můžeme mluvit o monopolním či oligopolním zisku. V případě navýšení průměrných nákladů na křivku AC_3 dochází k ekonomické ztrátě firmy ve výši červeně vybarvené části, tedy rozdílu cen P_{N2} , P_E (resp. AC_3 a AC_2) vynásobené množstvím Q_E . Představíme-li si v této situaci křivku AC_2 jako křivku průměrných variabilních nákladů AVC_3 , firma dosahuje maximální možné ztráty a bod E (cena P_E) by byl bodem uzavření firmy.

Asi nejznámějším případem nedokonalé konkurence je monopol. Jedná se o jediného prodávajícího na trhu, který má úplnou kontrolu nad odvětvím; jeho opakem je pak monopson, tedy jediný kupující. V takovémto odvětví existují extrémní bariéry vstupu do odvětví, protože stávající monopol je schopen dlouhodobě vyrábět s nižšími průměrnými náklady než nový konkurent a zároveň si může dovolit i snížení cen, což potenciálního rivala zničí. Monopol si tvoří nárok na jistou část spotřebitelské renty, a proto stanovuje cenu vyšší, než dokonalá konkurence a dosahuje i v dlouhém období kladného ekonomického zisku.

Oligopol znamená „několik prodávajících“, což může znamenat 2 firmy (duopol) nebo i 15 v závislosti na charakteru odvětví. Každá firma v oligopolu může ovlivnit tržní cenu (mimo firem konkurenčního lemu v oligopolu s dominantní firmou) právě díky malému množství firem v odvětví a sklonu poptávkové křivky. Na rozdíl od dokonalé konkurence, oligopol vyrábí diferencovaný produkt, trh má omezenou informovanost, poměrně vysokou míru rizika a silné bariéry vstupu do odvětví.

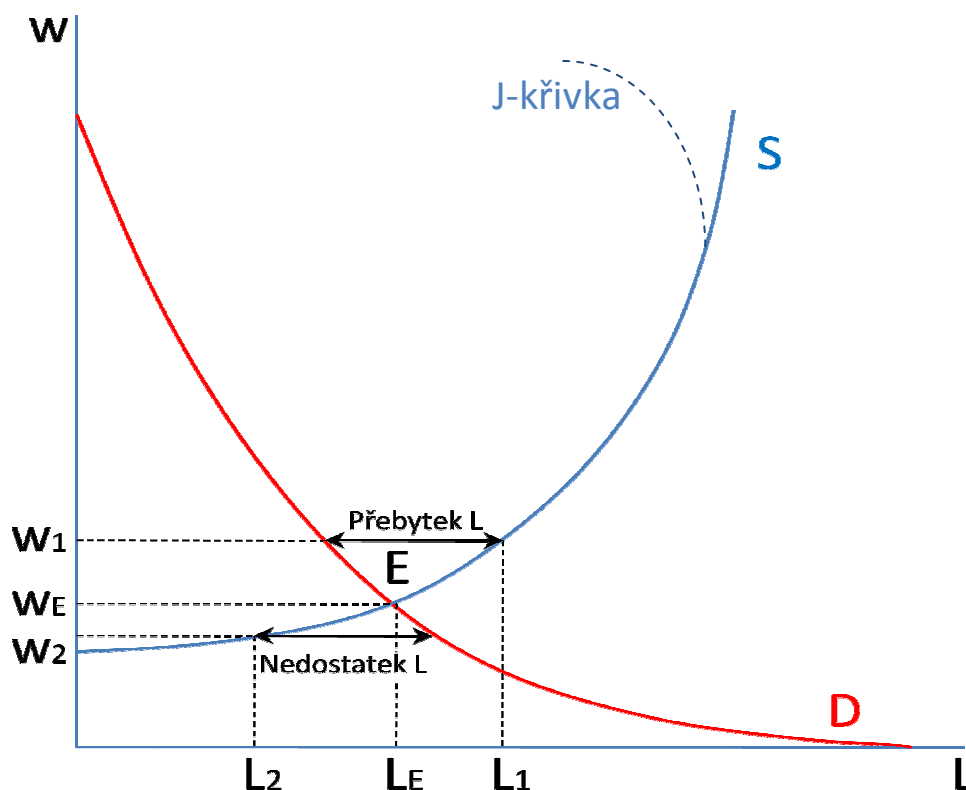
Monopolistická konkurence se svým charakterem nejvíce blíží dokonalé konkurenci. Na trhu existuje mnoho subjektů, vstup a výstup do a z odvětví je snadný, existuje dobrá informovanost, nízké riziko a produkt je lehce diferencovaný. V dlouhém období dosahuje monopolistická konkurence nulového ekonomického zisku tak, jako tomu je u dokonalé konkurence.

Žádný z druhů nedokonalé konkurence není schopen vyrábět na minimu průměrných nákladů a ani neplatí rovnost $MU=P=MC$, takže nedokonalá konkurence není ani alokačně ani výrobně efektivní. Nedokonale konkurenční trh je také zdrojem tržních nedokonalostí a selhání trhu, jsou to například negativní externality.

4.1.4 Poptávka a nabídka výrobního faktoru práce v dokonalé a nedokonalé konkurenci

Trh výrobních faktorů je velmi specifickým odvětvím hospodářství, neboť je odvozen z trhu statků a služeb, resp. z poptávky po statcích a službách. Firma, jako racionálně uvažující subjekt, nejprve analyzuje poptávku po produktu a následně zaměstnává různé kombinace výrobních faktorů, tedy práce, půdy a kapitálu. Práce je primárním výrobním faktorem a bývá v klasických teoriích považována za jediný faktor v krátkém období, který je variabilní.

Graf 6 Rovnováha na trhu výrobního faktoru práce



Zdroj: Macáková, 2003, vlastní úpravy

„Základní jednotkou, která reprezentuje nabídkovou stranu, je domácnost, resp. její členové. Především zde se realizuje spotřeba a zde také probíhá základní volba, zda vstoupit či nevstoupit na trh práce, a pokud ano, za jakých podmínek“ (Kuchař, 2007) Na grafu č. 5 je nabídka práce S znázorněna jako rostoucí funkce reálné mzdy w a na ní reciproce závislým množstvím práce L . Pokud se tedy bude zvyšovat reálná mzda, budou domácnosti ochotny pracovat více. Výjimkou tohoto vztahu je pouze situace zpětně zakřivené, tzv. J -křivky nabídky práce. „Při relativně nízké mzdové sazbě převažuje substituční efekt nad důchodovým efektem, tzn., že s růstem mzdové sazby nabízené množství práce roste. S růstem mzdové sazby však substituční efekt klesá a důchodový roste a při určité výši mzdové sazby důchodový efekt převáží na substitučním efektem tak, že nabízené množství práce klesá. Dodatečný příjem plynoucí z relativně vysoké mzdové sazby poskytuje pracovníkovi stále více prostředků nejen na nezbytné, ale zejména na luxusní statky a umožňuje mu snížit práci a věnovat čas jiným činnostem v rámci volného času.“ (Macáková, 2003)

„Poptávkovou stranu reprezentují podniky (zaměstnavatelé), jejichž hlavní snahou je maximalizace zisku. Rozsah poptávky po práci je proto ovlivněn především dvěma faktory:

- a) přijetím nových pracovních sil (rozšířením počtu pracovních hodin) se sice zvýší celková produkce podniku, současně se ale
- b) zvýší mzdové náklady.

Optimální rozsah zaměstnanosti je tedy ten, kdy se toto zvýšení produkce (mezního produktu práce) rovná reálné mzdě.“ (Kuchař, 2007)

Poptávka po produkčním faktoru práce je odvozena dle výše zmíněného mezního produktu práce, resp. z jeho příjmu. Příjem z mezního produktu práce MRP je vyjádření peněžní hodnoty příjmu z poslední vyprodukované jednotky výstupu díky zaměstnání „dalšího“ pracovníka.

V dokonalé konkurenci „ (...) se mezní produkt, který dělník přináší (MPL), může celý prodat za dokonale konkurenční cenu výstupu (P). Kromě toho vzhledem k prostředí dokonalé konkurence není cena výstupu ovlivněna výstupem firmy a rovná se tedy meznímu příjmu (MR).“ (Samuelson, Nordhaus, 2003)

„Firma maximalizující zisk najímá takové množství práce, při němž se vyrovnává příjem z mezního produktu práce s mezními náklady na práci, resp. mzdovou sazbou:

$$MRP_L = MFC_L = w$$

4-1

(...) příjem z mezního produktu práce je násobkem mezního produktu práce a ceny produktu: $MRP_L = MP_L \cdot P$ “ (Macáková, 2003)

V podmínkách dokonalé konkurence je tedy mzdová sazba w fixní a z toho plyne, že náklad na další zaměstnanou jednotku musí být konstantní pro jakékoliv její množství.

Nedokonalá konkurence na trhu práce se vyznačuje přítomností jevů, které způsobují nerovnováhu. Jsou to např. mzdová strnulost, tedy rozdíl mezi reakcí trhu statků a služeb na změnu ceny a daleko pomalejší změnou na straně pracovního trhu, dále monopolní výhoda na straně nabídky (odborové organizace) či poptávky (monopson¹³) po práci, klasifikační systémy odměn zaměstnanců, kolektivní smlouvy, minimální mzda a další, zpravidla státem regulované tržní zásahy. „V tomto případě je mezní příjem z každé dodatečné prodané jednotky výstupu menší než cena, neboť aby firma další jednotu prodala, musí snížit cenu všech předchozích jednotek. Každá jednotka mezního produktu bude mít pro firmu hodnotu $MR < P$. (...) Příjem z mezního produktu představuje dodatečný příjem, který firma realizuje využitím další jednotky vstupu, když ostatní vstupy zůstanou nezměněny. Počítá se jako mezní produkt vstupu krát mezní příjem získaný prodejem další jednotky výstupu. To platí pro práci (L), půdu (A) i další vstupy. Formálně: $MRP_L = MR \times MP_L$ “ (Samuelson, Nordhaus, 2007)

Typickým prostředím nedokonale konkurenčního trhu práce je tedy již výše zmíněný monopson. Monopsonista z pozice své tržní síly může ovlivnit mzdové sazby (které nejsou určeny trhem – tzv. „price maker¹⁴“) a chce-li najmout dodatečnou pracovní sílu, musí zvýšit mzdovou sazbu. „Jestliže monopsonista najímá dodatečného

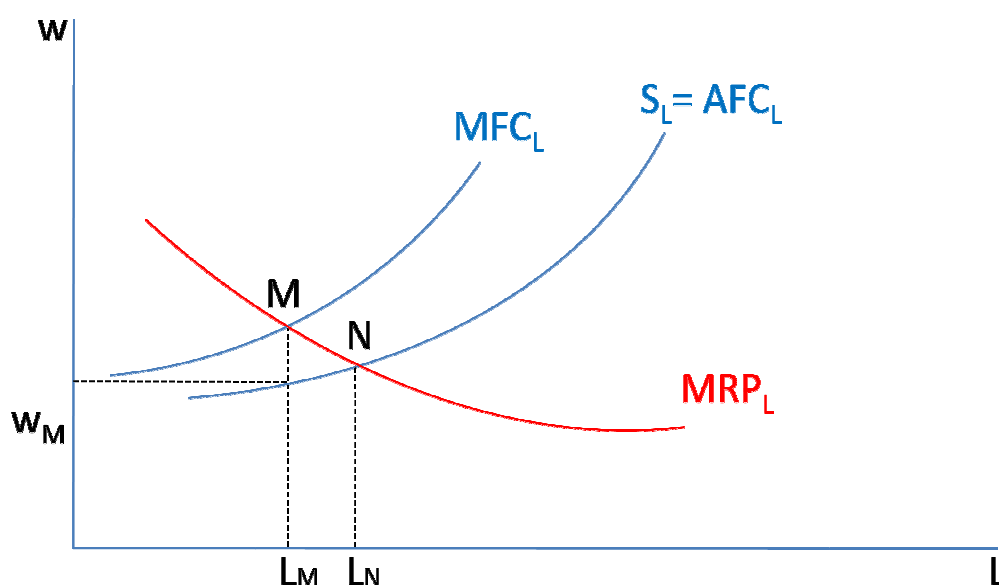
¹³ Monopson – je jediný kupující určitého vstupu, tzn. jediný zaměstnavatel práce určité kvalifikace nebo jediný zaměstnavatel práce v určité oblasti. (Macáková, 2003)

¹⁴ Price maker – tvůrce ceny; monopson určuje mzdovou sazbu na trhu tak jako monopol určuje cenu na trhu statků a služeb; opakem „price taker“, tedy příjemce ceny, viz dokonalá konkurence

zaměstnanec, zvyšuje mzdovou sazbu všem dosud zaměstnaným pracovníkům. Mezní náklady firmy, spojené se zaměstnáním dodatečného pracovníka se rovnají mzdové sazbě tohoto pracovníka plus zaplaceným vyšším mzdovým sazbám již najatých pracovníků. Proto jsou mezní náklady práce vyšší, než mzdová sazba nutná pro zaměstnání dodatečné jednotky práce a tento rozdíl se zvyšováním práce roste:

“ (Macáková, 2003) Tuto situaci popisuje graf č. 7:

Graf 7 Nedokonalá konkurence na trhu práce



Zdroj: Macáková, 2003

Z grafu č. 7 je patrné, že monopsonní firma musí pro získání další pracovní síly (s cílem zvýšení outputu) vynaložit větší, než průměrný náklad na faktor, tedy MFC_L . Ale díky své tržní síle zaměstnává monopsonista ne L_N zaměstnanců za cenu práce w_M , ale pouze L_M zaměstnanců za stejnou mzdovou sazbu.

4.1.5 Ekonomické teorie jako základ rozhodování

V neoklasické teorii¹⁵ se setkáváme s jasným cílem podnikatele, jímž je maximalizace zisku „za každou cenu“. Otázkou však je, zda je toto čistě teoretické

¹⁵ Základním předpokladem neoklasické ekonomie jsou trhy, které se samy automaticky čistí a spějí k rovnováze. Neoklasičtí ekonomové jsou odpůrci státních zásahů a stoupenci koncepce laissez faire (= nechte nás konat). Případné nerovnováhy v ekonomice chápou jako důsledky určitých rigidit způsobených opět zejména státní regulací.

východisko reálné. George Shackle¹⁶, jeden z nejnvýraznějších kritiků ekonomie „hlavního proudu“, se proto snažil přinést do problematiky jistý podíl „lidství“. Jeho názor pak prezentuje také Israel Kirzner (1998). „Pro teorii rozhodování hlavního proudu je kontext prováděných rozhodnutí „uzavřený“. Analýza účasti jednotlivce v rozhodování na trhu se odvíjí nejprve od představy, že každý účastník trhu je vystaven jasně definovanému problému maximalizace za daných omezení. Každý má jasně definovanou a setříděnou množinu cílů, srovnává cenové možnosti určující každý budoucí obchod, jehož se může zúčastnit; a zahajuje se známou množinou lidských či jiných zdrojů, které má k dispozici. Jeho rozhodování se řídí přísnou maximalizací a je podrobno omezením vyplývajícím z dané situace. Je naprogramován tak, aby zvolil takovou kombinaci transakcí, které by bezvadně a nevyhnutelně přeměnily jeho původní vybavení zdroji ani nejvíce preferovanou kombinaci dosažitelných cílů. Nikdy nemůže mít žádnou možnost využít své představivosti nebo nebojácnosti, nikdy nemůže být překvapen.“

Hlavní problém teorie hlavního proudu¹⁷ je tedy to, že podnikatel nemusí dopředu vědět, jakými zdroji bude přesně disponovat a jaké budou následky jeho rozhodnutí. Východiskem by tedy mohla být teorie podnikatelského objevování, jež je pokračováním tzv. Rakouské školy¹⁸.

„Teorie podnikatelského objevování spatřuje vysvětlení tržních jevů ve způsobu, jak rozhodování podnikatelů, jež jsou činěna v podmínkách nerovnováhy na trhu, způsobují změny cen a množství zboží na trhu. Tržní proces, který takto vzniká, sestává z nepřetržitého podnikatelského objevování. Jedná se o proces objevování, který je poháněn dynamickou konkurencí, jež je umožněna existencí institucionálního rámce, který dovoluje volný vstup podnikatelů jak na staré, tak i na nové trhy... Akt objevení

¹⁶ George Shackle (1903-1992) byl anglický ekonom. Provedl praktický pokus o napadení klasické teorie racionálního výběru a je charakterizován jako „post-keynesiánský“, ačkoliv byl velmi ovlivněn rakouskou ekonomickou školou, býval popisován jako ten, kdo dělal keynesiánské závěry z rakouských předpokladů.

¹⁷ Teorie hlavního proudu je zde shodná s neoklasickými ekonomickými teoriemi.

¹⁸ Rakouská škola je svébytnou školou ekonomického myšlení, zasahující i do filosofie, historie a práva. Od ostatních ekonomických škol myšlení se odlišuje zejména svou metodologií, jejíž podstatou je analýza lidského jednání a striktní využívání deduktivní logiky.

sestává spíše z „nezáměrného“ zpozorování toho, co již bylo (bez nutnosti vynaložení nějakých nákladů) poznatelné... K aktu objevení dochází tehdy, když někdo zpozoruje něco, co bylo až do tohoto okamžiku přehlíženo.“ (Kirzner, 1998)

4.1.6 Riziko

S rozhodováním souvisí také podnikatelské riziko, které musí být podnikatelem bráno v úvahu jako implicitně vyjádřená cena za dosažení potenciálního zisku. Míra rizika přijatá podnikatelem pak zcela závisí na jeho rozhodnutích a každý podnikatel má své (jiné) hranice. Obecně pak platí, že čím vyšší je riziko, tím vyšší je potenciální zisk, ale také vyšší šance, že se záměr nezdaří a dojde ke ztrátě.

„Podnikatelské riziko tedy souvisí s rozhodováním podnikatele, které se týká různých podnikatelských aktivit. Většina rozhodování zaměřených zejména do budoucnosti vychází z určitých předpokladů, které se mohou a nemusí naplnit. Přitom je důležité, zda podnikatel zná budoucí vývoj určitých faktorů či nikoliv... pokud podnikatel nezná možné budoucí stavy, ani nemá jistotu (nezná pravděpodobnost), s jakou nastanou, jeho rozhodování je zatíženo nejistotou – podnikatelským rizikem.“ (Veber, Srpová, 2005)

Rizika lze poté rozdělit na různé druhy dle různých hledisek, nejdůležitějším faktorem je však příslušnost rizika k vnitřnímu či vnějšímu prostředí podniku.

„*Interní rizika* se projevují uvnitř podniku a podnikatel je schopen je víceméně řídit, patří mezi ně finanční síla organizace, zvládnutí výrobních činností, produktů, personální management apod.

Externí rizika se vztahují k faktorům podnikatelského prostředí a obvykle je musí podnikatel respektovat, popř. se před nimi chránit, má však jen minimální možnost k jejich ovlivňování. Příkladem externích rizik mohou být ekonomické změny (v devizových kurzech, úrokových mírách, daňových povinnostech apod.), změny v tržním prostředí (v konkurenci, požadavcích zákazníků, obchodních podmínkách), změny v legislativním prostředí (např. zpřísněné ekologické požadavky), změny situace na trhu práce apod.“ (Fotr, Dědina, Hružová, 2000)

4.1.7 Environmentální a ekologické teorie

Jako obyvatelům planety Země by nás neměl zajímat pouze náš vlastní blahobyt, jehož zvyšování soustavně ničí přirozené prostředí, v němž žijeme, ale také cesty, jak zachovat přírodu a přírodní zdroje. Výroba by tedy neměla hledět pouze na optimalizaci a maximalizaci zisku, ale začlenit do svých výpočtů náklady na zachování stavu před začátkem výroby. Environmentální ekonomické teorie tedy snoubí ekonomické teorie a ekologii a snaží se docílit společensky únosného poškození přírody.

Ekologie, původně věda zabývající se vztahem organismů a jejich prostředí, je v dnešním světě chápána jako ochrana životního prostředí. Zahrnuje tedy obory biologie, klimatologie, geologie, geografie, fyziky, chemie, antropologie a mnoha dalších. Zájem ekonomie o tuto vědu se tedy zdá být takřka nereálný, ale opak je pravdou. Ekonomie má v ekologii zásadní význam, a to proto, že ji zkoumá z jiného úhlu pohledu a je tedy schopná odpovídat na zásadní otázky jako: Proč se těží tolik nerostných surovin? Jsou spotřebitelé ochotni připlatit si za zlepšení životního prostředí? Jak lze použít nástroje politiky pro zlepšení životního prostředí? Těchto otázek by se dalo najít nespočet, ale co je v nich nejdůležitější, je snaha o to, aby se jimi začala zabývat společnost a snažila se je řešit.

Je to hlavně člověk, který svými ekonomickými aktivitami ovlivňuje kvalitu životního prostředí. Jedním z úkolů ekonomie je proto zkoumat člověka a jeho tržní chování a vypátrat příčiny poškození životního prostředí z jiného úhlu než ostatní obory. Příčiny lze nalézt v tržních selháních, transakčních nákladech nebo třeba v nevhodné veřejné politice a selháních vlády.

Tak jako v ekonomii, lze u ekologie rozlišit dva náhledy na vědecké zkoumání. Je to pozitivní a normativní přístup.

Pozitivní věda popisuje ekonomické a ekologické chování člověka a snaží se přijít na důvody jeho konání. Změnou politiky nebo různými zásahy do národního hospodářství lze dosáhnout pozitivních či negativních změn, které pak ekonomové a ekologové mohou analyzovat a hledat tak nová východiska nastalých problémů.

Normativní věda na druhou stranu určuje, jak by měla situace vypadat ideálně, a tedy co by se dělat mělo nebo nemělo. Je však známo, že neexistuje jen jediná teorie

zabývající se příčinami poškozování životního prostředí, a norma je tedy v tomto případě také otázkou názorového směru, který ten či onen ekolog zastává.

Když už jsou známy obě vědní disciplíny, které mají společně docílit udržitelného rozvoje společnosti, je též třeba představit si jejich „nepřítele“, kterým je obecně řečeno znečištění. Je to především: znečištění ovzduší, odpady, hluk, nedostatek zeleně, doprava a přelidnění. Již dlouho je známo, že klima na zemi je závislé na dopadajícím slunečním záření a jeho absorpci zemským povrchem a atmosférou. Tato absorpce je podmíněna složením a koncentrací plynů v atmosféře. Důležité složky ovlivňující a poškozující klimatické poměry jsou dioxid uhličitý (CO₂), metan (CH₄), ozon (O₃), oxid dusíku (N₂O), jakož i fluorované a chlorované uhlovodíky. K tomu přistupuje řada dalších plynů, jejichž chemické složení je známo jen částečně.

„Hlavním zdrojem většiny jmenovaných plynů je spalování fosilních paliv, nafty, zemního plynu a uhlí v elektrárnách, průmyslu a domácnostech, jakož i spalování pohonných hmot v automobilech, letadlech a jiných vozidlech. Nejproblematictější jsou emise CO₂, jehož stoupající obsah v atmosféře je úzce spojen se skleníkovým efektem. Emise škodlivin pak nutně povedou ke změnám teploty, srážek, dopadajícího slunečního záření, vlhkosti země atd.“ (Karamanolis, 1997)

Skleníkový efekt způsobuje změny teploty na Zemi a dochází tak k tání ledu, vysoušení arktické tundry a jejích rašelinných vrstev, vzniká více tropických pralesů na úkor subtropických. Dojde k tání polárního ledu, které by mělo za následek zvýšení hladiny moří a zvětšení objemu oceánů.

Existují dva nejrozšířenější přístupy, jak řešit základní problémy životního prostředí.

Jedna skupina ekonomů klade důraz na tržní nedokonalosti a tržní selhání (externality, veřejné statky, transakční náklady, preference lidí a nevhodný charakter poptávky, vysoké náklady na šetrnější technologie), ve kterých nalézají i důvody poškozování životního prostředí. Trh se poté snaží modifikovat pomocí ekologické politiky a spoléhají převážně na veřejný sektor (vládu), který může situaci ovlivnit pomocí zavedení daní, dotací, zákazů, práv, limitů apod. Zde záleží také na úrovni mezinárodních programů a dohod (EU, WHO) a úrovni států a jednotlivých samospráv.

Tyto skupiny jsou podpořeny školami neoklasické ekonomie životního prostředí a ekologickou ekonomikou.

Druhá skupina ekonomů naopak klade důraz na selhání vlády (nevhodné využití veřejných výdajů, nedostatečně definovaná vlastnická práva nebo jednání politiků ve vlastní prospěch) a přirozené schopnosti trhu, který je sám o sobě schopen postarat se o kvalitní životní prostředí. Řešení by potom mělo být nalezeno v minimalizaci vlády a jejích zásahů a dokonalé definici vlastnických práv. Tento přístup zastává názory rakouské ekonomické školy a školy tržního environmentalismu.

4.1.7.1 Hodnota statků životního prostředí

Existují dvě základní pojetí hodnoty přírody a to hodnota účelová a hodnota vnitřní.

„Vnitřní hodnota je nahlížena spíše z filosofického hlediska a neodvívá se od užitku, který přináší. Jedná se spíše o právo přírody nebýt ničena lidmi a opírá se o teorii biocentrismu, která vyjadřuje všeobecnou rovnoprávnost mezi všemi formami života a je tak opakem k antropocentrismu, který se odvíjí od potřeb člověka.

Účelová hodnota se odvíjí od lidských preferencí a užitku. Příroda tedy člověku poskytuje užitek tím, že produkuje čerstvý vzduch, dřevo nebo pitnou vodu, ale také svým estetickým a původním rázem krajiny. Užitná hodnota potom přináší člověku přímý „hmatatelný“ užitek, kdežto hodnota odkazu budoucím generacím vyjadřuje užitek přenechání neponičené přírody našim potomkům a hodnota existenční vyplývá z úcty člověka k přírodě, jako ke zdroji života. Účelovou hodnotu lze nepřímo vyjádřit v penězích, a proto se také používá pro výzkum trhu a vychází z antropocentrické etiky.“ (Veřejchodská, 2007)

Peněžní ocenění životního prostředí vždy vyjadřuje tzv. ochotu platit za určitou službu životního prostředí (čistší vzduch) nebo naopak ochotu přijímat kompenzaci při zhoršení. Vztah těchto dvou veličin je vyjádřen indifferenční křivkou, a tedy kombinací kvality životního prostředí a spotřebou ostatních statků, jako kompenzací. Je tedy zřejmé, že při stejných hodnotách užitku bude spotřebitel při zlepšování životního prostředí ochoten platit za další jednotku zlepšení čím dál méně a naopak při zhoršení bude požadovat neúměrně vyšší kompenzace.

4.1.7.2 Tržní selhání a externality

Některé statky a služby životního prostředí nemohou být na trhu z různých příčin efektivně zprostředkovány. Děje se tak proto, že tyto přírodní statky nebo služby nemají buď přiřazenou žádnou cenu a nemohou být tedy na trhu obchodovány, nebo je jejich tržní cena nějakým způsobem zkreslena.

Důvodem zkreslení tržní ceny může být existence externalit, veřejných statků, nedokonalých informací nebo nehomogenního produktu. V energetice se jedná zejména o „nízkou“ cenu tepla nebo elektřiny, nezahrnující náklady na odstranění negativní externality (zplodiny, hluk, poškození krajinného rázu) spojené s jejich využíváním.

Negativní i pozitivní externality jsou jedním z důvodů, proč nevede směna na trhu k výrobě a spotřebě optimálního množství statků a služeb. Nejsou totiž zohledněny veškeré náklady, které by měly sloužit k pokrytí výdajů na uvedení životního prostředí do původního stavu v případě negativních externalit a veškeré přínosy, ze kterých nemá výrobce vlastní prospěch a přenáší je na ostatní v oblasti pozitivních externalit.

Přiřazení externích nákladů ke zdrojům znečištění lze provádět dle Kolstada, (2000) dvěma odlišnými způsoby, které však mohou přinést rozdílné výsledky.

Prvním způsobem je prosté přiřazení výše externích nákladů na základě množství vypuštěných emisí. Tato metoda uvažuje vyčíslení záporného užitku způsobeného znečišťovatelem přírodě a lidem v jeho okolí a následně rozdělí náklady mezi jednotlivé zdroje znečištění. Nevýhodou však je, že tato metoda nepracuje se specifickými vlastnostmi zdrojů, ani se vzdálenostmi zdrojů od poškozených území.

Druhým způsobem je přiřazení externích nákladů na základě skutečných škod působených konkrétním zdrojem. Tato metoda používá postup analýzy drah působení. Postup je podobný jako u první metody, jen jsou externí náklady přiřazovány ke zdrojům v závislosti na vzdálenosti, k čemuž je potřeba rozptylový model, a tedy práce meteorologa. Výstupem metody je přiřazení specifického nákladu každému znečišťovateli zvlášť.

Řešení externalit je složitým problémem a zatím existuje spíše v teoretické rovině. Zabývá se jím tzv. Coaseův teorém o řešení externalit soukromým vyjednáváním, který však vyžaduje dokonale specifikovaná vlastnická práva a jejich

vynutitelnost, nulové transakční náklady a nulové efekty bohatství, které spočívají v ochotě platit nebo přijmout náhradu za změnu životního prostředí (viz výše) nebo v počátečním nastavení vlastnických práv, tedy v tom, zda je v právu znečišťovatel nebo poškozený.

4.1.7.3 Veřejné statky a efektivnost trhu

Statky mají dvě základní vlastnosti, ne/vylučitelnost ze spotřeby a ne/rivalitu. Statek je vylučitelný ze spotřeby, pokud lze dovolit spotřebu pouze vybraným spotřebitelům, např. těm, kteří zaplatí tržní cenu. Statek rivalitní je takový, pokud jeho spotřeba snižuje jeho množství pro ostatní spotřebitele.

Veřejné statky nejsou obchodovány na trhu, ale poskytovány vládou na základě výběrů peněz do veřejných rozpočtů. Nemusí být tedy dokonale oceněny a otázkou je také jejich optimální množství, které je průnikem poptávky a nabídky. Poptávka po veřejných statcích je vyjádřena jako mezní ochoty společnosti platit za veřejnou činnost a tedy vertikálním součtem všech individuálních poptávkových křivek.

Trh se snaží o to, aby byly vyprodukované statky a služby rozděleny společensky optimálně, neboli společensky efektivně. Jedná se o nejlepší možnou alokaci zdrojů, která maximalizuje celospolečenské přínosy ze směny na trhu. Žádná změna produkce nebo její rozdělení by tedy nevedlo ke zlepšení blahobytu společnosti. Neznamena to ale, že by nová alokace musela být Pareto-efektivní, tj. nikomu (individuálně) by se nemohla zhoršit stávající situace, při současném celospolečenském zlepšení – takovýto předpoklad je v běžném životě téměř nereálný.

Směna na trhu je tedy efektivní, pokud platí, že mezní společenské přínosy jsou větší nebo rovny mezním společenským nákladům. Problémem je ale fakt, že při každé směně dochází k rozhodování pomocí soukromých subjektů, které dávají přednost osobnímu užítku před společenským. Platí pro ně tedy, že jejich mezní individuální přínos musí přesáhnout nebo být roven mezním individuálním nákladům, jinak nedojde ke směně.

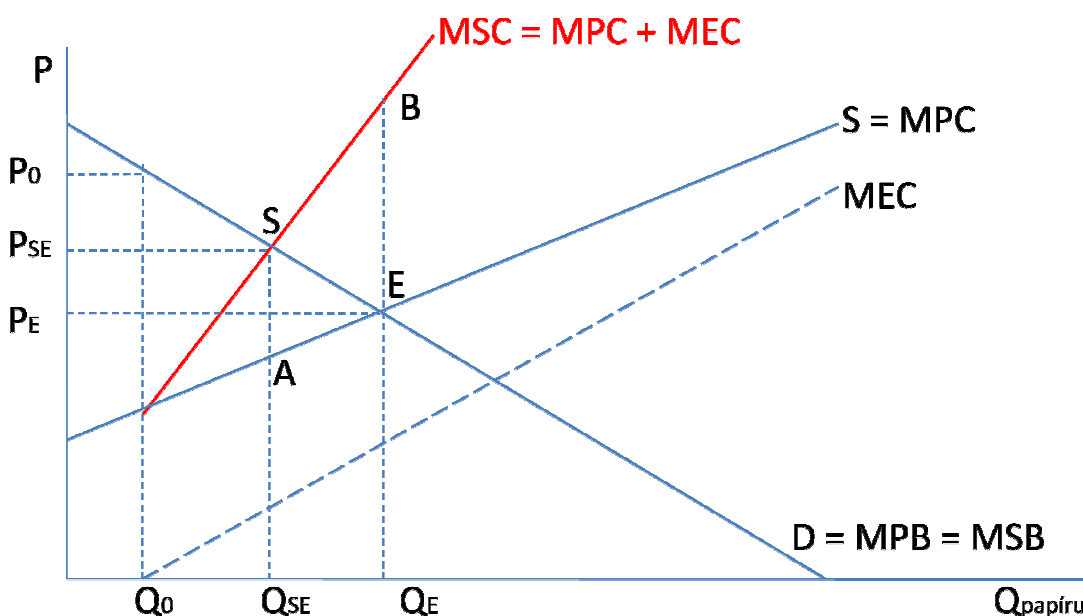
Společensky optimálního výstupu lze tedy dosáhnout pouze v případě, že mezní společenské přínosy budou rovny mezním individuálním přínosům. Pokud taková situace nenastane, dochází k tržním selháním, jako jsou externality a veřejné statky.

„Když trh nezahrnuje veškeré náklady a přínosy použití přírodních zdrojů a existují podstatné externality, trhy poskytují špatné signály a ceny jsou pokřivené. Trhy obvykle produkují příliš mnoho statků přinášejících negativní externalitu a příliš málo statků, které přinášejí externalitu pozitivní.“ (Samuelson, Nordhaus, 2007)

4.1.7.4 Modely sociálně únosného znečištění

Jak najít tu „správnou“ míru znečištění, tj. takovou, aby umožňovala produkci a zároveň příliš nezatěžovala životní prostředí je otázkou dlouhodobého zkoumání ekonomů i ekologů. Jednou z variant se nalezení tzv. sociálního optima.

Graf 8 Sociální optimum v přítomnosti negativní externality



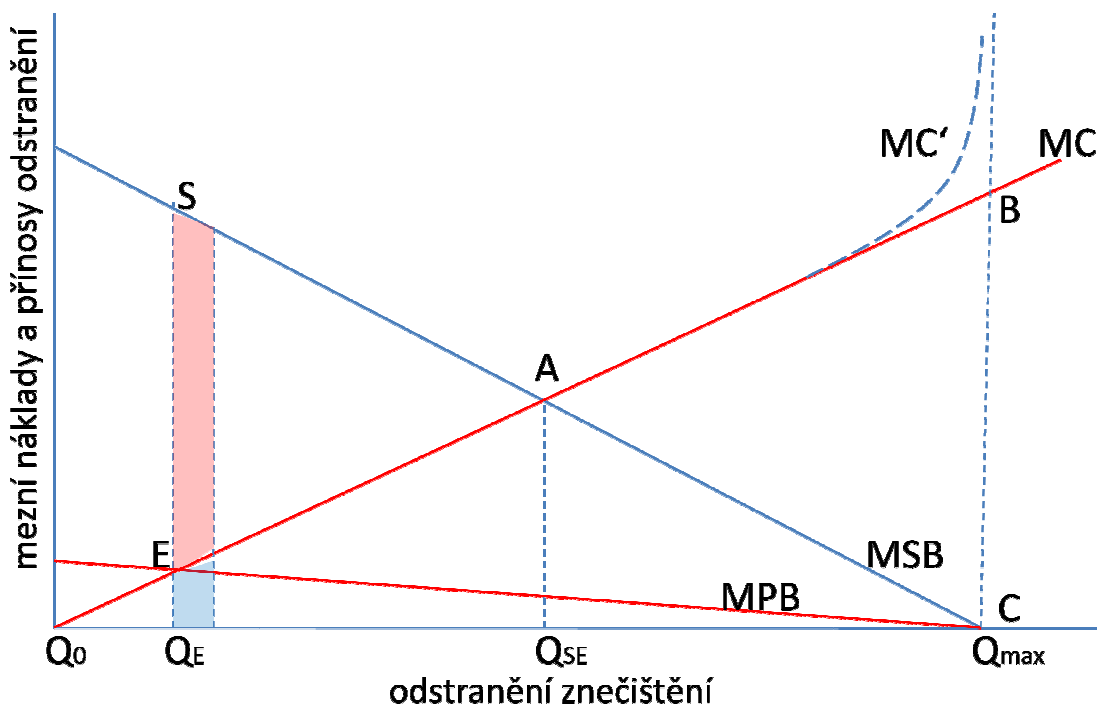
Zdroj: Hussien, 2004, vlastní úpravy

Vytvoření sociálního optima je dobře viditelné na grafu č. 8, kde firma produkující papír maximalizuje svůj zisk za cenu (externalita) vypouštění odpadního materiálu do řeky. Otázkou tedy je, jaká je společensky únosná hranice znečištění. Poptávka po papíru D reprezentuje zároveň mezní soukromý přínos produkce MPB a v případě neexistence pozitivní externality při výrobě se též rovná meznímu sociálnímu přínosu MSB. Nabídková křivka S je potom ztotožnitelná s mezním soukromým nákladem, který vyjadřuje využití a ceny všech výrobních faktorů, ale nezohledňuje cenu na odstranění vedlejšího produktu znečištění. Tento externí náklad na odstranění znečištění je vyjádřen křivkou mezního externího nákladu MEC, která má počátek

v bodě Q_0 , tedy v takovém množství výroby, které nijak nepoškozuje přírodu, jež ho vstřebává. Bod průniku křivek S a D , (resp. MPC a MPB) utváří podmínku maximalizace zisku firmy bez zahrnutí externích nákladů, bod E při ceně P_E a množství Q_E .

Křivka mezního sociálního nákladu MSC pak vyjadřuje vertikální součet křivek MPC a MEC s počátkem v bodě Q_0 (viz výše). Průnik křivek mezního sociálního přínosu MSB a nákladu MSC pak tvoří bod sociálního optima S , je tomu díky vyšší ceně P_{SE} a nižšímu poptávanému množství Q_{SE} . V tomto bodě je vyvážená uspokojená potřeba společnosti spotřebovávat papír a zároveň potřeba odstraňovat odpad z výroby, bod S však není tržně efektivní, tím je bod E . Přesunem z E do S tedy dochází ke ztrátě sociálního přínosu Q_EESQ_{SE} a zároveň k redukci sociálních nákladů ve výši Q_EBSQ_{SE} skládajících se z externích a soukromých nákladů, tedy $Q_EEAQ_{SE} + EBSA$. Finální výstup tohoto přesunu je reprezentován čistou úsporou nákladů vyjádřených trojúhelníkem EBS , což je čistý přínos pro společnost, ale zároveň ztráta efektivity výroby.

Graf 9 Neefektivita negativních externalit



Zdroj: Samuelson, Nordhaus, 2007, vlastní úpravy

Jak už bylo vysvětleno výše, negativní externality způsobují neefektivnost tržního řešení; graf č. 9 ukazuje, jak by volila odstranění těchto externalit sama firma a jak ho vnímá společnost. Porovnává se mezní náklad (přínos) odstranění znečištění způsobeného výrobou a samo odstranění znečištění. Čím dále se budeme pohybovat po ose X, tím více odstraníme znečištění až do bodu Q_{max} , kde je odstraněno všechno znečištění. Křivka mezních sociálních přínosů MSB je položena daleko výše než křivka mezních soukromých přínosů MPB, neboť odstranění jednotky znečištění (např. prachu nebo oxidů síry) je daleko více vnímáno a oceňováno (i díky množství populace v okolí firmy) společností. Křivka MC ukazuje mezní náklady firmy na odstranění znečištění, v bodě B tedy firma vynakládá takové prostředky, aby eliminovala veškeré znečištění.

V případě neregulovaného trhu bude firma odstraňovat znečištění v bodě E, kde se její soukromý mezní přínos rovná nákladu, $MPB = MC$. Toto řešení však není efektivní, což je vidět na barevných oblastech vpravo od bodu E, kde firma odstraňuje „malou“ část znečištění navíc. Oblast pod křivkou MSB (tj. červená + modrá) tvoří mezní přínos změny, kdežto pouze modrá část pod křivkou MC ukazuje mezní náklad. Po odečtení přínosů a nákladů pak zjistíme, že celá červená část je čistými přínosy, a proto by firma měla zvyšovat odstraňování až do doby, než se mezní náklady a mezní sociální přínosy vyrovnají, tzn. $MSB = MC$, tedy bod A. Trojúhelník ASE pak vyjadřuje přínosy dodatečného odstranění znečištění. V bodě A nastává efektivní úroveň znečištění. U přístupu nulového znečištění bude dodatečný náklad vyjádřen obsahem CBA. V některých případech není technicky možné odstranit 100% znečištění, což naznačuje křivka MC' , firma nemá prostředky či technologie k odstranění a tato snaha by vedla k uzavření firmy.

4.2 Význam mezinárodní ekonomie pro export/import elektřiny

Mezinárodní ekonomie je vědní disciplínou, jejíž záměr je prověření výhodnosti mezistátní směny nejen statků a služeb v jejich původním smyslu, ale také statků a služeb speciálních, jakými jsou energie či komodity.

Mezinárodní ekonomie se stává stále důležitějším a propagovanějším zájmem většiny světových zemí a národů, které jsou navzájem propojeny skrze obchod se statky a službami, přírodními surovinami, toky peněz, vzájemnými investičními aktivitami, ale také skrz migraci pracovních sil. Globální ekonomie se, tvořena těmito společnými

body, stává turbolentním místem, kde se střetávají nejen obchodníci, ale také složky zákonodárné či soudní moci. Vliv mezinárodního obchodu je o to více patrný v době probíhající ekonomické recese, která se stala nejen oblíbeným terčem mediálního zájmu ale především noční můrou mnoha podniků působících zejména v oblasti exportu.

Otázkou zůstává, proč vůbec země mezi sebou obchodují, jak dojde k tomu, že se elektřina vyváží z České republiky do např. Německa a ne obráceně. Odpovědí však není nic jednoduššího než fakt, že všechny země zúčastněné v mezinárodním obchodu z něj benefitují díky principům komparativních výhod či vnitropodnikové směně. Jak je to možné, je vysvětleno teoriemi mezinárodního obchodu. Dalším přínosem mezinárodního obchodu v oblasti energetiky pak bude možná diversifikace zdrojů energie, tzn. zvýšení energetické bezpečnosti země.

Je zřejmé, že mezinárodní obchod je nedílnou součástí našich životů. Je těžké si představit, že by se v České republice začaly pěstovat banány nebo vyrábět špičkové čipy do počítačů. Každá země má své výhody a svá omezení, ať už se jedná o klimatické podmínky, zásoby nerostných surovin či přítomnosti jednoho z faktorů - tedy práce, půdy či kapitálu. Pro danou zemi je tedy výhodnější soustředit se na výrobu statků a služeb takových, pro které má nejlepší podmínky. Právě proto se v Ekvádoru pěstují banány, na blízkém východě těží ropa a zemní plyn, ve Švýcarsku se vyrábí kvalitní hodinky, v Norsku loví ryby a Česká republika vsadila na přebytkovou výrobu elektřiny. Tyto produkty pak slouží ke vzájemné směně. Obchodovat zboží se zahraničními partnery je výhodnější, než kdyby se každý stát pokoušel na svém území vyprodukovat celou škálu jinak dovážených výrobků bez ohledu na to, že některé nerostné suroviny se v zemích, jež je spotřebovávají, vůbec nenachází. Bez zahraničního obchodu bychom v ČR nikdy neochutnali mořskou rybu, nepoužili počítač, nejezdili autem, ráno nepili k snídani kakao nebo kávu a přenosové soustavy jednotlivých zemí Evropy by musely spoléhat samy na sebe, čímž by se staly méně efektivními.

Existuje mnoho konceptů, modelů a vysvětlení, proč by měli jednotlivé státy mezi sebou směňovat a proč je to pro ně výhodné. Zmíněny budou pouze tři nejzákladnější.

4.2.1 Gravitační model

Tento model, pojmenovaný podle zákona gravitační síly Isaaca Newtona vysvětluje, jak je závislý objem obchodu mezi dvěma zeměmi na jejich velikosti a vzájemné vzdálenosti. Podle této teorie je objem obchodu tím větší, čím větší jsou ekonomiky daných zemí a čím blíže jsou jedna druhé. Velikost ekonomik je v tomto případě měřena hrubým domácím produktem. Čím větším HDP daná země disponuje, tím více „přitahuje“ ostatní země k tomu, aby s ní obchodovali. Jako příklad lze uvést Německo, jako největší ekonomiku Evropské unie mající výkon cca 20% HDP celé EU, které díky své velikosti zastane cca 23% unijního obchodu se Spojenými státy. Na druhou stranu např. Švédsko mající ekonomický objem pouze 2,6% HDP Evropské unie, realizuje pouhé 3% objemu obchodů USA s Evropskou unií. (zdroj: Eurostat, 2010)

„Druhým determinantem gravitačního modelu je vzdálenost, která představuje rovněž významný vliv na objem obchodu mezi dvěma zeměmi. Jednoprocentní zvýšení celkové vzdálenosti mezi zeměmi má za následek přibližně 0,7% snížení objemu zahraničního obchodu.“ (Krugman, 2006)

Pravidlem a výsledkem gravitačního modelu tedy je tvrzení, že objem obchodu mezi dvěma ekonomikami je tím větší, čím větší a čím blíže jsou obě ekonomiky. Jako další determinanty mezinárodního obchodu lze uvést historické, politické a kulturní vlivy, které je možné dodatečně zhodnotit.

Vzorec 4-2 pro výpočet gravitačního modelu je vyjádřen jako:

$$T_{ij} = A \times Y_i^a \times \frac{Y_j^b}{D_{ij}^c}$$

4-2

Zdroj: Krugman, 2006

kde T_{ij} je celkový objem mezinárodního obchodu, A je konstanta, Y_i je HDP země „i“, Y_j je HDP země „j“ a D_{ij} vzdálenost. Symboly v „a“, „b“ a „c“ v exponentech se používají k vyrovnání jiných vlivů, než jsou HDP a vzdálenost.

Vzorec (1) samozřejmě nepočítá s žádnou formou protekcionistických opatření a proto je jeho využití možné zejména v oblastech volného obchodu.

4.2.2 Ricardiánský model

Tento model mezinárodní ekonomie byl vyvinut britským ekonomem Davidem Ricardem, který představil koncept absolutních a komparativních výhod na začátku dvacátého století. Model, dle Soukupa (2009) uvažuje pouze dvě země (Tuzemsko a Cizinu), dva produkty (tradičně je uváděn sýr a víno) a výrobní faktor práce v hodinách jako náklad výroby, který zůstává fixní. Celý model spočívá v posouzení tzv. nákladů obětované příležitosti, kdy se vyjadřuje kolik vína je nutno obětovat na produkci jednoho sýru a naopak.

Absolutní výhodu má ta země, která má nižší pracovní náročnost na výrobu jednoho produktu než druhá. Je možné, že jedna ze zemí bude mít absolutní výhodu v produkci obou výrobků, což však nemusí zabránit mezinárodnímu obchodu. Je to způsobeno principem komparativní výhody.

Komparativní výhoda spočívá v porovnání relativních produktivit (vyjádření sýra ve víně a vice versa) obou zemí. V případě že obě země mají komparativní výhodu v jednom z produktů, budou se specializovat na výrobu jen sýra nebo jen vína. Předpokladem je také rovnost mezd v odvětví vína i sýru. Pokud se bude Tuzemsko specializovat na výrobu sýra a relativní cena sýra k vínu by klesla pod hranici pracovní náročnosti sýra k vínu, nebude existovat žádná nabídka sýra na trhu. Relativní cena se tedy musí pohybovat v rozmezí poměrů pracovních náročností sýra ve víně obou zemí a je stanovena na úrovni intersekce relativní nabídky s relativní poptávkou.

Pokud jsou splněny všechny podmínky využití systému komparativních výhod, obě země profitují z mezinárodního obchodu díky své specializaci. Pokud se Tuzemsko specializuje na výrobu sýra, bude pro něj možné směnit sýr za víno s Cizinou. Množství vína, které nakoupí za sýr pak bude větší než množství, které by bylo schopno samo vyprodukovat. Cizina naopak bude prodávat víno a může ho vyměnit za větší množství sýra než je sama schopna vyrobit. Hranice výrobních možností obou zemí tedy změní sklon a zvýší ekonomický blahobyt.

4.2.3 Heckscher-Ohlin model

Tato teorie objevená dvěma švédskými ekonomy Eli Heckscherem a Bertilem Ohlinem (držitel Nobelovy ceny za ekonomii, 1977) rozšiřuje Ricardiánský model o nový faktor, kterým je půda, resp. o hojnost či nedostatek přírodních zdrojů

jednotlivých zemí. V tomto modelu se klasicky uvažuje výroba dvou statků – oblečení náročné na práci a jídlo náročné na půdu. Díky existenci možné substituce práce a půdy se mění křivka hranice produkčních možností z přímky na konkávní funkci. To znamená, že každou další vyrobenou jednotku jídla bude možné zaměnit za čím dál větší oběť oblečení. „Ekonomika vyrábí na té části křivky produkčních možností, kde se setká s isokostou, která je dána součtem veškeré produkce oblečení a jídla, mající sklon vyjádřený relativní cenou jednoho z produktů. Ekonomika tedy produkuje v takovém množství, kde se obě křivky dotýkají a kde se relativní cena rovná nákladu obětované příležitosti daného produktu.“ (Sawyer, 2006)

Každá země tedy bude vyrábět ten produkt, ke kterému má lepší předpoklady z hlediska svých zdrojů. Jídlo bude vyrábět země s dostatkem půdy a oblečení naopak země s větší kapacitou výrobního faktoru práce, protože hojnost faktoru v dané zemi snižuje jeho relativní cenu (poměr mezd a rent) a vytváří tak komparativní výhodu.

Pokud tedy každá ze zemí vyrábí produkt, ke kterému má předpoklady, bude relativní cena oblečení vyšší v jedné zemi a nižší v druhé a naopak tomu bude i s jídlem. Obě země, aby pokryly poptávku po obou statcích, musí vyrábět i produkt, ke kterému nemají předpoklady a je tedy relativně drahý. Proto při otevření hranic obě země profitují, protože se díky globální poptávce změní relativní ceny obou statků na úrovni mezi cenami jednotlivých zemí. Obě země dostanou relativně vyšší cenu za svůj produkt s dostatkem faktoru a zároveň se relativní cena produktu druhé země sníží.

Model nezahrnuje žádná protekcionistická opatření a uvažuje stejné technologie obou zemí.

Uvedené teorie mezinárodního obchodu jsou základem pro další modely (např. standardní model), které na ně navazují a zohledňují nové determinanty jako je využití všech výrobních faktorů, vliv technického a technologického pokroku, tarifní i netarifní protekcionistická opatření, uplatnění výnosů z rozsahu apod.

V mezinárodním obchodě se díky globalizaci posunuly také dimenze obchodovaných statků a služeb. V dnešní době se už nejedná pouze o hmotné statky, ale také o finanční toky jako jsou zahraniční investice a nelze přehlédnout ani toky energetické. Jedná se především o mezinárodní obchod s ropou, zemním plynem, elektřinou a tuhými palivy, včetně paliv radioaktivních.

Právě díky zahraničnímu obchodu s energiemi je možné v České republice vytápět zemním plynem či elektřinou z jaderné elektrárny a jezdit na benzín. Česká republika sice má vlastní zdroje již zmíněných materiálů, ale nemá jich tolik, aby vystačili na spotřebu jejich obyvatel. Jedinou surovinou, která je z energetických surovin na našem území hojně zastoupena je hnědé uhlí a částečně i černé. Ostatní suroviny se musí dovážet.

4.3 Energie

Pojem energie má velmi široké pole působnosti a svůj nezastupitelný význam, protože bez energie nemůže existovat ani živá ani neživá příroda. Energie je tedy základní přírodní produkt, mohli bychom říci dokonce nejzákladnější přírodní „zboží“. Podle soudobých znalostí povstal náš hmotný svět z energie a energie je stále zapotřebí, aby mohly probíhat všechny myslitelné fyzikální procesy.

„Zatímco rostliny a živočichové pokrývají svou energetickou spotřebu přímo nebo nepřímo z energie Slunce, sahá člověk neustále k nastřádaným formám energie, nejen aby pokryl své základní potřeby, ale i aby zajistil své velkorysé plýtvání energií. I zde se jedná v podstatě vždy o sluneční energii, která dopadala na zemi po miliony let, a která as tam uložila ve formě fosilních paliv – ropy, uhlí, zemního plynu.

Industrializace, militarizace a populační exploze vedly k tomu, že tyto zdroje nebudou k dispozici dlouho. Kromě toho vyvstaly hrozné problémy s životním prostředím, které souvisejí právě s využíváním těchto zdrojů. Lidstvo se tedy vydalo do slepé uličky, ze které se může dostat jen v důsledku intenzivního a všesvětového společného úsilí.“ (Karamanolis, 1996)

Energie je základní přírodní veličinou. Kdyby neexistovala energie, nebyl by možný ani vznik vesmíru takového, jaký ho známe dnes. Energie nelze zničit a představuje tak kapitál naší planety, který nikdy nemůže zmizet. Tento kapitál lze přeměňovat z jedné formy do druhé, což je výsledkem fyzikálních procesů přírody nebo lidské snahy energii zkrotit a využít.

„Energie je v podstatě schopnost konat práci a vydávat energii ze své zásoby do svého okolí. Energie přitom může vystupovat v nejrůznějších formách, např. jako energie mechanická, tepelná, elektrická, elektromagnetická atd. Důležitým znakem je

zachování jejích množství. Nachází svůj výraz v zákonu o zachování energie. Ten říká, že ve všech nemyslitelných fyzikálních procesech se energie ani nespotřebovává ani nevytváří, nýbrž že se pouze mění z jedné formy na druhou. Je tedy nemožné energii uzavřeného systému zvýšit nebo snížit. Takovým systémem je vesmír jako celek. Všechny v něm probíhající procesy – a to platí jak pro neživou, tak i pro živou přírodu – se řídí tímto zákonem zachování energie. (Karamanolis, 1996)

Člověk si díky svému obrovskému evolučnímu skoku podmanil různé energetické zdroje, které využívá místo vlastní síly, které je v poměru k ostatním vysoce neefektivní. Pracovní výkon manuálně pracujícího člověka je v průměru 100W. Vztáhneme-li ho k výkonu cca 6000W, který spotřebovává v průměru každý Čech, dostaneme koeficient 60. Kdyby tedy výkon 6000W měl být vytvořen lidskou prací, muselo by na každého Čecha neustále pracovat 60 otroků. V případě obyvatele Bangladéše by se počet otroků snížil na pouhé dva, Bangladéš je zemí s nejnižší spotřebou energie na obyvatele, Katar má naopak nejvyšší spotřebu energie na obyvatele a počet potenciálních otroků by vzrostl na 259. V celosvětovém průměru bychom pak každý potřeboval 24 lidí, jež by na naši spotřebu pracovali.

4.3.1 Konvenční energetické zdroje a jejich ekonomický význam

Naši předkové využívali jako zdroj energie biomasu, hlavně dřevo, které představuje obnovitelný zdroj. Avšak již na počátku industrializace v 19. století nemohl tento zdroj již pokrýt rostoucí spotřebu energie, takže záhy došlo k přechodu na fosilní paliva, nejdříve především na uhlí, později pak na naftu (ropu) a zemní plyn. Přitom se dlouho nikdo nestaral o to, zda jsou tyto zdroje nevyčerpatelné a jaké důsledky může jejich využití mít pro životní prostředí. Teprve ropná krize roku 1973 a varování Římského klubu vzbudily zájem světa, aby se těmito otázkami začal vážně zabývat. I zde tedy byl nejprve nutný určitý šok. (Karamanolis, 1996)

Dnes už není pochyby, že neobnovitelné zdroje energie mají pouze omezenou kapacitu. Tato kapacita je sice pro různé druhy různá, ale má určité konkrétní hranice, jejichž dosažení je již v dohledu. K neobnovitelným zdrojům energie patří i jaderná energie, tedy energie hmoty, která může být získávána štěpením těžkých radioaktivních prvků jako je uran a thorium.

Ropa

Ropa je hnědá až nazelenalá hořlavá kapalina tvořená směsí uhlovodíků, především alkanů a pravděpodobně vznikla rozkladem zbytků pravěkých rostlin a živočichů. Nachází se ve svrchních vrstvách zemské kůry – nejčastěji v oblasti kontinentálních šelfů. Je základní surovinou petrochemického průmyslu a tedy zdrojem energie. Naleziště ropy jsou pod nepropustnými vrstvami, v hloubkách až 8 km pod zemským povrchem. Ropa při těžbě buď vyvěrá pod tlakem, nebo je čerpána a vyskytuje se společně se zemním plynem.

Název ropa pochází z polštiny, v překladu znamená „hnis“, jde o původní staré označení tamních solných pramenů.

Často je ropa předmětem sporů o tom, kdy bude, spolu se zemním plynem, všechna vyčerpána a jak potom bude vypadat svět s jeho vysokými energetickými požadavky.

„Zásoby ropy by dle nejnovějších výzkumů měly být dostatečné minimálně po dobu 21. století díky stále neobjeveným zdrojům či nerealizovaným záměrům ropu těžit a v důsledku možnosti náhrady energie alternativními zdroji.“ (Smil, 2008)

Ropa se na území ČR těží zejména v oblasti jižní Moravy, ale její využití je spíše v kosmetickém průmyslu díky malému obsahu síry a tedy vysoké kvalitě. Dovoz ropy do ČR zajišťuje společnost Unipetrol RPA, zabývající se nákupem ropy, kterou také zpracovává v rafinérii a zásobuje tak český trh produkty jako jsou motorová paliva, topné oleje, asfalty apod. Ropa se na území ČR dostává dvěma potrubními systémy – ropovodem IKL a Družba.

Zemní plyn

Zemní plyn je přírodní hořlavý plyn využívaný jako významné plynné fosilní palivo. Jeho hlavní složkou je metan (obvykle přes 90 %) a etan (1–6 %). Nachází se v podzemí buď samostatně, společně s ropou nebo černým uhlím. Používá se také jako zdroj vodíku při výrobě dusíkatých hnojiv.

Díky tomu, že obsahuje především metan, má v porovnání s ostatními fosilními palivy při spalování nejmenší podíl CO₂ na jednotku uvolněné energie. Je proto považován za ekologické palivo.

Samotný zemní plyn je bez zápachu, a proto se při jeho distribuci provádí tzv. odorizace, tj. přidávají se do něj zapáchající plyny (např. etyl-merkaptan) tak, aby čichem bylo možno pocítit zemní plyn ve vzduchu v koncentraci větší než 1 procento.

Odhadované světové zásoby zemního plynu jsou v podstatě totožné s domněnkami o množství ropy. To znamená, že jsou stále středem pozornosti a debat odborníků, jejichž výsledky jsou více než různorodé.

Zemní plyn se v současné době importuje do České republiky ze dvou zdrojů. Prvním a nejstarším zdrojem je plyn z Ruska, který česká společnost Transgas nakupuje od svého ruského partnera, kterým je tamní monopolní vývozce plynu firma Gazprom. Druhým zdrojem je, nově, plyn dovážený z Norska. Na nutnosti diverzifikace dovozu zemního plynu do ČR se ministři české vlády shodli v roce 1996, aby tak zvýšili energetickou bezpečnost země.

Diversifikace tras energetických surovin podpoří bezpečnost a pravidelnost dodávek a důsledkem bude vzrůstající strategický význam České republiky na evropské páteřní trase, která přivádí zemní plyn z Ruska na západ. Země Evropské unie totiž více než z poloviny podléhají importům paliv a energií. Tato závislost by se měla do roku 2050 ještě zvýšit, a to až na 80 procent.

Zvyšující se poptávka po plynu na území EU vede k budování nových plynovodů. V současné době jsou navrženy dvě nejpravděpodobnější varianty a to projekt North Stream podporující vývoz ruského plynu a projekt Nabucco, který by zásoboval Evropskou unii plynem z blízkého východu.

Uhlí

Uhlí je hnědá, černá nebo hnědo-černá hořlavá hornina. Získává se dolováním z povrchových nebo hlubinných dolů a používá se jako palivo. Uhlí je složeno především z uhlíku, vodíku a kyslíku, obsahuje však také další chemické prvky především síru a příměsi radioaktivní (uran a thorium). Od doby průmyslové revoluce je uhlí především důležitou energetickou surovinou. Velká část světové výroby elektřiny (40%) využívá spalování uhlí, které probíhá v klasických uhelných respektive v tepelných elektrárnách. Uhlí se kromě výroby elektrické energie používá také k vytápění a ohřevu vody (výroba technologického tepla), uhlí je také velmi cennou primární surovinou pro mnoho odvětví chemického průmyslu. Podle kvality se rozděluje od nejhoršího k nejlepšímu

jako: Lignit, hnědé uhlí, hnědo-černé uhlí, černé uhlí a antracit. Speciálními druhy uhlí jsou pak jeho deriváty a upravená paliva jako je koks. Koks je pevný uhlíkatý zbytek odvozený z nízkopopelového, nízkosírného černého uhlí z kterého jsou odstraněny prchavé složky v peci s omezeným přístupem kyslíku v teplotách kolem 1000 °C. Při tom vzniká také kamenouhelný dehet, čpavek, lehké oleje a svítiplyn. Koks se používá jako palivo a jako redukční činidlo mj. ve vysoké peci. Koks z uhlí je šedý, tvrdý a pórovitý a má vyšší výhřevnost než uhlí.

„Uhlí je nejčastěji používaný tuhý materiál pro výrobu tepla a elektřiny. Světová spotřeba uhlí v roce 2007 byla 7 192 milionů tun, z toho 75% je využíváno pro výrobu elektřiny. Čína jako největší spotřebitel spotřebovala 2 893 milionů tun (asi 40% světové spotřeby).“ (World Coal Consumption 2007) Při výrobě elektřiny se spaluje uhlí v kotli, kde se ohřívá voda na vodní páru, která roztáčí parní turbíny a elektrické generátory respektive alternátory. „Při stejné spotřebě by zásoby z roku 2009 vystačily na 119 let.“ (Statistical Energy Review 2008, 2009)

Vysoké ceny ropy a zemního plynu zvyšují zájem o „BTU konverzi“ – technologie jako zplyňování, zkapalňování a tuhnutí. V minulosti bylo uhlí používáno na výrobu svítiplynu, který byl dopravován ke spotřebitelům potrubím a byl využíván na svícení, vaření i topení. Dnes je svítiplyn nahrazen bezpečnějším zemním plynem.

4.3.2 Využití jaderné energie

Už od počátků objevení nesmírné síly nestabilních izotopů uranu byla do jaderné energie vkládána naděje lidstva na lepší zítřky a zvyšující se životní úroveň. Cesta jaderného štěpení však nebyla lehká a po několika haváriích jaderných elektráren se zdálo, že zůstane na věky pohřbena. S vývojem technologií se ale neustále zvyšovala také bezpečnost a žádná z nových typů elektráren zatím nemusela čelit jaderným hrozbám. Důvěra veřejnosti byla tedy obnovena, ale otázkou stále zůstává, zda se vyplatí stavět jaderné elektrárny v případě, že existují jiné, levnější varianty. Ekonomika se tedy zatím staví mírně proti atomové energii, ale enormní výkon a šetrnost k životnímu prostředí říká své jasné ano.

Nukleární energie je založena na spoutání velkého množství energie, která je vytvořena v případě, že se podaří rozdělit jádra některých atomů, zejména uranu-235 nebo plutonia-239. Kompletní rozklad kilogramu uranu-235 by měl vyprodukovat

stejné množství energie jako spalování 3000 tun uhlí. V praxi je však štěpení nedokonalé a existují i další ztráty, nicméně nukleární paliva jsou mnohem výrazněji koncentrované zdroje energie než paliva fosilní.

Teplo generované štěpením atomu v jaderné elektrárně je využito k výrobě vysokotlaké páry, která pohání parní turbíny spojené s elektrickými generátory, jako je tomu u ostatních elektrárenských zařízení. Vývoj „mírumilovné“ generace jaderné energie byl zpočátku chápán jako předzvěst nové éry nekonečné a čisté energie, o které se začalo mluvit jako o tak levné, že se ji nevyplatí ani měřit. Ve skutečnosti se však ukázalo, že je jaderná energie dražší než ta z fosilních paliv. „Od doby kdy Velká Británie otevřela v Calder Hall první jadernou elektrárnu zapojenou do sítě v roce 1956, se využívání atomové energie rozšířilo do celého světa a v současné době pokrývá cca 7% světového objemu primární energie a zhruba 15% výroby elektřiny. V některých zemích je to dokonce hlavní zdroj zásobování elektřinou. Mezi takové patří i Francie, která jaderným štěpením získává tři čtvrtiny spotřeby elektrické energie.“ (Boyle, Everett, Ramage, 2004)

Hlavní výhodou jaderné energie je skutečnost, že provoz elektráren neprodukuje žádné emise oxidů uhlíku či dusíku a síry, což jsou nejběžnější zdroje znečištění ovzduší. Fosilních paliv je však užíváno pro těžbu uranu, jeho částečné zpracování a konstrukci jaderných elektráren, takže jisté, avšak velmi malé, emise výše zmíněných plynů může jaderná energie vyprodukovat.

Otázkou také zůstávají predikce zásob uranu do budoucna, které se často diskutují společně se zásobami ropy a zemního plynu. Zásoby uranu byly identifikovány v mnoha zemích a měly by stačit pro několik desetiletí, pokud se budou používat ve stejném rozsahu jako dnes a je velmi pravděpodobné, že budou objevena další naleziště, která by mohla být dostatečnou zásobárnou energie v řádech staletí. Navíc se stále zlepšují technologie (jako reaktor FBR), které umožňují efektivnější využití jaderného materiálu a tedy až téměř nekonečné čerpání energie z jádra.

Otázka bezpečnosti jaderných reaktorů je dalším velkým tématem. Ačkoli většina elektráren ve většině zemí funguje bez bezpečnostních problémů, vyskytlo se malé množství havárií, které způsobily ve společnosti značný neklid, a vzbudili nedůvěru k tomuto druhu energie. Jednalo se o nehody ve Windscale, Velká Británie v roce 1957, Three Miles Island, USA v roce 1979 nebo Černobyľu, Ukrajina v roce

1986 a je třeba zmínit i nehodu v jaderné elektrárně Fukušima v Japonsku z roku 2011, která opět rozpoutala diskuse týkající se bezpečnosti. Dnešní experti se však shodují, že současné technologie jsou naprosto bezpečné a považují obavy veřejnosti za zbytečné. Méně radostnou zprávou pro rozvoj jaderné energie je neustálá produkce nebezpečného vedlejšího produktu, kterým je „vyhořelé“ jaderné palivo. Toho jsou sice velmi malá množství, ale o to je rizikovější a koncentrovanější. „Dalším vedlejším produktem je pak nahodilá emise radioaktivních částic do atmosféry či oceánů při každodenním fungování jaderných elektráren nebo závodů pro zpracování jaderného paliva. Tento únik je však srovnatelný s radioaktivitou produkovanou uhelnými elektrárnami, které bývají často obklopeny radioaktivním spadem díky obsahu stopových prvků radioaktivních materiálů v uhlí. Stále ale existuje problém jak a kde skladovat jaderný odpad, který většinou zůstává nebezpečným po tisíce let.“ (Boyle, Everett, Ramage, 2004)

S narůstajícím množstvím radioaktivních paliv také roste riziko, že budou zneužity a dostanou se do rukou teroristických skupin, které je použijí pro výrobu jaderných zbraní pod záštitou některé z „rizikových“ zemí. Samy jaderné elektrárny pak mohou sloužit jako cíl útoku. Obě možnosti by způsobily rozptýlení enormního množství radioaktivních látek do ovzduší a s tím spojené problémy z ozáření lidí, fauny či flory.

4.3.3 Alternativní zdroje energie a jejich specifika

Výroba energie má historické kořeny tisíce let v minulosti, kdy se člověk naučil rozdělávat oheň, ale ještě před tím už bylo pravěkým lidem zřejmé, že energii není třeba vyrobit, stačí ji uchovat. Tak jako kožešina zahřívá lidské tělo, izolace domu nedopustí, aby pracně vytvořené teplo unikalo ven. Není tedy největší prioritou lidstva, aby vyrobilo veškerou energii z obnovitelných zdrojů, ale aby s ní bylo schopno zacházet, šetřit s ní a uchovávat ji. S vývojem lidstva se od kožešin posunujeme směrem vpřed od kožešin a ohňů (které byly mimochodem z obnovitelných zdrojů, tedy dřeva) ke spalování fosilních paliv, které obrovskou měrou změnilo náš svět tím, že umožnilo technickou revoluci, ale také tím, že nenávratně změnilo charakter krajiny a znečistilo planetu. Věda však stále kráčí vpřed a začala mít výrazné slovo v záchraně Země. Vznikly tak alternativní, obnovitelné zdroje energie, které využívají jiných, než fosilních a tedy vyčerpateľných paliv.

Konvenčními zdroji energie budeme tedy rozumět spalování především uhlí, ropy, zemního plynu a jejich derivátů a dále využití uranu tak, jak je to uvedeno v předchozí kapitole. Obnovitelné, alternativní zdroje energie jsou tedy ty, které nevyužívají vyčerpateľných paliv a lze je tedy využívat relativně neomezeně v závislosti na přírodních podmínkách. Definice v Zákoně o podpoře výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů¹⁹ je definuje takto: “Obnovitelnými zdroji se rozumí obnovitelné nefosilní přírodní zdroje energie, jimiž jsou větrná energie, sluneční energie, geotermální energie, energie vody, energie půdy a energie biomasy”

Každý z obnovitelných zdrojů jako forma investice má svá specifika týkající se jak výše samotného podnikatelského záměru, tak i nároků na prostředí nebo podpor jednotlivých států Unie (nebude se stavět fotovoltaická elektrárna v Dánsku, kde jsou nízké podpory a nedostatek slunečního svitu, stejně tak jako se nebude investovat do zdroje na biomasu tam, kde nejsou vhodné lesy pro výrobu štěpky a kde vane silný vítr vhodný pro větrnou elektrárnu).

Alternativní zdroje energie lze dle Boyla (2004) rozdělit do několika skupin.

- 1) Solární energie
 - a. tepelná z kolektorů
 - b. fotovoltaická
- 2) Energie větru
- 3) Energie z biomasy
 - a. z energetických plodin a dřeva
 - b. z odpadů
 - c. ze skládkových plynů
 - d. z pevné biomasy – např. dřevěné uhlí
- 4) Vodní energie
- 5) Příbojová energie
- 6) Energie vln
- 7) Geotermální energie

¹⁹ Zákon č.180/2005 Sb. O podpoře výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů energie a změně některých zákonů ze dne 31.března 2005 §2,odst.1

Energie ze slunce

Slunce je pro planetu Zemi životodárným zdrojem energie, neboť nás zásobuje teplem, světlem a potažmo řídí i všechny ostatní procesy jako je tvorba kyslíku ve formě fotosyntézy apod. V současné době je však zajímavější otázkou, jak využít energii slunce k přeměně na elektrickou energii či zásobárnu tepla. Existuje několik cest, jak sluneční energii využít a velmi přehledně je ukazuje tabulka č. 2.

Tabulka č. 2 Využití sluneční energie

Solární zařízení	Aktivní	Přeměna solárního záření na teplo pomocí kolektorů	Kapalinové
			Vzduchové
	Pasivní	Přeměna solárního záření na elektrickou energii	Fotovoltaika
			Solárně termická
		Přeměna solárního záření na teplo vhodnými architektonickými prvky budov	

Zdroj: Česká energetická agentura, 2006

Pasivní prvky získávání energie slunce jsou relativně nejjednodušší formou, protože jsou při stavbě budov začleňovány přímo do projektu tak, aby poskytovaly co nejefektivnější využití slunce. Jedná se například o solární okna, zimní zahrady nebo Trombeho stěnu²⁰.

Aktivní prvky využívající sluneční energie jsou většinou velmi složité průmyslové výrobky. Boyle (2004) je rozděluje a popisuje následujícím způsobem.

Solární kolektory

Nezasklené – jsou nejvhodnější pro ohřev bazénů, kde je potřeba zvýšit teplotu vody pouze o několik stupňů nad teplotu vzduchu a tepelné ztráty jsou relativně nedůležité. Jedná se o černou absorpční vrstvu protkanou průtokovými kanálky pro vodu. Ohřev o 0-10°C.

Plochý vodní kolektor – základ pro domácí ohřev vody na podobném principu jako jejich jednodušší varianta (viz výše), pouze se zasklením a izolační vrstvou a vysokou

²⁰ Trombeho stěna je masivní stěna, separovaná od vnějšku sklem a vzdušnou kapsou, která absorbuje solární energii ze slunce a v noci ji vypouští do interiéru. Dnes je využíváno speciální izolační sklo a ventilátory spolu se stínidlem pro letní slunce.

schopností absorbovat teplo díky speciální černé barvě odrážející minimum tepla zpět. Ohřev o 0-50°C.

Plochy vzdušný kolektor – nejsou tak běžné jako vodní a obvykle se využívají pouze jako vytápění bytů a domů, ne pro ohřev vody. Princip zůstává stejný, jen místo vody cirkuluje skrze kolektor vzduch. Ohřev o 0-50°C.

Absorpční trubice – systém se skládá z modulárních trubic podobných fluorescentním lampám. Absorpční plát je kovový proužek vprostřed každé trubice, který je ve vakuu a zabraňuje únikům energie, a vyústí se do speciální koncovky ponořené do cirkulačního potrubí s ohřívanou vodou. Ohřev o 10-150°C.

Kolektor s lineárním ohniskem – zaostřuje sluneční záření na trubici s průtokovou vodou díky odrazovým plochám kolem trubice. Obvykle se používá pro výrobu páry pro pohánění parních turbín. Ohřev o 50-150°C.

Kolektor s bodovým ohniskem – pracuje na podobném principu jako lineární, jen jsou jeho odrazové plochy soustředěny do jednoho bodu. Využití má taktéž pro pohon parních turbín nebo Stirling motorů. Ohřev o 100°C a více.

Fotovoltaické panely

Fotovoltaické (monokrystalické) destičky se skládají ze dvou vrstev odlišných polovodičů (kladných a záporných), které jsou většinou vyrobeny z křemíku a mezi těmito vrstvami dochází k aktivaci volných elektronů vytvářejících požadovanou energii.

Polykrystalické – efektivnější a úspornější metoda oproti monokrystalickým článkům. Polykrystalický křemík se skládá z malých monokrystalických zrněk a je speciálně uspořádán v prostoru pro maximální efekt.

Tenký film – tato metoda využívá velmi úzké vrstvy tzv. amorfního silicia, ve kterém jsou atomy mnohem méně uspořádané, ne každý je pevně sepnut se svým sousedem a vzniká tak prostor pro absorpci dalších elektronů. Existují i další způsoby a technologie pro využití slunce a jeho přeměnu, ale zatím nejsou široce užívány jako alternativní zdroje.

Biomasa

Nejstarší a původní využití biomasy je jako zdroj potravy pro lidi a zvířata a je tedy nejužší spjata se zemědělstvím. Nejedná se tedy o formu, která by byla přímo použitelná jako zdroj zpracovatelné energie, ale zemědělství se může přímo podílet na jejím využití jako energetického zdroje např. při pěstování energetických plodin. Sofistikovanějším využitím energie biomasy je pak použití jako zdroj tepla pro vytápění či ohřev vody, pohon dopravních prostředků, výroba elektřiny, ve stavebnictví apod.

„Významnou část energie, kterou spotřebováváme, používáme k výrobě tepla na vytápění a ohřev vody v domech nebo pro různé průmyslové účely. Teplo se z biomasy vyrábí téměř výlučně tím nejjednodušším způsobem, spalováním.

Spotřeba energie na dopravu se v ČR podílí na celkové spotřebě energie zhruba pětinou. V průměrné domácnosti je spotřeba energie na dopravu zpravidla na druhém místě, hned za spotřebou energie na vytápění. Možností, jak lze biomasu využít pro potřeby dopravy, je celá řada, praktický význam mají jen některé. Základním omezovacím faktorem je to, že moderní spalovací motor dokáže využít jen kapalné nebo plynné palivo.“ (Murtinger, 2006) Dalším způsobem využití biomasy je výroba bioplynu, který lze čerpat např. ze skládek odpadu, a který lze přímo využívat ke spalování a výrobě elektřiny.

Zdroje bioenergie jsou obecně vzato dva a tedy energetické plodiny a odpad. Mezi energetické plodiny se řadí dřevo, které je vhodné jak pro přímé spalování, tak jako přídavek do uhelných elektráren, ale také pro výrobu dřevěného uhlí. Dřevo se těží ze stávajících lesů, které by v ideálním případě měly být nahrazeny novou výsadbou nebo existují rychle rostoucí dřeviny pěstované přímo pro účel spalování, jako je například vrba.

Druhou skupinou energetických plodin jsou zemědělské výtěžky, které slouží pro výrobu především kapalných paliv. Světově nejrozšířenější jsou cukrová třtina a kukuřice. Dalším typem zemědělské výroby jsou pak rostliny produkující olejnatá semena jako slunečnice, sója a hlavně řepka olejka, které slouží k výrobě bionafty.

Odpad a jeho využití jako zdroje energie je velmi důležitou součástí snahy o udržitelný rozvoj světa. Jeho využití je možné několika způsoby (Boyle, 2004):

Využití odpadního dřeva (dřevěné štěpky), které je vedlejším efektem dřevozpracovatelského průmyslu. Štěpka obvykle zůstává na místě kácení lesa, ale jejím dalším využitím se nejen získá velké množství energie, ale také se zabrání jejímu hnití na místě kácení.

Odpady zemědělské výroby lze také využít pro zpracování na energii. V průměru, cca polovina odpadů nejpěstovanějších plodin mírného pásma (obilí, kukuřice...) zůstává nevyužita a bývá pálena přímo na polích. Tuto část, která se nehodí na výkrm dobytka nebo podestýlku lze tedy využít ke spalování či kompostování, a tedy ke získání obnovitelné energie. V případě plodin tropického pásma se jedná o cukrovou třtinu a rýži – obojí se opět dají spalovat přímo nebo je lze využít pro zplyňování.

Živočišné odpady (chlévká mrva, močůvka apod.) jsou velmi rozšířeným zdrojem metanu, který se vypařuje do atmosféry, ale při správném zacházení se z nich může vyrábět bioplyn a tuhé zbytky se hodí jako hnojiva. Obdobně lze využít i splaškových kalů z kanalizace.

Komunální odpad může být problémem zejména ve větších městech či na ostrovech, kde není možnost jeho zpracování. Obvykle se zpracovává třemi základními způsoby – skládkováním, spalováním, recyklací a kompostováním. Skládkování je asi nejhorším možným způsobem zacházení s odpady, ale i z této varianty lze vyzískat určitý podíl energie díky spalování tzv. skládkového plynu, metanu. Spalování může být šetrnější formou v případě, že je dokonalé, tedy probíhá ve velmi vysokých teplotách a spalovny mají kvalitní mechanismus filtrace škodlivin. Recyklace slouží k novému využití starých materiálů (papír, plasty, sklo apod.) a kompostování se opět využívá ke získávání metanu.

Větrná energie

„Větrná energie se dá na užitečnou, elektrickou energii, transformovat snadno. Jde o stejný princip jako u vodních elektráren. Pohybující se médium (zde vzduch) roztáčí turbínu, která je připojena na elektrický generátor. Je možné stavět malé samostatné stroje s výkonem 0,1 – 5 kW, které jsou přímo připojeny do místa spotřeby. Současným trendem je výstavba velkých strojů. Ve vnitrozemí se staví větrné elektrárny s výkonem 300-2000 kW, na pobřeží je možné realizovat stroje s výkonem až 5 MW. Zisk energie je závislý především na rychlosti větru, která je bohužel v našich

podmínkách značně proměnlivá. ČR má typické kontinentální klima, které se projevuje značným kolísáním povětrnostních podmínek.“ (Petrisko, 2006)

Značná variabilita větrných elektráren umožňuje investorovi jedinečnou volbu výše investice a relativně stabilní příjem v závislosti na poloze elektrárny. Zde je také nejlépe vidět, jak Evropské společenství podporuje racionální výběr podnikatele, který již nemusí volit pouze v rámci České republiky, ale může si vybrat jakékoliv místo v rámci Unie pro realizaci svého projektu a obejít tak nepříznivé větrné podmínky v ČR. Realizační studie tedy bude zahrnovat nejen nejvhodnější místo ale také jeho kombinaci např. s výkupními cenami pozemků či dotacemi obnovitelných zdrojů pro vybranou zemi.

Energie vody

„Pro přeměnu energie vody na elektrickou energii se využívá potenciální spád. Voda padá na oběžné kolo turbíny připojené k elektrickému generátoru. Pro velké výkony se staví přehradní nádrže, pro malé výkony (malé vodní elektrárny, MVE) se využívá malých vodních ploch (rybníky) nebo přímo toků (náhony).“ (Petrisko, 2006)

Výhodou stavby vodních elektráren je jejich dlouhá životnost a „čistota“ výroby. Nevýhodou však může být vzdálenost k místu odběru, pokud není výkon převáděn přímo do sítě. V České republice je prostor pro stavbu velkých elektráren již vyčerpán, ale stále existuje nevyužitý potenciál pro malé a střední podniky, které mohou zvolit investici právě do MVE.

Ostatní energetické zdroje

Dalšími zdroji alternativní výroby energie jsou příbojová energie, energie vln, geotermální energie či tepelná čerpadla. Energie vyráběné z příboje, vln či geotermální energie vyžadují obrovské náklady a jejich výzkum je prozatím mladý a neumožňuje takový stupeň standardizace jako běžnější alternativní zdroje.

Principem tepelných čerpadel, která se využívají i v domácnostech, je sbírání rozptýleného, nízkopotenciálového tepla, které je pomocí stroje převedeno na teplo s vyšší teplotní hladinou. Výstup pak tvoří rozdíl původně dodané energie a energie odebrané z prostředí, např. vzduchu, vody, půdy. Podobný princip využívají například chladničky.

Příbojové elektrárny pracují díky gravitační interakci mezi Zemí a Měsícem. Tato gravitační síla, kombinovaná s rotací země, produkuje každý den dvakrát příliv a odliv na jakémkoli místě planety. Přílivová hráz, postavená napříč deltou řeky nebo v zálivu obsahuje soustavu turbín, které využívají pohybu přílivové vody a generují elektrickou energii.

Energie vln je získávána díky větru, který je tvoří. Zachycení jejich síly je pak prováděno mnoha způsoby: na volném moři díky bójkám s generátory, pomocí generátorů na dně moří, na pobřeží, kde se vlny přelíjí do výše položených nádrží a samospádem pak přes turbínu produkují energii nebo vytvářejí podtlak a přetlak ve speciální komoře, kde se generuje elektřina díky Wellsově turbíně²¹.

Termální energie je obvykle uvolněna díky prasklině v litosférické desce, jež způsobí únik tepla z nitra Země. V praxi pak vypadá termální elektrárna jako čerpadlo horké termální vody, která je následně využita buď přímo k distribuci, nebo pomocí tepelného výměníku přímo k výrobě elektřiny.

4.4 Úloha subjektů (institucí, firem, zákazníků) na udržitelném trhu

Jeden z nejnepřednějších a pravděpodobně nejsilnějších pohybů v institucionálním myšlení je rostoucí souvztažnost mezi ekologií a ekonomikou. Tyto instituce, které rozumí tomuto vztahu, nejen snižují operační náklady, ale také zvyšují produktivitu a hlavně zisky.

Nová ekologická ekonomie se zaměřuje na často ignorovaná témata podnikových činností. Nikdy nebylo tajemstvím, že firma může vylepšit své rozpočty omezením využití přírodních surovin a používané energie, ale dnes vidí stejné závěry ve světle ekologie. Green marketing je tedy vedlejším produktem této nové vize a vyvstal z celosvětového povědomí, že zodpovědnost za environmentální management je částí celkového schématu vedení podniku a marketingu.

J. Wasik (1996) je zastáncem nové ekologické ekonomie obsahující zelené principy, které vstupují do hlavního proudu organizací. Tyto principy jsou integrovány do toho, jak podniky pracují, prodávají a spolupracují a jsou převedeny do operačních

²¹ Wellsova turbína je poháněna stlačeným vzduchem a její výhodou je nezávislost na směru proudění vzduchu v tunelu.

nákladů a přidané hodnoty produktů. Tento zelený přístup nejen zvyšuje prodejnost, ale také zlepšuje celkový image organizace.

Některé progresivní podniky se adaptovaly na evropský styl „eko-auditů“, aby byly schopny identifikovat místa nejen taková, která ekologicky zničí, ale také redukuje negativní externalitu a šetří peníze. Výsledky auditů jsou potom zveřejňovány ve výročních zprávách a speciálních ekologických zprávách jako součást zvyšování ekologického image podniku a jeho snah o zlepšení životního prostředí.

Wasik (1996) také podněcuje myšlenku, že existuje rostoucí závislost mezi kapitalismem a zeleným marketingem. Zelené podniky znečišťují a ničí přírodu méně, protože užívají menší množství přírodních surovin. Méně emisí a méně odpadu pro ně tedy znamená více zisků a také snížené operativní náklady.

Před tím, než podniky zjistí, jestli jsou environmentální zlepšení vhodné jako investice, musí provést audit všech vlivů plánované změny. Potřebují tedy systém, který by snoubil standardy, základy průmyslové výroby a ty nejlepší používané praktiky v jednotlivých oborech. Green management tedy musí dosáhnout takového zlepšení, aby byla firma schopna se zlepšit z hlediska kvality vyráběného statku nebo služby a aby byla zaručena návratnost.

Setkáváme se také s environmentálními standardy vyvíjenými téměř jen pro světovou podnikatelskou komunitu. Tyto standardy mohou být implementovány jak na výdělečné, tak na neziskové organizace a podniky a zvyšují obchodní aktivity i výkonnost směrem ke zlepšení životního prostředí.

Ti, kdo vedou jedny z nejnovativnějších podniků si toto uvědomili a přistoupili na „total quality environment management“ (TQEM) program, který soustavně redukuje náklady a zároveň znečištění. Tento nový režim managementu může být rozšířen do všech fází podnikových cílů, zejména do operační fáze, produkce a marketingu. Zcela nový standard, který navazuje na etiku TQEM, vydala skupina ISO.

ISO, firemně orientovaná instituce, vytvořila svoji sérii „14000“ environmentálních standardů, aby mohla diktovat jednotné metody ekologických auditů, reportingu a značení produktů. S touto normou mají všechny firmy stejná měřítko pro její dosažení a lze tedy celosvětově srovnávat vliv jednotlivých organizací na jejich okolí.

4.4.1 Udržitelný rozvoj, green marketing

Green audit, účetnictví, marketing a management už nejsou jen planá slova několika ekologicky smýšlících organizací nebo aktivistů. Je to výsledek celosvětové spolupráce a ISO 14000 díky svým green standardům ovlivnilo více subjektů než jakákoli jiná soukromá či kolektivní ekologická akce. Podniky budou tedy muset zavádět tuto normu, pokud budou, i v budoucnu, chtít zachovat nebo zvýšit svou konkurenční výhodu na mezinárodní scéně.

Green nebo holistic (termín používaný v přístupu systémového myšlení sloužící k vyjádření řízení přírodních zdrojů, které spoluvytváří biodiverzitu, zvyšuje produkci, generuje finanční sílu a vylepšuje kvalitu života těch, kdo jej používají) management přichází s otázkou, jestli chod firmy je dlouhodobě udržitelný. To znamená, zda se podnik přizpůsobuje a působí v harmonii s tím, co může naše planeta poskytnout, protože její kapacity nejsou bezedné. Tato nová paradigmatata vyžadují od manažerů jiný úhel pohledu na organizaci. Je potřeba ji vidět zeleně a skrze kladné vztahy podniku a jeho okolí. V této perspektivě je, podle Wasika (1996), harmonie důležitější než výkony.

Efektivnost přírody je mnohem pozoruhodnější než nešetrné procesy výrobních linek a člověk by měl jít raději ve stopách přírody než ji ničit. Dnes je tedy úkolem vědců a výzkumu, aby zjistili co nejvíce o přírodě a jejích vlastnostech, abychom mohli použít podobné procesy při výrobě statků a služeb a neohrožovat tak sebe ani své okolí.

Holistický management podporuje myšlenku, že člověk je součástí přírody a měl by se podle toho chovat.

Starý přístup zacílený jen na výrobu a její efektivnost zastává, že člověk by měl zajistit především:

- pokračování prudkého růstu výroby,
- podrobit si přírodu a využívat její zdroje, přizpůsobení okolí produkčním potřebám,
- užívání marketingu tak aby splnil potřeby podniku,

Nový, zelený či holistický přístup naopak podporuje následující směry ve vedení organizace:

- udržitelná, zelená ekonomie,
- biofilie (blízký vztah k přírodě),
- eko-audit,

- důraz na materialismus,
- minimalizaci nákladů.
- důraz na personalistiku,
- zahrnutí externích nákladů.

S. Banerjee (1999) zastává názor opírající se o korporátní environmentalismus, který je možné rozpoznat v jakékoliv organizaci díky legitimitě a důležitosti životního prostředí ve strategii firmy, procesu strategického plánování obsahujícího environmentální vlivy, komunikaci mezi organizacemi zahrnující ekologické cíle a schopnost reagovat na okolní podněty.

Marketing je klíčovým místem v rozhodování o směru vývoje firmy a tedy i o možnostech aplikace zeleného marketingu. Banerjee (1999) tedy doporučuje zařadit „zelené úvahy“ na vrchol marketingové hierarchie, aby se jeho vliv mohl šířit až na operativní úroveň. Jako jednu z metod též uvádí zavedení TQEM nebo normy ISO 14000, čímž se shoduje s Wasikem.

Jako hlavní determinanty korporátního environmentalismu, a tedy i vlivy na rozhodnutí o přijetí ekologické strategie, uvádí Banerjee legislativu a veřejný zájem ve skupině vnějších vlivů a především závazky top-managementu, jako vliv vnitřní.

4.4.2 Zákazník, determinant green marketingu

J. Grant (1999) ve své práci tvrdí, že jednou z rolí marketingu by mělo být zahrnuto nenápadné podněcování zákazníků, aby se také začali chovat „zeleně“. Tohoto je možné docílit několika cestami: vzděláním, zeleným životem místo zeleně se tvářícího životního stylu, rozšířením zelené politiky i mezi střední vrstvy a nemajetné a přizpůsobit marketingové kroky různým druhům kultur. Je tedy třeba rozlišovat jednotlivé zákaznické segmenty a pro každý implikovat tu správnou strategii.

Na tento názor naráží i myšlenka K. Peattieho (1999), který se ptá, zda je možné aplikovat green marketing za každých okolností. Některé z firem (Volvo, Mc Donald's) stáhly své ekologické programy na základě nové analýzy zákaznických potřeb, kde zákazníci jasně vyjádřili spokojenost s méně ekologickými, ale užitečnějšími produkty. Z tohoto pohledu je zákazník tím, kdo ovlivňuje druh výroby a mnohdy jsou jeho potřeby a racionalita, ve smyslu maximalizace užitku, preferovány před bezpečím a ekologií. Peattie po zvážení tohoto pohledu doporučuje ekologicky smýšlejícím

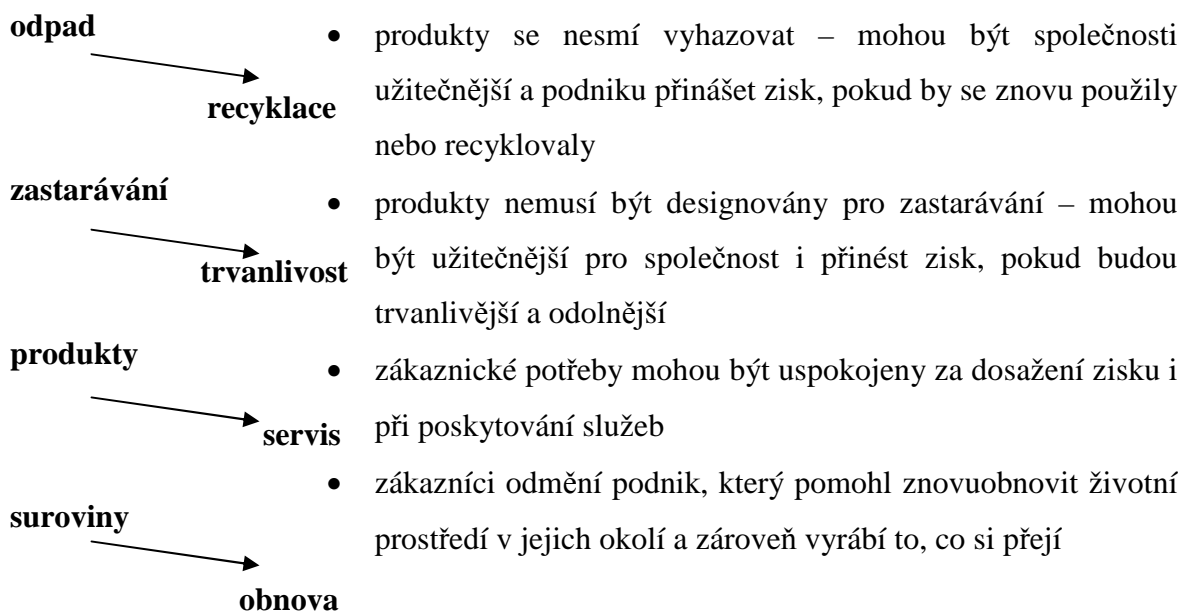
podnikům, aby se pokusily své zákazníky vychovávat a pro začátek raději žádaly zelené výrobky od svých dodavatelů.

Peattie (1999) také považuje za zákazníky jen ty, kdo projeví skutečný zájem o koupi produktu, aby nedocházelo k omylům při průzkumu veřejného mínění. Pro člověka je například těžké se rozhodnout, zda bude preferovat bezpečné, a tedy velké a neekologické, auto nebo ekologické, ale o to nebezpečnější. Také považuje za neetické, ptát se potenciačních zákazníků obligátní otázku: „O kolik navíc jste ochoten zaplatit za zelený produkt?“, protože je zavádějící a navrhuje jí nahradit stejně zavádějící otázkou: „Chcete pokračovat v nákupu levných produktů, protože poškozují životní prostředí?“

4.4.3 Od hodnotového řetězce k hodnotovému kruhu

J. Ottman (1999) ve svém díle dokazuje, že produktová strategie udržitelného rozvoje může poskytnout podniku konkurenční výhodu a výsledkem budou lepší a udržitelné produkty s větším uspokojením zákazníka nad konvenčním produktem.

Vývoj udržitelných produktů dle Ottman (1999) vyžaduje následující postup:



Peattie zastává podobný názor, týkající se poskytování služeb, jako Ottman, ale čistě servisnímu přístupu vytýká, že se z pohledu zákazníka nemůže ujmout z důvodu nedostatečného uspokojení potřeb. K úplnému uspokojení může dojít pouze při koupi

nového produktu, kdežto u servisu a půjčování nemá zákazník k produktu majetkový vztah, což míru uspokojení snižuje.

Zastáncem čistě servisní environmentální vize je bezesporu F. Belz. Jeho předpoklad zeleného marketingu je založen na produkci trvanlivých výrobků, které by byly poskytovány formou leasingu, půjčování a najímání svým uživatelům. Belz (1999) rozlišuje různé druhy servisu, které se váží na jednotlivé druhy prováděných akcí. Pokládá do poměru vospělost institucionálního uspořádání a výši interakce podniku. Čím jsou obě veličiny efektivnější, tím více se marketingová strategie bude přiklánět k potřebově-orientované službě. V Belzově hierarchii jsou nejnižše postaveny služby spojené s produktem a „střední proud“ je vyjádřen jako služby orientované na využití produktů.

Výsledkem tohoto modelu by měl být stejný výkon podniku či uspokojení potřeb zákazníků za použití nepoměrně menšího množství surovin. Tento proces by měl být rozdělen do dvou fází. První je rozšíření působnosti (užití) produktu a druhou potom intenzifikace využití produktu. Celý proces je nejlépe vystižen frází: „Od hodnotového řetězce k hodnotovému kruhu.“

4.4.4 Green marketing jako nástroj firemního udržitelného rozvoje

Green marketing neboli ekologický marketing je zaměřen na uspokojování dlouhodobých potřeb trhu a potřeb zachování ekologických zájmů prostředí. Jeho úkolem je tedy vyhovět potřebám zákazníků, kteří berou ohled na životní prostředí. Klasický tlak na ochranu životního prostředí vytváří stát prostřednictvím své legislativy. Další zdroj ekologických požadavků je veřejnost a trh. Nejúčinnější je spotřebitelský tlak, který ovlivňuje marketingové rozhodování manažerů daných firem.

V green marketingu nelze uplatňovat stejné postupy jako v tradičním marketingu. Tradiční marketing klade důraz na rozvoj produktů tak, aby se co nejlépe shodovali s potřebami zákazníků a současně, aby jejich cena byla příznivá. Green marketing je více komplexní a snaží se o rozvoj takových produktů, které mají minimální dopad na životní prostředí a současně odpovídají potřebám spotřebitele vzhledem k vysoké kvalitě, pohodlí a dostupné ceně. Dále se snaží pochopit celou řadu environmentálních, ekonomických, politických a sociálních témat, které ovlivňují zákazníka a produkty nyní a v budoucnu. Zavádění green marketingu v praxi není

snadné, neboť veškerá opatření k ekologické šetrnosti jsou velmi nákladná, což se odráží v ceně produktů.

Příležitosti pro podnik uplatňující green marketing lze teoreticky vysledovat v následujících oblastech (Škapa, 2002):

- tržní potenciál (filtrační a čistící technika),
- potenciál snížení nákladů (využívání recyklovaných materiálů),
- potenciál růstu užítka pro zákazníka (elektrospotřebiče s nižší spotřebou elektrické energie).

Hadrabová (1994) uvádí několik základních strategií použitelných v zeleném marketingu:

- Ekologická – pokud podnik ví, že ekologické nároky v budoucnu porostou, je vhodné se začít životním prostředím zabývat a to buď způsobem, aby se výrobní proces uskutečňoval „na hranici“ požadavků nebo aby se dosáhlo stavu lepšího než je požadovaný. Při zpracování strategie se postupuje obdobně jako u klasických modelů.
- Výrobní – každý podnik ovlivňuje životní prostředí svým výrobním programem a měl by si uvědomit, jak zlepšit své ekologické chování v oddělených oblastech výroby produktu, jeho spotřeby a hlavně likvidace.
- Zásobovací – zásobování musí být plynulé a zároveň takové, aby minimalizovalo neproduktivně vázané zásoby.
- Odbytová – analyzuje jednotlivé prvky marketingového mixu vlastností trhu, dále pak studuje jejich vliv na životní prostředí

T. Smith (1998) zahrnuje myšlenky zeleného marketingu do konceptu nadvlády, moderního rozvoje lidové slovesnosti a antropologické studie sociálního mýtu. Jako jeden z mála autorů (společně s Peattiem (1999)) se zabývá otázkou tržního selhání způsobeného ze strany zákazníků.

Jeho první myšlenkou je nadvláda produkce nad potřebami životního prostředí, kde je jejím protikladem vláda jednotlivých zemí, jako element chránící přírodu. Smith se zamýšlí nad pojmem „zelený konsumerismus“, který je podle něj dvojsmyslným mýtem. Nejen že sám sebe propaguje nejednoznačně, ale umožňuje jak negativní tak

pozitivní reference. Nákup zeleného produktu je tedy jednak výrazem náklonnosti k životnímu prostředí ze strany zákazníka, ale zároveň úspěch marketingového oddělení, kterému se podařilo produkt prodat, což je výrazem klasického konsumerismu. Jako příklad nedorozumění a dvojího vysvětlení některých jevů v marketingu, je uvedena studie reklamy společnosti IBM, která ve snaze prodat databázové systémy ukazuje potencionálnímu zákazníkovi nedotčenou přírodu s jezerem a lesy. Ve skutečnosti neexistuje žádná souvislost mezi pozadím a produktem, ale zákazník může tuto vazbu vnímat jinak. Zde je vidět ona nadvláda snahy o prodej produktu nad etikou prodeje a životním prostředím.

Každý dnes může vypadat zeleně, aniž by cokoliv zeleného učinil. Je tedy na vládě a legislativě, aby jako „nadvláda“ celého hospodářského systému zasáhly a určily jasná pravidla chování na trhu. V místě střetu obou nadvlád (vlády a snahy prodat) vzniká boj lobbyistických skupin v zastoupení výrobců a developerů s vládními úředníky, kteří jen stěží, pod tlakem peněz, uchovávají myšlenku na udržitelný rozvoj.

4.5 Energetické politiky

Hospodářská politika je pojem často se objevující nejen v odborné literatuře ale i v televizi, v novinách, ale i ve školách či zaměstnáních a je úzce spojen nejen s politikou, ale také s ekonomikou a potažmo ekonomikou daného státu. „Hospodářskou politiku můžeme vnímat ve dvojitým smyslu: jednak ji můžeme chápat zcela obecně jako přístup státu k ekonomice své země a vždy se jedná o záměrnou, praktickou činnost státu. Druhý aspekt hospodářské politiky spočívá v jejím pojetí jakožto teoretické disciplíny a je zaměřena na analýzu probíhajících jevů, po které následují návrhy opatření na jejich řešení pomocí konkrétních nástrojů.“ (Kliková, Kotlán, 2006)

Jednou ze specifických disciplín hospodářské politiky je potom energetická politika. A jak již z názvu vyplývá, jedná se o způsob, jak stát zachází s otázkami vývoje energetického odvětví, zahrnující produkci energií i její distribuci a spotřebu. Atributy energetických politik mohou také zahrnovat legislativu, mezinárodní úmluvy, investiční podněty, direktivy pro uchovávání energie, daňovou politiku a další způsoby ovlivňování veřejného zájmu.

V energetickém odvětví se také setkáváme, více než jinde, s termínem monopol nebo přirozený monopol. Protože je monopol schopen díky enormním úsporám

z rozsahu být nejefektivnějším subjektem na trhu, mohlo by se zdát, že je žádoucí. Opak je ale pravdou. Kdyby byly monopoly žádoucí, neexistovaly by antimonopolní úřady ani jiné státní či soudní zásahy na jejich eliminaci v rámci zlepšení rovných příležitostí v tržním prostředí. Je známo z ekonomických teorií, že si monopol svou tržní silou nárokuje mnohé z přebytku spotřebitele, ale je otázkou, jestli tento díl je větší, než v případě neexistence monopolu a „spravedlivém“ trhu.

Nejviditelnějším odvětvím energetického průmyslu je výroba elektrické energie, která je na rozdíl od tepla a jiných energetických forem dobře skladovatelná a hodí se pro nejširší spektrum využití.

V demokratických režimech, a tedy ve vyspělých zemích, jsou energetické regulace více než časté. Toto specifické odvětví nejen dosahuje obrovských úspor z rozsahu, ale také je na něj kladen tlak ze strany dodržování dodávek i v případech, kdy je objem výroby menší, než poptávka.

Z historie se lze dozvědět o úspěších a neúspěších jednotlivých forem energetických politik. Do 30. let minulého století byla prosazována politika volného trhu až do doby hospodářské krize, která byla chápána jako kompletní selhání systému a byly zavedena mnohá regulační opatření. Až do 70. - 80. let byl svět podmaněn konceptu státních regulací, který se však ve stejné době začal rozpadat pro svou neefektivnost a přebujelost státního podmaňování si ekonomik. Nastavení toho správného režimu je ale dlouhodobou záležitostí a proto se setkáváme i s negativními dopady různých „mezistupňů“ při změnách (ať už je to regulace či rozvolňování trhu) energetických politik.

V dnešní době existují dva modely energetických politik, evropský a americký.

Evropský (EU) energetický systém je většinou založen na principu monopolů s interpretací, že dosahují nejvyšších úspor z rozsahu. To ovšem brání vstupu dalších firem do odvětví, a proto je třeba celé energetické odvětví regulovat. Na druhou stranu si však jednotlivé státy své monopoly „hýčkají“, protože v momentě rozvolnění trhu by mohlo dojít k pohlcení jejich monopolů jinými giganty ze sousedních zemí Evropské unie. Existuje tedy jistá vnitřní rozpolcenost v názorech o deregulaci tohoto odvětví a energetické trhy se vyvíjí velmi pomalu.

Americký systém je založen na státem udílených licencích jednotlivým společnostem zabývajícími se energetikou. V tomto případě vzniká větší počet subjektů na trhu a sílí konkurence, ale v případě regulovaného trhu nemůže být kontrola nikdy dokonalá. Regulátoři čelí nedostatku informací o jednotlivých firmách, což způsobuje nepřesnosti a zvyšuje náklady regulace.

„V nedemokratických (polo- či autokratických) zemích vypadá energetická politika zcela jinak. Státy, plně regulující celé odvětví paradoxně stanovují pro své monopoly přiměřené, centrální ceny, ač by pro ně bylo možné a z ekonomického hlediska výhodné, finančně „vysávat“ obyvatelstvo, jež má minimální možnost se proti podobným opatřením bránit. Autoritářští vůdci zřejmě nechtějí zavdat příčinu revolt v zemi, a proto nedráždí obyvatele vysokými cenami energie, které jsou velmi citlivým tématem. Naopak nízké ceny mohou zlepšit pozici vládních subjektů a zvýšit popularitu autoritativní strany u moci.“ (Kovanda, 2009)

4.5.1 Energetická politika Evropské unie

Ve Smlouvě o ES či ve Smlouvě o EU není pro energetiku vyhrazena zvláštní kapitola. Římská smlouva pouze stanovuje, že činnosti Evropského společenství zaměřeného ke splnění svých cílů zahrnuje i opatření v energetice. Větší důraz na energetiku klade Smlouva o Ústavě pro Evropu, která jí věnuje samostatný oddíl a řadí ji mezi oblasti, ve kterých EU sdílí pravomoci s členskými státy. V rámci vytváření a fungování vnitřního trhu a s přihlédnutím k ochraně životního prostředí má energetická politika EU podle ústavní smlouvy za cíl (Jedlička, Doležal, Heřman, 2005):

- zajistit fungování trhu s energií,
- zajistit bezpečnost dodávek energie v Unii,
- podporovat energetickou účinnost a úspory energie, jakož i rozvoj nových a obnovitelných zdrojů energie.

Využívání energetických zdrojů i formování politik zůstalo v kompetencích a pravomocích členských států. Energetickými záležitostmi se z pohledu Společenství zabývala Pařížská smlouva a EURATOM, obě dnes přetransformovány do zakládající Smlouvy o Evropském společenství.

Energetická politika Evropské unie není prováděna jako komplexní akt, ale má spíše průřezový charakter. Za obor energetiky je odpovědný evropský komisař pro energetiku, kterým je Andris Piebalgs z Lotyšska. V rámci Evropské komise vede Generální ředitelství pro energetiku a dopravu, ale danou problematikou se zabývají i generální ředitelství pro vnitřní trh a služby nebo pro životní prostředí.

Členské státy zajišťují vyjednávání o energetických záležitostech pomocí Rady Evropské unie pro energetiku, která sdružuje ministry, pod které spadá v daných zemích oblast energetiky. V Evropském parlamentu je energetika zastoupena ve Výboru pro průmysl, výzkum a energetiku, který eviduje i tři české zástupce.

4.5.2 Cíle a nástroje energetické politiky EU

Nejdůležitějším cílem evropské energetické politiky je zajištění stabilních a pravidelných dodávek energií a možnost spotřebitelů nakoupit elektřinu, plyn, pohonné hmoty apod. za dostupné ceny, přičemž by se nemělo zapomínat na životní prostředí.

Energetika je jedním z klíčových sektorů evropské ekonomiky, a proto je důležitá pro zvyšování konkurenceschopnosti Společenství i pro plnění cílů vytyčených Lisabonskou strategií (zabývá se ekonomickým vývojem EU pro roky 2000-2010) či Kjótským protokolem (rámcová úmluva OSN o klimatických změnách). Nelze opomenout ani důležitost energetické bezpečnosti, která se ukázala být nedostatečnou při přerušení dodávek zemního plynu do některých evropských zemí na přelomu let 2008 a 2009.

Vzhledem k rozdělení přírodního bohatství je patrné, že Evropská unie bude do budoucna stále více závislá na vnějších zdrojích energie. „V závislosti na všech výše uvedených faktorech, které formují aktuální podobu evropské energetické politiky, můžeme identifikovat její tři hlavní současné cíle:

- vytvoření efektivních otevřených konkurenčních trhů s elektřinou a plynem,
- zajištění bezpečnosti dodávek energie,
- dosažení přísných environmentálních cílů, zejména v boji proti klimatickým změnám.

K naplnění definovaných cílů je potřeba realizovat těchto šest hlavních priorit:

1. zvýšit energetickou účinnost,
2. dosáhnout správně fungujícího jednotného vnitřního trhu pro plyn a elektrickou energii ku prospěchu všech občanů,
3. podporovat obnovitelné zdroje energie,
4. posilovat jadernou bezpečnost,
5. zabezpečit dodávky energie do Evropy a dále rozvíjet mezinárodní spolupráci v energetice,
6. zlepšovat vztah mezi energetickou politikou a oblastmi životního prostředí a výzkumu.“ (Jedlička, Doležal, Heřman, 2005)

4.5.3 Energetické priority českého předsednictví EU

Česká republika se stala lídrem Evropské unie na první polovinu roku 2009. Stručně by se daly priority našeho předsednictví shrnout do třech základních okruhů. Jsou to ekonomika, energetika a Evropská unie ve světě.

Česká republika se při vedení Evropské rady zaměřila především na boj s propukající ekonomickou krizí a na jednotný postup při jejím zvládnutí. Dalšími neméně důležitými body bylo pak posilování energetické bezpečnosti EU a s ní související summit „Jižní koridor“ a strategický energetický přezkum a důraz na zvyšování energetické účinnosti. Okrajovým tématem se pak stala také ochrana klimatu.

4.5.3.1 Energetická bezpečnost a spolehlivost

„Důležitým krokem k posílení energetické bezpečnosti EU byla maximální podpora všem aktivitám vedoucím k prohloubení diversifikace energetických zdrojů a přepravních tras prostřednictvím tzv. Jižního koridoru. České předsednictví pojalo Jižní koridor jako pás pro šíření prosperity, stability a bezpečnosti v oblasti Jižního Kavkazu, Střední Asie a Blízkého východu – jako novodobou hedvábnou stezku, po níž proudí zboží, lidé a technologie, a to oběma směry. Základními stavebními prvky při realizaci takto pojatého koridoru jsou primárně spolupráce na poli energetiky a sekundárně spolupráce na poli dopravy.“ (eu2009, 2009)

Poslední roky ukázaly, jak je zajištění energetické bezpečnosti důležité. Ukrajina se opět (po třech letech) dostala do sporu s Ruskem a do Evropy přestal proudit ruský plyn. Pro obě země to znamená značnou ztrátu kredibility a snahu ostatních zemí po

zvýšení diversity energetických tras. EU se proto zaměřilo na projekt plynovodu, který by podobné krize pomohl řešit tím, že obejde Rusko i Ukrajinu a zajistí spolehlivost dodávek plynu. Nejvýhodnějším plánem se ukázal být 3300 km dlouhý plynovod Nabucco, který by měl spojovat kaspickou oblast (např. Ázerbájdžán) s Evropou přes Turecko, Bulharsko, Rumunsko, Maďarsko a Rakousko. Po obtížných jednáních došlo v červenci 2009 konečně k podpisu mezivládní dohody o projektu Nabucco, což ho velmi přiblížilo k jeho skutečné realizaci.

4.5.3.2 Vnitřní trh s elektřinou a plynem

Ministři odpovědní za energetiku se více méně shodli na znění dohody o uspořádání vnitřního trhu s elektřinou a plynem. Ke konkrétním závěrům pak dospěli letos v říjnu. Původní návrh Komise počítal s úplným vlastnickým oddělením výroby a přenosu elektřiny, tedy k rozdělení energetických gigantů na čistě výrobní a čistě rozvodné závody. V České republice již takový systém funguje a síť kontroluje společnost ČEPS, a.s. Nový návrh však čelil opozici ze strany Německa a Francie, které nakonec prosadili svůj koncept, který umožňuje energetickým firmám zůstat v nerozdělené formě, ale tyto mají zákaz nákupů přenosových sítí v zemích, kde již k liberalizaci došlo. Návrh také obsahuje tzv. „Gazprom clause“, která má zabraňovat převzetí strategických infrastruktur zeměmi, jež se nechovají dle stanovených pravidel liberalizace trhu Evropské unie.

Během českého předsednictví se podařilo schválit třetí liberalizační balíček, který významně posílí nezávislost, pravomoci a odpovědnosti energetického regulátora a také zajistí ochranu spotřebitele a zároveň podpoří princip unijní subsidiarity, tedy prostor pro rozhodování o podrobnostech v rámci jednotlivých zemí.

4.5.3.3 Energetická účinnost a nízkouhlíkové zdroje energie

V této části podporuje Česká republika zejména hospodárnost při spotřebě elektřiny. Jedná se především o zateplování budov, tedy o financování investic do zvyšování energetické účinnosti a využití obnovitelných zdrojů ve stavbách pro bydlení a dále pak důsledné trvání na označení energetické náročnosti produktů apod.

Dalším krokem je pak snižování emisí CO₂, což souvisí jednak s podporou jaderné energie a zároveň podporou projektů sloužících k zachycování a ukládání emisí pomocí technologie CCS, ale zejména s nákupem emisních povolenek.

„Balíček počítá také s podporou obnovitelných zdrojů energie (například z fondu vytvořeného z výtěžků aukcí povolenek) a zahrnuje také dohodu o dalším sporném bodu jednání – biopalivech. Od jejich tvrdého prosazování bylo do značné míry upuštěno po té, co se ukázaly nezamýšlené důsledky produkce plodin pro jejich výrobu (rostoucí ceny potravin, ohrožená biodiverzita apod.).“ (euractiv, 2009)

Českému předsednictví se také podařilo úspěšně dokončit jednání o revizi směrnice o ekodesignu. EU na březnové i červnové Evropské radě 2009 také potvrdila své ambiciózní cíle v otázkách redukce emisí skleníkových plynů a financování mitigačních a adaptačních opatření v rozvojových zemích.

4.5.4 Úloha státu v environmentálním rozvoji, podpora podnikání

Náklady jsou při plánování podnikatelského záměru jedním z nejdůležitějších faktorů determinujících budoucí úspěch projektu a jejich snižování se může stát výrazným bodem při snaze o dosažení konkurenční výhody a tedy tvorbě zisku na trhu. V případě obnovitelných zdrojů je ale také třeba zmínit náklad na životní prostředí v podobě pozitivní či negativní externality. Budování alternativních energetických zdrojů jako podnikatelského záměru proto přináší některé výhody jako dotované a státem zaručené výkupní ceny vyprodukované energie, subvence investic pro výstavbu či produkci pozitivních externalit, jež mohou být zdrojem konkurenční výhody v např. v rámci green marketingu.

Zodpovědný stát tedy často zasahuje do oblasti životního prostředí a věnuje nemalé prostředky na jeho podporu, neboť má s jeho udržením značné problémy zejména díky nedokonale definovaným vlastnickým právům, jež vyvstávají právě v podobě externalit. Dle Environmental Protection Agency (2000) lze rozdělit náklady státu do několika sfér:

- Dle ekonomického typu
 - kapitálové – náklady na výrobu a zařízení, renovace, změny produkčních procesů atp. vedoucí ke snížení či eliminaci znečištění

- provozní – náklady na provoz a údržbu procesů ke snížení znečištění, včetně materiálu, leasingu, práce, paliv a energií, služeb a výzkumu
- Dle druhu prostředí
 - vzduch – znečištění a radiace
 - voda – znečištění a zajištění pitné vody
 - země – znečištění, konzervace a obnova
 - užitná chemie jako zdroj znečištění – pesticidy, insekticidy apod.
 - multi-media – ostatní
- Dle ekonomického sektoru přímo způsobujícího náklady
 - rozdělení nákladů dle oblasti a šíře působení, např. náklady vlády (resp. ministerstev); krajů, měst a obcí; soukromého sektoru, agentur pro životní prostředí
- Dle nových i existujících regulací
 - náklady plynoucí z existujících regulací a budoucích závazků včetně mezinárodních dohod
- Dle času

Díky těmto státním nákladům (podporám) mohou i podnikatelé rozvíjet procesy trvale udržitelného rozvoje. Pro tyto podnikatele pak tedy bude velmi zajímavé, se zajímat o možnosti, které jsou jim nabízeny ze strany institucí, státu či Evropské unie.

Veber a Srpová (2005) uvádějí, že: „tyto aktivity lze rozdělit do dvou skupin, na informační podporu a finanční podporu. Z hlediska původu můžeme subjekty poskytující oba výše uvedené typy podpor rozdělit do tří skupin:

- vládní organizace zaměřené na poskytování různých služeb podnikatelům,
- nevládní organizace na bázi zpravidla neziskových organizací,
- podnikatelské subjekty.“

5 Vlastní zpracování

Na základě získaných informací z teoretické části práce lze sestavit model spotřeby elektrické energie pro domácnosti a firmy – ty jsou reprezentovány součtem hodnot datové řady podnikatelů a velkoodběratelů. V kapitole 3.1 byly definovány všechny proměnné potřebné k sestavení modelu a ekonomicky interpretovány tak, aby vyhovovaly skutečnému chování trhu – zjednodušeného pomocí modelů ekonomických teorií z oblasti mikroekonomie a makroekonomie, shrnuté kapitolou 4.1. Tyto vztahy pak pomáhají kvantifikovat teorií podložené závislosti mezi endogenními a exogenními proměnnými a na základě statisticky signifikantních výstupů modelu je vhodně interpretovat.

Všechny tabulky a grafy jsou vytvořeny pomocí vlastních výpočtů z dat Českého statistického úřadu, Energetického regulačního úřadu a Českého hydrometeorologického ústavu.

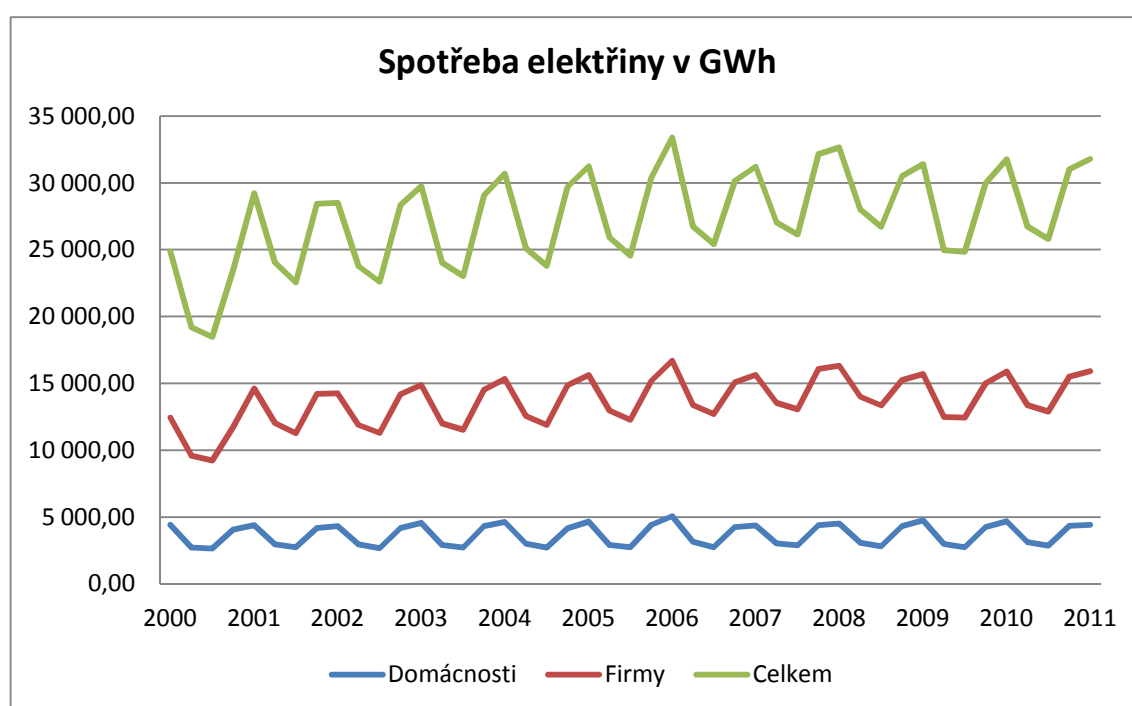
5.1 Energeticko-ekonomická situace v ČR

Model spotřeby elektrické energie je nejprve rozdělit do dvou skupin, na něž budou působit rozdílné exogenní vlivy. Jsou to domácnosti, firmy zastoupené maloodběrateli (podnikateli) a velkoodběrateli a alternativně je možné přidat sektor zahraničí, který formuje potenciální poptávku po kladném saldu výroby, ale který není předmětem zkoumání disertační práce, jež je zaměřena pouze na tuzemskou poptávku.

Spotřeba elektřiny vyjádřená grafem č. 10 vykazuje jasně viditelnou sezónnost všech proměnných, tedy spotřeby elektrické energie v domácnostech, firmách a jejich kumulativní hodnotu. Spotřeba domácností je dle předpokladů „imunní“ vůči ekonomickým cyklům a zdá se být v čase stacionární s oscilacemi okolo hodnoty průměru 3600 GWh. Naopak spotřeba elektřiny firem je závislá na externích vlivech, zejména poklesu poptávky v zahraničí, protože Česká republika je výrazně proexportní zemí. Proto je jasně viditelný pokles spotřeby firem v roce 2000 v závislosti na tzv. „technologické bublině“ a znovu na nedávné globální recesi mezi roky 2008 a 2009, kde také následně dochází k méně výraznému růstu v zimních měsících. Jaké jsou další determinanty spotřeby elektřiny, ukáží podrobněji jednotlivé poptávkové modely.

Průměrné tempo růstu je rovněž různé pro sektor domácností a firem. Domácnosti vzhledem ke svému konzervativnímu chování zvyšují svou spotřebu o pouhých 0,41% ročně, kdežto firemní sektor roste o 0,82% ročně (tedy přesně dvojnásobnou rychlostí), i přes zmíněné negativní vlivy ekonomických cyklů. Zdálo by se, že spotřeba elektřiny v čase roste, vzhledem k množství spotřebičů i průmyslových aktivit, ale je nutné si též uvědomit, že se zvýšenou spotřebou dochází paralelně k energetickým úsporám např. ve zlepšení izolací domů či produkci šetrnějších spotřebičů.

Graf 10 Spotřeba elektřiny v domácnostech a firmách



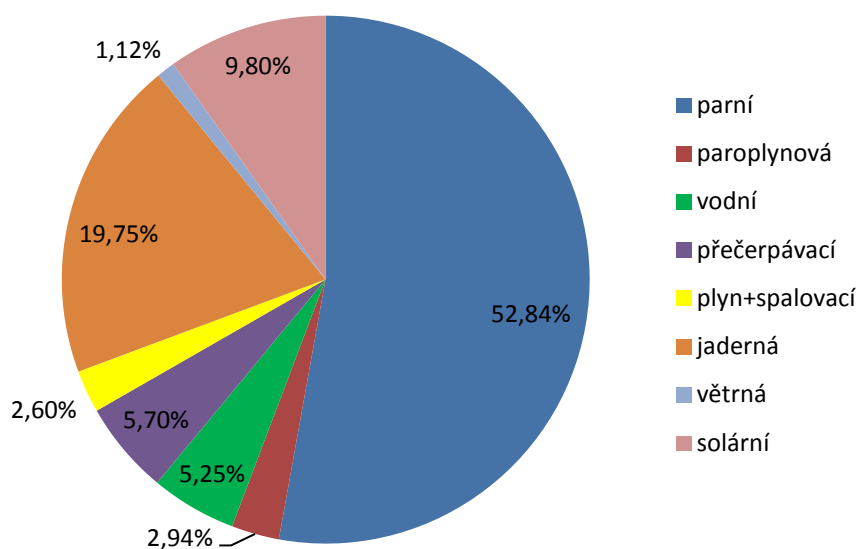
Zdroj: ERÚ, vlastní úpravy

Jak bylo naznačeno výše, ani kumulativní spotřeba firem a domácností nestačí pro vyjádření celkové spotřeby elektřiny, protože je její část exportována (případně importována) ze zahraničí. V roce 2010 byla, jako již tradičně, roční bilance elektřiny kladná s 6642,4 GWh dovezenými a 21 590,8 GWh vyvezené elektřiny, což činí poměr 23,53% ku 76,47% na celkovém zahraničním obratu. Výroba elektřiny a její prodej patří již dlouhou dobu ke konkurenčním výhodám České republiky a značně tak podporuje rovnováhu platební bilance.

Odběr elektřiny je pro všechny ekonomické subjekty samozřejmostí, ale její výroba je úzce souvislá také s energetickou bezpečností země. Česká republika se drží

okolo 30% závislosti na externích zdrojích energie, což je vysoce pod průměrem EU27, která je závislá ze zhruba 50%. Nízká závislost ČR vyplývá zejména ze strategických zásob uhlí, které pokrývá většinu výroby energie. Téměř stoprocentně je pak Česká republika závislá na dovozech ropy a zemního plynu. Při výrobě elektřiny jsme ještě výrazněji nezávislí, jak to ukazuje graf č. 11, neboť většina zdrojů (74,71%) je pokryta z vlastních nerostných zásob či přírodních podmínek. Výjimku tvoří pouze jaderná energie (19,75%), jejíž palivo se dováží z Kanady (nově z Ruské federace) a zdroje využívající zemní plyn či ropu (pouze 5,54%) a tyto jsou pak většinou využívány jako záložní zdroje s rychlým náběhem pro vyrovnání výkyvů sítě.

Graf 11 Instalovaný výkon elektrizační soustavy 3Q 2012



Zdroj: ERÚ, vlastní úpravy

Z grafu 11 lze také vyzorovat měnící se struktura výroby elektřiny oproti minulosti, kdy podíl solárních elektráren dosahoval hodnot okolo desetiný procenta a nyní tvoří téměř 10% z celého portfolia, což přineslo mnoho potíží nejen ve stabilitě elektrizační soustavy, ale také v cenové tvorbě elektřiny, protože legislativa garantuje odkup alternativní elektřiny za ceny stanovené Energetickým regulačním úřadem. V roce 2007 se solární elektřina odkupovala za rekordních 13,46 Kč/kWh, oproti 2,46 Kč/kWh za větrnou energii, 4,21 Kč/kWh za elektřinu vyrobenou za pomoci biomasy či 2,60 Kč/kWh za využití malé vodní elektrárny. Od 1. ledna 2012 potom platí nové Cenové rozhodnutí (ERÚ, 2012), upravující ceny následovně pro nové zdroje: malé vodní elektrárny 3,10 Kč/kWh, biomasa 4,50 Kč/kWh, větrná 2,23 Kč/kWh a

fotovoltaická 6,16 Kč/kWh. Ze srovnání je zřejmé, že dvacetileté garantované ceny fotovoltaické energie nebyly upraveny efektivně a budou se ještě dlouho promítat do spotřebitelských cen elektřiny. Protipólem „drahé“ obnovitelné energie je „levná“ nukleární elektřina, jejíž výroba stojí přibližně 1 Kč/kWh při zahrnutí systémových služeb, přenosu i dispečinku – výsledná cena pro domácnosti se pohybuje okolo 4 Kč/kWh. Problémem fotovoltaiky nejsou jen zvyšující se ceny elektřiny či nestabilita sítě, ale stále častěji jsou také slyšet nesouhlasné názory na změnu krajinného rázu a zabírání zemědělské půdy.

5.2 Model 1 – Spotřeba elektrické energie v domácnostech

Model č. 1 definuje závislost spotřeby elektrické energie v domácnostech na jejích determinantech. Ekonometrický model byl, dle vzorce 3-20 definován následovně:

$$y = \beta_0 + \beta_2 x_2 + \beta_4 x_4 + \beta_{10} x_{10} + \beta_{11} x_{11} + \beta_{13} x_{13} + \beta_{14} x_{14} + \beta_{15} x_{15} + D_1 + D_2 + D_3 + \varepsilon$$

5-1

resp. z věcného hlediska:

iELE_domacnosti

$$= \text{spotr_sluz_dom} + \text{mzdy_platy} + \text{obyvatelstvo} + \text{cena_uhli} \\ + \text{cena_plyn} + \text{cena_elek} + \text{pocasi} + \text{dummy1} + \text{dummy2} \\ + \text{dummy3}$$

5-2

Reakce domácností jsou oproti firemnímu sektoru velmi odlišné a specifické. Jejich spotřeba nezbytných statků a služeb, jako je běžné jídlo, nájem či topení a osvětlení, se jeví jako velmi neelastická, neboť změny determinantů spotřeby příliš nezmění základní lidské potřeby a způsob jejich uspokojování. Spotřeba elektřiny bude tedy považována za druh nezbytného statku, a proto specificky reagovat na změny prostředí.

Výdaje na konečnou spotřebu domácností jsou makroekonomickým ukazatelem, kterého součástí jsou i výdaje na elektrickou energii. Jejich zvýšení v celorepublikovém měřítku by tedy mohlo být jedním z důvodů zvýšené spotřeby elektrické energie,

protože sama veličina závisí na jiných determinantech, které umožňují zvýšení spotřeby služeb.

Mzdy a platy by přímo mohly ovlivňovat spotřebované množství elektrické energie, tak jak to vychází z ekonomické teorie trhu statků a služeb (viz 3.1.1). Zvýšení mezd a platů by proto vedlo ke zvýšení spotřeby elektřiny a posunu poptávkové křivky směrem vpravo, což by vyústilo ve větší nabízené i poptávané množství elektřiny a vyšší cenu.

Obyvatelstvo, tedy střední stav obyvatelstva za jednotlivá období, by mělo přímo úměrně ovlivňovat spotřebu elektrické energie, protože čím více osob (domácností) bude v České republice žít, tím více spotřebují energii.

Cena uhlí a cena plynu, resp. jejich změna, je interpretovatelná dohromady jako možnost vzniku substitučního efektu na spotřebě elektrické energie. Uhlí i plyn jsou, za určitých okolností (např. ve vytápění), energetickými substituty elektřiny a jejich cena bude tedy hrát klíčovou roli v dlouhém období, neboť v období krátkém není (teoreticky) možné vyměnit tepelný zdroj při každém pohybu cen substitutů. Zvýší-li se tedy cena uhlí a plynu, *ceteris paribus*, dojde postupně k substituci uhlí a plynu ve prospěch elektřiny.

Cena elektřiny nepřímo úměrně ovlivňuje její spotřebu a způsobuje tak důchodový efekt. Při stabilním nominálním důchodu dojde ke zvýšení reálného důchodu v případě, že se sníží cena elektřiny a vice versa. Nízká elasticita poptávky však pravděpodobně neumožní nijak výrazné změny reálných důchodů.

Počasí (jeho vývoj v sezónách je vyobrazen v příloze č. 26) je klíčovým determinantem spotřeby elektřiny v domácnostech, protože slouží převážně k vytápění a osvětlení objektů. V chladných měsících s dlouhými nocemi lze předpokládat významně zvýšenou poptávku po elektrické energii oproti měsícům letním, kdy se na oba zmíněné faktory spotřebuje daleko méně energií, neboť jsou substituovány přírodními vlivy.

Přítomnost dummy proměnných v modelu nakonec očistí vstupní data od případných sezón, jsou-li v modelu signifikantní.

Po ekonomických interpretacích je pro správnou formulaci modelu velmi důležité zjistit případnou multikolaritu exogenních proměnných (zdrojová data viz příloha č. 1), která je vyjádřena párovými korelačními koeficienty v tzv. korelační matici; tabulce č. 1:

Tabulka 1 Korelační matice

		Spotr_sluz_dom	Mzdy_platy	Obyvatelstvo	Cena_uhli	Cena_plyn	Cena_elek	Pocasi	iELE_domacnosti
		x2	x4	x10	x11	x13	x14	x15	y1
Spotr_sluz_dom	x2	1,000000	0,942689	0,840964	0,914065	0,868422	0,915492	0,120085	-0,04977
Mzdy_platy	x4	0,942689	1,000000	0,831429	0,918678	0,873604	0,917359	-0,04927	0,129500
Obyvatelstvo	x10	0,840964	0,831429	1,000000	0,970720	0,826914	0,934875	-0,04806	0,084715
Cena_uhli	x11	0,914065	0,918678	0,970720	1,000000	0,867901	0,965952	-0,10205	0,151984
Cena_plyn	x13	0,868422	0,873604	0,826914	0,867901	1,000000	0,888109	-0,04635	0,129319
Cena_elek	x14	0,915492	0,917359	0,934875	0,965952	0,888109	1,000000	-0,15293	0,212468
Pocasi	x15	0,120085	-0,04927	-0,04806	-0,10205	-0,046358	-0,152937	1,000000	-0,98618
iELE_domacnosti	y1	-0,04977	0,129500	0,084715	0,151984	0,129319	0,212468	-0,98618	1,000000

Ke statisticky významné multikolaritě dochází v případě, že existuje relativně vysoká lineární závislost mezi predeterminovanými proměnnými v dané rovnici. Vysoká lineární závislost je determinována v případě, že párový korelační koeficient přesahuje hodnotu cca 0,8. Řešením vysoké multikolarity je použití prvních (popř. druhých) diferencí pozorování, vyřazení proměnné z modelu či dalších transformací proměnných. Model č. 1 bude nejprve sestaven metodou vyřazování proměnných z modelu a poté potvrzen analýzou regrese prvních diferencí časových řad.

Z tabulky č. 1 je zřejmé, že nejvýznamnější exogenní proměnnou pro vysvětlení spotřeby elektrické energie v domácnostech je počasí, které ji vysvětluje z 98,6%. Aby nedocházelo v modelu ke ztrátám informací, je také nutno vzít v úvahu další důležité exogenní proměnné jako jsou ceny uhlí, plynu a elektřiny a mzdy a platy, které vysvětlují spotřebu elektřiny domácností z 15,2%, 12,9%, 21,2% a 12,9%. Nedostatečnou informaci podávají proměnné x_2 a x_{10} a budou proto z modelu vyloučeny.

Proměnné x_4 a x_{14} vykazují extrémní multikolaritu se všemi ostatními proměnnými ve výši cca 90%, a proto budou z modelu taktéž vyloučeny, aby se snížilo riziko redundance informací v modelu na minimum. Cena plynu a cena uhlí, obojí substitut elektrické energie, mají vzájemný (párový) koeficient ve výši 0,87 a bude

nutno jednu z nich také vyřadit. Obě proměnné jsou substitutem pro elektrickou energii v oblasti vytápění objektů a bylo by zajímavé sledovat reakci spotřebitelů na změnu jejich ceny. Trend posledních let vede obyvatele ČR k omezení využívání uhlí jako topiva díky plánovanému zákonu o životním prostředí, který by měl postihovat obzvláště malé topné stanice, a proto bude jako vhodnější substitut vybrána cena plynu, jako determinantu spotřeby elektrické energie. K ověření správnosti modelu byla podstoupena ještě analýza regresní funkce prvních diferencí, která napověděla výběru ceny plynu jako správného výběru proměnné do modelu.

Pro sezónní očištění byly do modelu zařazeny 3 dummy proměnné pro první až třetí čtvrtletí tak, aby eliminovaly sezónní výkyvy a čtvrté čtvrtletí sloužilo jako referenční hodnota pro srovnávání. Bylo vybráno pro „středové“ či průměrné hodnoty pozorování a bude možné na něm sledovat kladné i záporné změny sezónnosti.

Upravený ekonometrický model regresní funkce pro spotřebu elektrické energie domácností tedy vypadá následovně:

$$y = \beta_0 + \beta_{13}x_{13} + \beta_{15}x_{15} + D_1 + D_2 + D_3 + \varepsilon$$

5-3

Statistickou významnost parametrů modelu programu Gretl je vyjádřeno pomocí tzv. p-hodnoty a zjednodušeně pomocí hvězdiček na pravé straně tabulky výstupu. Pokud je p-hodnota nižší než zvolená hodnota α^{22} , je odhadnutý parametr statisticky významný. Hvězdičky pak ukazují míru spolehlivosti odhadu, kdy (***) znamená, že odhad je přesný pro 99% interval spolehlivosti, (**) pro 95% interval spolehlivosti a (*) pro 90% interval spolehlivosti.

Všechny regresní modely prezentované v této práci budou postaveny na pravděpodobnostním intervalu spolehlivosti 95%.

²² parametr α představuje chybu prvního druhu při statistickém testování a následně tedy určuje interval spolehlivosti a přesnosti odhadu; např. je-li zvolena hodnota $\alpha = 0,05$, odhad pracuje se statistickou spolehlivostí 95%

Následuje výstup modelu z programu Gretl pro regresní funkci (5-3):

Model 1.1: OLS, za použití pozorování 2000:1-2011:1 (T = 45)
Závisle proměnná: iELE_domacnosti

	koeficient	směr. chyba	t-podíl	p-hodnota	
const	4263,37	68,5983	62,15	1,27e-040	***
Cena_plyn	0,000393169	7,56988e-05	5,194	6,78e-06	***
Pocasi	-0,00727539	0,00101843	-7,144	1,36e-08	***
D1	60,0179	49,6002	1,210	0,2335	
D2	-580,481	101,111	-5,741	1,19e-06	***
D3	-581,881	132,624	-4,387	8,46e-05	***
Střední hodnota závisle proměnné		3657,980			
Sm. odchylka závisle proměnné		806,0077			
Součet čtverců reziduí		266706,2			
Koeficient determinace		0,990670			
Adjustovaný koeficient determinace		0,989473			
Akaikovo kritérium		530,6303			
Durbin-Watsonova statistika		0,873741			

Všechny odhadnuté parametry vybraných proměnných vyhovují zvolené hladině $\alpha = 0,05$, kromě proměnné D_1 , tedy prvního čtvrtletí a je tedy možno přistoupit k testování modelu na autokorelaci, homoskedasticity, stabilitu, normalitu reziduí a linearitu.

Prvním testem bude tedy testování přítomnosti autokorelace v modelu pomocí Durbin-Watsonovy statistiky, jež je uvedena přímo ve výstupu modelu a přibližně nabývá hodnoty 0,874. Pro interpretaci hodnoty byly získány kritické tabulkové hodnoty dL a dU (viz 2.5.2.1) pro velikost výběru $n = 45$ a počet regresorů $= 2$; tedy pro 43 stupňů volnosti:

5% kritické hodnoty pro Durbin-Watsonovu statistiku, $n = 45$, $k = 2$

$$dL = 1,4298; \quad dU = 1,6148$$

Hodnota Durbin-Watsonovy statistiky je tedy menší než interval dL ; dU, a proto se potvrzuje nulová hypotéza o přítomnosti autokorelace v modelu. Interpretace regresních koeficientů tedy není možná, neboť nebyly splněny předpoklady modelu (3-12).

Model je tedy nutné upravit a rozšířit o zpožděnou proměnnou y_{t-1} , která bude redukovat přítomnost autokorelace v modelu. Model tedy nabude tvaru:

$$y = \beta_0 + \beta_{13}x_{13} + \beta_{15}x_{15} + \beta_{t-1}y_{t-1} + D_1 + D_2 + D_3 + \varepsilon$$

5-4

Nyní bude opět proveden test autokorelace modelu, ale již není možné použít Durbin-Watsonovu statistiku, která není aplikovatelná na dynamické modely. Využití alternativních statistik přináší následující výstup pro řád zpoždění = 4, neboť charakter čtvrtletní časové řady je k tomu vhodný:

Testovací statistika: LMF = 3,719485,
s p-hodnotou = $P(F(4,33) > 3,71949) = 0,0132$

Alternativní statistika: $TR^2 = 13,672881$,
s p-hodnotou = $P(\text{Chí-kvadrát}(4) > 13,6729) = 0,00842$

Ljung-Box $Q' = 9,81362$,
s p-hodnotou = $P(\text{Chí-kvadrát}(4) > 9,81362) = 0,0437$

Všechny statistiky opět potvrzují přítomnost autokorelace v modelu nezamítnutím nulové hypotézy přítomnosti autokorelace pro zvolenou hladinu $\alpha = 0,05$. Finální verze modelu je tedy rozšířena o další zpožděnou proměnnou y_{t-2} :

$$y = \beta_0 + \beta_{13}x_{13} + \beta_{15}x_{15} + \beta_{t-1}y_{t-1} + \beta_{t-2}y_{t-2} + D_1 + D_2 + D_3 + \varepsilon$$

5-5

a výstup modelu s odhady parametrů je následující:

Model 1.3: OLS, za použití pozorování 2000:3-2011:1 (T = 43)
Závisle proměnná: iELE_domacnosti

	koeficient	směr. chyba	t-podíl	p-hodnota	
const	3975,54	366,492	10,85	9,67e-013	***
Cena_plyn	0,000326266	0,000100982	3,231	0,0027	***
Pocasi	-0,00673541	0,00110363	-6,103	5,65e-07	***
D1	-129,203	196,293	-0,6582	0,5147	
D2	-843,696	263,248	-3,205	0,0029	***
D3	-650,800	210,592	-3,090	0,0039	***
iELE_domacn_1	0,135248	0,125652	1,076	0,2891	
iELE_domacn_2	-0,0200166	0,120958	-0,1655	0,8695	
Střední hodnota závisle proměnné		3661,963			
Sm. odchylka závisle proměnné		803,7436			
Součet čtverců reziduí		243579,7			
Koeficient determinace		0,991022			
Adjustovaný koeficient determinace		0,989227			
Akaikovo kritérium		509,6347			

Testováním modelu již nebyla zjištěna přítomnost autokorelace v modelu, a byla tak zamítnuta nulová hypotéza přítomnosti autokorelace v modelu jak znázorňuje následující výstup, kde LMF statistika a Ljung-Box Q statistika zamítá na hladině 95% a TR^2 statistika na hladině 90%:

Testovací statistika: LMF = 2,499851,
s p-hodnotou = $P(F(4,31) > 2,49985) = 0,0627$

Alternativní statistika: $TR^2 = 10,487333$,
s p-hodnotou = $P(\text{Chí-kvadrát}(4) > 10,4873) = 0,033$

Ljung-Box Q' = 8,2906,
s p-hodnotou = $P(\text{Chí-kvadrát}(4) > 8,2906) = 0,0815$

Dalším testovacím kritériem je ověření přítomnosti homoskedasticity jako předpokládané nulové hypotézy, pro které bylo využito White testu (3-37). P-hodnota je vyšší než zvolená 5% hladina významnosti, nelze tedy zamítnout nulovou hypotézu a je možné potvrdit homoskedasticitní charakter časové řady. Výsledná hodnota testu je:

Whiteův test heteroskedasticity
OLS, za použití pozorování 2000:3-2011:1 (T = 43)
Testovací statistika: $TR^2 = 30,527434$,
s p-hodnotou = $P(\text{Chí-kvadrát}(28) > 30,527434) = 0,338459$

Stabilita modelu je testována za použití Chow testu (3-38); programem Gretl byl vygenerován následující výstup pro bod zlomu ve druhém čtvrtletí roku 2005, jež je přesnou polovinou časové řady (chronologicky, nikoliv hodnotově seřazenou) a zároveň vhodným místem pro odhad díky své „neextrémní“ poloze. Pozorovaná statistika potvrdila stabilitu parametrů, tj. neexistenci strukturálního zlomu (p-hodnota je rovna 0,928, tedy větší než 0,05) s následujícím výstupem:

Chowův test pro strukturální zlom při pozorování 2005:2
 $F(8, 27) = 0,368727$ s p-hodnotou 0,9280

Posledním testovacím kritériem je hodnocení a splnění požadavku linearity modelu, která je ověřována Ramsey RESET testem. Nulová hypotéza zastává výrok o existenci vhodné lineární regresní funkce a pro daný model je nulová hypotéza zamítnuta tak, jak ukazuje výstup testu pro rozdílné tvary RESET:

Test RESET pro specifikaci (druhé a třetí mocniny)
Testovací statistika: F = 4,470218,
s p-hodnotou = $P(F(2,33) > 4,47022) = 0,0191$

Test RESET pro specifikaci (pouze třetí mocniny)
Testovací statistika: F = 5,503988,
s p-hodnotou = $P(F(1,34) > 5,50399) = 0,0249$

Test RESET pro specifikaci (pouze druhé mocniny)
 Testovací statistika: $F = 5,949373$,
 s p-hodnotou = $P(F(1,34) > 5,94937) = 0,0201$

Druhou možností vypořádání se s problémem multikolinearity v modelu je využití prvních absolutních diferencí (viz příloha č. 5), které zachovávají informaci obsaženou v datech, ale jsou snadněji použitelné v modelu pro svoje nízké párové korelační koeficienty mezi vysvětlujícími proměnnými a zároveň očišťují časovou řadu od trendu. Na rozdíl od tabulky č. 1, kde většina exogenních proměnných tvoří multikolineární prostředí, situace v tabulce č. 2, je naprosto odlišná:

Tabulka 2 Korelační matice prvních diferencí časové řady

		Spotr_ sluz_dom	Mzdy_ platy	Obyvatel stvo	Cena_ uhli	Cena_plyn	Cena_elek	Pocasi	iELE_dom acnosti
		x2	x4	x10	x11	x13	x14	x15	y1
Spotr_sluz_dom	x2	1,000000	-0,604663	-0,04767	-0,44194	-0,117869	-0,388905	0,769890	-0,771572
Mzdy_platy	x4	-0,604663	1,000000	0,202586	0,042468	0,159916	-0,145187	-0,088343	0,115628
Obyvatelstvo	x10	-0,047679	0,202586	1,000000	0,457313	0,187483	0,197760	0,010205	0,015710
Cena_uhli	x11	-0,441945	0,042468	0,457313	1,000000	0,271139	0,380116	-0,639104	0,661817
Cena_plyn	x13	-0,117869	0,159916	0,187483	0,271139	1,000000	0,002984	-0,120385	0,160590
Cena_elek	x14	-0,388905	-0,145187	0,197760	0,380116	0,002984	1,000000	-0,638458	0,639429
Pocasi	x15	0,769890	-0,088343	0,010205	-0,63910	-0,120385	-0,638458	1,000000	-0,991950
iELE_domacnosti	y1	-0,771572	0,115628	0,015710	0,661817	0,160590	0,639429	-0,991950	1,000000

Problém multikolinearity v tabulce č. 2 již téměř neexistuje a jediným významnějším párovým korelačním koeficientem je dvojice x_2 a x_{15} se závislostí cca 0,77. Model má tedy stejnou podobu jako model (5-1) a po analýze korelační matice lze z modelu vyloučit proměnnou x_{10} a x_4 , protože nedostatečně vysvětlují endogenní proměnnou. V případě x_4 je možné zařazení této proměnné do modelu, ale odhad parametrů pomocí metody nejmenších čtverců neprokazuje statistickou významnost a výsledný model zůstává stejný. Základním výstupem modelu je tedy:

Model 1.4: OLS, za použití pozorování 2000:2-2011:1 (T = 44)
 Závisle proměnná: iELE_domacnosti

	koeficient	směr. chyba	t-podíl	p-hodnota	
const	616,673	159,395	3,869	0,0005	***
Spotr_sluz_dom	0,00112002	0,00541002	0,2070	0,8372	
Cena_uhli	-0,237359	0,207280	-1,145	0,2599	
Cena_plyn	0,000671679	0,000230761	2,911	0,0062	***
Cena_elek	-0,0408763	0,140192	-0,2916	0,7723	
Pocasi	-0,00731878	0,000857139	-8,539	4,46e-010	***
D1	-545,899	156,642	-3,485	0,0013	***
D2	-1296,62	294,381	-4,405	9,54e-05	***
D3	-616,034	213,470	-2,886	0,0066	***
Střední hodnota závisle proměnné		-0,156818			
Sm. odchylka závisle proměnné		1133,728			
Součet čtverců reziduí		206479,9			
Koeficient determinace		0,996264			
Adjustovaný koeficient determinace		0,995410			
Akaikovo kritérium		514,8324			
Durbin-Watsonova statistika		2,354255			

Je zřejmé, že odhad regresních parametrů většiny proměnných, kromě dummy, je statisticky neprokazatelný, a proto je nutné z modelu vyřadit takové proměnné, které vykazují nejmenší shodu s nastaveným modelem, tj. ty s nejvyšší p-hodnotou, resp. nejnižším (v absolutní hodnotě) t-podílem. První vyřazenou proměnnou bude tedy x_2 , spotřeba služeb domácností s p-hodnotou přibližně 0,84. Analogickým postupem, tedy vyřazováním nevýznamných proměnných se model zjednodušuje a zkvalitňuje. V dalším kroku bylo po vypuštění x_2 vyřazeno také x_{14} , *cena_elek* a následně též x_{11} , *cena_uhli*. Výsledný model má potom následující výstup:

Model 1.7: OLS, za použití pozorování 2000:2-2011:1 (T = 44)
 Závisle proměnná: iELE_domacnosti

	koeficient	směr. chyba	t-podíl	p-hodnota	
const	537,085	100,823	5,327	4,76e-06	***
Cena_plyn	0,000614664	0,000216854	2,834	0,0073	***
Pocasi	-0,00759335	0,000779298	-9,744	6,99e-012	***
D1	-488,787	77,5702	-6,301	2,20e-07	***
D2	-1155,06	200,558	-5,759	1,22e-06	***
D3	-530,919	127,511	-4,164	0,0002	***
Střední hodnota závisle proměnné		-0,156818			
Sm. odchylka závisle proměnné		1133,728			
Součet čtverců reziduí		222329,0			
Koeficient determinace		0,995977			
Adjustovaný koeficient determinace		0,995448			
Akaikovo kritérium		512,0864			
Durbin-Watsonova statistika		2,261513			

Použití obou způsobů odhadu modelu přináší velmi podobné výsledky, a proto lze říci, že validita každého z modelů přispěla ke zvýšení reliability použití metody

odhadu jako celku. K dokončení celé analýzy determinantů spotřeby elektřiny v domácnostech je ještě nutné doplnit příslušné testy tak, jako tomu bylo v předchozím případě.

Testování autokorelace lze provést opět přímo z výstupu modelu a Durbin-Watsonovy statistiky, jež nabývá hodnoty 2,262 a kritické intervaly jsou $dL = 1,4298$; $dU = 1,6148$; po porovnání kritických hodnot lze soudit, že se autokorelace v modelu nevyskytuje. Výsledek je tedy příznivější než v případě prvního modelu, neboť není nutno přidávat zpožděné proměnné, které na sebe zbytečně navazují část informace a snižují významnosti ostatních proměnných.

Whiteův test homoskedasticity vykázal p-hodnotu o výši 0,683 a též nezamítá nulovou hypotézu o výskytu homoskedasticity v modelu:

Whiteův test heteroskedasticity
Testovací statistika: $TR^2 = 11,037877$,
s p-hodnotou = $P(\text{Chí-kvadrát}(14) > 11,037877) = 0,683058$

Chow test na stabilitu, znovu se strukturálním zlomem ve druhém čtvrtletí 2005, byl rovněž úspěšný, resp. nezamítl nulovou hypotézu o přítomnosti strukturálního zlomu s p-hodnotou 0,645:

Chowův test pro strukturální zlom při pozorování 2005:2
 $F(6, 32) = 0,708375$ s p-hodnotou 0,6452

Test normality reziduí také splnil předpoklady modelu a nezamítl nulovou hypotézu o existenci normálního rozdělení reziduí dané časové řady:

Test nulové hypotézy normálního rozdělení:
 $\text{Chí-kvadrát}(2) = 1,166$ s p-hodnotou 0,55822

Ramsey test RESET nezamítá nulovou hypotézu o vhodnosti volby lineární funkce v modelu a vychází lépe než předchozí metoda tvorby modelu, protože nezamítá nulovou hypotézu u všech tří variant testu:

Test RESET pro specifikaci (druhé a třetí mocniny)
Testovací statistika: $F = 2,761895$,
s p-hodnotou = $P(F(2,36) > 2,7619) = 0,0766$

Test RESET pro specifikaci (pouze třetí mocniny)
Testovací statistika: $F = 4,027050$,
s p-hodnotou = $P(F(1,37) > 4,02705) = 0,0521$

Test RESET pro specifikaci (pouze druhé mocniny)
Testovací statistika: $F = 0,005186$,
s p-hodnotou = $P(F(1,37) > 0,00518597) = 0,943$

Porovnání obou druhů postupu vykazuje velmi podobné výsledky, tedy analogické, pouze marginálně se lišící odhady strukturálních parametrů modelu. Interpretace je proto zbytečná pro oba modely.

Bude tedy interpretován model sestavený z diferencí časové řady díky lepším testovacím statistikám autokorelace, Ramsey RESET testu na linearitu a nepřítomnosti zpožděných (a zároveň statisticky nevýznamných) proměnných. Dále vykazuje model diferencí vyšší hodnotu klasického i adjustovaného indexu determinace²³ a poukazuje tedy na vyšší kvalitu modelu. Výsledek lineární regrese endogenní proměnné „spotřeba elektrické energie v domácnostech“ pomocí běžné metody nejmenších čtverců vypadá následovně:

$$\Delta y_1 = 537,085 + 0,000614664\Delta x_{13} - 0,00759335\Delta x_{15} - 488,787D_1 - 1155,06D_2 - 530,919D_3$$

5-6

Znaménko regresního koeficientu ukazuje, zda se jedná o přímou či nepřímou úměru – kladné znaménko vyjadřuje přímo úměrný efekt: zvýšení ceny plynu způsobí zvýšení spotřeby elektřiny, a naopak záporné znaménko poukazuje na nepřímou úměru: zvýšení průměrné teploty způsobí snížení spotřeby elektřiny. Hodnota parametru vysvětluje změnu exogenní (popř. predeterminované) proměnné na endogenní proměnnou a p-hodnota zastává funkci statistické verifikace a udává, na jaké hladině spolehlivosti lze regresní koeficient interpretovat.

Interpretace²⁴ proměnných je možná u všech proměnných včetně konstanty. Všechny jsou statisticky významné nejen na hladině 95%, ale také na hladině 99% spolehlivosti.

Zvýší-li se změna ceny plynu o jednotku (tj. o 1 Kč/GWh z -78470 na -78469 Kč/GWh), zvýší se změna spotřeby elektrické energie o 0,000614664 GW ceteris paribus.

²³ Interpretace koeficientu determinace – např. $R^2 = 0,95$ znamená, že počasí a ceny plynu (x) vysvětlují 95 % variability spotřeby elektrické energie (y).

²⁴ Veškeré závěry jsou vysvětlovány za předpokladu ceteris paribus (za jinak stejných, konstantních podmínek)

Stejně tak zvýšení změny průměrné teploty o jednotku (tj. o $0,0001^{\circ}\text{C}$ z $-1,8$ na $-1,7999^{\circ}\text{C}$) vyvolá snížení změny spotřeby elektřiny o $0,00759335$. Má-li být příklad zvýšení ceny představitelný, lze uvést příklad v jiných jednotkách na příkladech různých scénářů.

5.2.1 Scénář 1: Jednotkové změny prvního čtvrtletí

Scénář 1 opakuje předešlou situaci, kdy byly měřeny jednotkové změny exogenních proměnných a následná reakce na tyto změny, ale s odlišným řádem jednotkových změn tak, aby byly co nejbližší realitě. Dále podrobněji zkoumá chování diferencí endogenní proměnné a přepočítává difference na původní datovou základnu.

Nejprve je potřeba vyčíslit teoretickou hodnotu $\Delta\hat{y}$ aby bylo možné sledovat změny ve spotřebě na základě změn cen plynu, počasí a sezón. Pro první čtvrtletí 2011 je teoretická hodnota:

$$\begin{aligned}\Delta\hat{y} &= 537,085 + 0,000614664 \cdot (-78470) - 0,00759335 \cdot (-18000) - 488,787 \\ \Delta\hat{y} &= 136,6853159 \text{ GWh}\end{aligned}$$

Zvýšení změny ceny o 10 haléřů/kWh (tj. o 100000 Kč/GWh z $-7,847$ haléřů za kWh na $2,153$ haléřů za kWh; změna počasí se rovná nule) způsobí zvýšení změny spotřeby elektrické energie o $35,29 \text{ GWh}$:

$$\begin{aligned}\Delta\hat{y}_{\text{plyn}} &= 537,085 + 0,000614664 \cdot (-21153) - 0,00759335 \cdot (-18000) \\ &\quad - 488,787 \\ \Delta\hat{y}_{\text{plyn}} &= 171,9763124 \text{ GWh} \\ \Delta\text{plyn} &= \Delta\hat{y}_{\text{plyn}} - \Delta\hat{y} = 171,9763124 - 136,6853159 = +35,29099651\end{aligned}$$

ze $72,9 \text{ GWh}$ na $108,19 \text{ GWh}$. Z původních $4413,1 \text{ GWh}$ roste spotřeba na nových $4521,29 \text{ GWh}$. Originální cena plynu potom roste o výše zmíněných $2,153$ haléřů/kWh z $79,697$ haléřů/kWh na $81,85$ haléřů/kWh. V relativním vyjádření pak zvýšení ceny plynu o $2,7$ procentního bodu vyvolá $2,45\%$ zvýšení poptávky po elektrické energii. Přepočteno do křížové cenové pružnosti: při zvýšení ceny plynu o 1% dojde ke snížení poptávky po elektřině o $0,91\%$. Reakce spotřebitelů elektřiny na změny v cenách plynu je tedy mírně neelastická.

Zvýšení změny teploty o 1°C (tj. z -1,8°C na -0,8°C; změna ceny plynu se rovná nule) vyvolá snížení změny spotřeby elektřiny o 75,9335 GWh:

$$\Delta\hat{y}_{poč} = 537,085 + 0,000614664 \cdot (-78470) - 0,00759335 \cdot (-8000) - 488,787$$

$$\Delta\hat{y}_{poč} = 60,81211592 \text{ GWh}$$

$$\Delta poč = \Delta\hat{y}_{poč} - \Delta\hat{y} = 60,81211592 - 136,6853159 = -75,87319998$$

ze 72,9 GWh na -2,97 GWh. Z původních 4413,1 GWh klesá spotřeba na nových 4410,13 GWh. Originální teplota se mění pouze o -0,8°C z 0,2667°C na -0,5333°C.

V případě, že se oba předchozí vlivy vyskytnou současně; zvýšení změny ceny o 10 haléřů/kWh (tj. o 100000 Kč/GWh z -7,847 haléřů za kWh na 2,153 haléřů za kWh) a zároveň zvýšení změny teploty o 1°C (tj. z -1,8°C na -0,8°C), spotřeba elektrické energie se sníží pouze o 14,69883 GWh:

$$\Delta\hat{y}_{oba} = 537,085 + 0,000614664 \cdot (-21153) - 0,00759335 \cdot (-8000) - 488,787$$

$$\Delta\hat{y}_{oba} = 96,04281241 \text{ GWh}$$

$$\Delta oba = \Delta\hat{y}_{oba} - \Delta\hat{y} = 96,04281241 - 136,6853159 = -40,64250349$$

nebo

$$\Delta oba = \Delta poč + \Delta plyn = -75,87319998 + 35,29099651 = -40,58220347^{25}$$

... ze 72,9 GWh na 32,32 GWh. Z původních 4413,1 GWh se spotřeba mění na nových 4445,42 GWh.

²⁵ rozdíl je dán pouze chybou v zaokrouhlování

5.2.2 Scénář 2: Průměrné a očekávané změny

Scénář č. 2 má za úkol namodelovat budoucí situaci, kdy dojde v jednotlivých čtvrtletích od 2011-II do 2012-I k následujícím změnám:

- změna teploty bude průměrná pro dané čtvrtletí
- změna ceny plynu se bude chovat dle predikce časové řady (metodou exponenciálního vyrovnávání)
- odhadnutý regresní koeficient počasí nezohledňuje sezónní změny, tak jak je to vyjádřeno modelem; jedná se tedy o celoroční odhad zohledněný pouze o sezónní hodnoty dummy proměnných

Aby bylo možné dosadit do modelu požadované hodnoty, je nejprve potřeba je vypočíst z pozorovaných dat. Tabulka č. 3 ukazuje průměry, minima a maxima všech proměnných v modelu (spotřeba elektřiny v GWh, teplota v °C, cena plynu v Kč/GWh) a stejné údaje pro první diference. Situace je velmi jednoduchá v případě všech pozorování a diferencí počasí a spotřeby elektřiny, kde mají diference v rámci jednotlivých čtvrtletí buď pouze kladnou, nebo pouze zápornou hodnotu, takže je minimální hodnota vybrána jako nejmenší kladná nebo nejmenší záporná diference a obdobně jsou vytvořena maxima. Pouze u cen plynu dochází k situaci, kdy lze pozorovat v jednom čtvrtletí kladné i záporné diference a pak byla jako minimální hodnota vybrána nejvyšší záporná diference a jako maximální hodnota nejvyšší kladná diference. Graficky znázorněné průběhy změn za sezóny jsou přehledně znázorněny v přílohách 6 a 7.

Tabulka 3 Průměry, minima a maxima za jednotlivá čtvrtletí

		I.	II.	III.	IV.			I.	II.	III.	IV.
Ø	GWh	4561,154	2983,392	2750,569	4254,71	Ø dif.	GWh	319,2755	-1591,22	-232,823	1504,141
	°C	0,225	13,02424	16,27273	3,715152		°C	-3,5697	12,80303	3,248485	-12,5576
	Kč/GWh	646364,5	630961,3	643433,6	665414,9		Kč/GWh	-123,636	-1711,81	12472,36	21981,27
min	GWh	4312,08	2724,67	2630,46	4047,04	min dif.	GWh	72,9	-1345,8	-94,21	1416,58
	°C	-2,96667	11,7	15,5	2,066667		°C	-1,06667	10,56666	1,166667	-9,9
	Kč/GWh	438170	458638	454854	438170		Kč/GWh	-90214	-53578	-104424	-49278
max	GWh	5062,6	3150,8	2880,1	4425,1	max dif.	GWh	637,5	-1911,8	-413,4	1676,7
	°C	3,7	14,33333	17,33333	6		°C	-5,26667	15,53333	4,766667	-14,2667
	Kč/GWh	1002416	840994	893960	1022798		Kč/GWh	70520	70180	81012	135794

V případě ceny plynu nelze použít průměr pro predikci budoucí hodnoty, protože jeho cena neustále roste. Odhad budoucí ceny plynu byl tedy proveden na prvních diferencích ceny plynu pomocí metody exponenciálního vyrovnávání.

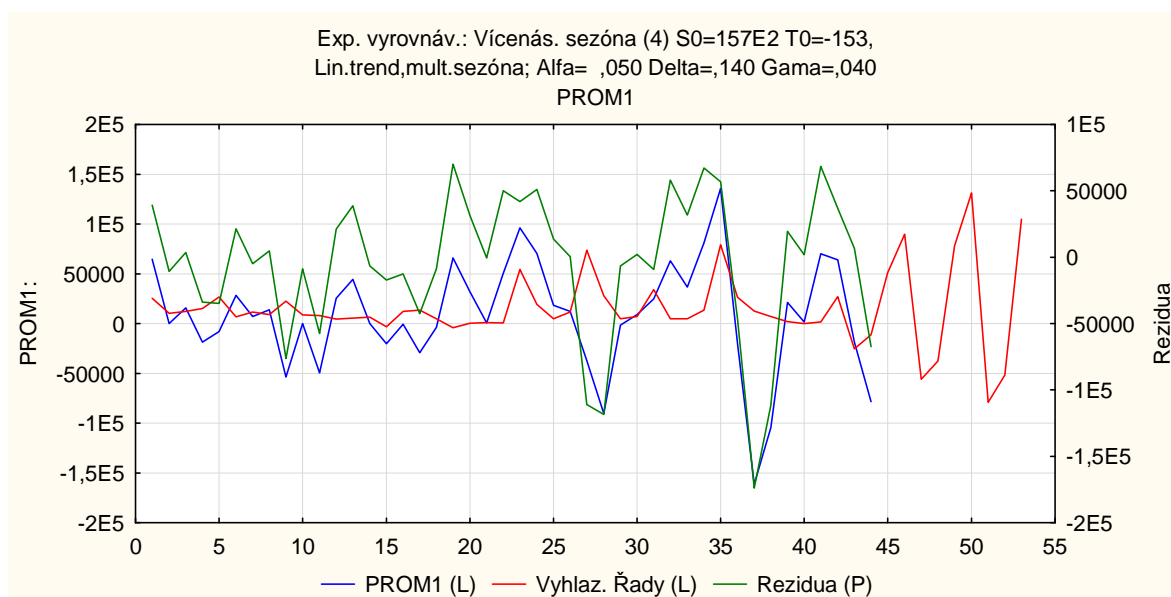
Nejprve bylo provedeno mřížkové hledání parametrů alfa, delta a gama tak (viz příloha 8), aby hodnoty ukazatelů kvality modelu (3-7 až 3-11) dosahovaly co nejnižších hodnot. Ze všech kombinací aditivních i multiplikativních sezónních modelů exponenciálního vyrovnávání bez trendu i s trendem vyšel nejlépe (a nejméně pravděpodobněji popisoval chování časové řady) tzv. Wintersův model, tedy multiplikativní vyrovnávání sezón s lineárním trendem, jehož hodnoty jsou vidět v tabulce č. 4.

Tabulka 4 Kvalita modelu exponenciálního vyrovnávání ceny plynu

Výsledky pro nejhodnější model alfa=0,05 delta=0,14 gama=0,04	
ME	-5,04E+03
MAD	3,85E+04
SS	1,25E+11
SSE	2,85E+09
MPE	0
MAPE	0

Na grafu 12 (zdrojová data vyhlazené hodnoty jsou uvedeny v příloze 9) je vidět modelovaný průběh budoucího vývoje diferencí ceny plynu, který je však proveden na původních neočištěných datech (osa x vždy ukazuje jednotlivá čtvrtletí), a proto byla dále provedena analýza průměrné sezónnosti diferencí časové řady ceny plynu v Kč/GWh.

Graf 12 Predikce ceny plynu



Metodou Census II bylo možné zachytit sezónní výkyvy a predikovat očekávanou sezónnost na jeden rok dopředu tak, jak je to znázorněno v tabulce 5.

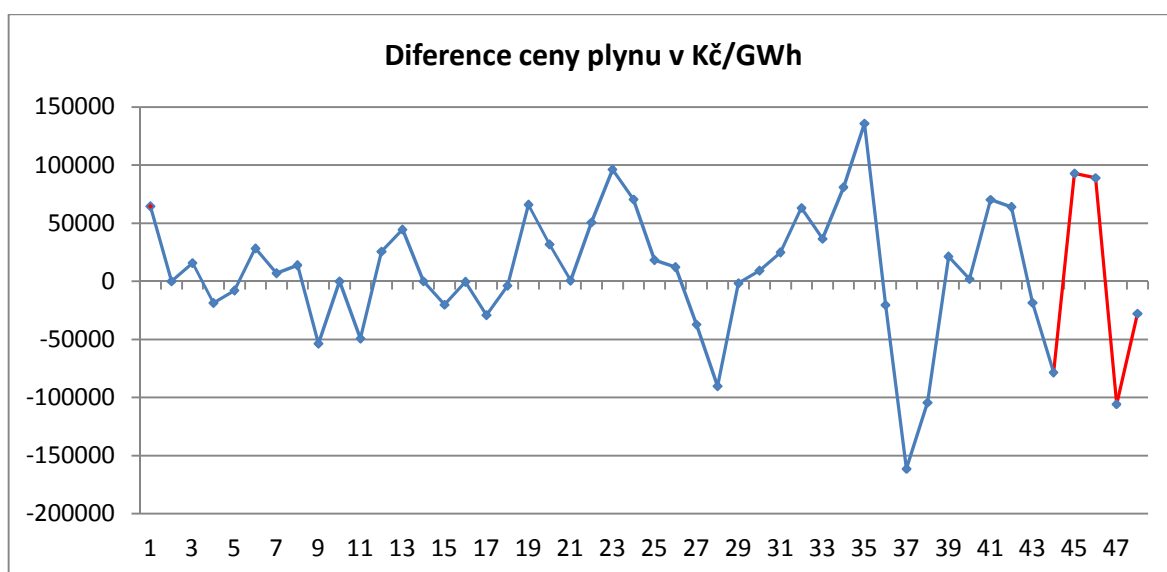
Tabulka 5 Predikce sezónnosti diferencí ceny plynu

	I.	II.	III.	IV.
2011		-41653,8	766,1324	50009,43
2012	-9787,44			

Po přičtení sezónních koeficientů k predikovaným hodnotám dostává modelace ceny plynu finální tvar. Graf nového průběhu funkce je uveden v příloze 7 a prognózované difference od druhého čtvrtletí 2011 do prvního čtvrtletí 2012 jsou uvedeny v tabulce 6, a následně zachyceny v grafu č. 13, kde modrá část spojnic popisuje pozorovaná data a červená predikci. Z předpovězených hodnot vyplývá, že cena plynu bude dále výrazně kolísat a dále mírně zdražovat. Meziroční změna růstu ceny plynu činila v prvních čtvrtletích let 2010-2011 přibližně 4,9% a predikovaná meziroční změna prvních čtvrtletí let 2011-2012 dosahuje hodnoty 5,89%.

Tabulka 6 Finální predikce diferencí ceny plynu

	I.	II.	III.	IV.
2011		92 854,40	88 979,67	-105 763,43
2012	-27 822,16			

Graf 13 Finální predikce diferencí ceny plynu

Scénář č. 2 bude navazovat na konec časové řady a predikovat 4 hodnoty spotřeby elektřiny pro následná čtyři čtvrtletí (2011-II až 2012-I). Pro druhé čtvrtletí roku 2011 bude tedy počítat s hodnotou difference pro počasí 12,80303°C a diferencí ceny plynu rovnu 92854,4 Kč/GWh, pro třetí čtvrtletí s teplotní diferencí 3,248485°C a diferencí ceny plynu 88979,67 Kč/GWh apod. Zde jsou uvedeny výpočty pro všechna 4 predikovaná čtvrtletí:

$$\Delta \hat{y}_{II.} = 537,085 + 0,000614664 \cdot (+92854,4) - 0,00759335 \cdot (+128000,3) - 1155,06$$

$$\Delta \hat{y}_{II.} = -1533,079496 \text{ GWh}$$

$$\Delta II. = \Delta \hat{y}_{II.} - \Delta \hat{y} = -1533,079496 - 136,6853159 = -1669,76496$$

$$\Delta \hat{y}_{III.} = 537,085 + 0,000614664 \cdot (+88979,6676) - 0,00759335 \cdot (+32484,85) - 530,919$$

$$\Delta \hat{y}_{III.} = -185,8102258 \text{ GWh}$$

$$\Delta III. = \Delta \hat{y}_{III.} - \Delta \hat{y} = -185,8102258 - 136,6853159 = -322,4955417$$

$$\Delta \hat{y}_{IV.} = 537,085 + 0,000614664 \cdot (-105763,43) - 0,00759335 \cdot (-125576)$$

$$\Delta \hat{y}_{IV.} = 1425,616706 \text{ GWh}$$

$$\Delta IV. = \Delta \hat{y}_{IV.} - \Delta \hat{y} = 1425,616706 - 136,6853159 = 1288,93139$$

$$\Delta \hat{y}_I = 537,085 + 0,000614664 \cdot (-27822,16) - 0,00759335 \cdot (-35697) - 488,787$$

$$\Delta \hat{y}_I = 302,2563047 \text{ GWh}$$

$$\Delta I. = \Delta \hat{y}_I - \Delta \hat{y} = 302,2563047 - 136,6853159 = 165,5709888$$

Tabulka 7 Predikce spotřeby elektřiny dle scénáře č. 2

	Δ ceny plynu v Kč/GWh	Δ počasí v °C	$\Delta \hat{y}_{I,II,III,IV}$	Δ spotřeby elektřiny	spotřeba elektřiny
2011-II	+92854,4	+12,80303	-1533,079645	-1669,76496	2 743,335040
2011-III	+88979,6676	+3,248485	-185,8102258	-322,495541	2 420,839498
2011-IV	-105763,43	-12,5576	1425,616706	1288,93139	3 709,770888
2012-I	-27822,16	-3,5697	302,2563047	165,5709888	3 875,341877

Tabulka 7 ukazuje finální predikci spotřeby elektrické energie po splnění požadavků scénáře č. 2. Interpretace výsledků modelu zní následovně:

Změní-li se ve druhém čtvrtletí roku 2011 cena plynu o +92854,4 Kč/GWh a zároveň se změní teplota o +12,8 °C, vyvolá to změnu difference spotřeby elektřiny rovnu -1669,76 GWh, a spotřeba elektřiny v tomto období se bude rovnat 2743,34 GWh.

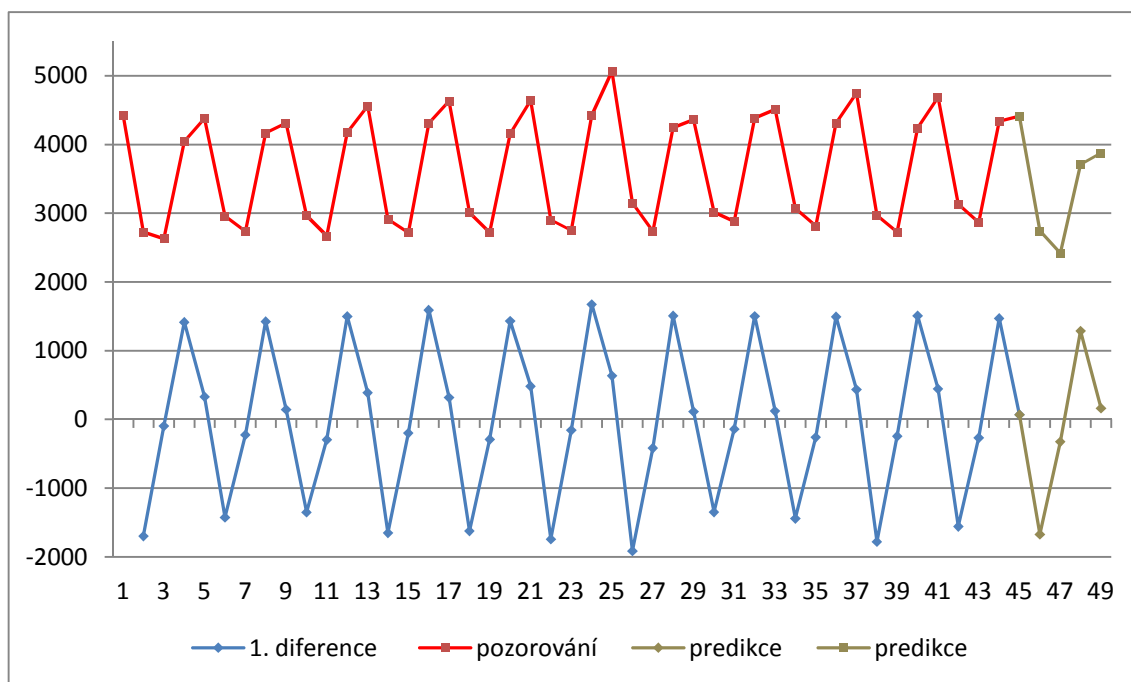
Změní-li se ve třetím čtvrtletí roku 2011 cena plynu o +88979,67 Kč/GWh a zároveň se změní teplota o +3,25 °C, vyvolá to změnu difference spotřeby elektřiny rovnu -322,5 GWh, a spotřeba elektřiny v tomto období se bude rovnat 2420,84 GWh.

Změní-li se ve čtvrtém čtvrtletí roku 2011 cena plynu o -105763,43 Kč/GWh a zároveň se změní teplota o -12,56 °C, vyvolá to změnu difference spotřeby elektřiny rovnu 1288,93 GWh, a spotřeba elektřiny v tomto období se bude rovnat 3709,77 GWh.

Změní-li se v prvním čtvrtletí roku 2012 cena plynu o -27822,16Kč/GWh a zároveň se změní teplota o -3,57 °C, vyvolá to změnu difference spotřeby elektřiny rovnu 165,57 GWh, a spotřeba elektřiny v tomto období se bude rovnat 3875,34 GWh.

V grafickém znázornění (graf č. 14) je jasně vidět sezónní průběh časové řady spotřeby elektrické energie v domácnostech a jeho barevně odlišená predikce, která kopíruje sezónní výkyvy předchozích období, ale je posazena níže. To může být způsobeno charakterem modelu, který odhaduje jeden regresní koeficient pro všechna období a zohledňuje stejnou měrou všechny změny teplot (na ceny plynu byla použita výše uvedená analýza). V zimních měsících lze předpokládat signifikantní rozdíl ve spotřebě elektřiny, pokud dojde k výkyvům teplot, ale v letních bude vliv mírnější, neboť Slunce svítí déle a domácnosti nemusí ani při ochlazení přitápět.

Graf 14 Spotřeba elektřiny v GWh dle scénáře č. 2



5.3 Model 2 – Sezónní spotřeba elektrické energie v domácnostech

Model č. 2 se snaží objasnit problematiku sezónnosti, která byla v modelu č. 1 zobecněna pouze za použití dummy proměnných, takže regresní koeficienty bylo možno interpretovat jako změnu v dané sezóně v porovnání se čtvrtým čtvrtletím, které bylo referenční skupinou. Otázkou však zůstává, jestli má vliv počasí stejnou váhu v každém ze čtvrtletí, tedy jestli zvýšení teploty o 1 stupeň v létě (např. ze 14 °C na 15 °C), kdy domácnosti netopí a méně svítí, bude totožný se zvýšením teploty o 1 stupeň v zimě (např. z -3 °C na -2 °C), kdy je situace opačná.

Pro tento účel byl sestaven nový model, jenž obsahuje stejné vysvětlující proměnné (ale ne již jejich difference jako model 1), ale s tím rozdílem, že proměnná x_{15} , tedy počasí bylo pronásobeno vektory dummy proměnných tak, aby z původního x_{15} vznikly čtyři nové sezónní vektory $pocx1$, $pocx2$, $pocx3$ a $pocx4$ vyjadřující vliv počasí na první až čtvrtou sezónu ($pocx1 = x_{15} \cdot D_1$; $pocx2 = x_{15} \cdot D_2$ atd.). V rovnici je model zadán následujícím způsobem:

$$y = \beta_0 + \beta_1 pocx1 + \beta_2 pocx2 + \beta_3 pocx3 + \beta_4 pocx4 + \beta_{13} x_{13} + D_1 + D_2 + D_3 + \varepsilon$$

5-7

Výstup modelu byl zatížen chybou přítomnosti autokorelace, a proto byl zvolen postup odhadu strukturálních parametrů pomocí robustní směrodatné chyby metodou HAC, která umožňuje eliminovat zkreslení testových statistik v případě výskytu heteroskedasticity v modelu i autokorelaci. Výstupem modelu je tedy:

Model 11: OLS, za použití pozorování 2000:1-2011:1 (T = 45)
 Závisle proměnná: iELE_domacnosti
 HAC standardní chyby, šířka okénka 2 (Bartlettovo jádro)

	koeficient	směr. chyba	t-podíl	p-hodnota	
const	4187,53	74,2740	56,38	1,02e-036	***
Cena_plyn	0,000377066	7,18701e-05	5,246	7,06e-06	***
pocx1	-0,00903202	0,00182143	-4,959	1,70e-05	***
pocx2	-0,00603568	0,00250158	-2,413	0,0211	**
pocx3	-0,00308659	0,00264586	-1,167	0,2511	
pocx4	-0,00494567	0,00173837	-2,845	0,0073	***
D1	150,216	66,1327	2,271	0,0292	**
D2	-655,946	317,167	-2,068	0,0459	**
D3	-1177,31	459,134	-2,564	0,0147	**

Střední hodnota závisle proměnné	3657,980
Sm. odchylka závisle proměnné	806,0077
Součet čtverců reziduí	238118,2
Koeficient determinace	0,991670
Adjustovaný koeficient determinace	0,989819
Akaikovo kritérium	531,5282

Rovnice pro daný výstup má tvar:

$$y = 4178,53 + 0,000377066x_{13} - 0,00903202pocx1 - 0,00603568pocx2 - 0,00308659pocx3 - 0,00494567pocx4 + 150,216D_1 - 655,946D_2 - 1177,31D_3,$$

5-8

kde $pocx3 = 0$, neboť parametr této proměnné není statisticky významný. Naopak parametry *const*, *Cena_plyn*, *pocx1* a *pocx4* jsou statisticky významné na hladině 99% spolehlivosti a ostatní – *pocx2*, D_1 , D_2 a D_3 jsou signifikantní na hladině spolehlivosti rovné 95%. Kvalita modelu daná koeficientem determinace i jeho adjustovanou formou, Akaikovým kritériem apod.; je téměř totožná s modelem č. 1, protože podstata obou modelů je založena na stejné bázi. Po úspěšném ověření správnosti postupu tvorby modelu je opět možné přistoupit ke tvorbě scénářů.

V následující části práce budou vytvořeny tři různé scénáře pro predikci prvních čtyřech čtvrtletí dalšího období. Scénář č. 3 (Optimální) bude obdobou scénáře č. 2, pouze pro nový sezónně upravený model a bude vyjadřovat průměrné (nejpravděpodobnější) hodnoty, jaké by mohly nastat v budoucích obdobích. Scénáře 4 a 5 budou pojmenovány Pozitivní a Negativní a budou sledovat vývoj počasí a ceny

plynu s ohledem na spotřebitele²⁶. Pozitivní scénář bude tedy ukazovat nejideálnější (nejekonomičtější) variantu pro spotřebitele, což znamená, že počasí bude velmi teplé²⁷ a ceny plynu se zároveň sníží. Negativní varianta naopak počítá se spotřebitelsky nejnákladnější kombinací – velmi chladným počasím²⁸ a zdražením plynu. V případě ceny plynu se nelze, jak již bylo řečeno, orientovat na základě průměrných veličin či extrémních hodnot vzhledem k charakteru časové řady. Pozitivní varianta bude tedy počítat s cenou plynu o 10% nižší, než udává predikovaná hodnota a naopak negativní varianta zahrne cenu o 10% vyšší. Hodnoty byly vybrány na základě analýzy prvních relativních diferencí časové řady ceny plynu a 10% změna odpovídá reálným (tedy ne přehnaným) předpokladům na pravděpodobnou změnu ceny, protože nejextrémnější pozitivní mezi-čtvrtletní změna ceny plynu byla rovna 15,93% ve 4. čtvrtletí roku 2005 a naopak největší zlevnění plynu nastalo v roce 2009 (ve 2. čtvrtletí), kdy cena klesla o 16,1%.

5.3.1 Scénář 3: Optimální

Scénář č. 3 modeluje budoucí situaci, kdy dojde v jednotlivých čtvrtletích od 2011-II do 2012-I k následujícím změnám:

- teplota bude průměrná pro dané čtvrtletí
- cena plynu se bude chovat dle predikce její časové řady
- odhadnutý regresní koeficient počasí zohledňuje sezónní změny

Všechna potřebná data lze najít v tabulce č. 9 a dosazením do modelu č. 2 lze odhadnout jednotlivé odhady spotřeby elektrické energie.

$$\Delta \hat{y}_{II.} = const + \beta_{13}x_{13} + pocx2 + D_2$$

$$\Delta \hat{y}_{II.} = 4187,53 + 0,000377066 \cdot (+889824,4) - 0,00603568 \cdot (+130242,4) - 655,946$$

$$\Delta \hat{y}_{II.} = 3081,0050078 \text{ GWh}$$

²⁶ Spotřebitelsky nejvýhodnější varianta musí být na základě teorie poptávky a nabídky (viz graf č. 1) nejhorší variantou pro producenta elektrické energie, protože si spotřebitelé nárokují větší část svých spotřebitelských přebytků než obvykle

²⁷ pro pozitivní variantu byla vybrána maxima teplot v jednotlivých sezónách za celé sledované období, tj. od prvního čtvrtletí 2000

²⁸ pro negativní variantu byla naopak vybrána minima teplot v jednotlivých sezónách

Bude-li ve druhém čtvrtletí roku 2011 průměrná teplota rovna 13,02 °C a zároveň cena plynu rovna 889824,4 Kč/GWh, spotřeba elektrické energie klesne o 1332,09 GWh z původních 4413,1 GWh na nových 3081,01 GWh. Je tedy zřetelně vidět výrazný pokles spotřeby elektřiny v závislosti na sezóně díky výraznému oteplení (o 12,8 °C) oproti minulému období.

$$\Delta \hat{y}_{III} = const + \beta_{13}x_{13} + D_2$$

$$\Delta \hat{y}_{III} = 4187,53 + 0,000377066 \cdot (+978804,1) - 1177,31$$

$$\Delta \hat{y}_{III} = 3379,293735 \text{ GWh}$$

Ve třetím čtvrtletí roku 2011 nebyla prokázána statistická významnost pro změnu teploty počasí, a proto je brána v úvahu pouze cena plynu a dummy proměnná dané sezóny. Bude-li cena plynu rovna 978804,1 Kč/GWh, spotřeba elektrické energie vzroste o 298,87 GWh z původních 3081,01 GWh na nových 3379,29 GWh.

$$\Delta \hat{y}_{IV} = const + \beta_{13}x_{13} + pocx4$$

$$\Delta \hat{y}_{IV} = 4187,53 + 0,000377066 \cdot (+873040,6) - 0,00494567 \cdot (+37151,52)$$

$$\Delta y_{IV} = 4332,984783 \text{ GWh}$$

Bude-li ve čtvrtém čtvrtletí roku 2011 průměrná teplota rovna 3,72 °C a zároveň cena plynu rovna 873040,6 Kč/GWh, spotřeba elektrické energie vzroste o 991,4 GWh z původních 3379,29 GWh na nových 4332,98 GWh. Čtvrtá sezóna byla stanovena jako referenční období a neobsahuje tedy žádnou dummy proměnnou.

$$\Delta \hat{y}_I = const + \beta_{13}x_{13} + pocx1 + D_1$$

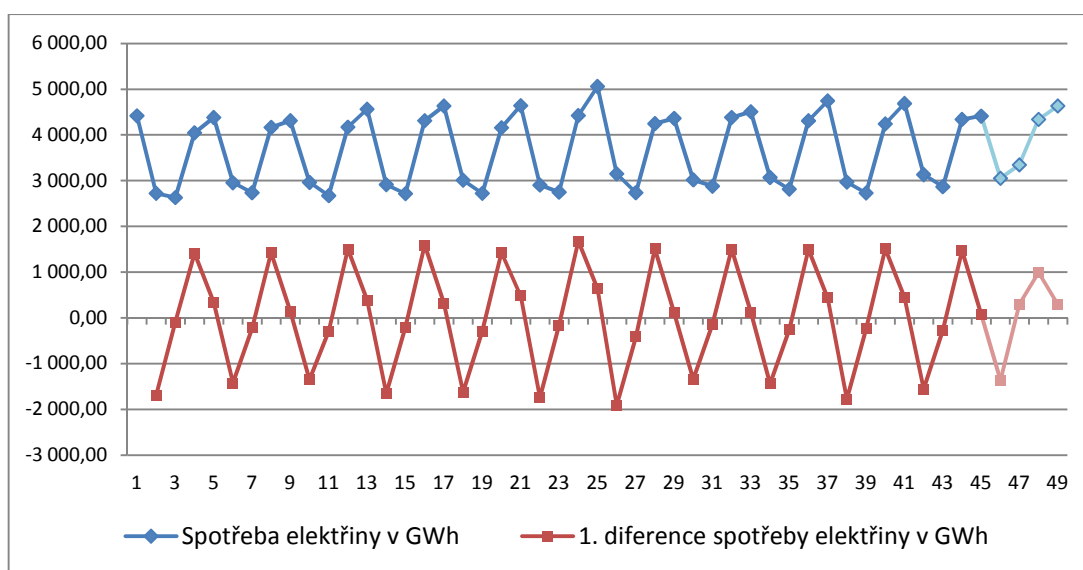
$$\Delta \hat{y}_I = 4187,53 + 0,000377066 \cdot (+845218,5) - 0,00903202 \cdot (+2250) + 150,216$$

$$\Delta \hat{y}_I = 4636,127105 \text{ GWh}$$

Bude-li v prvním čtvrtletí roku 2012 průměrná teplota rovna 0,23 °C a zároveň cena plynu rovna 845218,5 Kč/GWh, spotřeba elektrické energie vzroste o 295,76 GWh z původních 4332,98 GWh na nových 4636,13 GWh.

V grafickém znázornění (graf č. 15) je modrou barvou vyznačena časová řada spotřeby elektrické energie a červenou barvou její první diference. Poslední úsek (světlejší odstín) je modelem odhadnutá predikce chování časové řady pro příští 4 čtvrtletí.

Graf 15 Spotřeba elektřiny v Optimálním scénáři domácností



Z grafu č. 15 je zřejmé, že se časová řada chová, vzhledem k sezónám, velmi monotónně a predikce pokračuje v jejím trendu. Problémovým místem je druhý bod predikce (třetí čtvrtletí 2011), který je očividně položen výše, než u předchozích pozorování a mírně tak vybočuje z charakteristického tvaru časové řady. Stejná situace je pozorovatelná na oscilacích prvních diferencí, kde 3. čtvrtletí dosahuje vyšší kladné diference, což způsobuje následnou nižší kladnou diferenci 4. čtvrtletí, které nedosáhlo stejné hladiny (tj. cca 1500 GWh) jako historická část řady, ale pouze přibližně 1000 GWh. 3. čtvrtletí je nejteplejším čtvrtletím roku a otázkou tedy zůstává, proč se zvýšila spotřeba elektřiny, když teplota stále rostla. Vysvětlení je však snadné – počasí nebylo jediným determinantem spotřeby elektřiny v modelu a právě ve 3. čtvrtletí se výrazně promítá cena plynu, substitut elektrické energie, která v tomto období plánovaně roste o cca 10% a snižuje tak význam změny počasí. V praxi by takováto změna pravděpodobně nemohla nastat tak rychle, neboť spotřebitelé by reagovali až na dlouhodobé změny cen tepla a světla a jejich zdrojů a pravděpodobně by nebyli schopni v relativně krátkém období změnit systém vytápění či osvětlení. Samozřejmě, majitelé obou zdrojů tepla – plynového i elektrického mohou pružně reagovat na změny cen obou komodit. Kromě toho není ve výpočtech brán v úvahu regresní koeficient $pocx3$, neboť není statisticky významný, což opět mírně zvyšuje spotřebu třetího čtvrtletí.

5.3.2 Scénář 4: Spotřebitelsky pozitivní

Scénář č. 4 modeluje budoucí situaci, kdy dojde v jednotlivých čtvrtletích od 2011-II do 2012-I k následujícím změnám:

- teplota bude vybrána historicky nejvyšší od počátku časové řady pro dané čtvrtletí
- cena plynu bude o 10% nižší, než udává predikce její časové řady
- odhadnutý regresní koeficient počasí zohledňuje sezónní změny

Maximální teploty jednotlivých sezón lze najít v tabulce č. 9 a jednotlivé parametry funkce udává opět výstup modelu č. 2. Tabulka č. 8 shrnuje údaje o predikovaných cenách plynu a jejich modelovaných změnách.

Tabulka 8 Predikované ceny plynu pro scénáře 3 - 5

predikce	cena plynu v Kč/GWh	+10%	-10%
2011-II	889824,4	978806,8	800842
2011-III	978804,1	1076684	880923,7
2011-IV	873040,6	960344,7	785736,6
2012-I	845218,5	929740,3	760696,6

Hodnoty pro jednotlivá čtvrtletí byly vypočteny následovně:

$$\Delta \hat{y}_{II.} = const + \beta_{13}x_{13} + pocx2 + D_2$$

$$\Delta \hat{y}_{II.} = 4187,53 + 0,000377066 \cdot (+800842) - 0,00603568 \cdot (+14333) - 655,946$$

$$\Delta \hat{y}_{II.} = 2968,44 \text{ GWh}$$

Bude-li ve druhém čtvrtletí roku 2011 maximální teplota rovna 14,33 °C a zároveň cena plynu rovna 800842 Kč/GWh, spotřeba elektrické energie klesne o 1444,66 GWh z původních 4413,1 GWh na nových 2968,44 GWh.

$$\Delta \hat{y}_{III.} = const + \beta_{13}x_{13} + D_2$$

$$\Delta \hat{y}_{III.} = 4187,53 + 0,000377066 \cdot (+880923,7) - 1177,31$$

$$\Delta \hat{y}_{III.} = 3342,386 \text{ GWh}$$

Bude-li cena plynu rovna 880923,7 Kč/GWh, spotřeba elektrické energie vzroste o 373,95 GWh z původních 2968,44 GWh na nových 3342,39 GWh.

$$\Delta \hat{y}_{IV.} = const + \beta_{13}x_{13} + pocx4$$

$$\Delta \hat{y}_{IV.} = 4187,53 + 0,000377066 \cdot (+785736,6) - 0,00494567 \cdot (+60000)$$

$$\Delta y_{IV.} = 4187,064 \text{ GWh}$$

Bude-li ve čtvrtém čtvrtletí roku 2011 průměrná teplota rovna 6 °C a zároveň cena plynu rovna 785736,6 Kč/GWh, spotřeba elektrické energie vzroste o 844,68 GWh z původních 3342,39 GWh na nových 4178,06 GWh.

$$\Delta \hat{y}_I. = const + \beta_{13}x_{13} + pocx1 + D_1$$

$$\Delta \hat{y}_I. = 4187,53 + 0,000377066 \cdot (+760696,6) - 0,00903202 \cdot (+37000)$$

$$+ 150,216$$

$$\Delta \hat{y}_I. = 4290,394 \text{ GWh}$$

Bude-li v prvním čtvrtletí roku 2012 průměrná teplota rovna 3,7 °C a zároveň cena plynu rovna 760696,6 Kč/GWh, spotřeba elektrické energie vzroste o 103,33 GWh z původních 4178,06 GWh na nových 4290,39 GWh.

5.3.3 Scénář 5: Spotřebitelsky negativní

Scénář č. 4 modeluje budoucí situaci, kdy dojde v jednotlivých čtvrtletích od 2011-II do 2012-I k následujícím změnám:

- teplota bude vybrána historicky nejnižší od počátku časové řady pro dané čtvrtletí
- cena plynu bude o 10% vyšší, než udává predikce její časové řady
- odhadnutý regresní koeficient počasí zohledňuje sezónní změny

Minimální teploty jednotlivých sezón a navýšené predikce cen plynu lze najít v tabulkách č. 8 a 9. Po dosazení hodnot do funkce modelu č. 2 získáme následující výsledky:

$$\Delta \hat{y}_{II.} = const + \beta_{13}x_{13} + pocx2 + D_2$$

$$\Delta \hat{y}_{II.} = 4187,53 + 0,000377066 \cdot (+978806,8) - 0,00603568 \cdot (+117000)$$

$$- 655,946$$

$$\Delta \hat{y}_{II.} = 3194,48422 \text{ GWh}$$

Bude-li ve druhém čtvrtletí roku 2011 minimální teplota rovna 11,7 °C a zároveň cena plynu rovna 978806,8 Kč/GWh, spotřeba elektrické energie klesne o 1218,62 GWh z původních 4413,1 GWh na nových 3194,48 GWh.

$$\Delta \hat{y}_{III.} = const + \beta_{13}x_{13} + D_2$$

$$\Delta \hat{y}_{III.} = 4187,53 + 0,000377066 \cdot (+1076684) - 1177,31$$

$$\Delta \hat{y}_{III.} = 3416,201108 \text{ GWh}$$

Bude-li cena plynu rovna 1076684 Kč/GWh, spotřeba elektrické energie vzroste o 221,72 GWh z původních 3194,48 GWh na nových 3416,2 GWh.

$$\Delta \hat{y}_{IV.} = const + \beta_{13}x_{13} + pocx4$$

$$\Delta \hat{y}_{IV.} = 4187,53 + 0,000377066 \cdot (+960344,7) - 0,00494567 \cdot (+20667)$$

$$\Delta y_{IV.} = 4447,432822 \text{ GWh}$$

Bude-li ve čtvrtém čtvrtletí roku 2011 minimální teplota rovna 2,07 °C a zároveň cena plynu rovna 960344,7 Kč/GWh, spotřeba elektrické energie vzroste o 1031,23 GWh z původních 3416,2 GWh na nových 4447,43 GWh.

$$\Delta \hat{y}_I. = const + \beta_{13}x_{13} + pocx1 + D_1$$

$$\Delta \hat{y}_I. = 4187,53 + 0,000377066 \cdot (+929740,3) - 0,00903202 \cdot (-29667) + 150,216$$

$$\Delta \hat{y}_I. = 4956,269392 \text{ GWh}$$

Bude-li v prvním čtvrtletí roku 2012 minimální teplota rovna -2,97 °C a zároveň cena plynu rovna 929740,3 Kč/GWh, spotřeba elektrické energie vzroste o 508,84 GWh z původních 4447,43 GWh na nových 4956,27 GWh.

5.3.4 Evaluace scénářů domácností

Porovnání modelů č. 1 a 2, tedy modelu jednotného regresního koeficientu počasí a sezónního modelu, kde odhadnuté parametry odlišují jednotlivá čtvrtletí, pravděpodobně nesnese srovnání díky charakteru predikovaných hodnot. Model č. 1 nachází využití v komplexní analýze meziročních změn spotřeby elektřiny, kdežto model č. 2 podrobně analyzuje sezónní změny a může přesně predikovat spotřebu elektrické energie v jednotlivých čtvrtletích. Srovnání bude tedy provedeno na jednotlivých scénářích modelu č. 2.

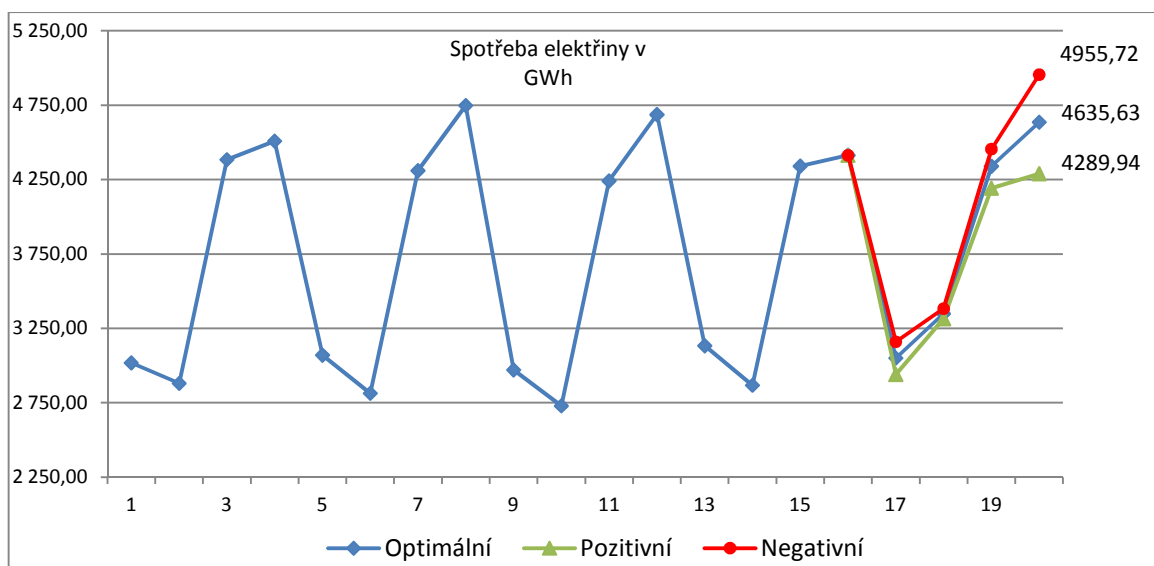
V tabulce 9 jsou uvedena všechna podkladová data pro výsledky všech tří sezónních scénářů. Je zřejmé, že spotřeba elektrické energie v domácnostech reaguje nepřímo úměrně na změny teplot a přímo úměrně na změny cen plynu tak, jak byly odhadnuty regresní koeficienty modelu č. 2. Scénář č. 3, Optimální, logicky generuje výsledek mezi Pozitivním a Negativním a vyjadřuje nejpravděpodobnější situaci v roce 2011 a 2012. V tabulce 9 a následně v grafu č. 5 je Optimální scénář označen modrou barvou, Pozitivní scénář zelenou barvou a Negativní scénář červeně.

Tabulka 9 Predikce spotřeby elektřiny dle různých scénářů

	scénář	2011-II	2011-III	2011-IV	2012-I
cena plynu v Kč/GWh	3	889824,4	978804,1	873040,6	845218,5
	4	800842	880923,7	785736,6	760696,6
	5	978806,8	1076684	960344,7	929740,3
teplota počasí v °C	3	0,23	13,02	16,27	3,72
	4	6	3,7	14,33	17,33
	5	11,7	15,5	2,07	-2,97
spotřeba elektřiny v GWh	3	3081,0051	3379,293735	4332,98478	4636,127105
	4	2968,4401	3342,386361	4187,06435	4290,394095
	5	3194,4842	3416,201108	4447,43282	4956,269392

Na grafu 16 je vidět 20 čtvrtletních údajů (včetně predikovaných) a ukazuje rozdíl mezi jednotlivými scénáři, kdy Optimální scénář nejlépe navazuje na předchozí tvar časové řady. Pozitivní scénář vykazuje pro všechna čtvrtletí nižší hodnoty spotřeby elektřiny a v posledním čtvrtletí (2012-I) činí rozdíl oproti Optimálnímu -345,69 GWh. Negativní scénář naopak dosahuje nejvyšších spotřeb a rozdíl oproti Optimálnímu dělá +320,09 GWh.

Graf 16 Predikce spotřeby elektřiny dle různých scénářů domácností



Jaké jsou rozdíly mezi spotřebou elektřiny, nebo náklady na její pořízení ukazuje tabulka č. 10. Při Optimální variantě se za predikovaný rok spotřebuje 15373,54 GWh elektřiny, která bude stát (při odhadované ceně 2850 Kč/kWh²⁹) 43,81 mld. Kč. Spotřebitelky Pozitivní varianta počítá se spotřebou pouze 14738 GWh, což je údaj o 635,54 GWh nižší (o -4,13%) a povede k úsporám domácností ve výši 1,81 mld. Kč, o které se zvýší jejich spotřebitelský přebytek. Naopak spotřebitelsky Negativní scénář vykazuje, oproti Optimálnímu, spotřebu o 579,39 GWh vyšší (o 3,77%), tedy 15952,93 GWh. Tyto budou spotřebitele stát 45,47 mld. Kč, což je o 1,65 mld. Kč více než v Optimálním scénáři a o tuto částku se zvýší renty výrobců, pro které je takovýto scénář naopak nejpříznivější.

Tabulka 10 Predikce nákladů na elektřinu

	Optimální	Pozitivní	Negativní	Pozit. – Negat.
Suma spotřeb za predikovaný rok v GWh	15 373,54	14 738,00	15 952,93	-1 214,93
Rozdíl spotřeby oproti Opt. scénáři v GWh		-635,54	579,39	-1 214,93
Odhad ceny elektřiny v Kč/GWh	2 850 000,00	2 850 000,00	2 850 000,00	0,00
Tržby v Kč	43 814 590 334,46	42 003 304 943,75	45 465 851 313,14	-3 462 546 369,39
Rozdíl tržeb oproti Opt. scénáři		-1 811 285 390,71	1 651 260 978,68	-3 462 546 369,39
Relativní rozdíl spotřeby oproti Opt. scénáři		-4,13%	3,77%	-7,90%

²⁹ Graf odhadu ceny elektřiny lze najít v příloze č. 25

Přehlednější výsledky nalezených determinantů (mimo predikci) lze vyjádřit procentními změnami pro případ počasí a křížovou cenovou elasticitou pro cenu plynu, jež je substitutem elektřiny.

Změna ceny plynu o 1% vyvolá přímo úměrnou neelastickou reakci domácností, které zvýší svou průměrnou roční spotřebu o 0,8%.

Zvýšení teploty o 1 °C v prvním čtvrtletí vyvolá 2% snížení spotřeby elektřiny, protože se jedná o nejstudenější období roku, naopak ve 3. čtvrtletí identická změna nevyvolá žádnou odezvu ze strany spotřebitelů. Ve druhém a čtvrtém čtvrtletí se zvýšení teploty o 1 °C promítne jako snížení spotřeby o 1,3%, respektive 1,1%.

5.4 Model 3 – Rozdíly sezón ve spotřebě elektřiny v domácnostech

Úkolem modelu č. 3 není odhad regresních koeficientů ovlivňujících spotřebu elektrické energie, ale pouze analýza jednotlivých sezón v závislosti na čase. Model se skládá pouze z konstanty, dummy proměnných a jedné časové proměnné odchyťující trend z časové řady. Danou závislost lze zapsat následujícím způsobem:

$$y = const + dummy1 + dummy2 + dummy3 + time$$

kde $time = 1, 2, 3, \dots, 44, 45$.

5-9

Výstupem programu Gretl je:

Model 1: OLS, za použití pozorování 2000:1-2011:1 (T = 45)
Závisle proměnná: iELE_domacnosti

	koeficient	směr. chyba	t-podíl	p-hodnota	
const	4132,61	50,8875	81,21	5,05e-046	***
D1	311,537	51,9960	5,992	4,86e-07	***
D2	-1261,13	53,1713	-23,72	3,58e-025	***
D3	-1499,05	53,1135	-28,22	5,01e-028	***
time	5,08705	1,43132	3,554	0,0010	***
Střední hodnota závisle proměnné			3657,980		
Sm. odchylka závisle proměnné			806,0077		
Součet čtverců reziduí			620178,7		
Koeficient determinace			0,978304		
Adjustovaný koeficient determinace			0,976134		

Pro takto zadaný model časové proměnné není třeba model testovat, neboť svou podstatou předpokládá výskyt autokorelace. Z výstupu modelu je vidět, že všechny

proměnné jsou statisticky významné na hladině 99% a o kvalitě modelu svědčí i vysoký adjustovaný koeficient determinace, který je roven 97,6%. Po úpravě a dopočítání jednotlivých teoretických hodnot ze vzorců č. 3-22 a 3-23 vyjdou následující hodnoty:

$$\bar{\alpha} = \frac{\widehat{D}_1 + \widehat{D}_2 + \widehat{D}_3}{4} = \frac{311,537 - 1261,13 - 1499,05}{4} = -612,16075$$

$$\hat{\alpha}_4 = -\bar{\alpha} = -(-612,16075) = 612,16075$$

$$\hat{\alpha}_1 = \widehat{D}_1 - \bar{\alpha} = 311,537 - (-612,16075) = 923,69775$$

$$\hat{\alpha}_2 = \widehat{D}_2 - \bar{\alpha} = -1261,13 - (-612,16075) = -648,9625$$

$$\hat{\alpha}_3 = \widehat{D}_3 - \bar{\alpha} = -1499,05 - (-612,16075) = -886,8825$$

$$b_0 = const + \bar{\alpha} = 4132,61 + (-612,16075) = 3520,44925$$

s podmínkou (3-24):

$$\hat{\alpha}_1 + \hat{\alpha}_2 + \hat{\alpha}_3 + \hat{\alpha}_4 = 0$$

$$923,69775 - 648,9625 - 886,8825 + 612,16075 = 0$$

Rovnice regresní rovnice vypadá tedy následovně:

$$\hat{y} = 3520,44925 + 5,08705time + 923,69775\alpha_1 - 648,9625\alpha_2 - 886,8825\alpha_3 + 612,16075\alpha_4$$

5-10

Časová složka *time* udává meziroční změnu spotřeby elektrické energie. To znamená, že spotřeba elektřiny roste o 5,09 GWh každý rok, což tvoří, vypočteno z průměru časové řady, růst přibližně 0,14% ročně. Tato hodnota se zdá být velmi malá, ale je nutné si uvědomit, že, spolu se zvyšující se náročností spotřebitelů i výrobců, dochází k pokrokům v technologiích a změnám v trendech, a tedy mohutným úsporám ve spotřebě elektřiny. Jednotlivé přepočítané ukazatele teoretických aléf potom vyjadřují sezónní změny spotřeby oproti průměru.

V prvním čtvrtletí (leden až březen) je spotřeba elektřiny o 923,96 GWh vyšší vůči průměru, což koresponduje s výše uvedenými modely, které uvedly jako klíčový determinant spotřeby elektrické energie teplotu vzduchu v ČR. První čtvrtletí je

nejchladnějším v roce s průměrnou teplotou 0,26 °C, a proto je spotřeba tohoto čtvrtletí nejvyšší za celý rok.

Druhé čtvrtletí (duben až červen) naopak vykazuje zápornou hodnotu sezónního rozdílu o výši -448,96 GWh, jež je převážně důsledkem průměrného oteplení o 12,8 °C na 13,02 °C. -448,96 tedy poukazuje na sníženou spotřebu elektrické energie tohoto čtvrtletí oproti celoročnímu průměru.

Nejteplejším čtvrtletím roku je třetí čtvrtletí (červenec až září), kdy průměrná teplota dosahuje 16,28 °C, tedy o 3,25 °C více než ve 2. čtvrtletí, a záporný rozdíl spotřeby elektřiny bude tedy nejvyšší. Rozdíl vůči průměru celého kalendářního roku pak, dle modelu č. 3, činí -886,88 GWh; nespotřebovaných díky přízni přírody.

Ve čtvrtém čtvrtletí dochází opět k rapidnímu poklesu teplot, o -12,56 °C na pouhé 3,71 °C, což vede k nárůstu spotřeby elektřiny, již je spotřebováváno o 612,16 GWh více než v průměru.

5.5 Model 4 – Spotřeba elektrické energie velkoodběratelů a podnikatelů

Model č. 4 vytváří prostředí, ve kterém bude možné predikovat chování firem na trhu v souvislosti se spotřebou elektřiny. Modeluje situaci, kdy různé determinanty spotřeby působí na soukromý firemní sektor, který je reprezentován časovou řadou $iELE_VO+pod$, jež agreguje spotřebu elektřiny velkoodběratelů a podnikatelských subjektů. Teoretický předpoklad byl formulován pomocí následující rovnice:

$$y_2 = \beta_0 + \beta_3x_3 + \beta_4x_4 + \beta_5x_5 + \beta_6x_6 + \beta_7x_7 + \beta_8x_8 + \beta_{11}x_{11} + \beta_{12}x_{12} + \beta_{13}x_{13} \\ + \beta_{14}x_{14} + \beta_{15}x_{15} + \beta_{16}x_{16} + D_1 + D_2 + D_3 + \varepsilon$$

5-11

resp. z věcného hlediska:

$iELE_domacnosti$

$$= zamestnanci + mzdy_platy + dane + dotace + index_prumysl \\ + index_prum_ener + cena_uhli + HDP_stale + cena_plyn \\ + cena_elek + pocasi + zamestnanost + dummy1 + dummy2 \\ + dummy3$$

Odhad budoucích regresních koeficientů byl proveden na různých typech dat tak, aby výsledek co nejdříveji popisoval skutečnost. Nejprve byla metoda nejmenších čtverců aplikována na originální, pozorované, hodnoty.

Po analýze korelační matice původního datového souboru (příloha 10) byla z modelu vyřazena většina proměnných díky vysokým hodnotám multikolinearity, které se pohybovaly kolem hodnoty 0,9, a použití takových párů proměnných by model znehodnotilo kvůli redundancím ve vysvětlujících faktorech. Výsledná forma modelu, jež důsledně následovala formální postup a zachování všech dummy proměnných, upravená o vyřazené proměnné, vypadá následovně (detail v příloze č. 11):

$$y_2 = \beta_0 + \beta_6 x_6 + \beta_7 x_7 + \beta_8 x_8 + \beta_{14} x_{14} + D_1 + D_2 + D_3 + \varepsilon$$

5-13

Statisticky významnými parametry byly pouze oba indexy, které by dohromady nešlo efektivně interpretovat, a samy by nestačily na vhodné popsání modelu. Dalším krokem bylo tedy vynechání sezónních proměnných pro jejich nevýznamnost, ale ani tento krok nepřinesl zlepšení kvality modelu. Logaritmizací proměnných bylo docíleno snížení řádu všech proměnných a interpretovatelnou se zlepšila díky možnosti uvádět výsledky strukturálních parametrů v procentech, tedy přímo v elasticitách. Spolu s vynecháním dummy proměnných vyšla závislost spotřeby elektřiny velkoodběratelů a podnikatelů na energetickém indexu průmyslové produkce a navíc mzdách a platech a dotacích (příloha 12). Problémem této závislosti byla ale vysoká autokorelace, která byla odstraněna přidáním nové zpožděné endogenní proměnné (příloha 13):

$$\ln y_2 = \beta_0 + \beta_4 \ln x_4 + \beta_6 \ln x_6 + \beta_8 \ln x_8 + \ln y_{2,t-1} + \varepsilon$$

5-14

U tohoto modelu však byla testováním zjištěna heteroskedasticita, jiné než normální rozdělení reziduí a nelineární závislosti mezi proměnnými, takže nesplnil požadavky na použití metody nejmenších čtverců. Kromě toho docházelo v modelu ke ztrátám informace díky eliminaci všech záporných hodnot vektoru *Pocasi*, kvůli matematické nemožnosti logaritmizace negativních čísel. Obdobné výsledky byly dosaženy i po záměně proměnné *Index_prum_ener* za *Pocasi*, neboť obě obdobně

vysvětlovaly endogenní poměnnou. Originální data jsou tedy pro modelování spotřeby elektřiny velkoodběratelů a podnikatelů nevhodná.

Pro zlepšení vlastností modelu byla provedena úprava datového souboru, očištění časových řad o sezónnosti metodou Census I. Na takto upravených datech byly, stejným postupem jako u předchozího modelu, nalezeny příznivější varianty modelu (podrobnosti viz příloha 14) se zahrnutím dotací, energetického indexu a HDP ve stálých cenách:

$$y_2 = \beta_0 + \beta_{12}x_{12} + \beta_6x_6 + \beta_8x_8 + y_{2,t-1} + \varepsilon$$

5-15

Takovýto model sice úspěšněji vypovídal o endogenní proměnné, ale opět nesplnil (tak jako při použití originálních dat) požadavek heteroskedasticity. Ani sezónně očištěná data tedy nelze pro tento model použít. Odstranění heteroskedasticity v modelu je však možné s pomocí využití prvních diferencí pozorování.

Všechny možnosti využití sezónně očištěných diferencí časových řad se ukázaly být též nevhodné, protože, ač splnily všechna testovací kritéria, generovaly velmi málo kvalitní modely – signifikance jednotlivých parametrů byla sice prokázána, ale adjustovaný koeficient determinace v nevhodnějším modelu dosahoval pouhých 38%, což je hodnota, jež nemůže být akceptována. Model, se zahrnutím mezd, dotací, průmyslového indexu, cen uhlí a počasí, vypadal následovně (detaily viz příloha 15):

$$\Delta y_2 = \beta_0 + \Delta\beta_4x_4 + \Delta\beta_6x_6 + \Delta\beta_7x_7 + \Delta\beta_{11}x_{11} + \Delta\beta_{15}x_{15} + \varepsilon$$

5-16

Nejvhodnější datovou základnou se tedy ukázaly být první difference jednotlivých proměnných, které nejlépe popsaly charakter časových řad a jejich vzájemných závislostí v regresním modelu.

Teoretický předpoklad modelu diferencí vypadá totožně jako zápisy 5-11 a 5-12, pouze s tím, že před každým parametrem bude vyjádřena difference (změna):

$$\begin{aligned} \Delta y_2 = & \beta_0 + \Delta\beta_3x_3 + \Delta\beta_4x_4 + \Delta\beta_5x_5 + \Delta\beta_6x_6 + \Delta\beta_7x_7 + \Delta\beta_8x_8 + \Delta\beta_{11}x_{11} + \Delta\beta_{12}x_{12} \\ & + \Delta\beta_{13}x_{13} + \Delta\beta_{14}x_{14} + \Delta\beta_{15}x_{15} + \Delta\beta_{16}x_{16} + D_1 + D_2 + D_3 + \varepsilon \end{aligned}$$

5-17

Postup nalezení optimálního řešení je proveden též analogicky ve srovnání se všemi předchozími modely a začíná analýzou korelační matice (tabulka 11):

Tabulka 11 Korelační matice prvních diferencí pro *iiELE_VO+po*

diference	Zamestnanci	Zamestnanost	Mzdy_platy	Dane	Dotace	Index_prum_ener	Index_prumysl	iiELE_VO+pod	Cena_uhli	HDP_stale	Cena_plyn	Cena_elek	Pocasi
Zamestnanci	1,000	0,949	0,731	0,678	0,424	-0,353	0,540	-0,303	-0,098	0,763	0,151	-0,269	0,332
Zamestnanost	0,949	1,000	0,714	0,711	0,368	-0,400	0,501	-0,350	-0,164	0,774	0,131	-0,299	0,384
Mzdy_platy	0,731	0,714	1,000	0,663	0,812	0,053	0,771	0,045	0,042	0,671	0,160	-0,145	-0,088
Dane	0,678	0,711	0,663	1,000	0,355	-0,373	0,558	-0,346	-0,389	0,792	-0,170	-0,251	0,354
Dotace	0,424	0,368	0,812	0,355	1,000	0,358	0,633	0,291	0,259	0,327	0,202	-0,037	-0,410
Index_prum_ener	-0,353	-0,400	0,053	-0,373	0,358	1,000	0,187	0,915	0,653	-0,623	0,113	0,661	-0,990
Index_prumysl	0,540	0,501	0,771	0,558	0,633	0,187	1,000	0,268	-0,011	0,566	-0,129	0,037	-0,224
iiELE_VO+po	-0,303	-0,350	0,045	-0,346	0,291	0,915	0,268	1,000	0,543	-0,527	0,056	0,578	-0,916
Cena_uhli	-0,098	-0,164	0,042	-0,389	0,259	0,653	-0,011	0,543	1,000	-0,516	0,271	0,380	-0,639
HDP_stale	0,763	0,774	0,671	0,792	0,327	-0,623	0,566	-0,527	-0,516	1,000	-0,023	-0,541	0,582
Cena_plyn	0,151	0,131	0,160	-0,170	0,202	0,113	-0,129	0,056	0,271	-0,023	1,000	0,003	-0,120
Cena_elek	-0,269	-0,299	-0,145	-0,251	-0,037	0,661	0,037	0,578	0,380	-0,541	0,003	1,000	-0,638
Pocasi	0,332	0,384	-0,088	0,354	-0,410	-0,990	-0,224	-0,916	-0,639	0,582	-0,120	-0,638	1,000

Korelační matice obsahuje proměnné *Zamestnanci* a *Zamestnanost*, i když nejsou obě obsaženy v teoretickém ekonomickém modelu. Blízkost těchto proměnných je předurčuje k výskytu vysokého párového korelačního koeficientu, tedy vysoké multikolinearity. Proto byla do modelu zařazena pouze proměnná *Zamestnanost*, kvůli vyššímu párovému korelačnímu koeficientu s endogenní proměnnou, kterou tak kvalitněji vysvětluje (z 35% místo 30,2%). Do výpočtu regresních parametrů modelu nebude též zahrnuta proměnná *Index_prum_ener*, tedy energetický index pro svou vysokou (99%) multikolinearitu s počasím. Proměnná *Pocasi* byla vybrána pro svou snazší interpretaci, neboť obě ze zmíněných proměnných vysvětlují spotřebu elektřiny velkoodběrateli a podnikateli velmi podobně (*Pocasi* 91,6%, *Index_prum_ener* 91,5%). Další proměnné, které neprošly analýzou korelační matice, jsou *Cena_plyn* a *Mzdy_platy*, protože nedostatečně vysvětlují endogenní proměnnou s hodnotami pouze 5,6%, resp. 4,5%. Základ pro výpočet modelu tedy vypadá následovně:

$$\Delta y_2 = \beta_0 + \Delta\beta_5 x_5 + \Delta\beta_6 x_6 + \Delta\beta_7 x_7 + \Delta\beta_{11} x_{11} + \Delta\beta_{12} x_{12} + \Delta\beta_{14} x_{14} + \Delta\beta_{15} x_{15} + \Delta\beta_{16} x_{16} + D_1 + D_2 + D_3 + \varepsilon$$

Výstup programu Gretl:

Model 13: OLS, za použití pozorování 2000:2-2011:1 (T = 44)
 Závisle proměnná: iiELE_VO_pod

	koeficient	směr. chyba	t-podíl	p-hodnota	
const	-56,3799	618,421	-0,09117	0,9279	
Zamestnanost	0,253169	0,293100	0,8638	0,3941	
Dane	-0,0113894	0,0207770	-0,5482	0,5874	
Dotace	-0,0198807	0,0145599	-1,365	0,1816	
Index_prumysl	34,7812	19,9404	1,744	0,0907	*
Cena_uhli	-0,939615	1,07702	-0,8724	0,3895	
HDP_stale	0,00483641	0,0104188	0,4642	0,6456	
Cena_elek	-0,873261	0,792453	-1,102	0,2787	
Pocasi	-0,0105688	0,00401029	-2,635	0,0128	**
D1	539,907	557,619	0,9682	0,3402	
D2	-234,000	1223,13	-0,1913	0,8495	
D3	239,773	770,525	0,3112	0,7577	
Střední hodnota závisle proměnné		78,95909			
Sm. odchylka závisle proměnné		962,6137			
Součet čtverců reziduí		4477289			
Koeficient determinace		0,887632			
Adjustovaný koeficient determinace		0,849006			
Akaikovo kritérium		656,2015			
Durbin-Watsonova statistika		2,131274			

Postup nakládání s odhadnutými regresními parametry je totožný s modely domácností, vyřazovat se budou takové proměnné, které jsou nejméně vhodné pro model, tedy ty, jež mají nejvyšší p-hodnotu. První vyřazenou proměnnou bude tedy statisticky nevýznamná dummy druhého období, *D2*, díky nejvyšší p-hodnotě rovné 0,85. Její vyřazení z modelu zlepšuje interval spolehlivosti odhadu pro proměnnou *Pocasi* z 95% na 99%. Další vyřazenou proměnnou je *HDP_stale*, jejíž eliminací byl zkvalitněn odhad parametru průmyslového indexu. Následuje vyřazení daní, cen uhlí a zaměstnanosti s následkem opětovného vylepšení spolehlivostní statistiky proměnné *Index_prumysl*. Eliminací dummy třetího čtvrtletí získávají na statistické signifikanci také *Dotace* a v dalším kroku, kterým je vyjmutí dummy proměnné prvního čtvrtletí, se jejich interval spolehlivosti dokonce zvýšil z 95% na 99%. Posledním krokem může být odejmutí ceny elektřiny, která je poslední nesignifikantní proměnnou v modelu. Pokud se *Cena_elek* z modelu nevyřadí, výsledek regresních odhadů se bude lišit pouze marginálně a významně neovlivní chování ani kvalitu modelu.

Výsledný tvar modelu obsahuje tři exogenní proměnné; dotace, index průmyslu a počasí:

$$\Delta y_2 = \beta_0 + \Delta\beta_6 x_6 + \Delta\beta_7 x_7 + \Delta\beta_{15} x_{15} + \varepsilon$$

5-19

S výstupem:

Model 14: OLS, za použití pozorování 2000:2-2011:1 (T = 44)
Závisle proměnná: iiELE_VO_pod

	koeficient	směr. chyba	t-podíl	p-hodnota	
const	55,2917	55,0701	1,004	0,3214	
Dotace	-0,0252181	0,00867665	-2,906	0,0059	***
Index_prumysl	26,9668	10,1277	2,663	0,0111	**
Pocasi	-0,00976925	0,000633281	-15,43	1,96e-018	***
Střední hodnota závisle proměnné		78,95909			
Sm. odchylka závisle proměnné		962,6137			
Součet čtverců reziduí		5181491			
Koeficient determinace		0,869958			
Adjustovaný koeficient determinace		0,860205			
Akaikovo kritérium		646,6288			
Durbin-Watsonova statistika		2,158633			

Navzdory signifikanci všech proměnných (kromě konstanty) a vysokých hodnot koeficientu determinace i jeho adjustované podoby (87%, resp. 86,02%), model nedostatečně popisuje sezónnost spotřeby elektrické energie ve firemním sektoru. Pro nízkou statistickou významnost všech dummy proměnných lze předpokládat nezávislost spotřeby na jednotlivých sezónách predeterminovaných proměnných, což však nemusí být pravdou, zvláště je-li přítomná proměnná *Pocasi*, jež je sezónami výrazně ovlivněna. Tímto způsobem tedy nelze správně a kvalitně model sestavit, proto bude proměnná *Pocasi*, tak jako tomu bylo u modelů spotřeby elektřiny v domácnostech, nahrazena čtyřmi sezónními proměnnými, jež budou vytvořeny roznásobením prvních diferencí časové řady průměrných teplot vzduchu v ČR a jím přiřazených dummy proměnných ($\Delta pocx1 = \Delta x_{15} \cdot D_1$; $\Delta pocx2 = \Delta x_{15} \cdot D_2$ atd.).

Zápis rovnice teoretických předpokladů modelu bude totožný s rovnicí 5-11, pouze proměnná *Pocasi* bude nahrazena proklamovanými sezónními proměnnými *pocx*:

$$\begin{aligned} \Delta y_2 = & \beta_0 + \Delta\beta_1 pocx1 + \Delta\beta_2 pocx2 + \Delta\beta_3 pocx3 \\ & + \Delta\beta_4 pocx4 + \Delta\beta_5 x_5 + \Delta\beta_6 x_6 + \Delta\beta_7 x_7 + \Delta\beta_{11} x_{11} + \Delta\beta_{12} x_{12} \\ & + \Delta\beta_{14} x_{14} + \Delta\beta_{16} x_{16} + D_1 + D_2 + D_3 + \varepsilon \end{aligned}$$

5-20

S výstupem:

Model 1: OLS, za použití pozorování 2000:2-2011:1 (T = 44)
Závisle proměnná: iiELE_VO_pod

	koeficient	směr. chyba	t-podíl	p-hodnota	
const	144,866	1211,14	0,1196	0,9056	
Zamestnanost	0,297024	0,301295	0,9858	0,3324	
Dane	-0,00537469	0,0217796	-0,2468	0,8068	
Dotace	-0,0199126	0,0149933	-1,328	0,1945	
Index_prumysl	36,6743	20,7468	1,768	0,0876	*
Cena_uhli	-0,513342	1,18991	-0,4314	0,6694	
HDP_stale	0,00292454	0,0107284	0,2726	0,7871	
Cena_elek	-0,922068	0,812388	-1,135	0,2657	
D1	102,828	1246,26	0,08251	0,9348	
D2	-534,986	1608,45	-0,3326	0,7418	
D3	-353,765	1298,52	-0,2724	0,7872	
difpocx1	-0,0169543	0,00716764	-2,365	0,0249	**
difpocx2	-0,00945141	0,00706875	-1,337	0,1916	
difpocx3	0,000189514	0,0112336	0,01687	0,9867	
difpocx4	-0,00840342	0,00958669	-0,8766	0,3879	
Střední hodnota závisle proměnné		78,95909			
Sm. odchylka závisle proměnné		962,6137			
Součet čtverců reziduí		4218907			
Koeficient determinace		0,894117			
Adjustovaný koeficient determinace		0,843001			
Akaikovo kritérium		659,5861			
Durbin-Watsonova statistika		2,051913			

Analogickým postupem vyřazování statisticky nevýznamných proměnných byly nejprve eliminovány proměnné *difpocx3* a dummy *D1*, které svou nepřítomností přispěly k významnosti parametru *difpocx4* ve statistické spolehlivosti 90%. Dalším vyřazením daní a HDP dochází ke zkvalitnění odhadu proměnných *Index_prumysl* a *difpocx4*, obě v intervalu spolehlivosti $\alpha = 0,95$. Vyjmutí cen uhlí z modelu zkvalitní model ve spolehlivějším odhadu *difpocx1* a následné vyřazení *D2* odhalí statistickou významnost nové proměnné *difpocx2* s nejvyšší měřenou statistickou spolehlivostí 99%. Dalším

krokem je vyřazení proměnných *Zamestnanost* a *D₃*, čímž se všechny již významné odhady parametrů regresní funkce dostanou na 99% interval spolehlivosti. Poslední vyloučenou proměnnou z modelu byla *Cena_elek*, která mírně zlepšila kvalitu modelu. Vyřazením dotací z modelu by se odhadnuté parametry ani kvalita modelu významně nezlepšily, spíše naopak – koeficient determinace by se snížil z 88,31% na 87,83% (adjustovaný z 86,78% na 86,58%) a rovněž Akaikovo kritérium by bylo o dvě desetiny horší. *Dotace* proto byly ponechány v modelu v následujícím tvaru rovnice:

$$\Delta y_2 = \beta_0 + \Delta\beta_6 x_6 + \Delta\beta_7 x_7 + \Delta\beta_1 pocx1 + \Delta\beta_2 pocx2 + \Delta\beta_4 pocx4 + \varepsilon$$

5-21

A výstupem:

Model 20: OLS, za použití pozorování 2000:2-2011:1 (T = 44)
Závisle proměnná: iiELE_VO_pod

	koeficient	směr. chyba	t-podíl	p-hodnota	
const	-132,993	123,872	-1,074	0,2898	
Dotace	-0,0146026	0,0115928	-1,260	0,2155	
Index_prumysl	43,8703	15,1508	2,896	0,0062	***
difpocx1	-0,0204050	0,00360836	-5,655	1,69e-06	***
difpocx2	-0,00893719	0,00151438	-5,902	7,77e-07	***
difpocx4	-0,00871877	0,00259624	-3,358	0,0018	***
Střední hodnota závisle proměnné		78,95909			
Sm. odchylka závisle proměnné		962,6137			
Součet čtverců reziduí		4653948			
Koeficient determinace		0,883198			
Adjustovaný koeficient determinace		0,867830			
Akaikovo kritérium		645,9042			
Durbin-Watsonova statistika		2,057782			

Ještě před přistoupení k interpretacím a tvorbám nových scénářů je potřeba nový model otestovat.

Autokorelace byla testována Durbin-Watsonovou statistikou, protože model není dynamický a není potřeba využívat alternativních statistik. Z výstupu modelu je zřejmé, že DW statistika vykázala hodnotu 2,057782. Po porovnání s tabulkovou hodnotou:

5% kritické hodnoty pro Durbin-Watsonovu statistiku, n = 45, k = 5
dL = 1,2874
dU = 1,7762

lze zamítnout nulovou hypotézu o existenci autokorelace v modelu, neboť hodnota vypočtená v modelu přesahuje horní hranici intervalu 1,7762.

Test na přítomnost heteroskedasticity v modelu také vyšel příznivě a potvrdil předpoklad stabilního rozptylu proměnných, tedy homoskedasticitu, zamítnutím nulové hypotézy přítomnosti heteroskedasticity s p-hodnotou 0,702.

Whiteův test heteroskedasticity
 OLS, za použití pozorování 2000:2-2011:1 (T = 44)
 Testovací statistika: $TR^2 = 13,504022$,
 s p-hodnotou = $P(\text{Chí-kvadrát}(17) > 13,504022) = 0,701846$

Test normality reziduí vyšel negativně, neboť bylo prokázáno jiné než normální rozdělení reziduí potvrzením nulové hypotézy o jeho neexistenci, které je pravděpodobně způsobeno diferencováním modelu a růzností použitých dat. Tento fakt však neovlivní kvalitu modelu ani jeho předpovědi.

Frekvenční rozdělení pro uhat2, poz. 2-45
 počet tříd = 7, střední hodnota = $-3,55271e-015$, so = 349,96

interval	střed	frequence	rel.	kum.	
< -434,15	-631,45	2	4,55%	4,55% *	
-434,15 -	-39,551	-236,85	18	40,91%	45,45% *****
-39,551 -	355,05	157,75	23	52,27%	97,73% *****
355,05 -	749,65	552,35	0	0,00%	97,73%
749,65 -	1144,2	946,95	0	0,00%	97,73%
1144,2 -	1538,8	1341,5	0	0,00%	97,73%
>= 1538,8	1736,1	1	2,27%	100,00%	

Test nulové hypotézy normálního rozdělení:
 Chí-kvadrát(2) = 45,388 s p-hodnotou 0,00000

Chowův test stability též zamítl nulovou hypotézu existence strukturálního zlomu ve druhém čtvrtletí 2006 s p-hodnotou 0,106:

Rozšířená regrese pro Chowův test
 OLS, za použití pozorování 2000:2-2011:1 (T = 44)
 Závisle proměnná: iiELE_VO_pod
 Chowův test pro strukturální zlom při pozorování 2006:2
 $F(6, 32) = 1,93008$ s p-hodnotou 0,1061

Posledním testem je Ramseyův RESET na linearitu vztahů mezi proměnnými s výsledkem zamítnutí nulové hypotézy o existenci nelineárních vztahů. Všechny tři alternativní charakteristiky tedy potvrdily správnost využití lineárního modelu metodou nejmenších čtverců.

Test RESET pro specifikaci (druhé a třetí mocniny)
 Testovací statistika: $F = 0,111218$,
 s p-hodnotou = $P(F(2,36) > 0,111218) = 0,895$

Test RESET pro specifikaci (pouze třetí mocniny)
 Testovací statistika: $F = 0,097486$,
 s p-hodnotou = $P(F(1,37) > 0,0974859) = 0,757$

Test RESET pro specifikaci (pouze druhé mocniny)
Testovací statistika: $F = 0,197081$,
s p-hodnotou = $P(F(1,37) > 0,197081) = 0,66$

Tento tvar modelu č. 4 již plně vyhovuje pro odhady predikcí a tvorbě scénářů, protože věrně popisuje skutečný stav sezón, i když reprezentant třetího čtvrtletí byl vyřazen. Proměnná *difpocx3* je zástupcem průměrných teplot třetích čtvrtletí, což jsou nejteplejší čtvrtletí v roce, změny teplot třetího čtvrtletí tedy nemají statisticky významný vliv na spotřebu elektrické energie velkoodběratelů a podnikatelů. Dalším důvodem je následnost na čtvrtletí druhé, které je druhým nejteplejším a mezičtvrtletní změny nejsou nijak významné, i proto není *difpocx3* statisticky signifikantní.

Finální tvar modelu vykazuje závislost endogenní proměnné (spotřeba elektrické energie velkoodběratelů a podnikatelů) na exogenních proměnných průmyslového indexu a tří ze čtyř sezónních proměnných reprezentujících změny počasí. Statisticky nevýznamnými proměnnými v modelu jsou pak počasí ve třetím čtvrtletí a dotace. Vyčíslená regresní rovnice:

$$\hat{y}_2 = 43,8703\Delta x_6 - 0,020405\Delta pocx1 - 0,00893719\Delta pocx2 - 0,00871877\Delta pocx4$$

5-22

Interpretace jednotlivých regresních koeficientů je (opět za *ceteris paribus*) následující:

Zvýší-li se změna indexu průmyslové produkce o jednotku (tj. o 1% oproti bázi roku 2005 z -2,13 na -1,13), dojde ke zvýšení změny spotřeby elektřiny ve firemním sektoru o 43,87 GWh.

Jednotková změna diferencí počasí (zvýšení o 1 °C) v prvním, druhém a čtvrtém čtvrtletí přinese nepřímo úměrnou změnu výše spotřebované elektrické energie. V prvním čtvrtletí přinese zvýšení změny teploty snížení změny spotřeby elektřiny o 204,05 GWh, protože se jedná o nejchladnější období roku; ve druhém čtvrtletí dojde ke snížení difference 89,37 GWh a ve čtvrtém čtvrtletí o 87,19 GWh.

Po odhadu parametrů funkce je opět možné přistoupit ke tvorbě jednotlivých scénářů a predikcí. Stejně tak, jako v předešlém oddíle, zabývajícím se spotřebou domácností, budou sestaveny tři základní scénáře – Optimální, Pozitivní a Negativní, které budou reagovat na změny v ekonomickém prostředí modelu. Na závěr bude

publikován ještě scénář Alternativní, který zahrne do úvahy další ze statisticky významných proměnných.

5.5.1 Scénář 6: Optimální

Scénář č. 6 modeluje budoucí situaci, kdy dojde v jednotlivých čtvrtletích od 2011-II do 2012-I k následujícím změnám:

- změny teplot budou průměrné pro daná čtvrtletí
- index průmyslové výroby se bude chovat dle predikce časové řady
- odhadnuté regresní koeficienty počasí zohledňují sezónní změny

Aby bylo možné model sestavit a evaluovat, je nejprve nutné odhadnout budoucí vývoj všech exogenních proměnných. V případě počasí budou použity pro Optimální variantu průměrné diference za jednotlivá čtvrtletí. Index průmyslové výroby se bude vyvíjet dle predikce sestavené pomocí exponenciálního vyrovnávání se sezónním rozkladem.

Všechny potřebné podkladové údaje pro Optimální, Pozitivní i Negativní scénář jsou uvedeny v tabulce č. 12.

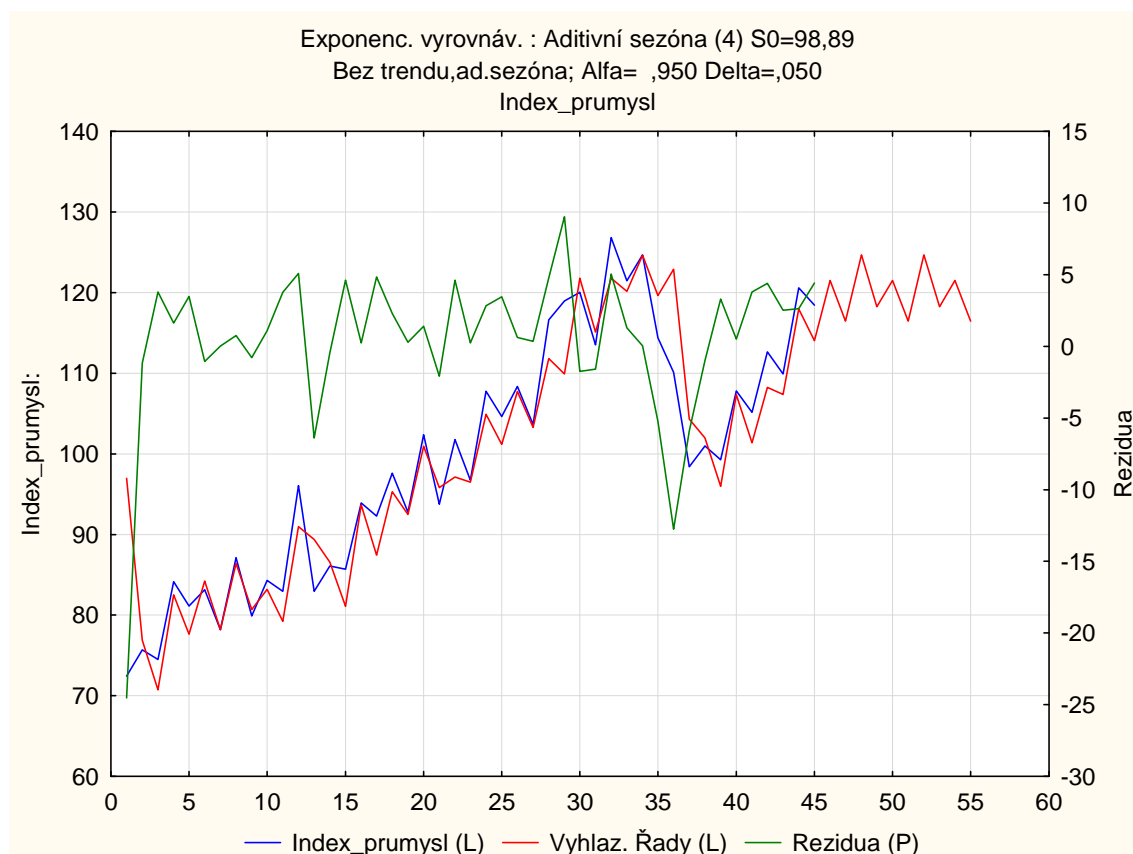
Tabulka 12 Podklady pro predikci scénářů 6 - 8

predikce	Index průmyslové výroby (dif.)	+3%	-3%
2011-II	3,0466	6,0466	0,0466
2011-III	-5,0373	-2,0373	-8,0373
2011-IV	8,1995	11,1995	5,1995
2012-I	-6,4191	-3,4191	-9,4191
predikce	průměrná diference počasí v °C	nejnižší kladné a nejvyšší záporné diference počasí v °C	nejvyšší kladná a nejnižší záporné diference počasí v °C
2011-II	+12,80303	105666,7	155333,3
2011-III	+3,248485	15000	47666,67
2011-IV	-12,5576	-142667	-99000
2012-I	-3,5697	-52666,7	-10666,7

Aby bylo možné získat data do předchozí tabulky č. 12, byla provedena analýza časové řady proměnné *Index_prumysl*. Dle charakteru časové řady byl vybrán nejvhodnější model, tedy takový, který měl nejnižší úroveň hodnotících kritérií (3-7 – 3-11). Nejlepší výsledek měl dle mřížkového hledání (příloha 16) aditivní model bez trendu s $\alpha = 0,95$ a $\delta = 0,05$. Graf č. 17 ukazuje na levé vertikální ose průběh

pozorování časové řady (modře), vyrovnané hodnoty indexu (červeně) a na pravé ose hodnoty reziduí z provedeného vyrovnávání (zeleně). Podkladová data a generované hodnoty jsou k dispozici v příloze č. 17, přehledný graf v příloze č. 22.

Graf 17 Predikce indexu průmyslové výroby v % báze roku 2005



Po získání potřebných dat predikcí indexu průmyslové výroby bude scénář č. 6 navazovat na konec časové řady a predikovat 4 hodnoty spotřeby elektřiny pro následná čtyři čtvrtletí (2011-II až 2012-I). Pro druhé čtvrtletí roku 2011 bude tedy počítat s hodnotou difference pro počasí 12,80303°C a diferencí indexu průmyslové výroby ve výši 3,0466%, pro třetí čtvrtletí s teplotní diferencí 3,248485°C a diferencí průmyslového indexu -5,0373 apod. Zde jsou uvedeny výpočty pro všechna 4 predikovaná čtvrtletí a teoretické \hat{y} :

$$\Delta\hat{y} = 43,8703 \cdot (-2,129233) + (-0,020405) \cdot (-18000)$$

$$\Delta\hat{y} = 273,8799$$

Teoretické \hat{y} ukazuje, jak přesně byl model sestaven, protože je vypočteno na základě externích údajů z poslední pozorované difference a byla-li hodnota posledního čtvrtletí časové řady rovna 313,4, nově vypočtená hodnota se od ní příliš neodlišuje.

$$\Delta\hat{y}_{II.} = 43,8703 \cdot (+3,04661854) + (-0,00893719) \cdot (+128030,3)$$

$$\Delta\hat{y}_{II.} = -1010,57 \text{ GWh}$$

$$\Delta II. = \Delta\hat{y}_{II.} - \Delta\hat{y} = -1010,57 - 273,8799 = -1284,45226$$

První predikovanou situací je druhé čtvrtletí 2011, ve kterém se předpokládá změna indexu průmyslové výroby rovna +3,05% a změna průměrné teploty za čtvrtletí o výši 12,8 °C. To vyvolá negativní změnu difference spotřeby elektřiny mezi čtvrtletími s hodnotou -1284,45 GWh z původních 11485,7 GWh na nových 10201,25 GWh.

$$\Delta\hat{y}_{III.} = 43,8703 \cdot (-5,0372681)$$

$$\Delta\hat{y}_{III.} = -220,986 \text{ GWh}$$

$$\Delta III. = \Delta\hat{y}_{III.} - \Delta\hat{y} = -220,986 - 273,8799 = -494,866359$$

Bude-li ve třetím čtvrtletí 2011 změna difference průmyslového indexu klesat o 5,04% (regresní koeficient počasí ve 3. čtvrtletí není statisticky významný, a proto nebude ve výpočtech zohledněn), změna firemní spotřeby elektrické energie bude klesat o 494,87 GWh z původních 10201,25 GWh na nových 9706,38 GWh.

$$\Delta\hat{y}_{IV.} = 43,8703 \cdot (+8,19953507) + (-0,00871877) \cdot (-125576)$$

$$\Delta\hat{y}_{IV.} = 1454,584 \text{ GWh}$$

$$\Delta IV. = \Delta\hat{y}_{IV.} - \Delta\hat{y} = 1454,584 - 273,8799 = 1180,704429$$

Pokud se ve čtvrtém čtvrtletí navýší změna indexu průmyslu o 8,2% a zároveň bude difference průměrné teploty klesat o 12,56 °C, obě změny se promítnou v kladné změně difference spotřeby elektřiny o velikosti 1180,7 GWh z původních 9706,38 GWh na nových 10887,09 GWh.

$$\Delta\hat{y}_I. = 43,8703 \cdot (-6,4190846) + (-0,020405) \cdot (-35697)$$

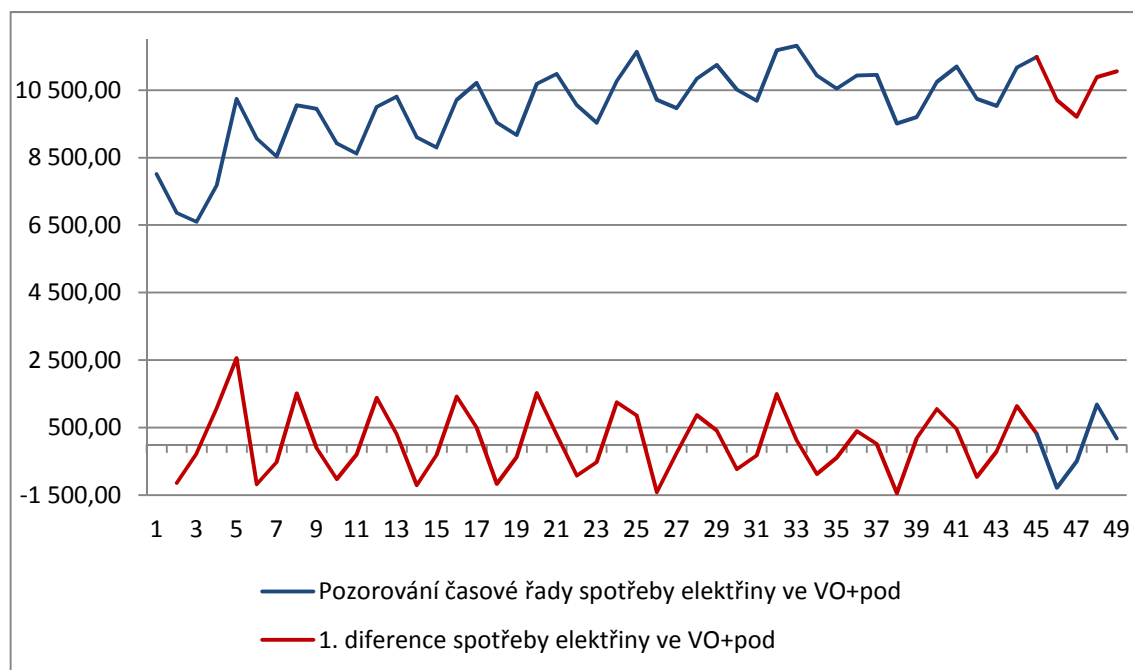
$$\Delta\hat{y}_I. = 446,7901 \text{ GWh}$$

$$\Delta I. = \Delta\hat{y}_I. - \Delta\hat{y} = 446,7901 - 273,8799 = 172,9102232$$

Sníží-li se diference indexu průmyslu v prvním čtvrtletí o 6,42% oproti bázi roku 2005 a zároveň bude průměrná diference počasí snížena o 3,57 °C, změna spotřeby elektrické energie se bude rovnat +172,91 GWh, a posune se z původních 9706,38 GWh na nových 11060 GWh.

Výsledky Optimálního scénáře jsou přehledně vidět v grafu č. 18, na kterém je zřetelné pokračování v nastalém trendu sezónních změn a očekávanou nižší spotřebou elektrické energie ve čtvrtém čtvrtletí 2011 a prvním čtvrtletí 2012. Tento fakt je způsoben průběhem časové řady, která začala od roku 2008 ztrácet nastolený trend díky globální recesi, snížení výrobních kapacit v důsledku snížení poptávky ve firemním sektoru. Predikce tak počítá s opětovným oslabením průmyslové výroby a kladné diference „studených“ čtvrtletí nebudou dosahovat tak vysokých hodnot jako v minulých dvou letech.

Graf 18 Predikce spotřeby elektřiny Optimálního scénáře pro firmy v GWh



5.5.2 Scénář 7: Výrobně pozitivní

Scénář č. 7 modeluje budoucí situaci, kdy dojde v jednotlivých čtvrtletích od 2011-II do 2012-I k následujícím změnám:

- změny teplot budou nastaveny pro daná čtvrtletí tak, aby docházelo k co nejvyšší spotřebě elektrické energie, tedy kladné difference budou vybrány nejnižší za posledních 45 čtvrtletí a záporné naopak nejvyšší
- index průmyslové výroby se bude následovat predikci časové řady navýšenou o 3%, aby stimuloval poptávku po elektrické energii
- odhadnuté regresní koeficienty počasí zohledňují sezónní změny

Data potřebná k dosažení hodnot do regresního modelu jsou k dispozici v tabulce č. 12, teoretická hodnota $\Delta\hat{y} = 273,8799$ zůstává stejná jako u Optimálního scénáře a následují vlastní výpočty Pozitivního scénáře:

$$\Delta\hat{y}_{II.} = 43,8703 \cdot (+6,04661854) + (-0,00893719) \cdot (+105666,7)$$

$$\Delta\hat{y}_{II.} = -679,097 \text{ GWh}$$

$$\Delta II. = \Delta\hat{y}_{II.} - \Delta\hat{y} = -679,097 - 273,8799 = -925,977$$

Ve druhém čtvrtletí 2011 se předpokládá změna indexu průmyslové výroby +6,05% a změna průměrné teploty za čtvrtletí o výši 10,57 °C. To vyvolá negativní změnu difference spotřeby elektřiny s hodnotou -925,98 GWh z původních 11485,7 GWh na nových 10532,72 GWh.

$$\Delta\hat{y}_{III.} = 43,8703 \cdot (-2,0372681)$$

$$\Delta\hat{y}_{III.} = -89,377 \text{ GWh}$$

$$\Delta III. = \Delta\hat{y}_{III.} - \Delta\hat{y} = -89,377 - 273,8799 = -363,257$$

Bude-li ve třetím čtvrtletí 2011 změna difference průmyslového indexu klesat o 2,04%, změna spotřeby elektrické energie velkoodběratelů a podnikatelů bude klesat o 363,26 GWh z původních 10532,72 GWh na nových 10169,47 GWh.

$$\Delta\hat{y}_{IV.} = 43,8703 \cdot (+11,19953507) + (-0,00871877) \cdot (-142667)$$

$$\Delta\hat{y}_{IV.} = 1735,206 \text{ GWh}$$

$$\Delta IV. = \Delta\hat{y}_{IV.} - \Delta\hat{y} = 1735,206 - 273,8799 = 1461,326$$

Pokud se ve čtvrtém čtvrtletí navýší změna indexu průmyslu o 11,2% a zároveň bude diference průměrné teploty klesat o 14,27 °C, obě změny se promítnou v kladné změně diference spotřeby elektřiny o velikosti 1461,33 GWh z původních 10169,47 GWh na nových 11630,79 GWh.

$$\Delta \hat{y}_I = 43,8703 \cdot (-3,4190846) + (-0,020405) \cdot (-52666,7)$$

$$\Delta \hat{y}_I = 924,6671 \text{ GWh}$$

$$\Delta I. = \Delta \hat{y}_I - \Delta \hat{y} = 924,6671 - 273,8799 = 650,7872$$

Sníží-li se diference indexu průmyslu v prvním čtvrtletí o 3,42% a zároveň bude průměrná diference počasí snížena o 5,27 °C, změna spotřeby elektrické energie se bude rovnat +650,79 GWh, a posune se z původních 11630,79 GWh na nových 12281,58 GWh.

5.5.3 Scénář 8: Výrobně negativní

Scénář č. 8 modeluje situaci, kdy dojde v jednotlivých čtvrtletích od 2011-II do 2012-I k následujícím změnám:

- změny teplot budou nastaveny pro daná čtvrtletí tak, aby docházelo k co nejnížší spotřebě elektrické energie, tedy kladné diference budou vybrány nejvyšší a záporné naopak nejnížší
- index průmyslové výroby se bude roven predikci časové řady ponížené o 3%, aby simulovala snížení poptávky po elektrické energii z důvodu omezení průmyslové výroby
- odhadnuté regresní koeficienty počasí zohledňují sezónní změny

Výpočty Negativního scénáře vypadají, po doplnění údajů z tabulky č. 12, následovně:

$$\Delta \hat{y}_{II} = 43,8703 \cdot (+0,04661854) + (-0,00893719) \cdot (+155333,3)$$

$$\Delta \hat{y}_{II} = -1386,2 \text{ GWh}$$

$$\Delta II. = \Delta \hat{y}_{II} - \Delta \hat{y} = -1386,2 - 273,8799 = -1660,08$$

Bude-li ve druhém čtvrtletí 2011 změna indexu průmyslové výroby +0,05% a změna průměrné teploty za čtvrtletí 15,53 °C, způsobí to negativní změnu difference spotřeby elektřiny s hodnotou -925,98 GWh z původních 11485,7 GWh na nových 9825,62 GWh.

$$\Delta\hat{y}_{III.} = 43,8703 \cdot (-8,0372681)$$

$$\Delta\hat{y}_{III.} = -352,599 \text{ GWh}$$

$$\Delta III. = \Delta\hat{y}_{III.} - \Delta\hat{y} = -352,599 - 273,8799 = -626,479$$

Bude-li ve třetím čtvrtletí 2011 změna difference průmyslového indexu klesat o 8,04%, změna spotřeby elektrické energie velkooběratelů a podnikatelů bude klesat o 626,48 GWh z původních 9825,62 GWh na nových 9199,14 GWh.

$$\Delta\hat{y}_{IV.} = 43,8703 \cdot (+5,19953507) + (-0,00871877) \cdot (-99000)$$

$$\Delta\hat{y}_{IV.} = 1091,262 \text{ GWh}$$

$$\Delta IV. = \Delta\hat{y}_{IV.} - \Delta\hat{y} = 1091,262 - 273,8799 = 817,382$$

Pokud se ve čtvrtém čtvrtletí navýší změna indexu průmyslu o 5,2% a zároveň bude difference průměrné teploty klesat o 9,9 °C, obě změny se promítnou v kladné změně difference spotřeby elektřiny o velikosti 817,38 GWh z původních 9199,14 GWh na nových 10016,52 GWh.

$$\Delta\hat{y}_I. = 43,8703 \cdot (-9,4190846) + (-0,020405) \cdot (-10666,7)$$

$$\Delta\hat{y}_I. = -195,565 \text{ GWh}$$

$$\Delta I. = \Delta\hat{y}_I. - \Delta\hat{y} = -195,565 - 273,8799 = -469,445$$

Sníží-li se difference indexu průmyslu v prvním čtvrtletí 2012 o 9,42% a zároveň bude průměrná difference počasí snížena o 10,67 °C, změna spotřeby elektrické energie se bude rovnat -469,445 GWh, a posune se z původních 10016,52 GWh na nových 9547,08 GWh.

5.5.4 Scénář 9: Alternativní

Scénář č. 9 vytváří nový model pro sektor spotřeby elektřiny velkoodběratelů a podnikatelů, kdy dojde v jednotlivých čtvrtletích od 2011-II do 2012-I k následujícím změnám:

- neexistují exogenní proměnné, které by nevysvětlovaly endogenní proměnnou
- změny teplot budou průměrné pro daná čtvrtletí
- odhadnuté regresní koeficienty počasí zohledňují sezónní změny
- ostatní statisticky významné proměnné se chovají dle predikce

Scénář 9 má za úkol předložit alternativní řešení situace ve spotřebě elektrické energie velkoodběrateli a podnikateli a zaujímá jiný postoj v přístupu odhadu regresních koeficientů tím, že považuje všechny proměnné definované ekonomickou teorií za vysvětlující. Tímto přístupem se do modelu dostává proměnná *mzdy_platy*, která vysvětluje endogenní proměnnou ze 4,5%, a byla proto z minulého modelu vyloučena. Postup tvorby modelu je pak shodný se všemi předchozími modely, tj. postupným vyřazováním statisticky nevýznamných proměnných se model zkvalitňuje a ve výsledku je většina jeho odhadnutých parametrů statisticky signifikantní. Tímto postupem byl získán následující model závislý na počasí, průmyslovém indexu, dotacích a mzdách a platech:

$$\Delta y_2 = \beta_0 + \Delta\beta_4 x_4 + \Delta\beta_6 x_6 + \Delta\beta_7 x_7 + \Delta\beta_1 pocx1 + \Delta\beta_2 pocx2 + D_3 + \varepsilon$$

5-23

S výstupem:

Model 2: OLS, za použití pozorování 2000:2-2011:1 (T = 44)
Závisle proměnná: iiELE_VO_pod

	koeficient	směr. chyba	t-podíl	p-hodnota	
const	394,458	131,962	2,989	0,0049	***
Mzdy_platy	0,0263175	0,00910467	2,891	0,0064	***
Dotace	-0,0214703	0,0126979	-1,691	0,0993	*
Index_prumysl	42,8032	13,9707	3,064	0,0041	***
difpocx1	-0,0220851	0,00589901	-3,744	0,0006	***
difpocx2	-0,0155492	0,00125803	-12,36	1,06e-014	***
D3	-571,101	192,337	-2,969	0,0052	***
Střední hodnota závisle proměnné		78,95909			
Sm. odchylka závisle proměnné		962,6137			
Součet čtverců reziduí		4246427			
Koeficient determinace		0,893426			
Adjustovaný koeficient determinace		0,876144			
Akaikovo kritérium		643,8721			
Durbin-Watsonova statistika		2,402098			

Test autokorelace byl proveden opět podle Durbin-Watsonovy statistiky z důvodu nepřítomnosti zpožděné proměnné v modelu. Hodnota 2,402 přesahuje tabulkové hodnoty, a proto model neobsahuje autokorelované proměnné:

5% kritické hodnoty pro Durbin-Watsonovu statistiku, $n = 45$, $k = 5$
 $dL = 1,2874$
 $dU = 1,7762$

Whiteův test heteroskedasticity potvrdil předpoklad modelu o výskytu homoskedasticity nezamítnutím nulové hypotézy:

Whiteův test heteroskedasticity
OLS, za použití pozorování 2000:2-2011:1 (T = 44)
Závisle proměnná: uhat²
Testovací statistika: $TR^2 = 18,822828$,
s p-hodnotou = $P(\text{Chí-kvadrát}(23) > 18,822828) = 0,711459$

Stejně jako u minulého modelu nebylo prokázáno normální rozdělení reziduí statistického souboru:

Test nulové hypotézy normálního rozdělení:
 $\text{Chí-kvadrát}(2) = 37,399$ s p-hodnotou 0,00000

Chowův test stability prokázal nepřítomnost strukturálního zlomu ve druhém čtvrtletí 2006 zamítnutím nulové hypotézy o jeho přítomnosti:

Rozšířená regrese pro Chowův test
OLS, za použití pozorování 2000:2-2011:1 (T = 44)
Závisle proměnná: iiELE_VO_pod
Chowův test pro strukturální zlom při pozorování 2006:2
F(7, 30) = 1,00189 s p-hodnotou 0,4493

Jako poslední byl proveden Ramseyův RESET test, který potvrdil nulovou hypotézu vhodnosti volby lineárních vztahů v modelu:

Test RESET pro specifikaci (druhé a třetí mocniny)
Testovací statistika: F = 0,425191,
s p-hodnotou = P(F(2,35) > 0,425191) = 0,657

Test RESET pro specifikaci (pouze třetí mocniny)
Testovací statistika: F = 0,194326,
s p-hodnotou = P(F(1,36) > 0,194326) = 0,662

Test RESET pro specifikaci (pouze druhé mocniny)
Testovací statistika: F = 0,864149,
s p-hodnotou = P(F(1,36) > 0,864149) = 0,359

Po ověření testovacích statistik je možné model vyčíslit a interpretovat, protože zároveň splňuje kvalitativní ukazatel, jímž je koeficient determinace (89,34%), jeho adjustovaná forma (87,61%) i, s předchozím modelem srovnatelné, Akaikovo kritérium o velikosti 643,87. Vyčíslená forma modelu vypadá následovně:

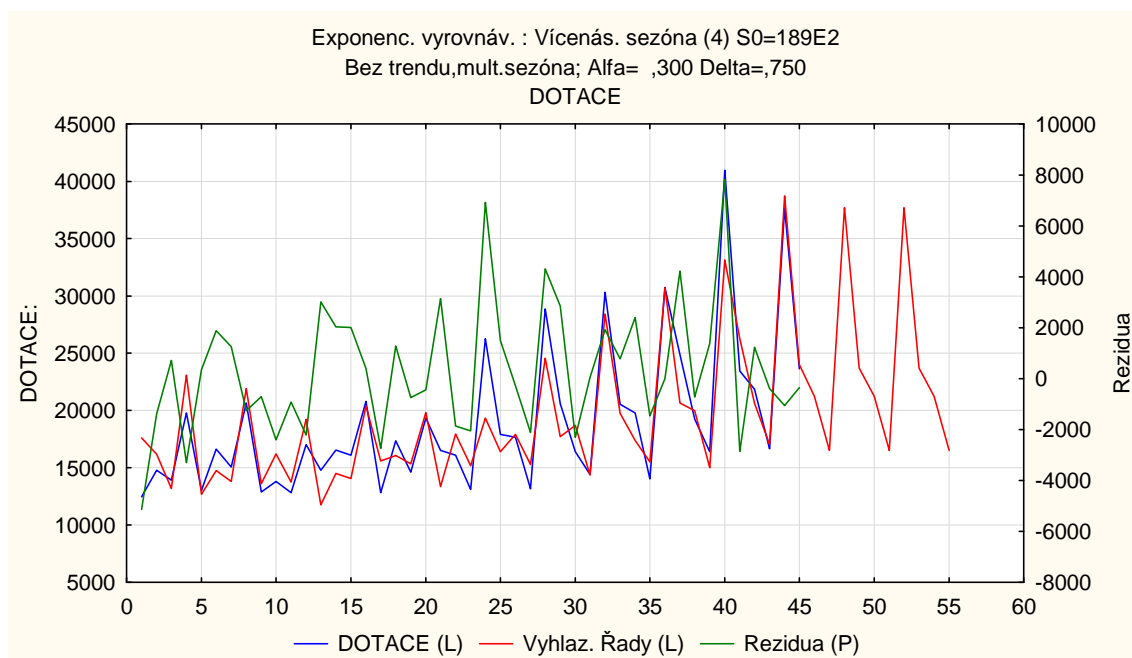
$$\Delta y_2 = 394,458 + 0,0263175x_4 - 0,0214703x_6 + 42,8032x_7 - 0,0220851pocx1 - 0,0155492pocx2 - 571,101$$

5-24

Aby bylo možné vypočítat finální spotřebu elektřiny ve firemním sektoru, je nezbytné nejprve predikovat chování exogenních proměnných, tedy dotací a mezd a platů, jež jsou nově zastoupeny v modelu.

Pro *Dotace* byl exponenciálním vyrovnáváním bez trendu s multiplikativní sezónností (na základě mřížkového hledání, viz příloha č. 18) odhadnut budoucí vývoj této veličiny tak, jak to ukazuje graf č. 19. Modře jsou označeny pozorované hodnoty, červeně vyhlazené hodnoty s deseti předpovězenými čtvrtletími a zeleně jsou vybarvena rezidua. Podrobné výsledky vyhlazení časové řady a reziduí jsou obsaženy v příloze č. 19, stejně tak jako přehledný graf extrapolace časové řady.

Graf 19 Extrapolace dotací na výrobu v mil. Kč



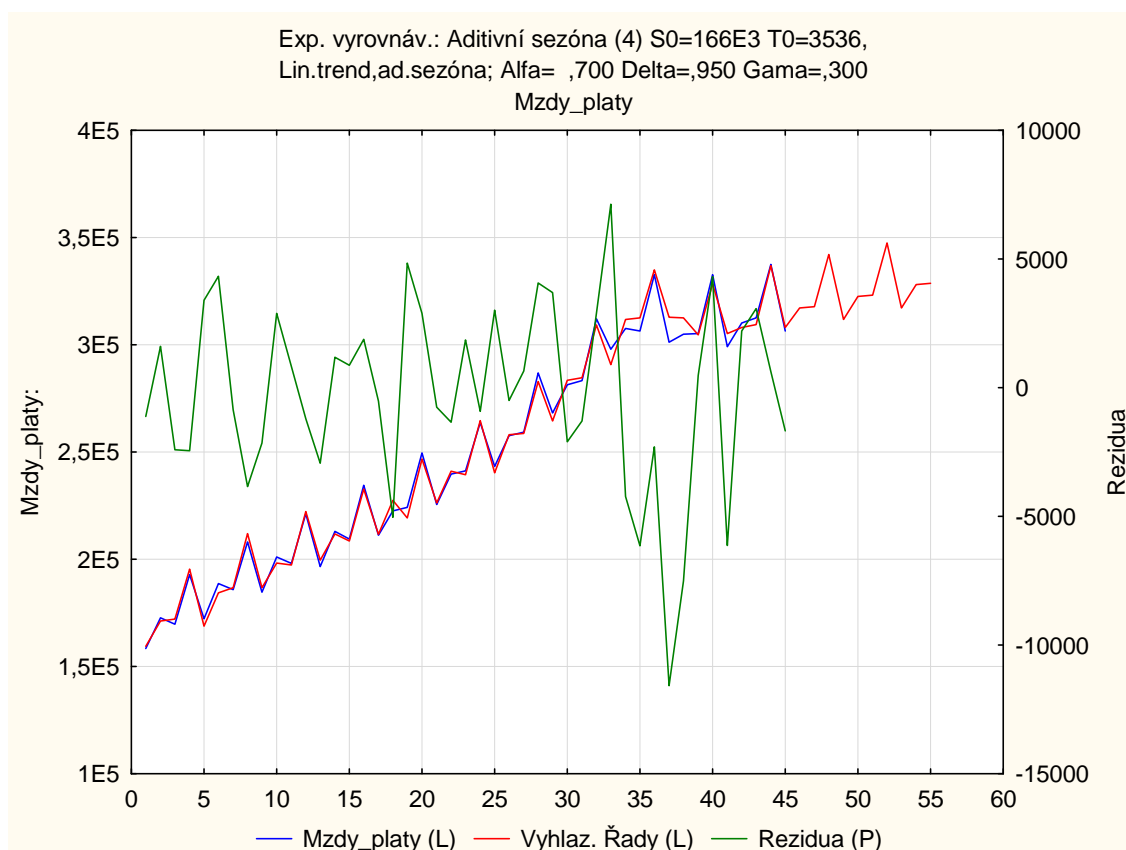
Tabulka č. 13 potom shrnuje data predikce do přehledného celku tak, jak budou použity ve výpočtech a dosazeny do regresního modelu.

Tabulka 13 Finální predikce dotací na výrobu v mil. Kč

	I.	II.	III.	IV.
2011		-2402,77	-4723,33	21180,32
2012	-13991,6			

Poslední predikovanou proměnnou jsou *Mzdy_platy*, které byly extrapolovány pomocí funkce s lineárním trendem a aditivní sezónou. Dle mřížkového hledání vyhovovaly nejlépe hodnoty $\alpha = 0,7$, $\delta = 0,95$ a $\gamma = 0,3$, které vygenerovaly výstup v podobě grafu č. 20, kde jsou opět červeně vyobrazeny vyhlazené hodnoty řady, modře pozorované hodnoty a zeleně rezidua. Podrobné výsledky mřížkového hledání jsou k nahlédnutí v příloze č. 20, vyhlazené hodnoty a rezidua podrobně v příloze č. 21, spolu s přehledným grafem predikce časové řady v příloze č. 23.

Graf 20 Extrapolace mezd a platů v mil. Kč



Výsledné hodnoty predikcí mezd a platů jsou přehledně vidět v tabulce č. 14, zjednodušený graf pak v příloze č. 24. Poté je již možné přistoupit k dosazování vypočtených hodnot do nově vytvořeného modelu nejmenších čtverců Alternativního scénáře.

Tabulka 14 Finální predikce mezd a platů v mil. Kč

	I.	II.	III.	IV.
2011		10821,9678	571,753516	24291,5728
2012	-30222,648			

Výpočty finálních hodnot diferencí spotřeby elektrické energie velkooběratelů a podnikatelů Alternativního (interval spolehlivosti 90%) scénáře jsou následující³⁰:

$$\Delta\hat{y} = 0,0263175 \cdot (-31078) + (-0,0214703) \cdot (-14038) + 42,8032 \\ \cdot (-2,129233) + (-0,0220851) \cdot (-18000)$$

$$\Delta\hat{y} = 184,3566076$$

³⁰ červeně označené hodnoty lze vyměnit za nuly a přepočítat jako model interpretovaný na významnosti 95% intervalu spolehlivosti

$$\Delta \hat{y}_{II.} = const + \Delta \beta_4 x_4 + \Delta \beta_6 x_6 + \Delta \beta_7 x_7 + \Delta \beta_2 pocx2$$

$$\Delta \hat{y}_{II.} = 394,458 + 0,0263175 \cdot 10821,9678 + (-0,0214703) \cdot (-2402,77) \\ + 42,8032 \cdot 3,046619 + (-0,0155492) \cdot 128000$$

$$\Delta \hat{y}_{II.} = -1129,039268$$

$$\Delta II. = \Delta \hat{y}_{II.} - \Delta \hat{y}_I = -1129,039268 - 273,8799 = -1313,3959$$

Bude-li, v prvním čtvrtletí, změna *Mzdy_platy* růst o 10821,97 mil. Kč a změna *Dotace* bude klesat o 2402,77 mil. Kč a změna *Index_prumysl* růst o 3,05% a změna *Pocasi* bude rovna +12,8 °C, dojde ke změně difference spotřeby elektřiny ve výši -1313,4 GWh, což způsobí posun původní spotřeby z hodnoty 11485,7 GWh na nových 10172,3 GWh.

$$\Delta \hat{y}_{III.} = const + \Delta \beta_4 x_4 + \Delta \beta_6 x_6 + \Delta \beta_7 x_7 + D_3$$

$$\Delta \hat{y}_{III.} = 394,458 + 0,0263175 \cdot 571,753516 + (-0,0214703) \cdot (-4723,33) \\ + 42,8032 \cdot (-5,03727) - 571,101$$

$$\Delta \hat{y}_{III.} = -275,795855$$

$$\Delta III. = \Delta \hat{y}_{III.} - \Delta \hat{y}_I = -275,795855 - 273,8799 = -460,15246$$

Bude-li, ve druhém čtvrtletí, změna *Mzdy_platy* růst o 571,75 mil. Kč a změna *Dotace* bude klesat o 4723,33 mil. Kč a změna *Index_prumysl* klesat o 5,04%, dojde ke změně difference spotřeby elektřiny ve výši -460,15 GWh, což způsobí posun původní spotřeby z hodnoty 10172,3 GWh na nových 9712,15 GWh.

$$\Delta \hat{y}_{IV.} = const + \Delta \beta_4 x_4 + \Delta \beta_6 x_6 + \Delta \beta_7 x_7$$

$$\Delta \hat{y}_{IV.} = 394,458 + 0,0263175 \cdot 24291,5728 + (-0,0214703) \cdot 21180,32 \\ + 42,8032 \cdot 8,199535$$

$$\Delta \hat{y}_{IV.} = 929,9699611$$

$$\Delta IV. = \Delta \hat{y}_{IV.} - \Delta \hat{y}_I = 929,9699611 - 273,8799 = 745,613354$$

Bude-li, ve čtvrtém čtvrtletí, změna *Mzdy_platy* růst o 24291,57 mil. Kč a změna *Dotace* bude růst o 21180,32 mil. Kč a změna *Index_prumysl* růst o 8,2%, dojde ke změně difference spotřeby elektřiny ve výši +745,61 GWh, což způsobí posun původní spotřeby z hodnoty 9712,15 GWh na nových 10457,77 GWh.

$$\Delta \hat{y}_I = const + \Delta \beta_4 x_4 + \Delta \beta_6 x_6 + \Delta \beta_7 x_7 + \Delta \beta_1 pocx1$$

$$\Delta \hat{y}_I = 394,458 + 0,0263175 \cdot (-30222,684) + (-0,0214703) \cdot (-13991,6)$$

$$+ 42,8032 \cdot (-6,41908) + (-0,0220851) \cdot (-35700)$$

$$\Delta \hat{y}_I = 413,1574782$$

$$\Delta I. = \Delta \hat{y}_I - \Delta \hat{y} = 413,1574782 - 273,8799 = 228,800871$$

Bude-li, v prvním čtvrtletí, změna *Mzdy_platy* klesat o 30222,65 mil. Kč a změna *Dotace* bude klesat o 13991,6 mil. Kč a změna *Index_prumysl* klesat o 6,42% a změna *Pocasi* bude rovna -3,57 °C, dojde ke změně difference spotřeby elektřiny ve výši 228,8 GWh, což způsobí posun původní spotřeby z hodnoty 11457,77 GWh na nových 10686,57 GWh.

Jak je vidět z výstupu modelu, proměnná *Dotace* je statisticky signifikantní pouze v 90% intervalu spolehlivosti. Předpokladem tvorby všech modelů byla však hladina 95%, proto je nutno zvážit, zda má být proměnná z interpretace a výpočtů vyřazena nebo v nich ponechána. Z důvodů zajímavosti komparace obou variant byly provedeny výpočty pro obě hladiny spolehlivosti a jsou jasně viditelné na grafu č. 20 v následující kapitole zabývající se evaluacemi scénářů.

Alternativní model se liší od původně použitého modelu spotřeby energie ve firmách svým postupem, ale především významností dalších dvou proměnných – dotací na výrobu a mezd a platů.

Regresní koeficient dotací na výrobu vyšel se záporným znaménkem, takže bude nepřímo úměrný spotřebě elektrické energie. Zvýší-li se tedy dotace, dojde ke snížení spotřeby elektřiny. Tento jev je možné vysvětlit pouze vlivem dotací jako nástroje zefektivnění výrobních procesů nebo příspěvků na inovace, které způsobí, že původní, na elektřinu náročné, procesy budou vyměněny za lépe (efektivněji) fungující postupy. Reálně míří většina výrobních dotací do zemědělství a skutečný vliv dotací na spotřebu elektrické energie nebude tak silný, jak odhaduje model. Velkou část dotačního programu ale tvoří také podpora malých a středních firem, což je obdoba časové řady podnikatelů a vliv dotací na spotřebu elektřiny možný je. Nejednoznačnost interpretace je dána již zmíněnou nízkou spolehlivostí odhadu parametru.

Mzdy a platy jsou druhou významnou proměnnou Alternativního modelu, jež se chová přímo úměrně spotřebě elektřiny. Zvýšení mezd a platů bude mít tedy za následek zvýšení spotřeby elektřiny ve firemním sektoru. Tento ekonomický princip je podpořen v kapitole 3.1.4 o nabídce a poptávce po výrobním faktoru práce. Zvýšení mezd a platů ve firmě svědčí o zaměstnávání většího množství pracovníků, a tedy zvyšování produkce (pomineme-li vliv státu a odborů). Vyšší vyprodukované množství pak logicky způsobí vyšší náklady na větší množství spotřebované elektrické energie.

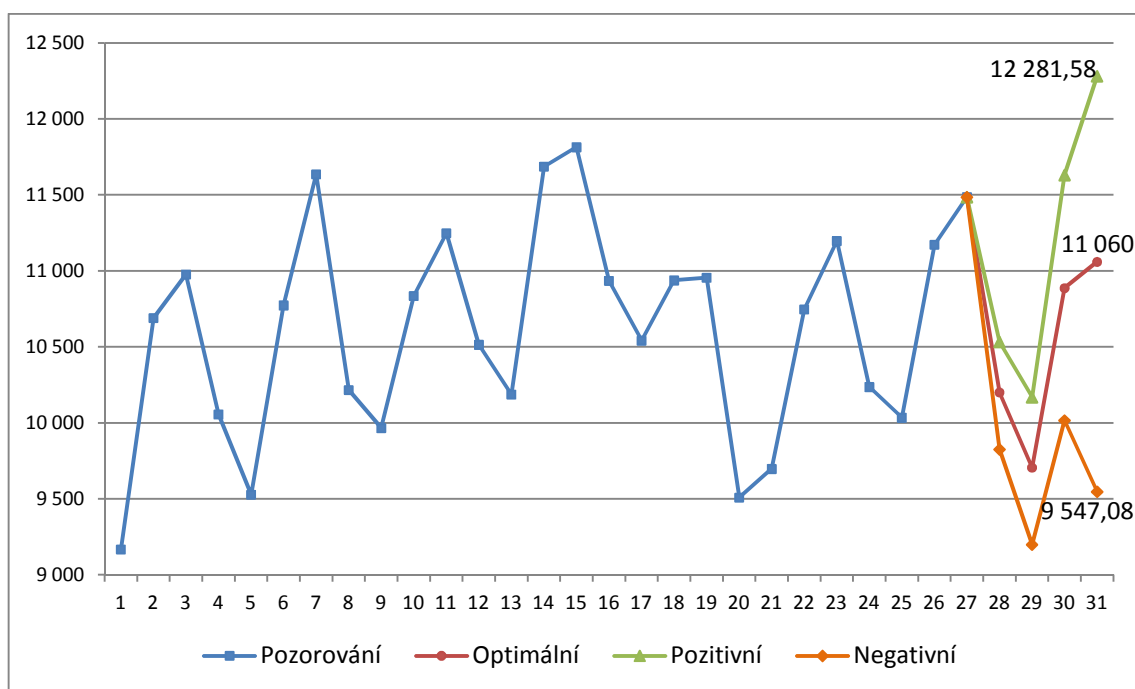
5.5.5 Evaluace scénářů velkoodběratelů a podnikatelů

Tabulka č. 15 přehledně sumarizuje podkladové údaje všech scénářů modelů pro spotřebu elektrické energie velkoodběratelů a podnikatelů. Scénáře se liší nastavenými podmínkami budoucího vývoje predeterminovaných proměnných, které ovlivňují výslednou výši spotřeby elektřiny. V případě Alternativního scénáře jsou v tabulce uvedeny hodnoty pro 90% a 95% interval spolehlivosti. Aby byly různé varianty dobře srovnatelné, byly dále vygenerovány grafy č. 21 a 22, které ukazují vývoj všech pěti variant výpočtů.

Tabulka 15 Predikce spotřeby elektřiny dle různých scénářů ve firmách

	scénář	2011-II	2011-III	2011-IV	2012-I
dif. indexu průmyslové výroby v %	6	3,0466	-5,0373	8,1995	-6,4191
	7	6,0466	-2,0373	11,1995	-3,4191
	8	0,0466	-8,0373	5,1995	-9,4191
	9	3,0466	-5,0373	8,1995	-6,4191
dif. teploty počasí ve °C	6	12,80303	3,248485	-12,5576	-3,5697
	7	10,56667	1,5	-14,2667	-5,26667
	8	15,53333	4,76667	-9,9	-10,6667
	9	12,80303	3,248485	-12,5576	-3,5697
dif. dotací na výrobu v mil. Kč	9	-2402,77	-4723,33	21180,32	-13991,6
dif. mezd a platů v mil. Kč	9	10821,9678	571,753516	24291,5728	-30222,648
spotřeba elektřiny v GWh	6	10201,24774	9706,381	10887,09	11059,99603
	7	10532,72289	10169,47	11630,79	12281,57949
	8	9825,621244	9199,143	10016,52	9547,079919
	9 _{90%}	10172,30412	9712,15166	10457,76501	10686,56588
	9 _{95%}	10422,11602	10161,95241	11663,71368	11893,51132

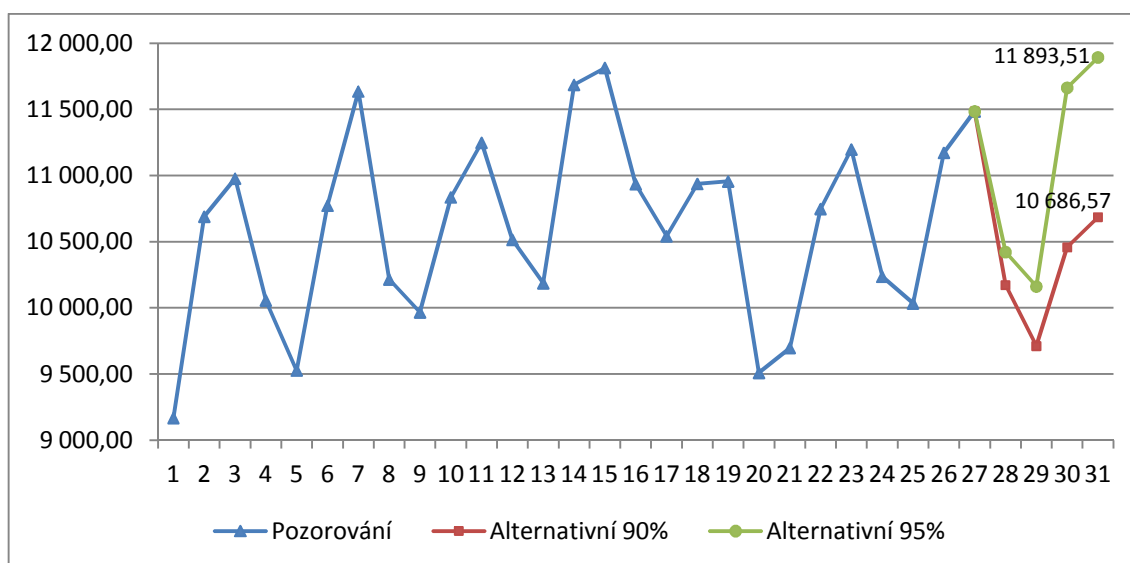
Graf 21 Predikce spotřeby elektřiny scénářů 6, 7 a 8 v GWh



Graf č. 21 ukazuje posledních 5 let pozorování a jednoletou predikci Optimálního, Pozitivního a Negativního scénáře. Na grafu je zřejmý začátek globální recese cca v pozorování č. 18 (tj. 4. čtvrtletí 2008), kdy nastal útlum průmyslové výroby (což je též vidět na grafu indexu průmyslové výroby v příloze č. 22 v pozorování č. xxx) a očekávaná spotřeba elektřiny byla přibližně třikrát nižší, než očekávaná, resp. dosáhla kladné hodnoty pouhých 396 GWh oproti průměrným 1191 GWh. Poté se již difference spotřeby elektřiny chovaly jako „obvykle“, ale celkové hodnoty tak byly níže postavené a průměrná meziroční (2008/2009) spotřeba klesla o 7,5%, čímž narušila trend růstu spotřeby o 2-3% ročně a dostala se tak nížeji než průměr roku 2005.

Optimální scénář počítá s mírným poklesem spotřeby elektřiny v příští periodě jako s důsledkem probíhající ekonomické recese a predikuje tak průměrný 2,5% pokles v porovnání predikovaných hodnot ve srovnání posledních 4 pozorovaných čtvrtletí. Rozdíl mezi jednotlivými scénáři je očividný, a je zřejmé, že současný vliv extrémně chladného roku a zároveň růstu průmyslové výroby Pozitivního scénáře má za následek 6,5% růst (porovnání ročních průměrů) spotřebované energie, a naopak velmi teplý rok a horší výsledky v průmyslu Negativního scénáře způsobují 7,8% propad oproti Optimálnímu scénáři. Podmínky predikovaného prvního čtvrtletí 2012 Negativního scénáře dokonce způsobily pokles spotřeby mezi čtvrtletími, což vysvětluje extrémní vliv obou negativních směrů najednou.

Graf 22 Predikce spotřeby elektřiny Alternativního scénáře v GWh



Graf č. 22 porovnává výsledky Alternativního scénáře na různých hladinách spolehlivosti. Původním předpokladem interpretací všech modelů byla hladina významnosti vypočtená na 95% intervalu spolehlivosti a této variantě tedy bude přikládán větší význam. Varianta „95%“ kromě vlivu počasí a průmyslového indexu uvažuje ještě přítomnost působení proměnné, reprezentující mzdy a platy v národním hospodářství, jež přímo úměrně zvyšuje spotřebu průmyslové elektřiny, je reprezentována zeleně označenou křivkou a „konkuruje“ tak Optimálnímu modelu s velmi podobnými kvalitativními charakteristikami. Rozdíl průměrů posledních 4 čtvrtletí pro predikci Alternativního scénáře s 95% spolehlivostí odhadu regresních parametrů a Optimálního scénáře je +571,65 (Opt. 10463,68 GWh; Alt. 11035,32 GWh) ve prospěch Alternativního scénáře, který tedy v průměru predikuje spotřebu o 5,46% vyšší. Meziroční změna průměru posledních 4 pozorování a Alternativního scénáře pak činí nárůst o 2,82%.

Varianta „90%“ navíc na hladině spolehlivosti 90% bere v úvahu vliv dotací na výrobu, ale s předpokladem, že by velká část dotací zefektivňovala výrobní procesy. Přítomnost dotací v modelu tedy ponížuje spotřebu elektřiny firem a stává se velmi diskutabilní. Analýzu přibližných nákladů, tak jak byla uvedena v modelu domácností, nelze použít pro nejednotnost cen pro různé odběratelské skupiny.

6 Závěr

Elektrická energie je jednou z nejdůležitějších komodit dneška. Aby byla zajištěna její nepřerušovaná dodávka, je třeba přesně vědět, kolik se jí musí vyrobit a v jaký čas. Proto je velmi důležité ovládat principy, jimiž se řídí poptávka po elektřině, aby po její analýze bylo možné upravit výrobní kapacity dle aktuální potřeby a nedocházelo tak k výpadkům dodávek z důvodu nedostatečné produkce nebo naopak aby nebylo vyráběno extenzivní množství elektřiny bez možnosti jejího využití.

Pro účely splnění cílů práce bylo vytvořeno několik poptávkových modelů spotřeby elektrické energie (zvláště v domácnostech a zvláště pro firemní sektor tvořený velkoodběrateli a podnikateli), které pomohly vyhledat determinanty spotřeby, kvantifikovat je a díky nim poté modelovat budoucí vývoj spotřeby elektřiny. Scénáře již využívají kompletní model a slouží k predikci spotřeby elektrické energie za různých příznivých či nepříznivých podmínek.

Hlavními determinanty spotřeby elektřiny v domácnostech byly vypočteny exogenní proměnné průměrné teploty vzduchu a ceny plynu – substitutu elektřiny.

Změna ceny plynu o 1% vyvolá přímo úměrnou neelastickou reakci domácností, které zvýší svou průměrnou roční spotřebu o 0,8%. Zvýšení teploty o 1 °C v prvním čtvrtletí vyvolá 2% snížení spotřeby elektřiny, protože se jedná o nejstudenější období roku, naopak ve 3. čtvrtletí identická změna nevyvolá žádnou odezvu ze strany spotřebitelů. Ve druhém a čtvrtém čtvrtletí se zvýšení teploty o 1 °C promítne jako snížení spotřeby o 1,3%, respektive 1,1%.

Ve firemním sektoru byly potvrzeny jako determinant též proměnné počasí, ale navíc index průmyslové výroby a v alternativním scénáři také mzdy a platy a dotace.

Jednoprocentní změna průmyslového indexu vyvolá změnu difference spotřeby elektřiny ve firmách o 43,87 GWh. Zvýšení změny teploty prvního čtvrtletí o 1 °C pak vyvolá snížení spotřeby elektřiny ve firmách o 1,78%, ve druhém a čtvrtém čtvrtletí způsobí totožná změna snížení spotřeby pouze o 0,87%, resp. o 0,78%.

Pro model spotřeby elektřiny v domácnostech byla zjištěna závislost endogenní proměnné na počasí a cenách plynu. Vliv počasí je samozřejmě v nepřímo úměrném vztahu se spotřebou elektrické energie (znaménko odhadnutého regresního koeficientu je záporné), což znamená, že se spotřeba bude zvětšovat při snižování teploty. Plyn je substitutem elektrické energie a jeho cena tedy přímo úměrně ovlivňuje poptávku po elektřině, bude-li tedy plyn dražší, spotřebitelé začnou spotřebovávat větší množství elektřiny. Nejvýznamnějšími scénáři modelů domácností jsou scénáře č. 3, 4 a 5, které vyjadřují sezónní změny počasí a mají následující tvar rovnice:

$$y_1 = 4178,53 + 0,000377066x_{13} - 0,00903202pocx1 - 0,00603568pocx2 \\ - 0,00308659pocx3 - 0,00494567pocx4 + 150,216D_1 - 655,946D_2 \\ - 1177,31D_3,$$

Po dosažení hodnot exogenních proměnných Optimálního scénáře lze dojít k výsledným hodnotám spotřeby elektrické energie pro nadcházející čtyři čtvrtletí.

Bude-li ve druhém čtvrtletí roku 2011 průměrná teplota rovna 13,02 °C a zároveň cena plynu rovna 889824,4 Kč/GWh, spotřeba elektrické energie klesne o 1332,09 GWh z původních 4413,1 GWh na nových 3081,01 GWh. Je tedy zřetelně vidět výrazný pokles spotřeby elektřiny v závislosti na sezóně díky výraznému oteplení (o 12,8 °C) oproti minulému období. Mezičtvrtletní spotřeba je tedy, zejména díky vlivům počasí, o 30,18% nižší.

Bude-li cena plynu ve třetím čtvrtletí roku 2011 rovna 978804,1 Kč/GWh, spotřeba elektrické energie vzroste o 298,87 GWh z původních 3081,01 GWh na nových 3379,29 GWh a dojde tak k 9,68% nárůstu spotřeby elektrické energie.

Bude-li ve čtvrtém čtvrtletí roku 2011 průměrná teplota rovna 3,72 °C a zároveň cena plynu rovna 873040,6 Kč/GWh, spotřeba elektrické energie vzroste o 991,4 GWh z původních 3379,29 GWh na nových 4332,98 GWh, což je 28,22% nárůst.

Bude-li v prvním čtvrtletí roku 2012 průměrná teplota rovna 0,23 °C a zároveň cena plynu rovna 845218,5 Kč/GWh, spotřeba elektrické energie vzroste o 295,76 GWh z původních 4332,98 GWh na nových 4636,13 GWh. V tomto nejchladnějším období bude spotřeba elektřiny největší a dojde k mezičtvrtletnímu nárůstu poptávaného množství o 7%.

Spotřeba elektrické energie tak ve své predikci kopíruje trend funkce bez výrazných fluktuací a odchylek od normálu. Domácnosti jsou ve spotřebě nezbytných statků nepružné, a proto ani výraznější změna cen plynu nebude mít za efekt extrémní oscilace funkce v jednotlivých predikovaných obdobích, ale pouze marginální změny.

Pozitivní a Negativní scénáře ukazují (ze strany spotřebitele) buď přízeň nebo nepřízeň počasí a zároveň 10% zvýšení či snížení ceny plynu. Pozitivní scénář vykazuje celkově nižší spotřebu elektrické energie právě díky nižším průměrným teplotám (ale zároveň levnějšímu plynu) a za celý rok je tak poptávka po elektřině o 4,16% nižší oproti Optimálnímu scénáři (v absolutních číslech to tvoří rozdíl -641,13GWh). V jednotlivých obdobích predikce, počínaje 2. čtvrtletím 2012 jsou pak rozdíly 3,65%, 1,09%, 3,37% a 7,46% pro 1. čtvrtletí 2013. Spotřebitelsky negativní, tedy nejnákladnější, scénář predikuje spotřebu o 3,77% vyšší než Optimální, což tvoří rozdíl +579,39GWh. Pro jednotlivá predikovaná čtvrtletí se pak jedná o navýšení o 3,68%, 1,09%, 2,64% a 6,91% ve srovnání s Optimálním scénářem. Rozdíl Negativního a Pozitivního scénáře je pak sumou jejich rozdílů od Optimálního scénáře, tedy 7,9%, resp. 1214,93GWh. Při uvážení odhadnuté ceny elektřiny o výši 2850 Kč/MWh, zaplatí spotřebitelé za podmínek Pozitivního scénáře o 1,81 mld. Kč méně za elektrický proud než v případě Optimálního scénáře (pouze 42 mld. Kč místo 43,81 mld. Kč) a naopak v případě Negativního scénáře zaplatí o 1,65 mld. Kč více (45,47 mld. Kč místo 42 mld. Kč).

Pokud je brána v úvahu pouze časová řada spotřeby elektrické energie v domácnostech, lze porovnat změny sezón na jejím průběhu a kvantifikovat je za použití časové proměnné. Výsledek regresní rovnice s teoretickými hodnotami alef pro jednotlivá čtvrtletí vyšel následovně:

$$\hat{y} = 3520,44925 + 5,08705time + 923,69775\hat{\alpha}_1 - 648,9625\hat{\alpha}_2 - 886,8825\hat{\alpha}_3 + 612,16075\hat{\alpha}_4$$

Každý rok, na základě údajů za posledních 10 let, roste spotřeba elektřiny o 5,09 GWh, což je pouhých 0,14% ročně. Tento údaj se může zdát nereálným, vzhledem ke stále větší náročnosti obyvatel a zvyšování energetických požadavků souvisejících s rostoucí životní úrovní, ale je třeba si uvědomit, že technologický pokrok nejen zapříčinil existenci velkého množství elektrických spotřebičů, které domácnosti využívají, ale také zefektivnil využití již stávajících systémů. Například zateplením

domu či bytu lze ušetřit více než 50% vynaložené energie a další domácí spotřebiče nebo osvětlení dnes využívají jen zlomek původní spotřeby. Dá se tedy říci, že pro tento protichůdný efekt technologického růstu spotřeba elektřiny v domácnostech stagnuje.

Regresní koeficienty jednotlivých alef za čtvrtletí pak vyjadřují změny oproti průměru. Je tedy zřejmé, že čtvrtletí s největší spotřebou je první (má i nejnižší průměrnou teplotu) s kladným rozdílem +923,7 GWh oproti průměru, druhým je čtvrté čtvrtletí se spotřebou o 612,16 GWh vyšší nežli průměr a následují druhé a třetí čtvrtletí se zápornými rozdíly vůči průměru s hodnotami -648,96 GWh a -886,88 GWh.

Situace v sektoru velkoodběratelů a podnikatelů je odlišná. Spotřeba elektřiny je taktéž závislá na počasí a ročních obdobích, ale navíc i na indexu průmyslové výroby, jak je vyjádřeno v hlavních scénářích 6, 7 a 8, a alternativně i na výši dotací na výrobu a mzdách a platech ve scénáři č. 9. Index průmyslové výroby vykazuje procentní změny ve výrobě v bázi roku 2005 a v regresním modelu vyšel s kladným znaménkem, čím podpořil ekonomické předpoklady – bude-li se průmyslový index zvyšovat, dojde též ke zvýšení spotřeby elektrické energie ve vztahu vyjádřeném následující rovnicí:

$$\hat{y}_2 = 43,8703\Delta x_6 - 0,020405\Delta pocx1 - 0,00893719\Delta pocx2 - 0,00871877\Delta pocx4$$

Interpretace predikcí Optimálního scénáře začíná druhým čtvrtletím roku 2011, kde se předpokládá změna indexu průmyslové výroby rovna +3,05% a změna průměrné teploty za čtvrtletí o výši 12,8 °C. To vyvolá negativní změnu difference spotřeby elektřiny mezi čtvrtletími s hodnotou -1284,45 GWh z původních 11485,7 GWh na nových 10201,25 GWh.

Bude-li ve třetím čtvrtletí 2011 změna difference průmyslového indexu klesat o 5,04%, změna firemní spotřeby elektrické energie bude klesat o 494,87 GWh z původních 10201,25 GWh na nových 9706,38 GWh.

Pokud se ve čtvrtém čtvrtletí navýší změna indexu průmyslu o 8,2% a zároveň bude difference průměrné teploty klesat o 12,56 °C, obě změny se promítnou v kladné změně difference spotřeby elektřiny o velikosti 1180,7 GWh z původních 9706,38 GWh na nových 10887,09 GWh.

Sníží-li se difference indexu průmyslu v prvním čtvrtletí o 6,42% oproti bázi roku 2005 a zároveň bude průměrná difference počasí snížena o 3,57 °C, změna spotřeby

elektrické energie se bude rovnat +172,91 GWh, a posune se z původních 9706,38 GWh na nových 11060 GWh.

Očekává se pružná reakce firem na změny indexu průmyslové výroby, protože poptávka po elektrické energii roste s růstem výroby. Optimální scénář předpokládá 2,5% pokles spotřeby elektřiny pro příští čtyři čtvrtletí, Alternativní s 95% spolehlivostí naopak predikuje růst ve výši 2,82%. Vliv počasí je člověkem neovlivnitelný a spotřeba tedy souvisí pouze s faktem, zda bude teplý nebo studený rok. Výrobně Pozitivní a Negativní scénáře potom předpokládají právě obě extrémní podmínky počasí. Velmi studené pro Pozitivní scénář a maximální spotřebu elektřiny a velmi teplé pro Negativní scénář. Dále jsou modelovány 3% změny (růst nebo pokles) od predikce Optimálního scénáře v závislosti na typu vybraného (Pozitivního nebo Negativního) scénáře. Rozdíly v predikované spotřebě různých variant výpočtů jsou značné – predikovaná suma hodnot Optimálního scénáře je o 6,59% nižší než Pozitivní a naopak o 13,51% vyšší než Negativní, který díky extrémním modelovaným podmínkám 1. čtvrtletí 2012 vykázal nejnižší hodnotu spotřeby srovnatelnou s rokem 2002.

7 Diskuse

Spotřeba elektřiny není jediným faktorem ovlivňujícím dění na trhu s energiemi a potažmo na trhu statků a služeb obecně. Velmi důležitá je v tomto kontextu správná volba energetického mixu resp. zahraniční politiky státu. Existuje významný rozdíl v tom, když se má vyrobit 100% energie z domácích zdrojů a zajistit tak 100% bezpečnost dodávek energetických surovin, nebo když se všechny suroviny musí dovážet ze zahraničí a stát je se svými občany závislý na politicko-ekonomické situaci všech zainteresovaných stran. Argumentem pro využití pouze domácích zdrojů (potenciální plné čerpání kapacit) je tedy nízký náklad a nemožnost přerušení dodávek energetických surovin, ale v případě České republiky je též potřeba zvážit, jak by taková teoretická situace vypadala a zda by byla pro její občany výhodná, nebo naopak poněkud svazující.

Možná bychom vyráběli veškerou energii z uhlí, jež je lokálně nejhojnějším zdrojem a prosperovali, ale ekologická situace, zejména čistota vzduchu, by mohla být nesrovnatelně horší než nyní, kdy cca 50% elektřiny je vyráběno jinak než z uhlí. Energetický mix by tedy měl být vyvážený a měl by diversifikovat různé zdroje tak, aby výroba byla nejen bezpečná (i z hlediska globální politické situace), ale také efektivní, ekonomická a příznivá k životnímu prostředí. Uzavřením domácího trhu s energiemi a energetickými surovinami bychom zároveň přišli o výhody, jež poskytuje mezinárodní obchod popsáný v kapitole 4.2. Zároveň je Česká republika zemí výrazně orientovanou na vývozní aktivity a „export tvoří cca 70% celkového HDP a cca 85% z něj je realizováno do zemí EU“. (Brčák, Sekerka, Stará, 2012) Při maximalizování bezpečnosti státu a jeho energetických zdrojů by tedy pravděpodobně došlo k situaci, kdy se začnou postupně uzavírat přeshraniční toky statků a služeb v rámci „odplatných“ opatření ostatních zemí a životní úroveň by se začala snižovat.

Diversifikace dovozů energetických surovin je tak nejlepším možným a nejbezpečnějším řešením stávající situace. V případě nenadálých výpadků dovozu energetických surovin je důležité udržovat jejich strategické rezervy (ropa a plyn) a být schopni zajistit dodávky jinými cestami, aby nedošlo k nucenému omezení výroby či spotřeby. V nedávné době se každý mohl přesvědčit o důležitosti těchto opatření, když přestal do České republiky proudit ruský plyn jdoucí přes Ukrajinu a bylo nutné čerpat z rezerv a doplnit dodávky plynovodem z Norska.

Přesná predikce spotřeby elektřiny a definování jejích determinantů může pomoci k identifikaci klíčových změn v ekonomických procesech a pružně na ně reagovat, čímž bude lépe alokovat strukturu výrobních kapacit a nebude docházet ke zbytečným ztrátám na efektivitě při výrobě a distribuci elektrické energie. Celkový obraz hospodaření s energiemi, bezpečnosti a využití zdrojů podává Státní energetická koncepce z roku 2004 (aktualizována v roce 2011), (2012), jež si se snaží o maximální nezávislost na cizích zdrojích a jejich spolehlivosti, respektive o nezávislost na zdrojích z rizikových oblastí, o bezpečnost zdrojů včetně jaderné bezpečnosti, udržitelný rozvoj a ochranu životního prostředí.

Cíle, ke kterým energetická politika dle Energetické koncepce směřuje, jsou především maximalizace energetické efektivity, zajištění vhodného poměru spotřeby prvotních energetických zdrojů, dokončení transformace a liberalizace energetického hospodářství a zajištění šetrnosti vůči životnímu prostředí. Ne všechny cíle se samozřejmě slučují s dosažením maximální efektivity tak, jak to podávají klasické mikro- a makro- ekonomické teorie a poptávka nejen po elektrické energii je jakýmsi způsobem regulována tlakem na cenu statků a služeb. Např. v ceně elektřiny můžeme najít ekologickou daň, jež pokrývá náklady na dotace poskytované výrobcům elektřiny z alternativních, nevyčerpatelných zdrojů a uměle tak může snižovat poptávané množství elektřiny ve firmách a za určitých okolností i v domácnostech, pokud by začaly být citlivější na změnu ceny tohoto relativně nezbytného statku.

Zároveň je nutné vnímat energetickou koncepci České republiky a její vliv na poptávku po elektřině jako výsledek globálních geopolitických procesů, do nichž se počítá i členství v mezinárodních organizacích a především členství v Evropské unii. Česká republika se tedy nejen zavázala, že bude produkovat nižší množství oxidů uhlíku v rámci např. OSN³¹, ale také v rámci EU k tomu, aby splnila požadavek pro 8% podíl obnovitelných zdrojů na spotřebě energie v roce 2010, což se splnit podařilo, ale otázkou je cíl pro rok 2020, který mluví o 20% pro EU a 13% pro ČR.

Další otázku, kterou je nutno si položit je, jakou cestou se Česká republika vydá v budoucnosti – předpoklad Aktualizace energetické koncepce ČR (2012) staví budoucnost na několika scénářích, jejichž plnění může radikálně změnit spotřebu

³¹ Poslední konference o globálním oteplování proběhla v roce 2009 v Kodani, ale nepřinesla téměř žádné výsledky

elektřiny. „Červený“ scénář (zakládá se na extenzivní podpoře výroby elektřiny z dováženého plynu – podíl na výrobě elektřiny tvoří 28-29% v roce 2030 – a využití jaderných elektráren, očekává neuvolnění limitů těžby hnědého uhlí) předpokládá pouze 8%³² růst spotřeby elektřiny, kdežto scénář „Žlutý“ (neuvolnění limitů těžby hnědého uhlí, vysoký rozvoj atomové energie do výše cca 64-65% podílu v roce 2030, až 8 nových bloků á 600 MW) počítá s růstem spotřeby elektřiny o neuvěřitelných 42% právě díky využití energie z jádra. Všechny scénáře lze pak porovnat se stávajícím stavem (stejná pravidla a skladba výroby elektřiny) vyjádřeným „Bílým“ scénářem nebo referenčním „Zeleným“, který počítá s vyšším využitím domácích zdrojů paliv a jako jediný počítá s prolomením těžebních limitů uhlí.

³² růsty spotřeby elektřiny vyjadřují procentní změnu mezi lety 2000 a 2030

8 Seznam použitých zdrojů

AHSANULLAH, M. *Focus on Applied Statistics*. New York: Nova Science Publishers, 2003. ISBN 1-59033-911-8

ARLT, J A ARLTOVÁ, M. *Ekonomické časové řady*. Praha: Professional Publishing, 2009. ISBN 978-80-86946-85-6

BACHER, P. *Energie pro 21.století*. Paříž: Éditions Nucléon, 2002. ISBN 80-86009-40-8

BALTAGI, B. *Econometrics*. Berlin: Springer: 2011. ISBN 978-3-642-20058-8

BOYLE, G. a EVERETT, B. a RAMAGE, J. *Energy Systems and Sustainability*. Cambridge: Oxford University Press, 2004. ISBN 0-19-926179-2

BOYLE, G. *Renewable Energy*. Oxford: Oxford University Press, 2004. ISBN 0-19-926178-4

BRČÁK, J. a SEKERKA, B. a. *Makroekonomie*. Plzeň: Aleš Čeněk, 2010. ISBN 978-80-7380-245-5

BRČÁK, J. a SEKERKA, B. b. *Mikroekonomie*. Plzeň: Aleš Čeněk, 2010. ISBN 978-80-7380-280-6

BRČÁK, J. a SEKERKA, B. a STARÁ, D. a SVOBODA R. *Česká republika ve světle ekonomických teorií*. Plzeň: Aleš Čeněk, 2010. ISBN 978-80-7380-369-8

CAHLÍK, T. a MARKOVÁ, J. *Ekonomika České republiky v novém prostoru Evropské unie*. Praha: CESES, 2003. ISBN 80-86103-75-7

CENTRUM PRO EKONOMIKU A POLITIKU. *Jaderná energie*. Praha: CEP, 2007. ISBN 978-80-86547-78-7

a. **BURKET, D.** *Jadernou energii potřebujeme*.

b. **STRÁSKÝ, D.** *Rizika jaderné energetiky*.

c. **HEJZLAR, P.** *Jaderná energetika v USA*.

d. **PAZDERA, F.** *Jádro – naděje pro ČR*.

e. **TOMŠÍK, V.** *Výhled spotřeby elektřiny v ČR*.

f. **HANZLÍČEK, J.** *Energetické potřeby ČR ve střetu s ideologií.*

CIPRA, T. *Analýza časových řad s aplikacemi v ekonomii.* Praha: SNTL, 1986.
ISBN 04-012-86

CROME, H. *Technika využití energie větru.* Ostrava: HEL, 2002. ISBN 80-86167-19-4

ČESKÁ ENERGETICKÁ AGENTURA. *Průvodce energetickými úsporami a obnovitelnými zdroji energie.* Valašské Meziříčí: Regionální energetické centrum, 2006.
ISBN 80-903680-1-8

DARNEL, A. *A dictionary of econometrics.* Cheltenham: Edward Elgar Publishing Limited, 1997. ISBN 1 85898 328 2

DOORNIK, J. *Testing Vector Autocorrelation and Heteroscedasticity in Dynamic Models.* Oxford: Oxford OX1 1NF, 1996.

ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. *Environmental Investments: the cost of a clean environment.* USA: Island Press, 2000. ISBN 1-55963-146-5

FOTR, K. a DĚDINA, J. a HRŮZOVÁ, H. *Manažerské rozhodování.* Praha: Ekopress, 2000. ISBN 80-86119-20-30

GRANT, J. *The Green Marketing Manifesto.* Hoboken: John Wiley and Sons, 2007.
ISBN 0470723246

GREEN, W. *Econometric analysis.* New Jersey: Pearson Education, 2008.
ISBN 0-13-513740-3

HADRABOVÁ, A. *Ekologické aspekty fungování podniku.* Praha: VŠE, 1994.
ISBN 80-7079-771-1

HÄMÄLÄINEN, T. *National Competitiveness and Economic Growth.* United Kingdom: Edward Elgar Publishing, 2003. ISBN 1 84064 454 0

HAVLÍČEK, K. a KAŠÍK, M. *Marketingové řízení malých a středních podniků.* Praha: Management Press, 2005. ISBN 80-7261-120-8

HENDRY, D. *Dynamic Econometrics.* Oxford: Oxford University Press, 1995.

HINDLS, R. a HRONOVÁ, S a SEGER, J. a FISCHER, J. *Statistika pro ekonomy*. Praha: Professional publishing, 2007. ISBN 978-80-86946-43-6

HOBZA, A. *Evropská unie a hospodářské reformy*. Praha: C. H. Beck, 2009. ISBN 978-80-7400-122-2

HOTELLING, H. *The Economics of Exhaustible Resources*. USA: Journal of Political Economy, 1931.

HUSSEN, A. *Principles of Environmental Economics*. New York, Routledge, 2004. ISBN 0-415-27560-1

CHARTER, M. a POLONSKY, M. *Greener Marketing*. Sheffield: Green Leaf Publishing, 1999. ISBN 1-874719-14-4

BANERJEE, S. *Corporate environmentalism and the greening of strategic marketing*.

WEHRMEYER, W. *Reviewing Corporate Environmental Strategy*.

PEATIE, K. *Rethinking Marketign: Shifting to a Greener Paradigm*.

OTTOMAN, J. *Achieving Sustainability*.

BELZ, F. *Eco-marketing*.

JANOUC, F. a SCHEICHER, S. *Energy for Sustainable Development*. Praha, Karolinum Press, 2005. ISBN 80-239-4809-1

JEDLIČKA, J. a DOLEŽAL, R. a HEŘMAN, J. Euractiv, Energetická politika EU a její nástroje, 2005. <http://www.euractiv.cz>

JELEČEK, L. *Dealing with Diversity*. Praha: Charles University in Prague, 2003. ISBN 80-86561-08-9

KARAMANOLIS, S. *Sluneční energie: Východisko z ekologicko-energetické krize*. Praha: MAC, 1996. ISBN 80-86015-02-5

KIRZNER, I. *Jak fungují trhy*. Praha: Liberální institut, 1998. ISBN 80-902270-5-8

KLIKOVÁ, CH. a KOTLÁN, I. a kol. *Hospodářská politika*. Ostrava: SOKRATES, 2006. ISBN 80-86572-37-4

KLUG, A. a DAVIES, D. *Nuclear energy, the future climate*. Portsmouth: The Royal Society a The Royal Academy of Engineering, 1999. ISBN 0 85403 526 5

KNIGHT, K. *Unemployment: an economic analysis*. USA: Barnes & Noble Books, 1987. ISBN 0-389-20661-X

KOLSTAD, CH. *Environmental Economics*. New York: Oxford University Press, 2000. ISBN 0-19-511954-1

KRUGMAN, P. a OBSTFELD, M. *International Economics, Theory & Policy*. Boston: Pearson Education, 2006. ISBN 978-0321311542

KŘIVÝ, I. *Analýza časových řad*. Ostrava: Universitas Ostravensis, 2006.

KUCHAŘ, P. *Trh Práce*. Praha: Karolinum, 2007. ISBN 978-80-246-1383-3

MACÁKOVÁ, L. a KOL. *Mikroekonomie základní kurs*. Slaný: Melandrium, 2003. ISBN 80-86175-38-3

MEINERS, R. E. a YANDLE, B. *Jak common law chrání životní prostředí*. Praha: Liberální institut, 2000. Překlad a předmluva: Volný, M., 2000. ISBN 80-86389-05-7

MEZŘICKÝ, V. *Environmentální politika a udržitelný rozvoj*. Praha: Portál, 2005. ISBN 80-7367-003-8

MISES, L. *Human Action*. USA: Liberty Fund Inc., 2007. ISBN 0-86597-630-9. Původně z: *Human Action*. New Haven: Yale University Press, 1949.

MURTINGER, K. a BERANSKÝ, J. *Energie z biomasy*. Brno: ERA, 2006. ISBN 80-7366-071-7

NEUMANN, J. a ŘÍHA, L. *Energie a hospodářský rozvoj*. Praha: Horizont, 1977.

ONDŘEJ, J. a PLCHOVÁ, B. a ABRHÁM J. a PULGRET, M. *Ekonomické a právní aspekty podnikání v Evropské unii*. Praha: C. H. Beck, 2007. ISBN 978-80-7179-558-2

PAVELKA, T. *Makroekonomie*. Praha: Melandrium, 2007. ISBN 80-86175-58-4

- PETRISKO, M.** *Alternativní zdroje energie – důvody, možnosti a limity využití.* Ve sborníku *Energie a energetika, mýty a budoucnost.* Praha: Společenství svobodomyšlných občanů, 2006. ISBN 80-239-7358-4
- PETŘÍČEK, V.** *Česká podpora podnikání v evropském kontextu.* Praha: Corona Communications, 2007. ISBN 978-80-903954-2-8
- ROUBÍČEK, V. a kol.** *Stručný statistický slovník pro hospodářské pracovníky.* Praha: Svoboda, 1967. ISBN 80-7079-586-7
- SAMUELSON, P. a NORDHAUS, W.** *Ekonomie.* Praha: NS Svoboda, 2007. ISBN 978-80-205-0590-3
- SAVORY, A.** *Holistic Management: A New Framework for Decision Making.* Washington, D.C.: Island Press, 1996. ISBN 1-55963-487-1
- SAWYER, CH. a SPRINKLE, R.** *International Economics.* New Jersey: Pearson Education, 2006. ISBN 0-13-170416-8
- SEDDIGHI, H. a LAWLER, K a KATOS, A.** *Econometrics: A Practical Approach.* London: Routledge, 2000. ISBN 0-415-15644-0
- SEGER, J. a HINDLS, R.** *Statistické metody v ekonomii.* Praha: H&H, 1993. ISBN 80-85787-26-1
- SMIL, V.** *Oil.* Oxford: Oneword Publications, 2008. ISBN 978-1-85168-571-4
- SMITH, T.** *The Myth of Green Marketing.* Toronto: University of Toronto Press, 1998. ISBN 0-8020-8035-9
- SOUKUP, A.** *Mezinárodní ekonomie.* Praha: Aleš Čeněk, 2009. ISBN 978-80-73801-977
- STAUFFER, H.** *Contemporary Bayesian and frequentist statistical research methods for natural source scientists.* USA: John Willey & Sons, 2008. ISBN 978-0-470-16504-1
- STÁVKOVÁ J. a DUFEK J.:** *Marketingový výzkum.* Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2004. ISBN 80-7157-795-2
- SVOBODA, P.** *Statistická analýza vybraných demografických ukazatelů v České republice.* Diplomová práce; Praha: ČZU (KS), 2008.

- ŠKAPA, R.** *Strategické souvislosti zeleného marketingu*. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2002. ISBN 80-7083-606-7
- TOMŠÍK, V. a HANZLÍČEK, J. a KURC, L. a KOVANDA, L.** *Energetická politika*. Praha: CEP, 2009. ISBN 978-80-86547-77-0
- TVRDOŇ, J.** *Ekonometrie*. Praha: ČZU, 2005. ISBN 80-213-0819-2
- VÁŠA, I.** *Přehled a stručný popis generací jaderných reaktorů pro energetiku a dostupnost jaderného paliva*. Řež: Ústav jaderného výzkumu, 2005.
- VEBER, J. a SRPOVÁ, J.** *Podnikání malé a střední firmy*. Praha: Grada Publishing, 2005. ISBN 80-247-1069-2
- VEJCHODSKÁ, E.** *Ekonomie a politika městského životního prostředí*. Praha: VŠE, 2007. ISBN 978-80-245-1241-9
- VOGT, P a JOHNSON, B.** *Dictionary of Statistics and Methodology*. London: Sage Publications, 2011. ISBN 987-1-4129-7109-6
- WASIK, J.** *Green Marketing & Management*. Illinois: Blackwell Publishing, 1996. ISBN 1-55786-634-1
- WATSON, P. a TEELUCKSINGH, S.** *A Practical Introduction to Econometric Methods: Classical and Modern*. Kingston: University of West Indies Press, 2002. ISBN 976-640-122-5
- WHITE, H.** *A Heteroscedasticity-Consistent Covariance Matrix Estimator and a Direct Test for Heteroscedasticity*. UK: *Econometrica* (volume 48, Number 4), květen 1980.
- WYMER, W. a KNOWLES, P. a GOMES, R.** *Nonprofit Marketing*. Thousand Oaks: Sage Publications, 2006. ISBN 1-4129-0923-6
- YA-LUN, CH.** *Statistical Analysis*, U.S.A.: Holt International, 1975, ISBN 0030894220
- ZVÁRA, K.** *Koeficient determinace v regresi s chybami v obou proměnných*. Česká statistická společnost, 1994. Recenzovaný časopis Informační Bulletin. ISSN 1804-8617 Dostupné na: World Wide Web: <http://www.statapol.cz>, 22. 11. 2011.

Jaderná energie. Praha: CEP, 2007. ISBN 978-80-86547-78-7

- a. **BURKET, D.** *Jadernou energii potřebujeme.*
- b. **STRÁSKÝ, D.** *Rizika jaderné energetiky.*
- c. **HEJZLAR, P.** *Jaderná energetika v USA.*
- d. **PAZDERA, F.** *Jádro – naděje pro ČR.*
- e. **TOMŠÍK, V.** *Výhled spotřeby elektřiny v ČR.*
- f. **HANZLÍČEK, J.** *Energetické potřeby ČR ve střetu s ideologií.*

Statistická ročenka životního prostředí České republiky 2006. Praha: MŽP ČR, 2006.
ISBN 80-7212-443-9

URL:

Aktualizace státní energetické koncepce (online). Ministerstvo průmyslu a obchodu.
Dostupné na World Wide Web: <http://www.mpo.cz>, 1. 3. 2012

Energetické priority českého předsednictví (online). Euractiv. Dostupné na: World
Wide Web: <http://www.euractiv.cz>, 22. 3. 2010

Energy and Resources - Energy Consumption: Total energy consumption per capita
(online). Dostupné na: World Wide Web: <http://earthtrends.wri.org>, 16. 1. 2011

Energy Statistics (online). Eurostat database. Dostupné na: World Wide Web:
<http://epp.eurostat.ec.europa.eu>, 11. 1. 2011

Green marketing: The Competitive Advantage of Sustainability. Queensland
Government, 2008. Dostupné na World Wide Web: <http://www.epa.qld.gov.au>,
16. 5. 2009

SME Definition (online). EU: European Commission. Enterprise and Industry,
Policies, SME. Dostupné online na: World Wide Web: <http://ec.europa.eu>,
1. 7. 2010.

Spotřeba energie. Vývoj tempa růstu HDP (online). Český statistický úřad. Dostupné
na: World Wide Web: <http://www.czso.cz>, 13. 7. 2010

Statistical Energy Review 2008 (online). BP. Dostupné na: World Wide Web: <http://www.bp.com>, 16. 1. 2011

Statistics (online). International Energy Agency. Dostupné na: World Wide Web: <http://www.iea.org>, 11. 1. 2011

The Global Competitiveness Report 2009-2010 (online). World Economic Forum, Initiatives, Global Competitiveness. Dostupné na: World Wide Web: <http://www.weforum.org>, 13. 7. 2010.

Výsledky českého předsednictví v Radě EU (online). České předsednictví Evropské unie. Dostupné na: World Wide Web: <http://www.eu2009.cz>, 22. 3. 2010

World Coal Consumption 2007 (online). U. S. Energy Information Administration. Dostupné na: World Wide Web: <http://www.eia.doe.gov>, 16. 1. 2011

Software

StatSoft, Inc. (2011). STATISTICA (data analysis software system), version 10. Dostupné na: World Wide Web: <http://www.statsoft.com>

9 Přílohy

Seznam příloh:

PŘÍLOHA 1 ZDROJOVÁ DATA – OD 1. ČTVRTLETÍ 2000 DO 1. ČTVRTLETÍ 2011.....	II
PŘÍLOHA 2 BOX-PLOT VYBRANÝCH PROMĚNNÝCH.....	V
PŘÍLOHA 3 SEZÓNĚ OČIŠTĚNÁ DATA ADITIVNÍ METODOU CENSUS I.....	VI
PŘÍLOHA 4 ELEMENTÁRNÍ CHARAKTERISTIKY ČASOVÝCH ŘAD.....	IX
PŘÍLOHA 5 PRVNÍ DIFERENCE PROMĚNNÝCH.....	IX
PŘÍLOHA 6 GRAFY SEZÓN CEN PLYNU	XI
PŘÍLOHA 7 GRAF VÝVOJE CENY PLYNU V KČ/GWH.....	XIII
PŘÍLOHA 8 MŘÍŽKOVÉ HLEDÁNÍ PRO CENY PLYNU	XIII
PŘÍLOHA 9 PREDIKCE CENY PLYNU – POZOROVÁNÍ, VYHLAZENÍ.....	XIV
PŘÍLOHA 10 KORELAČNÍ MATICE ORIGINÁLNÍCH DAT <i>VO+POD</i>	XIV
PŘÍLOHA 11 VÝSTUP ROVNICE 5-13 NA ORIGINÁLNÍCH DATECH	XV
PŘÍLOHA 12 VÝSTUP ROVNICE 5-14 NA LOGARITMOVANÝCH DATECH.....	XV
PŘÍLOHA 13 VÝSTUP ROVNICE 5-14 NA LOG. DATECH SE ZPOŽDĚNOU PROMĚNNOU.....	XVI
PŘÍLOHA 14 VÝSTUP ROVNICE 5-15 NA SEZÓNĚ OČIŠTĚNÝCH DATECH	XVI
PŘÍLOHA 15 VÝSTUP ROVNICE 5-16 NA DIFERENCÍCH SEZÓNĚ OČIŠTĚNÝCH DAT.....	XVII
PŘÍLOHA 16 MŘÍŽKOVÉ HLEDÁNÍ INDEXU PRŮMYSLOVÉ VÝROBY	XVII
PŘÍLOHA 17 ZDROJOVÁ DATA + VYHLAZENÍ ŘADY PRO INDEX PRŮMYSLOVÉ VÝROBY	XVII
PŘÍLOHA 18 MŘÍŽKOVÉ HLEDÁNÍ DOTACÍ	XIX
PŘÍLOHA 19 ZDROJOVÁ DATA + VYHLAZENÍ ŘADY PRO DOTACE.....	XIX
PŘÍLOHA 20 MŘÍŽKOVÉ HLEDÁNÍ MEZD A PLATŮ	XX
PŘÍLOHA 21 ZDROJOVÁ DATA + VYHLAZENÍ ŘADY PRO MZDY A PLATY	XX
PŘÍLOHA 22 GRAF VÝVOJE INDEXU PRŮMYSLOVÉ VÝROBY V % BÁZE ROKU 2005.....	XXII
PŘÍLOHA 23 GRAF VÝVOJE DOTACÍ V MIL. KČ.....	XXII
PŘÍLOHA 24 GRAF VÝVOJE MEZD A PLATŮ V MIL. KČ	XXIII
PŘÍLOHA 25 GRAFY VÝVOJE CENY ELEKTRINY V KČ/MWH.....	XXIII
PŘÍLOHA 26 TEPLoty V JEDNOTLIVÝCH SEZÓNÁCH VE °C.....	XXIV

Příloha 1 Zdrojová data – od 1. čtvrtletí 2000 do 1. čtvrtletí 2011

	Spotr_ dom	Spotr_sluz_dom	Zamestnan ci	Zamestn ano st	Mzdy_pla ty	Dane	Dotace	Index_prum_ ener	Index_prum_ysl
1	267 198	104 486	40 462,24	48 862,40	158 332	55 699	12 480	111,1261	72,43136
2	281 303	111 151	40 853,56	49 336,40	172 691	61 277	14 787	74,10788	75,69552
3	290 266	122 668	41 001,66	49 691,37	169 681	62 499	13 918	71,69865	74,50977
4	295 947	107 043	41 004,14	49 728,36	192 873	68 406	19 788	100,315	84,14605
5	272 275	113 207	40 684,75	49 386,97	172 154	59 624	13 037	110,932	81,11482
6	289 170	120 681	41 109,52	49 780,51	188 693	63 984	16 634	79,96323	83,16418
7	296 780	132 342	40 972,37	49 647,55	185 871	64 748	15 077	67,33016	78,19142
8	303 103	115 794	41 195,36	49 703,49	208 119	69 634	20 647	105,4128	87,13563
9	276 642	121 505	40 806,82	49 483,87	184 568	62 150	12 896	108,9671	79,89348
10	295 508	127 091	40 980,38	49 930,62	201 064	65 857	13 810	78,51888	84,29011
11	302 975	132 455	40 802,74	49 979,55	198 047	67 514	12 827	76,35348	82,96789
12	312 038	121 115	40 824,00	50 235,86	221 090	72 507	17 030	109,121	96,05027
13	292 432	129 994	39 700,84	49 029,01	196 528	65 780	14 792	121,0373	82,96584
14	312 376	135 851	39 910,06	49 385,53	212 898	70 365	16 531	86,42107	86,09435
15	323 743	144 800	39 833,85	49 179,05	209 409	72 652	16 089	80,99814	85,7025
16	329 607	133 031	39 801,93	49 344,24	234 510	78 132	20 788	115,6352	93,90352
17	301 721	139 892	39 613,61	49 050,49	211 149	75 508	12 846	123,4901	92,28469
18	320 907	145 840	40 043,42	49 347,53	222 461	82 726	17 364	87,52214	97,61224
19	331 603	155 301	40 287,94	49 558,83	224 132	85 265	14 609	83,16678	92,76532
20	340 146	141 707	40 497,39	49 657,98	249 576	87 907	19 354	113,8125	102,3474
21	308 346	146 404	40 285,91	49 421,04	225 451	80 405	16 506	121,8805	93,7531
22	329 444	154 610	40 837,53	49 956,56	239 645	89 101	16 092	87,2818	101,7476
23	338 916	164 543	41 060,52	50 052,66	241 215	89 386	13 128	79,82221	96,74038
24	350 511	151 926	41 189,24	50 234,42	263 750	93 882	26 261	111,0155	107,7589
25	322 249	161 241	40 867,98	50 025,01	243 257	85 522	17 921	129,4294	104,6207
26	345 503	171 189	41 524,00	50 796,05	257 551	89 636	17 648	88,49689	108,3562
27	356 529	181 920	41 841,32	51 169,83	259 305	92 893	13 158	83,73291	103,6489
28	369 914	168 883	42 191,44	51 542,58	286 867	94 893	28 864	110,7782	116,6077
29	340 895	173 922	42 293,16	51 620,60	268 199	96 447	20 591	119,277	118,9549
30	364 265	187 019	42 729,62	52 140,71	281 349	96 240	16 412	91,0407	120,0419
31	373 107	198 098	42 904,84	52 450,04	283 289	105 274	14 429	87,19761	113,5133
32	384 082	184 438	43 250,53	52 742,02	312 146	108 632	30 330	121,6183	126,8453
33	355 619	193 467	42 965,63	52 340,25	297 830	96 021	20 544	122,6368	121,4512
34	378 793	202 223	43 324,50	52 770,84	307 560	107 434	19 785	90,2058	124,6775
35	387 146	210 029	43 523,10	53 191,85	306 462	111 452	14 048	81,59762	114,4061
36	392 825	191 972	43 618,35	53 231,48	332 701	103 286	30 726	105,5624	110,1244
37	358 398	196 654	42 713,77	52 349,44	301 271	95 989	24 885	120,5918	98,4079
38	378 171	203 606	42 601,30	52 278,31	304 994	107 325	19 259	79,2518	100,9777
39	384 054	208 735	42 274,10	52 199,55	305 172	108 908	16 409	75,9297	99,2792
40	388 662	192 725	42 386,20	52 218,27	332 738	111 633	40 975	108,5636	107,817
41	356 974	199 419	41 514,22	51 261,89	299 123	101 898	23 434	124,1572	105,1553

42	377 770	210 451	41 706,29	51 760,71	310 222	111 614	21 873	84,9939	112,6313
43	381 990	213 198	41 867,36	52 150,43	312 532	109 361	16 655	82,6486	109,9022
44	391 955	201 928	41 918,58	52 242,29	337 440	110 050	37 676	112,6845	120,5928
45	355 055	207 000	41 484,07	51 617,50	306 362	101 007	23 638	118,5324	118,4636

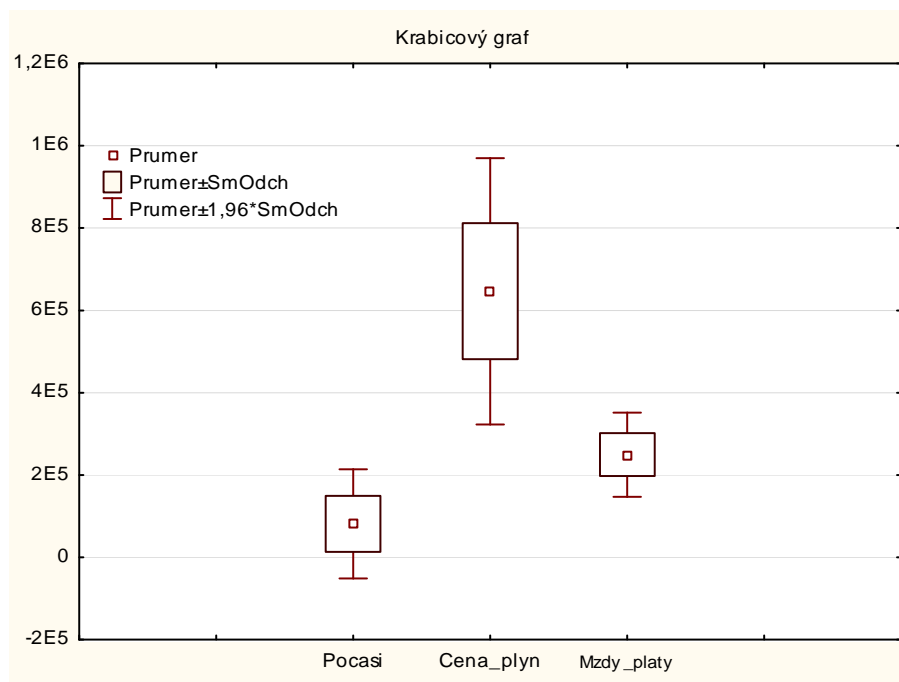
	Obyvatelstvo	iELE_domacnosti	iiELE_VO+pod	Cena_uhli	HDP_stale	Cena_plyn	Cena_elek	Pocasi
1	10273,89	4 420,00	8 011,50	1939,979	514 660	438170	1800	11000
2	10272,36	2 724,70	6 867,30	1966,536	556 769	502756	1520	143333
3	10272,17	2 630,50	6 602,70	1972,168	556 739	502756	1520	155000
4	10269,3	4 047,00	7 675,50	1977,526	561 001	518494	1800	56000
5	10230,54	4 380,40	10 237,30	1990,042	531 316	499832	1730	7333
6	10227,19	2 957,40	9 062,60	1920,763	570 874	491920	1500	118000
7	10221,07	2 736,20	8 535,90	1907,271	568 876	520214	1500	158333
8	10212,75	4 164,60	10 052,60	1955,259	571 877	527180	1730	31333
9	10202,73	4 312,10	9 944,60	2000,186	542 468	541026	1720	20667
10	10201,12	2 964,20	8 918,00	1955,963	582 671	487448	1510	135333
11	10201,34	2 671,90	8 623,40	1994,267	577 999	487448	1510	164000
12	10202,92	4 173,60	10 000,80	2050,951	582 350	438170	1710	29333
13	10198,33	4 563,70	10 308,40	2089,516	558 627	463798	1650	-10333
14	10198,86	2 914,70	9 101,00	2040,651	603 723	508346	1510	140000
15	10205,75	2 718,00	8 797,90	2059,087	600 785	508346	1510	173333
16	10210,83	4 311,70	10 215,40	2096,9	604 683	488136	1650	30667
17	10206,71	4 633,20	10 712,30	2149,029	580 528	487706	1780	-3667
18	10206,47	3 011,60	9 543,50	2095,2	629 419	458638	1620	117000
19	10209,84	2 723,20	9 168,20	2150,395	627 202	454854	1620	159000
20	10217,46	4 157,30	10 689,90	2246,96	636 857	520816	1770	38333
21	10221,94	4 642,30	10 977,60	2250,848	614 350	552636	1940	-10333
22	10227,57	2 902,80	10 055,70	2170,578	670 146	553324	1920	126667
23	10239,41	2 748,40	9 527,60	2229,705	666 528	603978	1920	159667
24	10249,54	4 425,10	10 773,50	2338,937	679 249	700212	1940	32333
25	10253,99	5 062,60	11 636,10	2374,111	660 938	770732	2120	-29667
26	10262,15	3 150,80	10 216,00	2308,732	711 102	789050	2110	125667
27	10271,95	2 737,40	9 966,90	2413,087	712 248	801262	2110	173333
28	10284,05	4 247,00	10 836,20	2568,924	725 050	764110	2120	60000
29	10294,55	4 363,50	11 248,70	2731,303	708 349	673896	2320	37000
30	10309,83	3 017,70	10 514,80	2697,427	754 314	672176	2300	142667
31	10333,11	2 880,10	10 186,90	2802,137	752 465	681378	2330	157667
32	10357	4 384,50	11 686,30	3077,307	766 451	706318	2390	25667
33	10393,38	4 509,00	11 813,80	3352,84	729 199	769442	2570	22000
34	10418,92	3 070,10	10 935,30	3324,056	782 261	805992	2540	129333
35	10441,33	2 814,00	10 541,80	3444,127	778 480	887004	2540	158000
36	10461,48	4 309,80	10 937,80	3662,527	765 098	1022798	2570	45333
37	10474,21	4 747,20	10 955,50	3689,667	703 487	1002416	2817,68	-6000

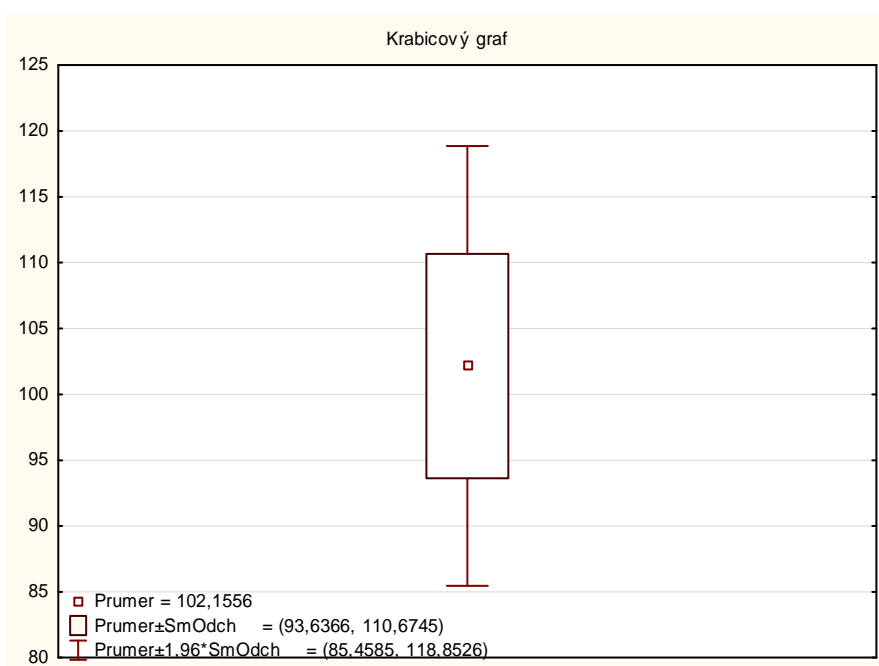
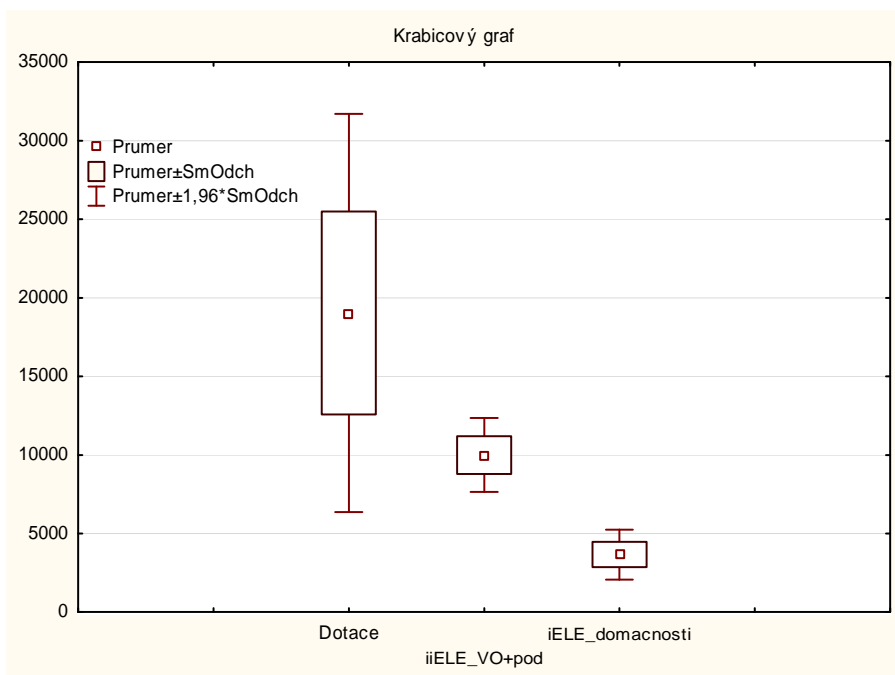
38	10485,85	2 970,50	9 509,20	3567,224	742 681	840994	2761,71	134000
39	10497,36	2 728,70	9 697,30	3624,422	739 413	736570	2761,71	170667
40	10505,85	4 240,90	10 747,60	3693,776	742 702	757890	2796,82	39000
41	10507,97	4 686,70	11 197,20	3736,703	711 761	759750	2727,31	-13667
42	10513,36	3 132,90	10 236,40	3633,933	764 277	829930	2712,88	120667
43	10521,79	2 867,80	10 034,50	3715,481	756 228	893960	2708,75	161000
44	10530,61	4 340,20	11 172,30	3866,433	764 729	875440	2719,556	20667
45	10534,03	4 413,10	11 485,70	3927,133	733 770	796970	2817,89	2667

	D1	D2	D3	D4	Pocx1	Pocx2	Pocx3	Pocx4
1	1	0	0	0	11000	0	0	0
2	0	1	0	0	0	143333,3	0	0
3	0	0	1	0	0	0	155000	0
4	0	0	0	1	0	0	0	56000
5	1	0	0	0	7333,333	0	0	0
6	0	1	0	0	0	118000	0	0
7	0	0	1	0	0	0	158333,3	0
8	0	0	0	1	0	0	0	31333,33
9	1	0	0	0	20666,67	0	0	0
10	0	1	0	0	0	135333,3	0	0
11	0	0	1	0	0	0	164000	0
12	0	0	0	1	0	0	0	29333,33
13	1	0	0	0	-10333,3	0	0	0
14	0	1	0	0	0	140000	0	0
15	0	0	1	0	0	0	173333,3	0
16	0	0	0	1	0	0	0	30666,67
17	1	0	0	0	-3666,67	0	0	0
18	0	1	0	0	0	117000	0	0
19	0	0	1	0	0	0	159000	0
20	0	0	0	1	0	0	0	38333,33
21	1	0	0	0	-10333,3	0	0	0
22	0	1	0	0	0	126666,7	0	0
23	0	0	1	0	0	0	159666,7	0
24	0	0	0	1	0	0	0	32333,33
25	1	0	0	0	-29666,7	0	0	0
26	0	1	0	0	0	125666,7	0	0
27	0	0	1	0	0	0	173333,3	0
28	0	0	0	1	0	0	0	60000
29	1	0	0	0	37000	0	0	0
30	0	1	0	0	0	142666,7	0	0
31	0	0	1	0	0	0	157666,7	0
32	0	0	0	1	0	0	0	25666,67
33	1	0	0	0	22000	0	0	0

34	0	1	0	0	0	129333,3	0	0
35	0	0	1	0	0	0	158000	0
36	0	0	0	1	0	0	0	45333,33
37	1	0	0	0	-6000	0	0	0
38	0	1	0	0	0	134000	0	0
39	0	0	1	0	0	0	170666,7	0
40	0	0	0	1	0	0	0	39000
41	1	0	0	0	-13666,7	0	0	0
42	0	1	0	0	0	120666,7	0	0
43	0	0	1	0	0	0	161000	0
44	0	0	0	1	0	0	0	20666,67
45	1	0	0	0	2666,667	0	0	0

Příloha 2 Box-plot vybraných proměnných





Příloha 3 Sezónně očištěná data aditivní metodou Census I.

	Spotr_dom	Spotr_sluz_dom	Zamestnanci	Zamestnanost	Mzdy_platy	Dane	Dotace	Index_prumer	Index_prumysl
1	285555,7	107963,9	40746,46	49197,64	168739,1	60654,4	13692,90	89,7235	74,3678
2	281318,2	108606,5	40827,43	49315,24	173978,7	60910,2	16272,73	87,8493	74,4176
3	284248,5	114057,9	40929,52	49576,22	174728,5	61008,5	18446,07	91,0834	78,2802
4	283591,6	114719,8	40818,19	49529,44	176130,7	65307,9	12561,30	88,5914	79,7171
5	290632,7	116684,9	40968,97	49722,21	182561,1	64579,4	14249,90	89,5294	83,0512

6	289185,2	118136,5	41083,39	49759,35	189980,7	63617,2	18119,73	93,7047	81,8863
7	290762,5	123731,9	40900,23	49532,40	190918,5	63257,5	19605,07	86,7149	81,9619
8	290747,6	123470,8	41009,41	49504,57	191376,7	66535,9	13420,30	93,6893	82,7066
9	294999,7	124982,9	41091,04	49819,11	194975,1	67105,4	14108,90	87,5645	81,8299
10	295523,2	124546,5	40954,25	49909,46	202351,7	65490,2	15295,73	92,2603	83,0122
11	296957,5	123844,9	40730,60	49864,40	203094,5	66023,5	17355,07	95,7382	86,7383
12	299682,6	128791,8	40638,05	50036,94	204347,7	69408,9	9803,30	97,3974	91,6213
13	310789,7	133471,9	39985,06	49364,25	206935,1	70735,4	16004,90	99,6347	84,9023
14	312391,2	133306,5	39883,93	49364,37	214185,7	69998,2	18016,73	100,1625	84,8165
15	317725,5	136189,9	39761,71	49063,90	214456,5	71161,5	20617,07	100,3829	89,4729
16	317251,6	140707,8	39615,98	49145,32	217767,7	75033,9	13561,30	103,9116	89,4745
17	320078,7	143369,9	39897,83	49385,73	221556,1	80463,4	14058,90	102,0875	94,2211
18	320922,2	143295,5	40017,29	49326,37	223748,7	82359,2	18849,73	101,2636	96,3344
19	325585,5	146690,9	40215,80	49443,68	229179,5	83774,5	19137,07	102,5515	96,5358
20	327790,6	149383,8	40311,44	49459,06	232833,7	84808,9	12127,30	102,0889	97,9184
21	326703,7	149881,9	40570,13	49756,28	235858,1	85360,4	17718,90	100,4779	95,6895
22	329459,2	152065,5	40811,40	49935,40	240932,7	88734,2	17577,73	101,0232	100,4697
23	332898,5	155932,9	40988,38	49937,51	246262,5	87895,5	17656,07	99,2070	100,5108
24	338155,6	159602,8	41003,29	50035,50	247007,7	90783,9	19034,30	99,2919	103,3299
25	340606,7	164718,9	41152,20	50360,25	253664,1	90477,4	19133,90	108,0268	106,5571
26	345518,2	168644,5	41497,87	50774,89	258838,7	89269,2	19133,73	102,2383	107,0783
27	350511,5	173309,9	41769,18	51054,68	264352,5	91402,5	17686,07	103,1177	107,4194
28	357558,6	176559,8	42005,49	51343,66	270124,7	91794,9	21637,30	99,0546	112,1787
29	359252,7	177399,9	42577,38	51955,84	278606,1	101402,4	21803,90	97,8744	120,8914
30	364280,2	184474,5	42703,49	52119,55	282636,7	95873,2	17897,73	104,7821	118,7640
31	367089,5	189487,9	42832,70	52334,89	288336,5	103783,5	18957,07	106,5824	117,2838
32	371726,6	192114,8	43064,58	52543,10	295403,7	105533,9	23103,30	109,8947	122,4163
33	373976,7	196944,9	43249,85	52675,49	308237,1	100976,4	21756,90	101,2342	123,3876
34	378808,2	199678,5	43298,37	52749,68	308847,7	107067,2	21270,73	103,9472	123,3996
35	381128,5	201418,9	43450,96	53076,70	311509,5	109961,5	18576,07	100,9824	118,1765
36	380469,6	199648,8	43432,40	53032,56	315958,7	100187,9	23499,30	93,8389	105,6954
37	376755,7	200131,9	42997,99	52684,68	311678,1	100944,4	26097,90	99,1891	100,3443
38	378186,2	201061,5	42575,17	52257,15	306281,7	106958,2	20744,73	92,9932	99,6999
39	378036,5	200124,9	42201,96	52084,40	310219,5	107417,5	20937,07	95,3145	103,0496
40	376306,6	200401,8	42200,25	52019,35	315995,7	108534,9	33748,30	96,8401	103,3880
41	375331,7	202896,9	41798,44	51597,13	309530,1	106853,4	24646,90	102,7545	107,0918
42	377785,2	207906,5	41680,16	51739,55	311509,7	111247,2	23358,73	98,7353	111,3534
43	375972,5	204587,9	41795,22	52035,28	317579,5	107870,5	21183,07	102,0334	113,6727
44	379599,6	209604,8	41732,63	52043,37	320697,7	106951,9	30449,30	100,9610	116,1638
45	373412,7	210477,9	41768,29	51952,74	316769,1	105962,4	24850,90	97,1297	120,4000

	Obyvatelstvo	iELE_domacnosti	iiELE_VO+pod	Cena_uhli	HDP_stale	Cena_plyn	Cena_elek	Pocasi
1	10275,87	3482,269	7212,25	1883,807	542315,6	431028	1717,041	92167,0
2	10273,88	3373,702	7247,75	2018,918	542367,3	513736	1555,799	97050,4
3	10271,40	3527,011	7368,29	2007,089	550489,6	507750	1585,009	74864,8
4	10266,56	3439,218	7328,71	1946,395	553996,5	509661	1782,151	101251,1
5	10232,52	3442,669	9438,05	1933,870	558971,6	492690	1647,041	88500,4
6	10228,71	3606,402	9443,05	1973,145	556472,3	502900	1535,799	71717,0
7	10220,30	3632,711	9301,49	1942,191	562626,6	525208	1565,009	78198,1
8	10210,02	3556,818	9705,81	1924,128	564872,5	518347	1712,151	76584,5
9	10204,71	3374,369	9145,35	1944,014	570123,6	533884	1637,041	101833,7
10	10202,64	3613,202	9298,45	2008,346	568269,3	498428	1545,799	89050,4
11	10200,58	3568,411	9388,99	2029,187	571749,6	492442	1575,009	83864,8
12	10200,19	3565,818	9654,01	2019,820	575345,5	429337	1692,151	74584,5
13	10200,31	3625,969	9509,15	2033,344	586282,6	456656	1567,041	70833,7
14	10200,38	3563,702	9481,45	2093,033	589321,3	519326	1545,799	93717,0
15	10204,98	3614,511	9563,49	2094,007	594535,6	513340	1575,009	93198,1
16	10208,09	3703,918	9868,61	2065,769	597678,5	479303	1632,151	75917,8
17	10208,68	3695,469	9913,05	2092,857	608183,6	480564	1697,041	77500,4
18	10207,99	3660,602	9923,95	2147,582	615017,3	469618	1655,799	70717,0
19	10209,08	3619,711	9933,79	2185,316	620952,6	459848	1685,009	78864,8
20	10214,72	3549,518	10343,11	2215,829	629852,5	511983	1752,151	83584,5
21	10223,92	3704,569	10178,35	2194,676	642005,6	545494	1857,041	70833,7
22	10229,09	3551,802	10436,15	2222,961	655744,3	564304	1955,799	80383,7
23	10238,64	3644,911	10293,19	2264,625	660278,6	608972	1985,009	79531,4
24	10246,81	3817,318	10426,71	2307,806	672244,5	691379	1922,151	77584,5
25	10255,97	4124,869	10836,85	2317,939	688593,6	763590	2037,041	51500,4
26	10263,67	3799,802	10596,45	2361,115	696700,3	800030	2145,799	79383,7
27	10271,19	3633,911	10732,49	2448,007	705998,6	806256	2175,009	93198,1
28	10281,32	3639,218	10489,41	2537,793	718045,5	755277	2102,151	105251,1
29	10296,53	3425,769	10449,45	2675,131	736004,6	666754	2237,041	118167,0
30	10311,35	3666,702	10895,25	2749,809	739912,3	683156	2335,799	96383,7
31	10332,35	3776,611	10952,49	2837,057	746215,6	686372	2395,009	77531,4
32	10354,26	3776,718	11339,51	3046,176	759446,5	697485	2372,151	70917,8
33	10395,36	3571,269	11014,55	3296,668	756854,6	762300	2487,041	103167,0
34	10420,44	3719,102	11315,75	3376,439	767859,3	816972	2575,799	83050,4
35	10440,56	3710,511	11307,39	3479,047	772230,6	891998	2605,009	77864,8
36	10458,75	3702,018	10591,01	3631,396	758093,5	1013965	2552,151	90584,5
37	10476,18	3809,469	10156,25	3633,495	731142,6	995274	2734,721	75167,0
38	10487,36	3619,502	9889,65	3619,607	728279,3	851974	2797,509	87717,0
39	10496,59	3625,211	10462,89	3659,342	733163,6	741564	2826,719	90531,4
40	10503,12	3633,118	10400,81	3662,645	735697,5	749057	2778,971	84251,1
41	10509,95	3748,969	10397,95	3680,531	739416,6	752608	2644,351	67500,4
42	10514,88	3781,902	10616,85	3686,315	749875,3	840910	2748,679	74383,7

43	10521,02	3764,311	10800,09	3750,402	749978,6	898954	2773,759	80864,8
44	10527,87	3732,418	10825,51	3835,302	757724,5	866607	2701,707	65917,8
45	10536,01	3475,369	10686,45	3870,961	761425,6	789828	2734,931	83833,7

Příloha 4 Elementární charakteristiky časových řad

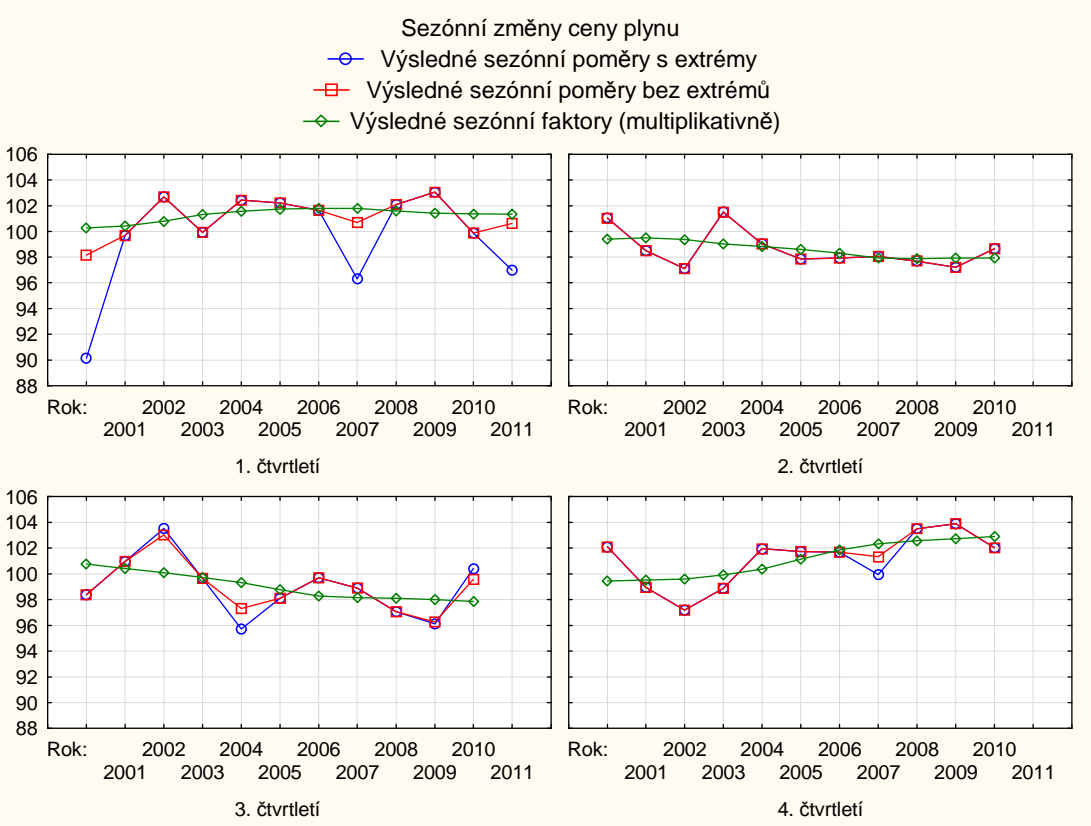
	Průměr	Medián	Minimum	Maximum	Dolní - kvartil	Horní - kvartil	Rozpětí	Rozptyl	Sm.odch
Pocasi	81296,3	60000,0	-29666,7	173333	22000,0	143333,3	203000	4,59794E+09	67808,2
Cena_plyn	646539	603978	438170	1022798	502756,0	770732,0	584628	2,72999E+10	165227
Index_prumysl	99,3	99,3	72,4	127	85,7	110,1	54,4	2,26557E+02	15,1
Dotace	19034,5	16655,0	12480,0	40975	14609,0	20647,0	28495,0	4,17128E+07	6458,5
Mzdy_platy	249561	243257	158332	337440	208119,0	301271,0	179108	2,7225E+09	52178,5
iiELE_VO+pod	9999,1	10215,4	6602,7	11814	9509,2	10836,2	5211,1	1,43778E+06	1199,1
iiELE_domacnos	3658,0	4047,0	2630,5	5063	2880,1	4380,4	2432,1	6,49648E+05	806,0

Příloha 5 První diference proměnných

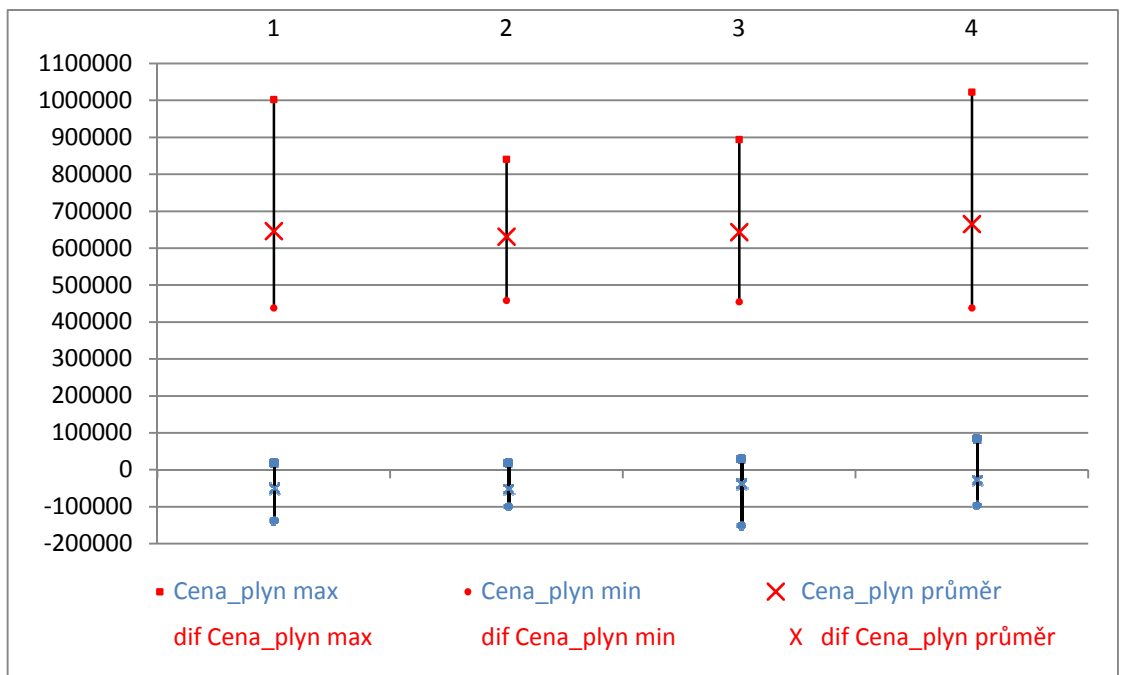
	Spotr_dom	Spotr_sluz_dom	Zamestnanci	Zamestnanost	Mzdy_platy	Dane	Dotace	Index_prum_ener	Index_prumysl
1	x	x	x	x	x	x	x	x	x
2	14105	6665	391,32	474	14359	5578	2307	-37,0182	3,26416
3	8963	11517	148,1	354,97	-3010	1222	-869	-2,40923	-1,18575
4	5681	-15625	2,48	36,99	23192	5907	5870	28,6163	9,63628
5	-23672	6164	-319,39	-341,39	-20719	-8782	-6751	10,61702	-3,03123
6	16895	7474	424,77	393,54	16539	4360	3597	-30,9687	2,04936
7	7610	11661	-137,15	-132,96	-2822	764	-1557	-12,6331	-4,97276
8	6323	-16548	222,99	55,94	22248	4886	5570	38,08266	8,94421
9	-26461	5711	-388,54	-219,62	-23551	-7484	-7751	3,55426	-7,24215
10	18866	5586	173,56	446,75	16496	3707	914	-30,4482	4,39663
11	7467	5364	-177,64	48,93	-3017	1657	-983	-2,1654	-1,32222
12	9063	-11340	21,26	256,31	23043	4993	4203	32,76747	13,08238
13	-19606	8879	-1123,16	-1206,85	-24562	-6727	-2238	11,91632	-13,0844
14	19944	5857	209,22	356,52	16370	4585	1739	-34,6162	3,12851
15	11367	8949	-76,21	-206,48	-3489	2287	-442	-5,42293	-0,39185
16	5864	-11769	-31,92	165,19	25101	5480	4699	34,63706	8,20102
17	-27886	6861	-188,32	-293,75	-23361	-2624	-7942	7,85491	-1,61883
18	19186	5948	429,81	297,04	11312	7218	4518	-35,968	5,32755
19	10696	9461	244,52	211,3	1671	2539	-2755	-4,35536	-4,84692
20	8543	-13594	209,45	99,15	25444	2642	4745	30,64567	9,58212
21	-31800	4697	-211,48	-236,94	-24125	-7502	-2848	8,06809	-8,59434
22	21098	8206	551,62	535,52	14194	8696	-414	-34,5987	7,99451
23	9472	9933	222,99	96,1	1570	285	-2964	-7,45959	-5,00723
24	11595	-12617	128,72	181,76	22535	4496	13133	31,19325	11,01853
25	-28262	9315	-321,26	-209,41	-20493	-8360	-8340	18,41395	-3,13822
26	23254	9948	656,02	771,04	14294	4114	-273	-40,9325	3,73546
27	11026	10731	317,32	373,78	1754	3257	-4490	-4,76398	-4,70724

28	13385	-13037	350,12	372,75	27562	2000	15706	27,04529	12,95881
29	-29019	5039	101,72	78,02	-18668	1554	-8273	8,49884	2,34721
30	23370	13097	436,46	520,11	13150	-207	-4179	-28,2363	1,08699
31	8842	11079	175,22	309,33	1940	9034	-1983	-3,84309	-6,5286
32	10975	-13660	345,69	291,98	28857	3358	15901	34,42065	13,33193
33	-28463	9029	-284,9	-401,77	-14316	-12611	-9786	1,01858	-5,39408
34	23174	8756	358,87	430,59	9730	11413	-759	-32,431	3,22633
35	8353	7806	198,6	421,01	-1098	4018	-5737	-8,60818	-10,2714
36	5679	-18057	95,25	39,63	26239	-8166	16678	23,96482	-4,2817
37	-34427	4682	-904,58	-882,04	-31430	-7297	-5841	15,02933	-11,7165
38	19773	6952	-112,47	-71,13	3723	11336	-5626	-41,34	2,569833
39	5883	5129	-327,2	-78,76	178	1583	-2850	-3,3221	-1,69853
40	4608	-16010	112,1	18,72	27566	2725	24566	32,63393	8,537767
41	-31688	6694	-871,98	-956,38	-33615	-9735	-17541	15,59353	-2,66163
42	20796	11032	192,07	498,82	11099	9716	-1561	-39,1633	7,475933
43	4220	2747	161,07	389,72	2310	-2253	-5218	-2,3453	-2,72903
44	9965	-11270	51,22	91,86	24908	689	21021	30,03593	10,69057
45	-36900	5072	-434,51	-624,79	-31078	-9043	-14038	5,847833	-2,12923

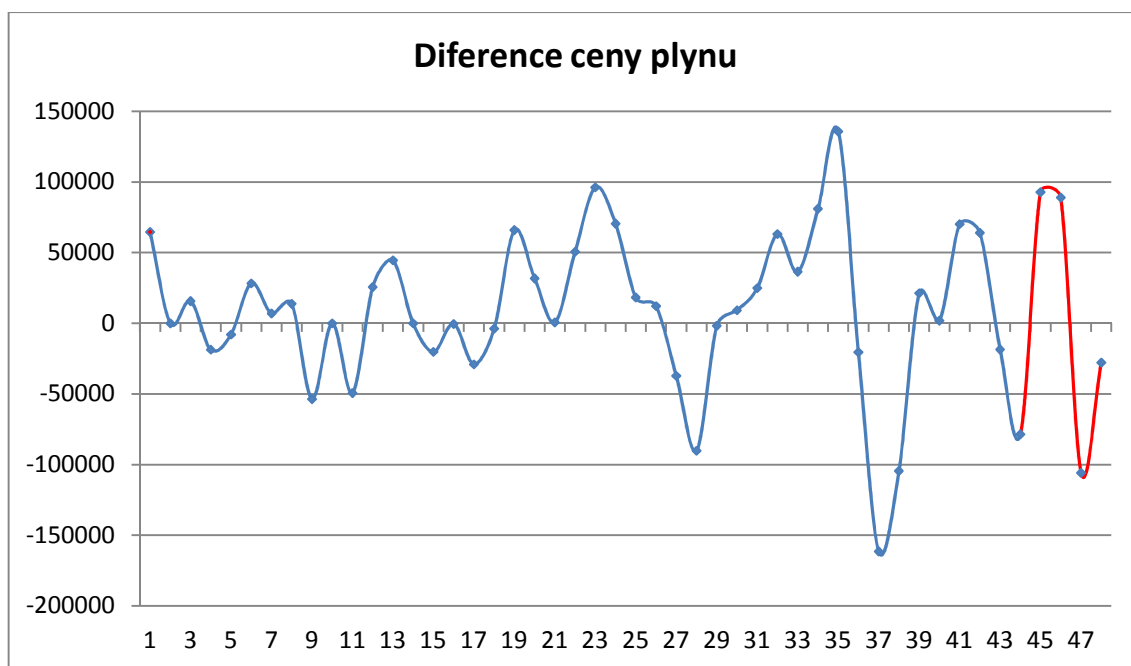
	Obyvatelstvo	iELE_domacnosti	ELE_podnikatele	iiELE_VO+pod	Cena_uhli	HDP_stale	Cena_plyn	Cena_elek	Pocasi
1	x	x	x	x	x	x	x	x	x
2	-1,533	-1695,3	-665,8	-1144,2	26,55698	42109	64586	-280	132333,3
3	-0,196	-94,2	-114,6	-264,6	5,6327	-30	0	0	11666,67
4	-2,868	1416,5	430,1	1072,8	5,357898	4262	15738	280	-99000
5	-38,754	333,4	347,5	2561,8	12,51581	-29685	-18662	-70	-48666,7
6	-3,352	-1423	-694,3	-1174,7	-69,2791	39558	-7912	-230	110666,7
7	-6,126	-221,2	-43,6	-526,7	-13,4921	-1998	28294	0	40333,33
8	-8,315	1428,4	623,5	1516,7	47,9885	3001	6966	230	-127000
9	-10,017	147,5	87,9	-108	44,92646	-29409	13846	-10	-10666,7
10	-1,61	-1347,9	-631,2	-1026,6	-44,2227	40203	-53578	-210	114666,7
11	0,218	-292,3	-61,5	-294,6	38,30379	-4672	0	0	28666,67
12	1,581	1501,7	693,1	1377,4	56,68435	4351	-49278	200	-134667
13	-4,595	390,1	127	307,6	38,56438	-23723	25628	-60	-39666,7
14	0,529	-1649	-685,9	-1207,4	-48,8648	45096	44548	-140	150333,3
15	6,891	-196,7	-119,9	-303,1	18,43626	-2938	0	0	33333,33
16	5,079	1593,7	712,2	1417,5	37,81279	3898	-20210	140	-142667
17	-4,121	321,5	122,1	496,9	52,12922	-24155	-430	130	-34333,3
18	-0,231	-1621,6	-676,3	-1168,8	-53,8292	48891	-29068	-160	120666,7
19	3,367	-288,4	-73,3	-375,3	55,19528	-2217	-3784	0	42000
20	7,617	1434,1	704,4	1521,7	96,56443	9655	65962	150	-120667
21	4,485	485	88,7	287,7	3,888861	-22507	31820	170	-48666,7
22	5,631	-1739,5	-740,7	-921,9	-80,2705	55796	688	-20	137000
23	11,832	-154,4	-27,7	-528,1	59,12683	-3618	50654	0	33000
24	10,138	1676,7	604,5	1245,9	109,2318	12721	96234	20	-127333



Sezónnost průměrných cen plynu v jednotlivých obdobích v Kč/GWh



Příloha 7 Graf vývoje ceny plynu v Kč/GWh



Příloha 8 Mřížkové hledání pro ceny plynu

Mřížkové hledání parametrů Model: Žádný trend, žádná sezóna; S0=157E2 Data diferencí cen plynu									
Alfa	Delta	Gamma	ME	MAD	SS	SSE	MPE	MAPE	
0,07	0,04	0,03	5691,88	39728,52	1,205059E+11	2,738771E+09	-0,00	-0,00	
0,05	0,14	0,04	-5038,22	38529,16	1,254379E+11	2,850862E+09	-0,00	-0,00	
0,05	0,14	0,05	-5579,26	38860,28	1,271638E+11	2,890087E+09	-0,00	-0,00	
0,05	0,14	0,03	-4931,62	38813,40	1,271690E+11	2,890205E+09	-0,00	-0,00	
0,08	0,03	0,17	6811,52	42532,88	1,280845E+11	2,911012E+09	-0,00	-0,00	
0,03	0,10	0,05	1601,65	39831,07	1,285072E+11	2,920619E+09	-0,00	-0,00	
0,07	0,04	0,04	-4801,70	38814,94	1,294359E+11	2,941726E+09	-0,00	-0,00	
0,05	0,15	0,07	-5230,25	39115,19	1,300925E+11	2,956647E+09	-0,00	-0,00	
0,05	0,15	0,06	-4902,24	39248,83	1,301411E+11	2,957753E+09	-0,00	-0,00	
0,05	0,15	0,08	-5644,26	39116,92	1,302834E+11	2,960987E+09	-0,00	-0,00	

Příloha 9 Predikce ceny plynu – pozorování, vyhlazení

	diference ceny plynu	vyhlazení řady	rezidua		diference ceny plynu	vyhlazení řady	rezidua
pozorování 1	64586	25308,6	39277	pozorování 28	-90214	28115,4	-118329
pozorování 2	0	10553,7	-10554	pozorování 29	-1720	4779,3	-6499
pozorování 3	15738	12210,1	3528	pozorování 30	9202	7110,8	2091
pozorování 4	-18662	15224,0	-33886	pozorování 31	24940	34126,8	-9187
pozorování 5	-7912	26811,2	-34723	pozorování 32	63124	5003,6	58120
pozorování 6	28294	6919,4	21375	pozorování 33	36550	4811,9	31738
pozorování 7	6966	11717,3	-4751	pozorování 34	81012	13734,2	67278
pozorování 8	13846	9031,9	4814	pozorování 35	135794	79066,0	56728
pozorování 9	-53578	22559,9	-76138	pozorování 36	-20382	26443,5	-46825
pozorování 10	0	8575,2	-8575	pozorování 37	-161422	12569,9	-173992
pozorování 11	-49278	8209,7	-57488	pozorování 38	-104424	7020,9	-111445
pozorování 12	25628	4514,8	21113	pozorování 39	21320	1937,3	19383
pozorování 13	44548	5631,1	38917	pozorování 40	1860	21,8	1838
pozorování 14	0	6454,6	-6455	pozorování 41	70180	1728,5	68451
pozorování 15	-20210	-3099,7	-17110	pozorování 42	64030	27205,4	36825
pozorování 16	-430	12195,9	-12626	pozorování 43	-18520	-25253,9	6734
pozorování 17	-29068	13453,4	-42521	pozorování 44	-78470	-11125,2	-67345
pozorování 18	-3784	4909,1	-8693		sezóna	vyhlazení řady	predikce
pozorování 19	65962	-4110,1	70072	predikce 1	-41653,8	51200,6	92 854,40
pozorování 20	31820	528,8	31291	predikce 2	766,1324	89745,8	88 979,67
pozorování 21	688	1148,2	-460	predikce 3	50009,43	-55754,1	-105 763,43
pozorování 22	50654	542,1	50112	predikce 4	-9787,44	-37609,6	-27 822,16
pozorování 23	96234	54408,6	41825	predikce 5		78063,6	
pozorování 24	70520	19316,7	51203	predikce 6		131372,2	
pozorování 25	18318	4686,3	13632	predikce 7		-78927,1	
pozorování 26	12212	11757,3	455	predikce 8		-51769,9	
pozorování 27	-37152	73727,2	-110879	predikce 9		104926,7	

Příloha 10 Korelační matice originálních dat VO+pod

	Spotr_sluz_dom	Mzdy_platy	Obyvatelstvo	Cena_uhli	Cena_plyn	Cena_elek	Pocasi	iELE_domacnosti	
Spotr_sluz_dom	1,000000	0,942689	0,840964	0,914065	0,868422	0,915492	0,120085	-0,049777	x2
Mzdy_platy	0,942689	1,000000	0,831429	0,918678	0,873604	0,917359	-0,049277	0,129500	x4
Obyvatelstvo	0,840964	0,831429	1,000000	0,970720	0,826914	0,934875	-0,048068	0,084715	x10
Cena_uhli	0,914065	0,918678	0,970720	1,000000	0,867901	0,965952	-0,102055	0,151984	x11
Cena_plyn	0,868422	0,873604	0,826914	0,867901	1,000000	0,888109	-0,046358	0,129319	x13
Cena_elek	0,915492	0,917359	0,934875	0,965952	0,888109	1,000000	-0,152937	0,212468	x14
Pocasi	0,120085	-0,049277	-0,048068	-0,102055	-0,046358	-0,152937	1,000000	-0,986184	x15
iELE_domacnosti	-0,049777	0,129500	0,084715	0,151984	0,129319	0,212468	-0,986184	1,000000	y1
	x2	x4	x10	x11	x13	x14	x15	y1	

Příloha 11 Výstup rovnice 5-13 na originálních datech

Model: OLS, za použití pozorování 2000:1-2011:1 (T = 45)
Závisle proměnná: iiELE_VO_pod

	koeficient	směr. chyba	t-podíl	p-hodnota	
const	-357,237	1810,28	-0,1973	0,8446	
Dotace	0,00245161	0,0240835	0,1018	0,9195	
Index_prum_ener	53,0744	21,2247	2,501	0,0170	**
Index_prumysl	45,6156	12,3571	3,691	0,0007	***
Cena_elek	0,0401317	0,347735	0,1154	0,9087	
D1	157,993	411,011	0,3844	0,7029	
D2	757,741	601,314	1,260	0,2155	
D3	924,081	692,097	1,335	0,1900	
Střední hodnota závisle proměnné		9999,100			
Sm. odchylka závisle proměnné		1199,075			
Součet čtverců reziduí		9512662			
Sm. chyba regrese		507,0493			
Koeficient determinace		0,849632			
Adjustovaný koeficient determinace		0,821183			
F(7, 37)		29,86603			
P-hodnota(F)		2,26e-13			
Akaikovo kritérium		695,4707			
Durbin-Watsonova statistika		0,569174			

Příloha 12 Výstup rovnice 5-14 na logaritmovaných datech

Model 5: OLS, za použití pozorování 2000:2-2011:1 (T = 44)
Závisle proměnná: l_iiELE_VO_po

	koeficient	směr. chyba	t-podíl	p-hodnota	
const	2,99303	0,508587	5,885	6,86e-07	***
l_Mzdy_platy	0,442964	0,0527851	8,392	2,35e-010	***
l_Dotace	-0,146291	0,0415368	-3,522	0,0011	***
l_Index_prum_	0,470361	0,0502198	9,366	1,23e-011	***
Střední hodnota závisle proměnné		9,207314			
Sm. odchylka závisle proměnné		0,127134			
Součet čtverců reziduí		0,115901			
Sm. chyba regrese		0,053829			
Koeficient determinace		0,833240			
Adjustovaný koeficient determinace		0,820733			
F(3, 40)		66,62169			
P-hodnota(F)		1,30e-15			
Akaikovo kritérium		-128,4585			
Durbin-Watsonova statistika		0,866195			

Příloha 13 Výstup rovnice 5-14 na log. datech se zpožděnou proměnnou

Model: OLS, za použití pozorování 2000:2-2011:1 (T = 44)

Závisle proměnná: l_iiELE_VO_po

	koeficient	směr. chyba	t-podíl	p-hodnota	
const	1,69595	0,492750	3,442	0,0014	***
l_Mzdy_platy	0,238296	0,0605815	3,933	0,0003	***
l_Dotace	-0,0649868	0,0376149	-1,728	0,0920	*
l_Index_prum_	0,423503	0,0416758	10,16	1,62e-012	***
l_iiELE_VO__1	0,353751	0,0745209	4,747	2,77e-05	***
Střední hodnota závisle proměnné		9,207314			
Sm. odchylka závisle proměnné		0,127134			
Součet čtverců reziduí		0,073458			
Sm. chyba regrese		0,043400			
Koeficient determinace		0,894308			
Adjustovaný koeficient determinace		0,883468			
F(4, 39)		82,49922			
P-hodnota(F)		1,72e-18			
Akaikovo kritérium		-146,5238			
Durbinovo h		2,022781			

Příloha 14 Výstup rovnice 5-15 na sezónně očištěných datech

Model: OLS, za použití pozorování 2000:2-2011:1 (T = 44)

Závisle proměnná: iiELE_VO_pod

	koeficient	směr. chyba	t-podíl	p-hodnota	
const	-830,953	920,266	-0,9029	0,3721	
Dotace	-0,0366872	0,0201856	-1,817	0,0768	*
Index_prum_ener	35,3298	12,6253	2,798	0,0079	***
HDP_stale	0,00364457	0,00146394	2,490	0,0172	**
iiELE_VO_po_1	0,569488	0,0965730	5,897	7,20e-07	***
Střední hodnota závisle proměnné		10039,12			
Sm. odchylka závisle proměnné		974,5014			
Součet čtverců reziduí		4546400			
Sm. chyba regrese		341,4299			
Koeficient determinace		0,888664			
Adjustovaný koeficient determinace		0,877245			
F(4, 39)		77,82303			
P-hodnota(F)		4,70e-18			
Akaikovo kritérium		642,8755			
Durbinovo h		0,810797			

Příloha 15 Výstup rovnice 5-16 na diferencích sezónně očištěných dat

Model 1: OLS, za použití pozorování 2000:2-2011:1 (T = 44)

Závisle proměnná: iiELE_VO_pod

	koeficient	směr. chyba	t-podíl	p-hodnota	
const	-42,7701	71,2887	-0,6000	0,5521	
Mzdy_platy	0,0493506	0,0170151	2,900	0,0062	***
Dotace	-0,0238306	0,0123460	-1,930	0,0611	*
Index_prumysl	34,8358	13,8979	2,507	0,0166	**
Cena_uhli	-1,70673	0,968579	-1,762	0,0861	*
Pocasi	-0,0125502	0,00347576	-3,611	0,0009	***

Střední hodnota závisle proměnné	78,95909
Sm. odchylka závisle proměnné	411,3418
Součet čtverců reziduí	4004208
Sm. chyba regrese	324,6135
Koeficient determinace	0,449645
Adjustovaný koeficient determinace	0,377230
F(5, 38)	6,209280
P-hodnota(F)	0,000267
Akaikovo kritérium	639,2879
Durbin-Watsonova statistika	2,405659

Příloha 16 Mřížkové hledání indexu průmyslové výroby

Mřížkové hledání parametrů (nejmenší abs. chyby jsou zvýrazněny (Zdrojová data) Model: Žádný trend.sezóna (4); S0=98,89 Index_prumysl

	Alfa	Delta	Prům. - Chyba	Průměr a - Chyba	Suma - Mocniny	Průměr - Mocniny	Prům. % - Chyba	Průměr a - % chyba
343	0,95000	0,050000	0,498726	3,374335	1256,217	27,91592	0,266798	3,561142
344	0,95000	0,100000	0,499384	3,374937	1258,198	27,95996	0,267708	3,560599
345	0,95000	0,150000	0,499964	3,377170	1260,324	28,00721	0,268538	3,561580
346	0,95000	0,200000	0,500470	3,379060	1262,581	28,05736	0,269293	3,562278
347	0,95000	0,250000	0,500903	3,380619	1264,956	28,11013	0,269974	3,562703
348	0,95000	0,300000	0,501265	3,381857	1267,438	28,16528	0,270584	3,562864
349	0,95000	0,350000	0,501560	3,382783	1270,016	28,22257	0,271126	3,562771
350	0,95000	0,400000	0,501790	3,383408	1272,681	28,28179	0,271602	3,562432
351	0,95000	0,450000	0,501957	3,386424	1275,423	28,34274	0,272016	3,564691
352	0,95000	0,500000	0,502063	3,389838	1278,236	28,40524	0,272369	3,567444

Příloha 17 Zdrojová data + vyhlazení řady pro index průmyslové výroby

Exponenc. vyrovnáv. : Aditivní sezóna (4) S0=98,89 (Zdrojová data) Bez trendu, ad.sezóna; Alfa= ,950 Delta=,050 Index_prumysl

	Index_prumysl	Vyhlaz. - Řady	Rezidua	Sezónní - Faktory
1	72,4314	96,9563	-24,5249	-1,93642
2	75,6955	76,8719	-1,1764	1,27787
3	74,5098	70,7060	3,8038	-3,77045
4	84,1461	82,5190	1,6270	4,42900
5	81,1148	77,6380	3,4769	
6	83,1642	84,2136	-1,0495	

7	78,1914	78,1808	0,0106	
8	87,1356	86,3849	0,7507	
9	79,8935	80,6760	-0,7825	
10	84,2901	83,1940	1,0962	
11	82,9679	79,2021	3,7658	
12	96,0503	90,9755	5,0748	
13	82,9658	89,3706	-6,4047	
14	86,0944	86,5521	-0,4578	
15	85,7025	81,0907	4,6118	
16	93,9035	93,6710	0,2325	
17	92,2847	87,4373	4,8474	
18	97,6122	95,3232	2,2890	
19	92,7653	92,4839	0,2814	
20	102,3474	100,9394	1,4080	
21	93,7531	95,8339	-2,0808	
22	101,7476	97,1317	4,6159	
23	96,7404	96,4979	0,2425	
24	107,7589	104,9192	2,8397	
25	104,6207	101,1651	3,4556	
26	108,3562	107,7392	0,6170	
27	103,6489	103,2955	0,3534	
28	116,6077	111,8287	4,7790	
29	118,9549	109,9185	9,0364	
30	120,0419	121,7873	-1,7454	
31	113,5133	115,0987	-1,5854	
32	126,8452	121,8011	5,0441	
33	121,4512	120,1534	1,2978	
34	124,6775	124,6435	0,0340	
35	114,4061	119,6457	-5,2397	
36	110,1244	122,8932	-12,7688	
37	98,4079	104,3138	-5,9059	
38	100,9777	101,9572	-0,9795	
39	99,2792	95,9834	3,2958	
40	107,8170	107,3207	0,4963	
41	105,1553	101,3603	3,7950	
42	112,6313	108,2320	4,3993	
43	109,9022	107,3787	2,5235	
44	120,5928	117,9754	2,6174	
45	118,4636	114,0383	4,4252	
46		121,5102		
47		116,4729		
48		124,6725		
49		118,2534		

Příloha 18 Mřížkové hledání dotací

Mřížkové hledání parametrů (nejmenší abs. chyby jsou zvýrazněny (Zdrojová data) Model: Žádný trenmult.sezóna(4); S0=189E2 DOTACE

	Alfa	Delta	Prům. - Chyba	Průměr a - Chyba	Suma - Mocniny	Průměr - Mocniny	Prům. % - Chyba	Průměr a - % chyba
132	0,3500	0,9000	277,9324	1966,474	293337420	6518609	-0,116242	10,66950
131	0,3500	0,8500	288,7710	1966,755	293337846	6518619	-0,107999	10,63990
112	0,3000	0,8500	304,7731	1965,356	293446247	6521028	-0,006904	10,62758
111	0,3000	0,8000	317,1962	1963,203	293610544	6524679	0,006586	10,58561
133	0,3500	0,9500	267,7318	1970,554	294370896	6541575	-0,126173	10,71883
113	0,3000	0,9000	293,0349	1967,403	294415287	6542562	-0,022179	10,67055
130	0,3500	0,8000	300,3501	1966,509	294465765	6543684	-0,101455	10,60937
110	0,3000	0,7500	330,4131	1960,957	295011827	6555818	0,018256	10,54432
152	0,4000	0,9500	257,5927	1974,360	295303766	6562306	-0,203952	10,72638
151	0,4000	0,9000	267,2535	1975,902	295334672	6562993	-0,200054	10,70494

Příloha 19 Zdrojová data + vyhlazení řady pro dotace

Exponenc. vyrovnáv. : Vícenás. sezóna (4) S0=189E2 (Zdrojová data) Bez trendu,mult.sezóna; Alfa= ,300 Delta=,750 DOTACE

	DOTACE	Vyhlaz. - Řady	Rezidua	Sezónní - Faktory
1	12480,00	17613,09	-5133,09	93,0441
2	14787,00	16177,00	-1390,00	93,6451
3	13918,00	13194,28	723,72	78,3997
4	19788,00	23078,46	-3290,46	134,9111
5	13037,00	12681,25	355,75	
6	16634,00	14747,18	1886,82	
7	15077,00	13823,53	1253,47	
8	20647,00	21903,48	-1256,48	
9	12896,00	13601,09	-705,09	
10	13810,00	16203,13	-2393,13	
11	12827,00	13737,93	-910,93	
12	17030,00	19241,62	-2211,62	
13	14792,00	11774,50	3017,50	
14	16531,00	14500,09	2030,91	
15	16089,00	14069,97	2019,03	
16	20788,00	20385,57	402,43	
17	12846,00	15594,96	-2748,96	
18	17364,00	16074,36	1289,64	
19	14609,00	15352,64	-743,64	
20	19354,00	19802,28	-448,28	
21	16506,00	13358,18	3147,82	
22	16092,00	17960,44	-1868,44	
23	13128,00	15184,76	-2056,76	
24	26261,00	19337,80	6923,20	
25	17921,00	16421,79	1499,21	
26	17648,00	17921,35	-273,35	
27	13158,00	15275,46	-2117,46	
28	28864,00	24552,41	4311,59	
29	20591,00	17734,38	2856,62	

30	16412,00	18716,17	-2304,17	
31	14429,00	14378,06	50,94	
32	30330,00	28409,63	1920,37	
33	20544,00	19762,41	781,59	
34	19785,00	17378,23	2406,77	
35	14048,00	15505,60	-1457,60	
36	30726,00	30719,32	6,68	
37	24885,00	20657,03	4227,97	
38	19259,00	19974,49	-715,49	
39	16409,00	15019,16	1389,84	
40	40975,00	33156,57	7818,43	
41	23434,00	26285,34	-2851,34	
42	21873,00	20637,47	1235,53	
43	16655,00	17046,83	-391,83	
44	37676,00	38737,09	-1061,09	
45	23638,00	23996,01	-358,01	
46		21235,23		
47		16511,91		
48		37692,23		
49		23700,65		

Příloha 20 Mřížkové hledání mezd a platů

Mřížkové hledání parametrů (nejmenší abs. chyby jsou zvýrazněn (Zdrojová data) Model: Lineár. trend, ad. sezóna (4); S0=166E3 T0=3536, Mzdy_platy

	Alfa	Delta	Gama	Prům. - Chyba	Průměr a - Chyba	Suma - Mocniny	Průměr - Mocniny	Prům. % - Chyba	Průměr a - % chyba
5041	0,700000	0,95000	0,300000	-230,317	2838,632	585845127	13018781	-0,071290	1,131030
5040	0,700000	0,95000	0,250000	-267,262	2776,383	587604437	13057876	-0,082432	1,104662
5401	0,750000	0,95000	0,250000	-252,726	2828,816	587733165	13060737	-0,078391	1,126453
5042	0,700000	0,95000	0,350000	-199,091	2909,046	588072439	13068276	-0,061943	1,160683
5022	0,700000	0,90000	0,300000	-231,345	2849,457	588126349	13069474	-0,071681	1,133925
5402	0,750000	0,95000	0,300000	-217,619	2903,083	588503449	13077854	-0,067845	1,156848
5023	0,700000	0,90000	0,350000	-199,861	2919,491	589767893	13105953	-0,062261	1,163320
5021	0,700000	0,90000	0,250000	-268,653	2790,474	590379482	13119544	-0,082929	1,108741
5003	0,700000	0,85000	0,300000	-232,259	2858,441	591084979	13135222	-0,072022	1,135990
5400	0,750000	0,95000	0,200000	-290,932	2776,998	591208496	13137967	-0,089955	1,103996

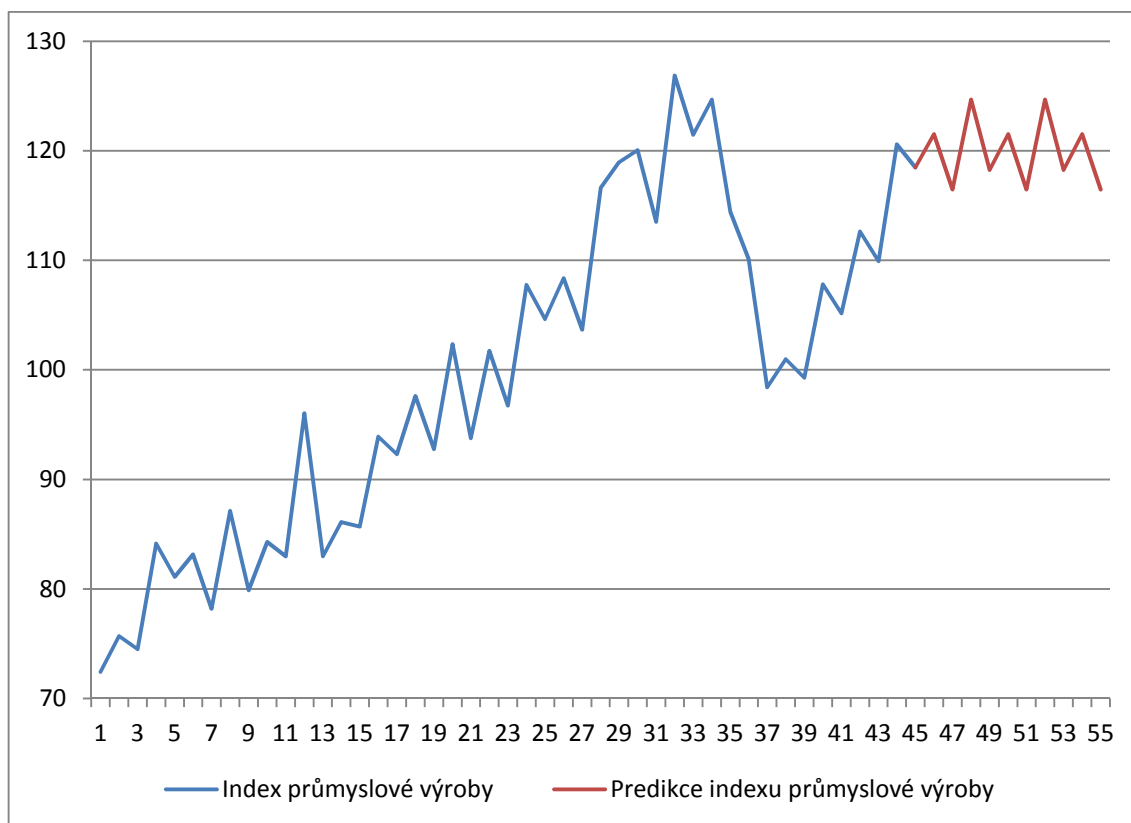
Příloha 21 Zdrojová data + vyhlazení řady pro mzdy a platy

Exp. vyrovnáv.: Aditivní sezóna (4) S0=166E3 T0=3536, (Zdrojová data) Lin.trend, ad.sezóna; Alfa=,700 Delta=,950 Gama=,300 Mzdy_platy

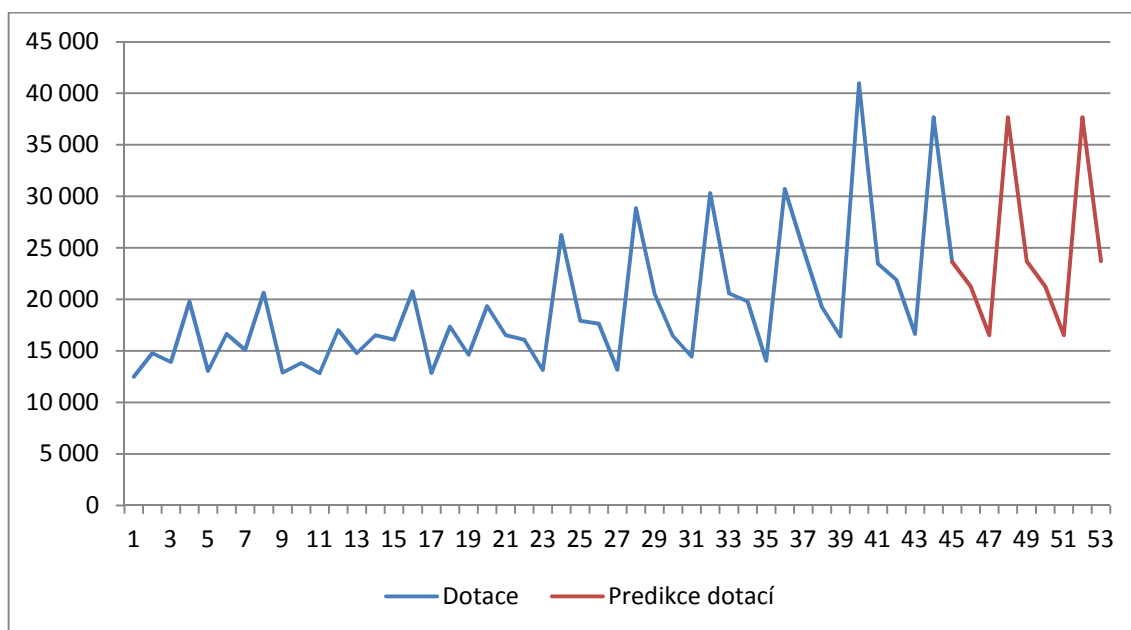
	Mzdy_platy	Vyhlaz. - Řady	Rezidua	Sezónní - Faktory
1	158332,0	159451,2	-1119,2	-10407,1
2	172691,0	171088,0	1603,0	-1287,7
3	169681,0	172087,8	-2406,8	-5047,5
4	192873,0	195324,8	-2451,8	16742,3
5	172154,0	168757,3	3396,7	
6	188693,0	184360,7	4332,3	
7	185871,0	186731,0	-860,0	

8	208119,0	211965,6	-3846,6	
9	184568,0	186723,3	-2155,3	
10	201064,0	198175,7	2888,3	
11	198047,0	197221,0	826,0	
12	221090,0	222304,2	-1214,2	
13	196528,0	199459,0	-2931,0	
14	212898,0	211715,4	1182,6	
15	209409,0	208530,2	878,8	
16	234510,0	232631,3	1878,7	
17	211149,0	211673,7	-524,7	
18	222461,0	227504,1	-5043,1	
19	224132,0	219284,2	4847,8	
20	249576,0	246691,9	2884,1	
21	225451,0	226207,6	-756,6	
22	239645,0	240993,7	-1348,7	
23	241215,0	239360,4	1854,6	
24	263750,0	264666,2	-916,2	
25	243257,0	240239,1	3017,9	
26	257551,0	258046,2	-495,2	
27	259305,0	258650,1	654,9	
28	286867,0	282801,3	4065,7	
29	268199,0	264503,8	3695,2	
30	281349,0	283447,1	-2098,1	
31	283289,0	284583,5	-1294,5	
32	312146,0	309259,6	2886,4	
33	297830,0	290700,7	7129,3	
34	307560,0	311787,6	-4227,6	
35	306462,0	312606,0	-6144,0	
36	332701,0	335004,2	-2303,2	
37	301271,0	312857,2	-11586,2	
38	304994,0	312511,7	-7517,7	
39	305172,0	304695,1	476,9	
40	332738,0	328427,2	4310,8	
41	299123,0	305258,0	-6135,0	
42	310222,0	308026,2	2195,8	
43	312532,0	309465,7	3066,3	
44	337440,0	336825,0	615,0	
45	306362,0	308037,5	-1675,5	
46		317184,0		
47		317755,7		
48		342047,3		
49		311824,6		
50		322621,5		
51		323193,2		
52		347484,8		
53		317262,2		
54		328059,0		
55		328630,7		

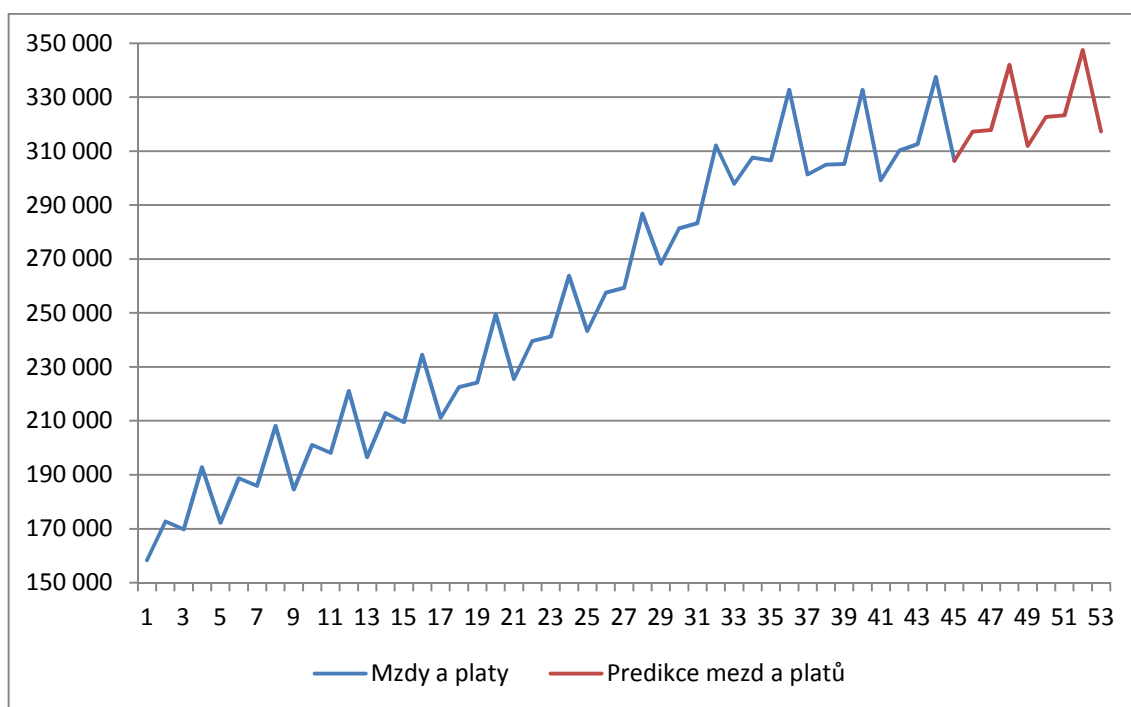
Příloha 22 Graf vývoje indexu průmyslové výroby v % báze roku 2005



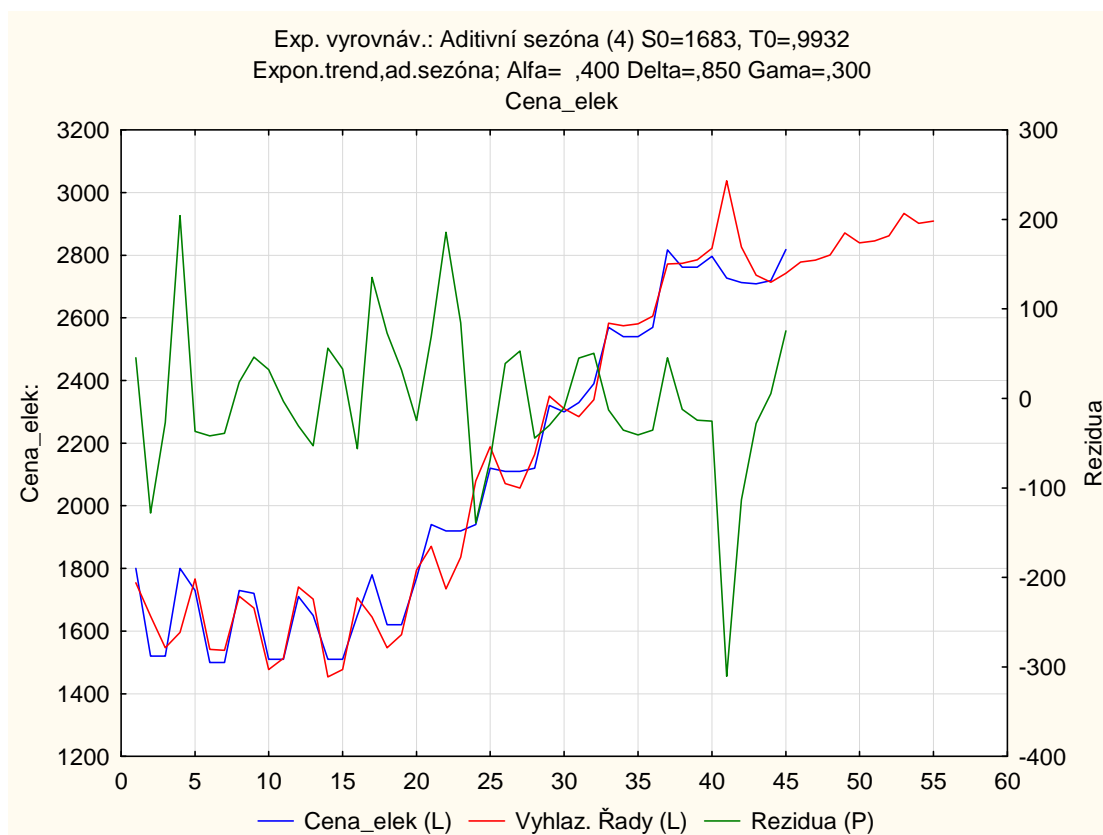
Příloha 23 Graf vývoje dotací v mil. Kč

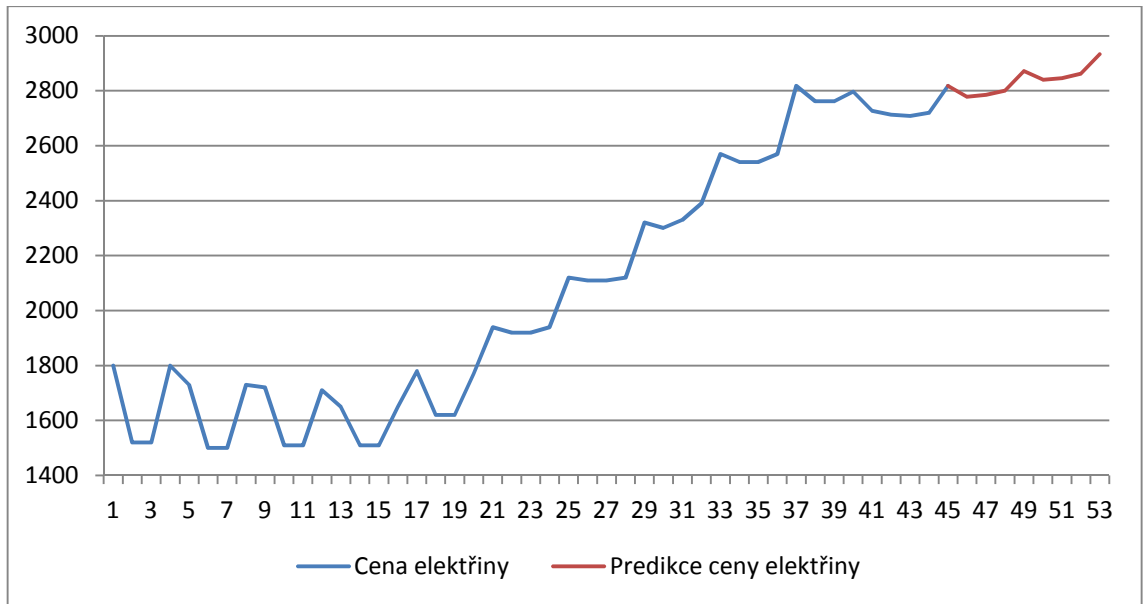


Příloha 24 Graf vývoje mezd a platů v mil. Kč



Příloha 25 Grafy vývoje ceny elektřiny v Kč/MWh





Příloha 26 Teploty v jednotlivých sezónách ve °C

