



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA ELEKTROTECHNIKY

A KOMUNIKAČNÍCH TECHNOLOGIÍ

FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND COMMUNICATION

ÚSTAV ELEKTROENERGETIKY

DEPARTMENT OF ELECTRICAL POWER ENGINEERING

ANALÝZA FAKTORŮ OVLIVŇUJÍCÍCH VÝVOJ SPOTŘEBY ELEKTRICKÉ ENERGIE

ANALYSIS OF FACTORS AFFECTING THE DEVELOPMENT OF ELECTRICITY CONSUMPTION

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Jan Seiml

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. Petr Toman, Ph.D.

BRNO 2017

Diplomová práce

magisterský navazující studijní obor **Elektroenergetika**
Ústav elektroenergetiky

Student: Bc. Jan Seiml

ID: 146095

Ročník: 2

Akademický rok: 2016/17

NÁZEV TÉMATU:

Analýza faktorů ovlivňujících vývoj spotřeby elektrické energie

POKYNY PRO VYPRACOVÁNÍ:

1. Historie a spotřeba elektrické energie na území ČR
2. Mezinárodní spotřeba elektrické energie
3. Statistická analýza faktorů spotřeby elektrické energie
4. Vyhodnocení faktorů spotřeby s použitím na možnou predikci
5. Vliv úsporných opatření na spotřebu elektrické energie

DOPORUČENÁ LITERATURA:

podle pokynů vedoucího práce

Termín zadání: 6.2.2017

Termín odevzdání: 22.5.2017

Vedoucí práce: doc. Ing. Petr Toman, Ph.D.

Konzultant:

doc. Ing. Petr Toman, Ph.D.
předseda oborové rady

UPOZORNĚNÍ:

Autor diplomové práce nesmí při vytváření diplomové práce porušit autorská práva třetích osob, zejména nesmí zasahovat nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a musí si být plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení části druhé, hlavy VI. díl 4 Trestního zákoníku č. 40/2009 Sb.

Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, Vysoké učení technické v Brně / Technická 3058/10 / 616 00 / Brno

Abstrakt

Tato práce si klade za cíl popsat vývoj spotřeby elektrické energie. Jedním z možných způsobů popisu je statistická analýza, kde lze vypočítat statisticky významné faktory a jejich kombinace, které se podílejí na vývoji tvorby spotřeby elektrické energie. Tyto významné faktory mohou sloužit pro modelaci dalšího vývoje spotřeby elektrické energie, tedy dlouhodobou predikci.

V druhé kapitole je pojednáváno o počátcích užívání elektřiny na přelomu 19. a 20. století, až do současného stavu energetiky na území dnešní České republiky. Je zde uveden vývoj přenosové soustavy, vývoj spotřeby elektřiny v sektorech národního hospodářství, možnosti využívání elektrické energie a celková bilance elektřiny a zdrojů energie.

Třetí kapitola slouží jako přehled v užívání a spotřebě elektrické energie v okolních státech Evropy a v nejzajímavějších státech světa v tomto ohledu.

Čtvrtá kapitola obsahuje statistickou analýzu. V první části je uveden podrobně seznam analyzovaných veličin (jednotlivých spotřeb), zkoumaných faktorů a analyzovaných států. Dále je zde uveden postup statistické analýzy pomocí jednoduché nebo vícenásobné regrese a její následné aplikování a vyhodnocení pro Českou republiku a další státy Evropy. Z vyhodnocení je zřejmé, že nejzásadnější vliv na vývoj spotřeby elektrické energie má vývoj HDP, avšak je za potřebí brát v úvahu i další možné faktory ovlivňující spotřebu elektrické energie a nespoléhat se pouze na HDP při tvorbě dlouhodobé predikce elektrické energie.

Pátá kapitola obsahuje lehký pohled na snižování spotřeby elektrické energie a úspory, které mohou být jak politickým, tak i makroekonomickým následkem. Jejich vyčíslení není vždy jednoznačné a v konečném důsledku může vést úsporné opatření k větší spotřebě energie, než je velikost úspor samotných.

Klíčová slova

Statistická analýza, vícenásobná regrese, spotřeba elektrické energie, elektřina, úspory, Jevonsův paradox, energetika, vývoj energetiky, faktory spotřeby elektrické energie, elektrická energie, vývoj spotřeby elektřiny

Abstract

The aim of this theses is to describe the course of consumption of electricity. One of the feasible ways of description is statistical analysis, which enables to calculate statistically significant factors and their combinations that contributed to the course of consumption of electricity. These factors may be used for modulation of future electricity consumption, and therefore also for long-time prediction.

The second chapter discusses the expansion of electricity usage in the Czech Republic from the turn of the 19th century until nowadays. The chapter describes the development of transmission system, development of electricity consumption in the sectors of the national economy, possibilities of using electric energy, and overall balance of electricity and sources of energy.

The third chapter presents an overview of usage and consumption of electrical energy in the neighboring European countries as well as in the most interesting countries of the World.

The fourth chapter contains statistical analysis. The first part of the chapter details a list of the analyzed quantities of individual consumptions, of the investigated factors, and the analyzed countries. Further, the chapter explains the method of statistical analysis via using simple and multiple regression and its subsequent application and evaluation for the Czech Republic and the others European countries. According to the result, it is GDP that has the main impact on the trends in the course of consumption of electricity. However, it is necessary to consider other factors influencing the consumption of electricity, too, and not rely solely on GDP in terms of long-time prediction of electricity consumption.

The fifth chapter discusses the reduction of electricity consumption and savings, which can be both political and macroeconomic result. Quantification of savings is not always unequivocal and any cost-saving actions can lead to an increase in electricity consumption, which can, in effect, be bigger than any possible savings.

Keywords

Statistical analysis, multiple regression, electricity consumption, electricity, savings, Jevons paradox, energy, energy development, electricity consumption factors, electricity, electricity consumption development

Bibliografická citace:

SEIML, J. *Analýza faktorů ovlivňující spotřebu elektrické energie*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, 2017. 67s.
Vedoucí práce: doc. Ing. Petr Toman, Ph.D.

Prohlášení

„Prohlašuji, že svou závěrečnou práci na téma Analýza faktorů ovlivňující spotřebu elektrické energie jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou všechny citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce.

Jako autor uvedené závěrečné práce dále prohlašuji, že v souvislosti s vytvořením této závěrečné práce jsem neporušil autorská práva třetích osob, zejména jsem nezasáhl nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a jsem si plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení části druhé, hlavy VI. díl 4 Trestního zákoníku č. 40/2009 Sb.

V Brně dne 16. května 2017

.....
podpis autora

Poděkování

Především bych rád poděkoval mým rodičům za ochotu a podporu v mém studiu, vedoucímu diplomové práce doc. Ing. Petru Tomanovi, Ph.D za účinnou metodickou, pedagogickou a odbornou pomoc a další cenné rady při zpracování mé diplomové práce, dále Mgr. Davidovi Zenklovi za objasnění problematiky statistické analýzy, Ing. Michalu Macenauerovi z EGÚ Brno, a.s. za odborné rady a konzultace a hudební skupině Poletíme? za přísun dobré nálady a energie.

V Brně dne 16. května 2017

.....
podpis autora

Obsah

1	Úvod	1
2	Vývoj spotřeby elektřiny na území ČR	3
2.1	Základní názvosloví	3
2.2	Historický vývoj energetiky	4
2.3	Současný stav energetiky	6
2.4	Vývoj přenosové soustavy	7
2.5	Vývoj spotřeby elektrické energie a její řízení	8
2.6	Spotřeba elektřiny sektorů národního hospodářství	11
2.7	Ztráty elektrické energie	11
2.8	Zdroje energie	12
2.9	Export a import elektrické energie	14
3	Mezinárodní spotřeba elektrické energie	15
3.1	Evropa	15
3.1.1	Vývoj spotřeby elektrické energie	15
3.1.2	Spotřeba elektrické energie v roce 2015	16
3.1.3	Spotřeba elektrické energie vybraných států	16
3.2	Svět	17
4	Statická analýza faktorů spotřeby elektrické energie	19
4.1	Analyzované státy	19
4.2	Sledované veličiny spotřeby elektrické energie	19
4.2.1	Výroba elektrické energie brutto	19
4.2.2	Spotřeba elektrické energie netto	19
4.2.3	Spotřeba na obyvatele	20
4.2.4	Spotřeba v průmyslu	20
4.2.5	Spotřeba v domácnostech	20
4.2.6	Spotřeba v dopravě	20
4.2.7	Spotřeba v ostatních sektorech	20
4.3	Sledované faktory spotřeby elektrické energie	20
4.3.1	Průměrná teplota	20
4.3.2	Denostupně	21
4.3.3	HDP	21
4.3.4	Spotřeba tuhých paliv	22
4.3.5	Spotřeba plynu	22
4.3.6	Bilance obchodu	23
4.3.7	Cena elektřiny pro domácnosti a průmysl	23
4.3.8	Počet lidí v domácnosti	24
4.3.9	Podíl elektrického vytápění domácností	24

4.3.10	Počet obyvatel.....	24
4.3.11	KVET	25
4.4	Výpočet statistické analýzy	25
4.4.1	Vícenásobná lineární regrese	26
4.4.2	Výpočet v programu Statistica.....	26
4.5	Statistická analýza České republiky	28
4.6	Statistická analýza států Evropy	34
4.6.1	Celková spotřeba elektřiny států	34
4.6.2	Spotřeba sektorů průmyslu států Evropy	35
4.6.3	Spotřeba sektorů domácností států Evropy	36
4.6.4	Spotřeba sektorů dopravy států Evropy	37
4.6.5	Závěrečné shrnutí a zajímavá fakta	38
5	Vliv úsporných opatření.....	41
5.1	Jevonsův paradox	41
5.2	Vyšší účinnost vedoucí k další spotřebě	42
5.3	Vliv dotací „Zelená úsporám“	43
6	Závěr	44
	Literatura	46
	Seznam symbolů, veličin a zkratk.....	53
	Seznam příloh	54
	Příloha A	55
	Příloha B	56

Seznam obrázků

Obrázek 1 Spotřeba a elektrifikace obcí v ČSR [2] [30]	4
Obrázek 2 Vývoj výroby elektřiny brutto v ČR [6]	7
Obrázek 3 Vývoj spotřeby v ČR [10]	9
Obrázek 4 Cena elektřiny v letech 1962–1987 [2]	10
Obrázek 5 Podíl jednotlivých sektorů na celkovou spotřebu elektřiny v ČR [6]	11
Obrázek 6 Vývoj spotřeby paliv v domácnostech [12]	13
Obrázek 7 Saldo, import a export elektrické energie v ČR [15] [6]	14
Obrázek 8 Vývoj roční spotřeby elektřiny vybraných států na obyvatele [30]	15
Obrázek 9 Roční netto spotřeba elektrické energie evropských států [30]	16
Obrázek 10 Noční satelitní snímek Koreje [28]	18
Obrázek 11 Srovnání vývoje HDP a spotřeby elektrické energie v ČR [30]	22
Obrázek 12 Spotřeba energie českých domácností podle paliva [33]	24
Obrázek 13 Skutečná spotřeba a spotřeba dle statistické analýzy	30
Obrázek 14 Meziroční vývoj HDP a spotřeby elektřiny ČR a EU [30]	38
Obrázek 15 Cenové porovnání spotřeby domácností [30]	39

Seznam tabulek

Tabulka 1 Rozsah sítí na území ČR [2][upraveno]	8
Tabulka 2 Vývoj bilance elektřiny [6]	12
Tabulka 3 Hrubá spotřeba energií v ČR v roce 2015 [GWh] [30].....	13
Tabulka 4 Spotřeba elektřiny na obyvatele vybraných států v roce 2013 [20]	18
Tabulka 5 Sledované veličiny statistické analýzy	19
Tabulka 6 Stoupající trend spotřeby CNG v dopravě [31]	23
Tabulka 7 Kombinace faktorů statistické analýzy [30]	27
Tabulka 8 Výstupní hodnoty statistické analýzy programu Statistica	27
Tabulka 9 Kombinace vícenásobné regrese pro celkovou spotřebu ČR.....	29
Tabulka 10 Kombinace vícenásobné regrese pro spotřebu domácností ČR.....	31
Tabulka 11 Kombinace vícenásobné regrese pro spotřebu průmyslu ČR.....	32
Tabulka 12 Kombinace vícenásobné regrese pro spotřebu v dopravě ČR	33
Tabulka 13 Významné faktory a jejich kombinace pro celkovou spotřebu netto....	35
Tabulka 14 Významné faktory a jejich kombinace pro spotřebu průmyslu	36
Tabulka 15 Významné faktory a jejich kombinace pro spotřebu domácností	37
Tabulka 16 Významné faktory a jejich kombinace pro spotřebu dopravy	37

1 ÚVOD

Počátek energetiky můžeme datovat v České republice na konec 19. století výstavbou první veřejné elektrárny. Postupem času se díky elektrifikaci, rozvoji energetiky a technologickým vývojem nejen v této oblasti rozšířilo využití elektrické energie natolik, že využívání elektrické energie je každodenní samozřejmostí a život bez ní si ani nedovedeme představit.

V dnešní době je energetika rychle měnící se oblastí a jedním z jejích důležitých ukazatelů je i velikost spotřeby elektrické energie. Výši výroby a spotřeby elektrické energie je nutné v každém okamžiku udržet stejnou pro stabilitu celé přenosové a distribuční sítě. Pro udržení rovnováhy je zapotřebí vytvořit predikci spotřeby elektrické energie pro získání přehledu, jakým směrem se bude spotřeba elektřiny dále vyvíjet. Predikce mohou být krátkodobé, střednědobé a dlouhodobé s výhledem na několik let dopředu. Tyto dlouhodobé predikce jsou důležité pro zajištění spolehlivých dodávek elektrické energie ke koncovým zákazníkům díky dlouhodobému rozvoji přenosové a distribuční soustavy, spolu s modernizací a výstavbou nových rozvodů a elektrárenských bloků.

Jednou z možných variant vytvoření dlouhodobé predikce je sběr dat od možných faktorů ovlivňujících spotřebu elektrické energie jako je výše HDP, teplota, počet obyvatel, cena energie a další. Pomocí těchto dat a statistické analýzy je na základě vypočtených statisticky významných faktorů spotřeby elektřiny utvořen model, pomocí kterého je možné predikovat spotřebu elektřiny na další roky dopředu.

Podstatnou část této práce tvoří 4. kapitola s názvem *Statistická analýza faktorů spotřeby elektrické energie*, především podkapitola 4.5 a 4.6 s vyhodnocením všech provedených analýz. V podkapitole 4.5. jsou na základě statistické analýzy vyhodnoceny statisticky významné faktory spotřeby elektrické energie v sektorech národních hospodářství a celkové netto spotřeby. Podkapitola 4.6 se zabývá evropským srovnáním statisticky významných faktorů ve stejných oblastech, jako pro ČR.

Cílem práce bylo vyhodnotit výši vlivu jednotlivých faktorů na spotřebu elektrické energie. Jako jeden z důležitých faktorů ovlivňujících spotřebu lze tedy považovat HDP, takřka ve všech oblastech národního hospodářství, vyjma sektoru dopravy. Vliv HDP na spotřebu však nelze brát za jednoznačný. V určitých letech HDP zcela neodráží spotřebu elektřiny a je za potřebí k HDP brát v úvahu i jiné faktory jako je obchodní bilance nebo průmyslnou výrobu. Ostatní analyzované faktory jako denostupně, počet obyvatel nebo ceny elektrické energie pro domácnosti a průmysl nehrají tak zásadní roli. Více o těchto závislostech lze nalézt

v tabulkách č. 13–16 nebo v příloze B, kde jsou uvedeny všechny provedené statistické analýzy.

Je důležité si uvědomit, že statistická analýza je prováděna na krátkém časovém úseku v letech 1990-2015 pouze v ročních intervalech, tudíž jí nelze brát za zcela jednoznačnou a výsledky nemusí vždy spolehlivě odpovídat skutečnosti. Je to pouze jeden z možných způsobů vyjádření vlivů jednotlivých faktorů na spotřebu elektrické energie.

Pátá kapitola popisuje přehled snah o snižování spotřeby elektřiny a úspor elektrické energie, které mohou být jak politickým, tak i makroekonomickým následkem. Vyhodnocení úspor není však jednoznačné, jelikož proti nim stojí zvyšování životního blahobytu, který má za následek protichůdné zvyšování spotřeby energií.

2 VÝVOJ SPOTŘEBY ELEKTŘINY NA ÚZEMÍ ČR

2.1 Základní názvosloví

V následujících kapitolách bude pojednáváno o vývoji energetiky a především o problematice spotřeby elektrické energie. Pro lepší porozumění je zde uvedeno několik základních pojmů z této oblasti, které jsou nadále v textu použity.

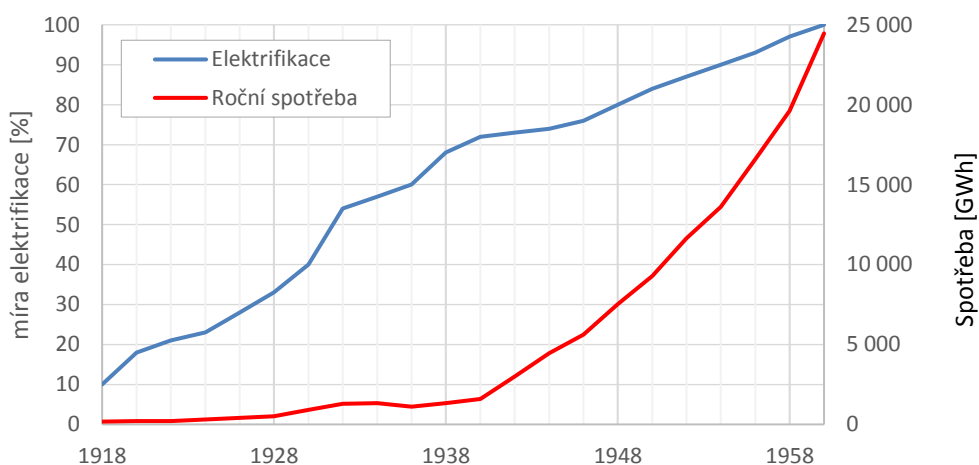
Výroba brutto	Celkové množství vyrobené elektřiny na svorkách všech generátorů [6]
Výroba netto	Výroba elektřiny brutto, od které je odečtena technologická vlastní spotřeba na výrobu elektřiny (TVS_E). ¹ [6]
Spotřeba netto	Jde o součet všech odběratelů elektrické energie, spotřeba provozovatelů přenosové a distribuční soustavy, lokální spotřeby a technologická vlastní spotřeby elektřiny na výrobu tepla (TVS_T) – obdoba (TVS_E). [6]
Spotřeba brutto	Spotřeba netto navýšená o spotřebu na přečerpávání vodních elektráren, ztráty v přenosové a distribuční soustavě a TVS_E . [6]
Spotřeba netto ČR	Netto spotřeba – TVS_T [6]
Saldo	Rozdíl mezi zahraničním dovozem a vývozem elektřiny v daném, nejčastěji ročním období. Kladná hodnota značí dovoz, záporná naopak vývoz elektřiny. [6]
Lokální spotřeba	Lokální výroba a spotřeba subjektů v jednom místě. [6]

¹ Technologická vlastní spotřeba elektřiny – „spotřeba elektrické energie na výrobu elektřiny při výrobě elektřiny nebo elektřiny a tepla v hlavním výrobním zařízení i pomocných provozech, které s výrobou přímo souvisejí, včetně výroby, přeměny nebo úpravy paliva, ztrát v rozvodu vlastní spotřeby i ztrát na zvyšovacích transformátorech výroby elektřiny pro dodávku do distribuční soustavy nebo přenosové soustavy.“ [18]

2.2 Historický vývoj energetiky

První krok k elektrifikaci na území Čech se datuje 1. prosincem roku 1889, kdy byla na Žižkově, který je dnes součástí Prahy, uvedena do provozu první veřejná elektrárna vyrábějící stejnosměrný proud. Tato elektrárna byla vybudována pod záštitou Františka Křižíka a sloužila pro napájení veřejného osvětlení a několika obchodů a domácností. Boom elektrizační soustavy však nastal až s rokem 1919, kdy byl schválen zákon o vzniku všeužitečných elektrárenských společností. Tento zákon mimo jiné ustanovil právo občanům země na zásobování elektřinou (v mezích technické proveditelnosti). Tyto elektrárenské společnosti byly z velké části vlastněny místními samosprávami, spotřebiteli i samostatným státem, a díky tomu elektrifikace probíhala poměrně rychle. [1]

Mezi první velké zdroje elektrické energie patří elektrárna Ervěnice, dostavená roku 1926. Se svým výkonem 70 MW patřila ve své době k největší na území Čech a sloužila pro zásobování Prahy elektřinou. [1] [2]



Obrázek 1 Spotřeba a elektrifikace obcí v ČSR [2] [30]

Po přijetí zákona o všeobecné elektrifikaci mělo k elektřině přístup pouze 34 % obyvatel, na Slovensku byla situace poněkud horší, k elektřině mělo přístup pouze 2 % obyvatelstva. O rok později byla centrálně zavedena třífázová síť o frekvenci 50 Hz s napětím 380/220 V, takřka tak, jak ji známe dnes. V průběhu let se poptávka po elektrické energii značně zvyšovala, v roce 1945 bylo uskutečněno první mezinárodní propojení s polskou elektrárnou ve Walbrzychu, která kompenzovala nedostatek v ČSR. Během 2. světové války rostl počet výroben, ale stav již postavených výroben byl značně zastaralý a s válkou velmi trpěl rozvod a výroba energie. Byly zřízeny Československé energetické závody zajišťující výrobu a rozvod elektrické energie, ale především se změnila struktura podílu odběru v jednotlivých kategoriích. Nově už nebyla většina elektrické energie

spotřebovávána na osvětlení, ale s rozvojem spotřebičů se spotřeba rozvíjela v jiných kategoriích, než bylo jen osvětlení. [1]

Spotřeba dále rostla rychleji než samotná výroba a projevoval se její nedostatek. V polovině padesátých let se začalo s vypínáním elektřiny pro domácnosti pro zajištění dodávek pro průmysl. Z toho důvodu začala zaostávat spotřeba domácností oproti zahraničí. [1]

Začátkem 60. let nastal zásadní rozvoj elektrických sítí o vyšších napěťových hladinách a bylo zřízeno i několik mezinárodních propojení a soustava začala spolupracovat se soustavami zemí RVHP. Československé energetické závody se rozdělily na České a Slovenské a spotřeba domácností i přes přetrvávající výpadky rostla rychleji než v předchozím období. Po Berlínské a Bruselské krizi se snížil vývoz strojů, což mělo za následek rozvoj průmyslu a omezení obchodních vztahů s Čínou. Na konci 60. let byl dokončen hlavní proces elektrifikace drah. [1] [2]

V 70. letech pokračuje budování velkých uhelných bloků v severních a východních Čechách. Plánované hospodářství v energetice přineslo politiku „levné elektřiny“, která trvala skoro až do roku 1976, kdy zcela neodpovídaly výrobní náklady ceně elektřiny. Tento neudržitelný stav kompenzovaly státní dotace až do doby skokového zvýšení cen, čímž se naše země pozvolna vzdalovala zahraničním státům a začalo období hospodárnější využití elektrické energie. [1]

80. léta byla ve znamení jaderných elektráren. Byla dokončena výstavba jaderné elektrárny Dukovany, započala výstavba elektrárny Temelín. Politika „levné elektřiny“ stále přinášela problémy mající za následek neefektivnost průmyslu a celkové plýtvání elektřinou. Také se ukázalo, že limity a sankce pro usměrňování spotřeby nemohou mít stejný a očekávaný vliv jako cena elektřiny. [1]

Sametová revoluce přinesla mnoho změn v české energetice. České energetické závody jakožto státní podnik osamostatnil mnoho teplárenských podniků, opravárenské, montážní podniky včetně osmi distribučních společností, dodávající elektřinu koncovým zákazníkům. Ve výstavbě jaderné elektrárny Temelín bylo rozhodnuto o výstavbě pouze dvou bloků místo plánovaných čtyřech. Většina uhelných elektráren byla kompletně odsířena a to v rychlosti, která neměla v Evropě obdoby. Energetické společnosti byly plně privatizovány, ČEZ a jiné distribuční společnosti díky kuponové privatizaci jen z části. Cena elektrické energie začala pomalu odrážet skutečné náklady na výrobu, na konci devadesátých let začala kopírovat vývoj HDP. [1]

Začátkem nového tisíciletí, v roce 2000 a 2002 začala do sítě dodávat elektrickou energii největší tuzemská jaderná elektrárna Temelín. V roce 2003 se společnost ČEZ spojila s několika distribučními společnostmi a začala působit na území celé České republiky s výjimkou Prahy, Jihočeského a Jihomoravského kraje, kde působí společnost PRE a E.ON. V roce 2004 byla vládou schválena

energetická koncepce, která podporuje domácí energetické zdroje, rozvoj jaderné energetiky a především obnovitelných zdrojů. V roce 2008–2009 se na spotřebu projevuje vliv celosvětové hospodářské krize a spotřeba elektrické energie v České republice zvolna klesá. [1]

Od roku 2010 se zvolna prohlubuje krize evropské energetiky, ceny emisních povolenek klesají a je jich nadbytek. Díky tomu společnosti nemají žádnou motivaci snížit množství oxidu uhličitého vypouštěného do ovzduší a nemají snahu vystavět nízkou emisní zdroje. Cena elektrické energie roste s podporou obnovitelných zdrojů, které mají vliv i na bezpečnost dodávek energie. [1]

2.3 Současný stav energetiky

Po překonání hospodářské krize v roce 2008 se spotřeba elektrické energie v České republice brutto a netto zásadně nemění. Dochází pouze k viditelnému poklesu výroby parních elektráren, avšak tento pokles kompenzují jaderné elektrárny ETE a EDU, na které je modernizován blok a celkový instalovaný výkon zvýšen z 1970 MW na 2040 MW. Další významný nárůst zaznamenávají plynové a spalovací turbíny. [3][7]

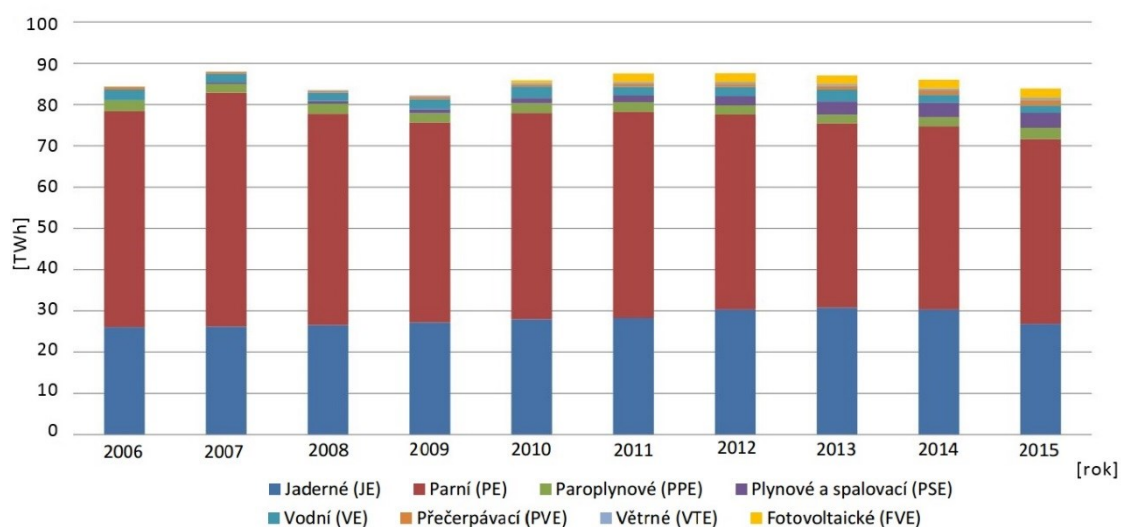
V roce 2012 došlo k zprovoznění několika bioplynových stanic, které měly největší zásluhu na zvyšování podílu výroby elektrické energie z obnovitelných zdrojů. V tomto roce i přes velmi chladné jaro nedošlo k výrazným změnám v roční spotřebě, avšak hodnota salda dosáhla rekordních 17,12 TWh.

Rok 2013 ohledně spotřeby elektrické energie brutto a netto byl srovnatelný s rokem předchozím, to samé platí i o výrobě v ČR. Při porovnání výroby jednotlivých typů elektráren lze konstatovat, že podíl výroby z OZE stoupl na hodnotu 13,7 % z loňských 11,43 %, které bylo způsobeno zejména zprovozněním několika bioplynových stanic. Dále došlo k nárůstu výroby elektřiny z vodních elektráren, avšak klesla výroba z fotovoltaických elektráren. V přenosové síti došlo k navýšení transformačního výkonu trafostanice Vyškov o 400 MVA. [4] [7]

Rok 2014 přinesl zanedbatelné snížení spotřeby elektrické energie brutto o 1 % oproti předchozímu roku 2013. Největší změnu ve výrobě elektrické energie zaznamenal sektor větších vodních elektráren nad 10 MW, kde lze zaznamenat pokles výroby o 40 %. Tato snížená výroba byla způsobena srážkově podprůměrným obdobím a tím i nízkou hladinou vodních toků. Obnovitelné zdroje (fotovoltaika, bioplyn, biomasa, BRKO, větrné elektrárny) nezaznamenaly žádné významné meziroční změny. Tento trend je stejný přibližně od roku 2011, kdy začal stagnovat růst obnovitelných zdrojů začínající v roce 2005. Významným bodem lze považovat spuštění tří turbín v elektrárně Počerady 2, 2x paroplynová a 1x parní turbína s instalovaným elektrickým výkonem 841 MW. V přenosové síti byla

modernizovaná trafostanice Chodov a došlo k navýšení transformačního výkonu z 15,58 na 16,68 MVA. [5] [7]

2015. Tento rok paroplynové elektrárny zaznamenaly vyšší meziroční výrobu o čtvrtinu, která byla kompenzována sníženou výrobou obou tuzemských jaderných elektráren. Výroba v malých vodních elektrárnách zaznamenala i přes srážkově slabý předešlý rok další pokles, avšak výroba přečerpávacích elektráren meziročně vzrostla o čtvrtinu. Stoupající trend obnovitelných zdrojů v posledních letech klesá a jeho podíl na výrobě brutto elektřiny se pohybuje okolo 13 %. Pro tento rok není opět výjimkou záporné saldo na hodnotě -12,5 TWh. [6]



Obrázek 2 Vývoj výroby elektřiny brutto v ČR [6]

2.4 Vývoj přenosové soustavy

Do poloviny dvacátého století byly v provozu dílčí úseky sítí, které byly provozovány a řízeny samostatně. S rozvojem elektrifikace však bylo zapotřebí tyto sítě sjednotit, rozhodující význam měla severočeská hnědouhelná pánev a s ní význam rozvodu elektrické energie po celém území ČSR. V roce 1953, bylo rozhodnuto o přenosovém napětí 400 kV, avšak realizace této napěťové hladiny se ještě o pár let zpozdlila. První významné přenosové vedení o napěťové hladině 220 kV bylo postaveno mezi rozvodnami Výškov a Opočinek, ležící přibližně u Chomutova a Pardubic, zajišťující rozvod elektrické energie ze severočeské hnědouhelné pánve. V dalších letech byl tento úsek prodloužen do slovenských Bystric vedoucí přes Sokolnice u Brna a Lískovec (Frýdek-Místek). V následujících letech však soustava 220 kV přestává stačit a objevují se první linky 400 kV. Rozrůstá se též soustava 110 kV, která odstraňuje slabá místa linek 22 kV, která mnohdy zásobují místa 100 km vzdálená s nízkou efektivitou. [2]

Největší rozvoj nastal v šedesátých letech zejména v rozvodu nízkého a vysokého napětí v součinnosti dokončení elektrifikace obcí. Sedmdesátá léta byla ve znamení rozvoje sítě 400 kV a sítě 110 kV, která slouží pro distribuci, napěťová hladina 220 kV se již dále nerozvíjela. Součástí rozvoje přenosové soustavy byla i výstavba příslušných transformoven a výměna starých rozvodů 3 a 6 kV zejména na území Prahy. Objevily se i první významné mezinárodní propojení. [2]

Tabulka 1 Rozsah sítí na území ČR [2][upraveno]

Rozsah sítí v km	1965	1970	1975	1980	1985
Vedení 400 kV	513	1 814	2 489	3 144	3 578
Vedení 220 kV	2 245	2 384	2 397	2 451	2 408
Vedení 110 kV	6 474	8 040	9 277	9 988	11 023
Vedení vn	69 618	74 065	79 673	86 250	90 544
Vedení nn	106 041	116 872	126 257	138 620	151 312

V osmdesátých letech dále pokračoval rozvoj elektrických sítí především pro účely vyvedení výkonu nových zdrojů. Jednalo se například o výstavbu rozvodny Slavětice a připojení jaderné elektrárny Dukovany. Sítě 220 kV, které plnily funkci záložních napájecích tras se dále už nerozvíjí. V roce 1983 bylo uvedeno do chodu stejnosměrné propojení soustav Mír a UCPTE. Šlo o propojení východoevropské a západoevropské soustavy na pomezí České republiky a Rakouska. Na konci tisíciletí byla Česká republika spadající pod soustavu CENTREL synchronně připojena se soustavou UCTE. [2] [8]

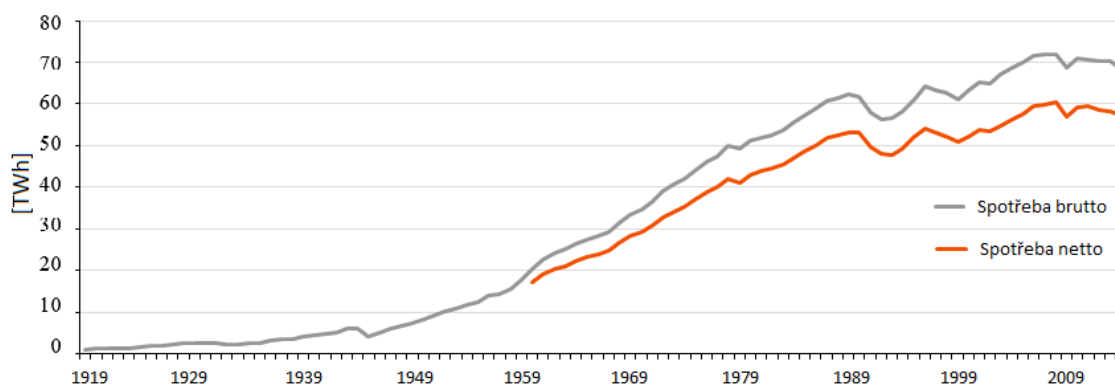
Od devadesátých let minulého století výrazně narůstá množství přenášené energie a dochází ke změnám fungování přenosových sítí. Začátkem nového tisíciletí startuje proces rozvoje přenosové soustavy s cílem uspokojit nároky zákazníků a potřeby mezinárodní spolupráce. [9]

V roce 2015 má přenosová soustava na 3617 km vedení 400 kV, 1909 km vedení 220 kV v majetku společnosti ČEPS, a.s. a 13168 km vedení 110 kV sloužící převážně pro distribuci v majetku distribučních společností ČEZ Distribuce, a. s., E.ON Distribuce, a. s. a PREdistribuce, a. s. [8] [9] [11]

2.5 Vývoj spotřeby elektrické energie a její řízení

První významné využití elektrické energie a tím i spotřeby elektrické energie nastalo se zavedením veřejného elektrického osvětlení v 80. letech devatenáctého století. Zprvu se jednalo o stejnosměrný proud, ale s přelomem století se přešlo výhradně na proud střídavý. Zajímavostí je, že ještě v roce 1937 měly elektrárny necelých 9 % instalovaného výkonu ve stejnosměrných zdrojích. V předválečném období stoupal zájem o elektrickou energii především ze strany měst na pouliční

osvětlení, ale také výrobních podniků. Koncem roku 1912 celkový výkon elektráren činil už 176 MW, což byl bezmála šestinásobek než o deset let dříve. Po první světové válce značně rostla spotřeba, především díky stále se rozvíjející elektrizační soustavě, avšak poznamenaná Velkou hospodářskou krizí v roce 1929 a druhou světovou válkou, kdy spotřeba zaznamenala meziroční pokles oproti předchozím letům. Po osvobození byla energetika v žalostném stavu. Výrobní byly zastaralé a málo účinné a projevoval se nedostatek výkonu v rozmezí 300–400 MW. Struktura odběru byla především soustředěna v průmyslu a činila 58 % z celkové spotřeby, následovaly živnosti s 16 %, domácnosti s 14 % a dopravou se 7 %. [2]



Obrázek 3 Vývoj spotřeby v ČR [10]

V padesátých letech 20. století dostupnost elektrické energie podtrhovala její cenová dostupnost a spotřeba nadále rostla i díky novým elektrickým spotřebičům uvedených na trh, především v domácnostech a zemědělství. Celkově však tento růst zaostával oproti ostatním zemím. Růst spotřeby v domácnostech však neodpovídal plánovaným prognózám. Omezovací opatření a nedostatečné reakce elektrotechnického průmyslu na požadavky trhu po elektrických spotřebičích byly zásadním problémem této situace. Tato nízká spotřeba elektrické energie v domácnostech byla podtrhována poddimenzovanými sítěmi nízkého napětí, bytovou krizí a s ní i sníženým standardem bydlení. Energetika však svoji pozornost více věnovala zemědělství, kde výhradně připojovala k síti rychle rostoucí počet jednotných zemědělských družstev. [2]

V sektoru dopravy se rychle rozvíjelo elektrifikování železničních tratí, kde roku 1965 bylo už 40 % všech nákladů přepraveno pomocí elektrické trakce, čemuž odpovídalo přibližně 1700 km elektrifikovaných tras. [2]

Elektrárenský sektor reagoval na rostoucí spotřebu, byly zahájeny výstavby bloků nad 100 MW místo obvyklých jednotek 32–50 MW a nadále pokračovala výstavba Vltavské kaskády. [2]

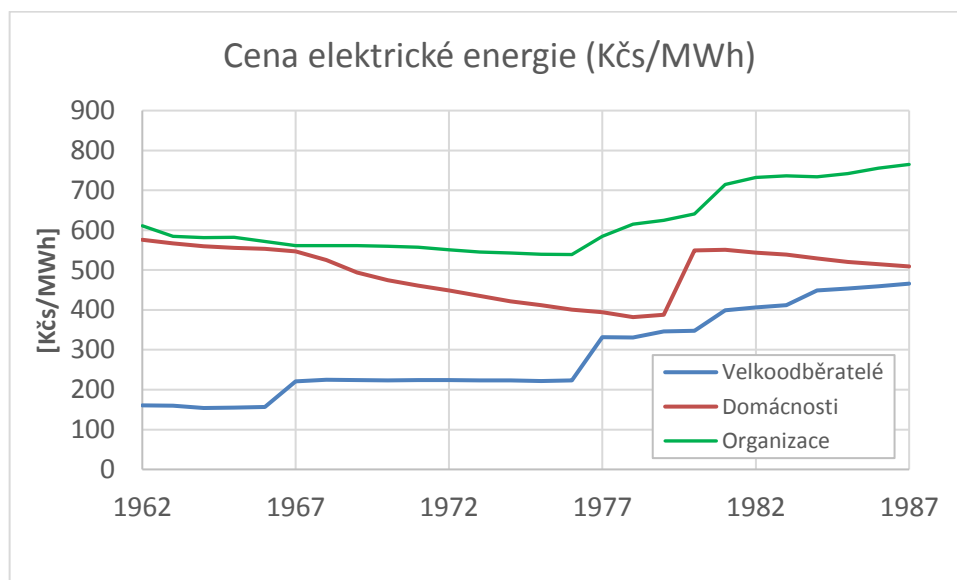
Spotřeba však byla nadále usměrňována až do roku 1989 z důvodu kapacity disponujících energetických zdrojů vedoucí ke spolehlivému zásobování národního

hospodářství. Dalším podstatným důvodem omezování bylo snižování špičkového zatížení a optimalizace průběhu zatížení. Toto opatření se týkalo všech odběrových skupin kromě obyvatelstva. U středních odběratelů a velkoodběratelů byl sepsán závazný roční fond elektrické energie a při jeho překročení byly účtovány značné penále. Velkoodběratelé měly též sjednat odběrový diagram zatížení, určující maximální zatížení v danou hodinu. [2]

Nepředvídatelné stavy elektrizační soustavy byly řešeny pomocí takzvaných regulačních stupňů, které regulovaly stavy trvající déle než 30 minut. Tyto regulační stupně byly realizovány telefonicky a spolu s největšími odběrateli dokázali snížit zatížení i o 400 MW. S příchodem systémů HDO se tyto kroky značně zrychlily a automatizovaly. [2]

Politika „levné elektrické energie“, kdy byla cena elektrické energie pod úrovní výrobních nákladů, neměla vliv u spotřebitelů na hospodárnost spotřeby. Různými sazbami ve vymezených časových pásmech byly kupříkladu vytvořeny lepší ekonomické podmínky pro domácnosti k vytápění a ohřevu vody. Pro velkoodběratele v letech 1979–1987 bylo stanoveno zvyšování cen elektřiny o 2 % každý rok, které však nevedlo k hospodárnější spotřebě. [2]

Přestavbou cen elektrické energie mělo dojít k takovému nastavení cen, které by odpovídalo skutečným nákladům na výrobu a distribuci, tak aby cena byla zásadní mechanismus pro řízení spotřeby. [2]



Obrázek 4 Cena elektřiny v letech 1962–1987 [2]

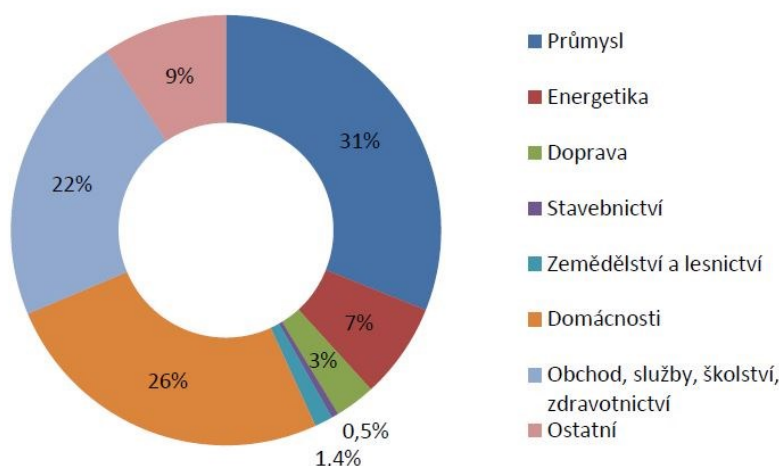
Koncem osmdesátých let rozvoj hospodářství určoval stále rostoucí trend spotřeby elektrické energie, který doplňovala energetická náročnost spotřebičů a spotřeba tepla v budovách. Hlavní příčinou tohoto nepříznivého stavu bylo

nezvládnutí vědeckotechnického rozvoje průmyslu a zemědělství. Spotřeba energetických paliv proto značně narůstala. [2]

Po roce 1989 energetická politika začíná uplatňovat tržní ekonomiku a spotřeba elektrické energie do značné míry začíná kopírovat vývoj HDP. Rostoucí spotřeba však zaznamenala několik propadů způsobených hospodářskou recesí v letech 1996–1998 a světovou hospodářskou krizí v roce 2008. V posledních letech začíná spotřeba elektrické energie růst pomaleji než v předchozích letech a začíná se projevovat možný vliv úsporných opatření. [2]

2.6 Spotřeba elektřiny sektorů národního hospodářství

Spotřebu elektrické energie lze rozdělit podle druhu odběratele na maloodběratele, odběratele středně velké a velkoodběratele. Lépe a přehledněji však můžeme odběr rozdělit podle sektorů národního hospodářství na průmysl, energetiku, dopravu, stavebnictví, zemědělství domácnosti a obchod.



Obrázek 5 Podíl jednotlivých sektorů na celkovou spotřebu elektřiny v ČR [6]

Jak je vidět z kruhového grafu pro Českou republiku v roce 2015, největší část spotřeby má na svědomí sektor průmyslu a energetiky s celkovým 38 % podílem na celkové spotřebě. Ještě v roce 1946 byl tento podíl okolo 58 %. Například opačný trend zaznamenaly domácnosti, které za stejné období (1946–2015) zvýšily svůj podíl z 14 % na 26 %. Celková spotřeba pro tyto dva roky činila 7,5 a 56,5 TWh. [6]

2.7 Ztráty elektrické energie

Ztráty elektrické energie neodmyslitelně patří k její výrobě a spotřebě. Jsou zejména v sítích přenosových a distribučních, dále pak technologická vlastní spotřeba elektřiny na výrobu elektřiny a spotřeba na přečerpávání vodní elektrárny. Tyto ztráty uvažujeme při výpočtu brutto spotřeby.

Tabulka 2 Vývoj bilance elektřiny [6]

[GWh]	2011	2012	2013	2014	2015
Tuzemská netto spotřeba	58 634	58 799	58 656	58 295	59 280
TVS_e	6 533	6 485	6 207	6 117	6 007
Ztráty přenosové a distribuční soustavy	4 405	4 187	4 098	3 847	4 067
Spotřeba na přečerpání PVE	944	982	1 217	1 363	1 660
Saldo	-17 044	-17 120	-16 887	-16 300	-12 516
Tuzemská brutto výroba	87560	87573	87065	85922	83530
TVS_e	6 533	6 485	6 207	6 117	6 007
Tuzemská netto výroba	81 027	81 088	80 858	79 805	77 523

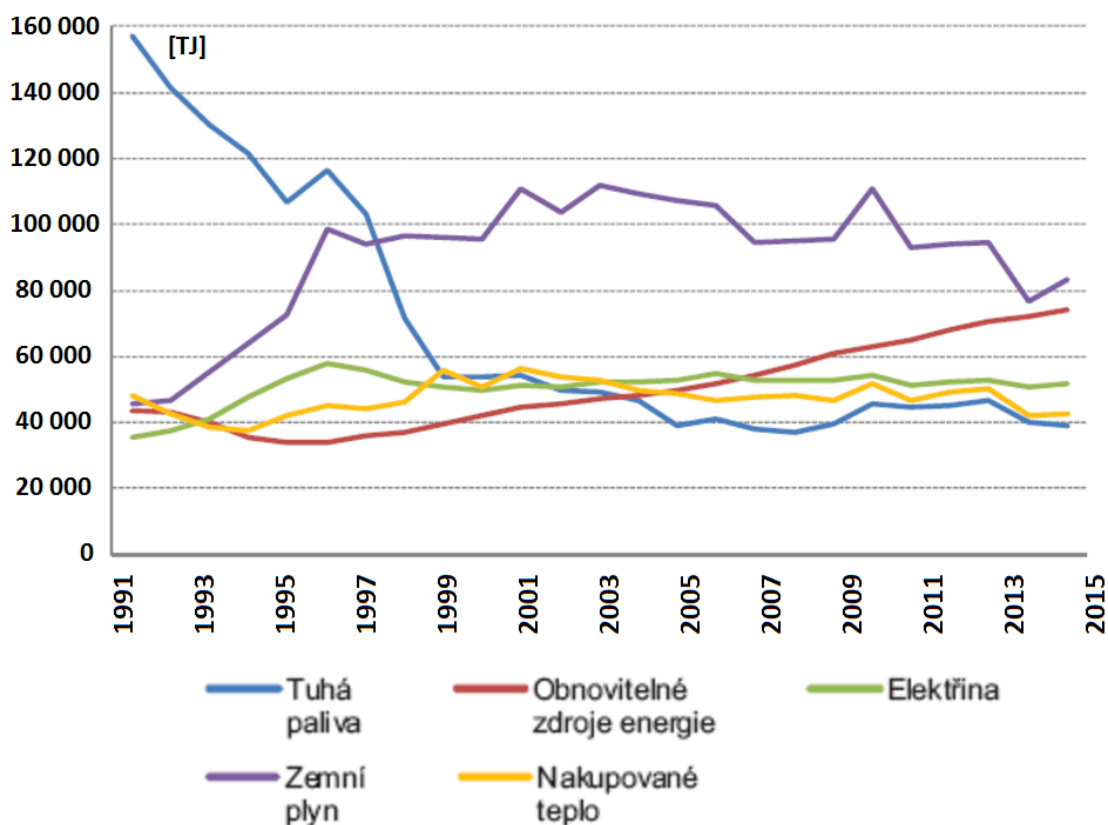
Největších úspor elektrické energie můžeme zpravidla dosáhnout v místě její spotřeby, avšak ztráty při přenosu a distribuci by neměly zůstat mimo naši pozornost. Tvoří okolo 5 % z brutto výroby a jsou způsobeny především technickými ztrátami, jako je koróna, svod, Joulovy ztráty, ztráty v dielektriku, v kontaktech a v jistících prvcích, transformační ztráty či spotřeba měřících a řídicích prvků. Další ztráty mohou být netechnického rázu, způsobeny neoprávněnými odběry či chybami v měření. [19]

Pro zajištění spolehlivých dodávek elektrické energie hrají důležitou úlohu přečerpávající vodní elektrárny. V České republice jsou v provozu tři. Dlouhé Stráně, Štěchovice II a Dalešice. Pro jejich provoz je zapotřebí okolo 1-2 % celkové brutto výroby. Jejich význam v posledních letech neustále roste s ohledem na stále rostoucí výrobu z obnovitelných zdrojů, které jsou těžko predikovatelné. [6]

Necelých 10 % z brutto výroby spotřebují elektrárny na svůj provoz. Jde o elektřinu spotřebovanou mezi svorkami generátoru až po zvyšovací transformátor výrobní, tak jak je uvedeno v základním názvosloví této kapitoly. [6]

2.8 Zdroje energie

Nedílnou součástí energetiky jsou i paliva pro výrobu tepla a elektrické energie. Jedním z hlavních energetických zdrojů energie, který úzce souvisí se spotřebou elektrické energie, je plyn. Část spotřebovaného plynu slouží pro výrobu elektrické energie, ale také slouží k vytápění. Celkovou spotřebu plynu v České republice lze procentuálně rozdělit pro průmysl a domácnosti se stejným podílem okolo 40 % na celkové spotřebě, zbývajících 20 % připadá pro ostatní odvětví. Kupříkladu podíl elektrického vytápění domácností se pohybuje okolo 19 % a vytápění domácností plynem atakuje hranici 30 %. [12] [13]



Obrázek 6 Vývoj spotřeby paliv v domácnostech [12]

Další důležitý zdroj energie pro výrobu elektrické energie a tepla jsou obecně vzata tuhá paliva, mezi které můžeme řadit nejčastěji fosilní paliva. V posledních letech celková spotřeba fosilních paliv klesá a pozvolna se nahrazuje ze zdrojů obnovitelné energie. V roce 2015 se spotřebovala přibližně polovina množství fosilních paliv co v roce 1990, u domácností je to pouhá jedna čtvrtina. [12]

Mezi zdroje obnovitelné energie lze považovat energii vody, slunce větru, biomasu a bioplyn. Využití obnovitelných zdrojů meziročně stoupá s ohledem na ekologii a plnění závazků vůči EU ohledně zvyšování podílu elektrické energie z obnovitelných zdrojů. V České republice má obnovitelná energie vody především důležitou roli v regulaci okamžité energetické bilanci elektrizační soustavy. [14]

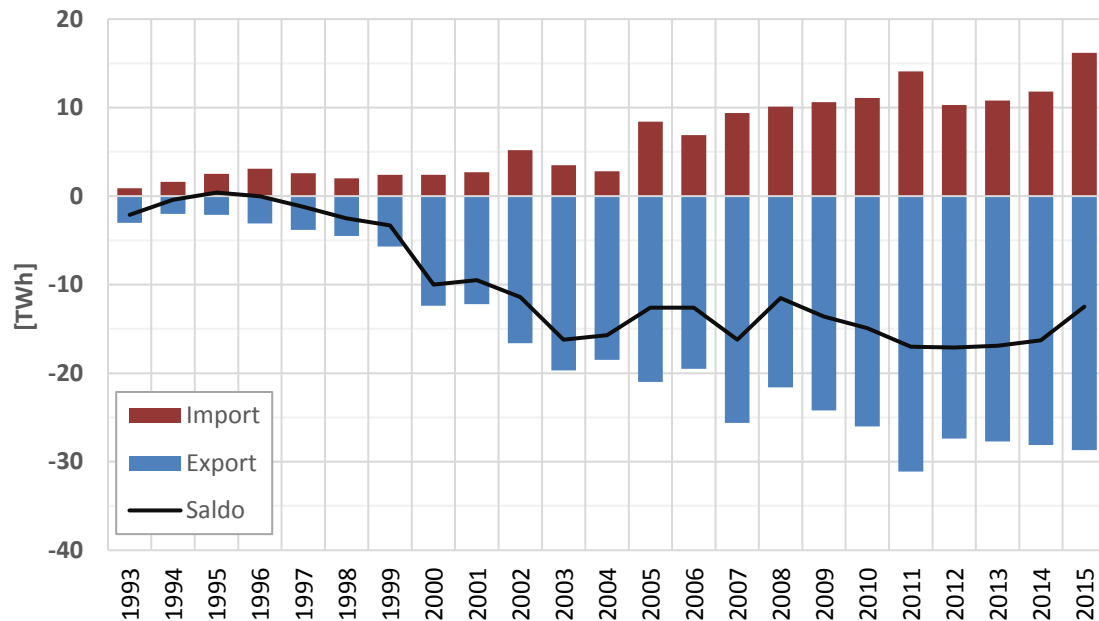
Tabulka 3 Hrubá spotřeba energií v ČR v roce 2015 [GWh] [30]

Elektrická energie netto	Tuhá paliva	Plyn	Ropné produkty	Obnovitelné zdroje
56 812	188 350	73 645	104 145	49 762

Uvedené spotřeby jsou přepočteny z množství spotřebované energie v TOE, což odpovídá energii získané z jedné tuny ropy, 1 TOE = 11 630 kWh, vypočteny z dat Eurostatu. [17] [30]

2.9 Export a import elektrické energie.

Mezinárodní výměna elektrické energie je důležitá pro stabilní chod celé přenosové soustavy ENTSO-E působící na převážné části Evropy. Česká republika je v současné době třetím největším vývozcem elektrické energie v Evropě v ročních ukazatelích. Většími vývozci jsou už pouze Francie a Německo. [16]



Obrázek 7 Saldo, import a export elektrické energie v ČR [15] [6]

Viditelný nárůst exportu elektrické energie můžeme pozorovat v letech 2000 a 2002, tedy v letech, kdy do sítě začala dodávat druhá tuzemská jaderná elektrárna Temelín.

Česká republika v roce 2015 vyvezla 16,3 TWh, což by stačilo na pokrytí spotřeby domácností v daném roce. Tato energie se rovná přibližně 16 milionům tun vytěženého uhlí. [16]

3 MEZINÁRODNÍ SPOTŘEBA ELEKTRICKÉ ENERGIE

Mezinárodní srovnání spotřeby elektrické energie lze rozdělit dvěma způsoby. Na celkovou netto roční spotřebu jednotlivých států a na spotřebu připadající na jednoho obyvatele daného státu.

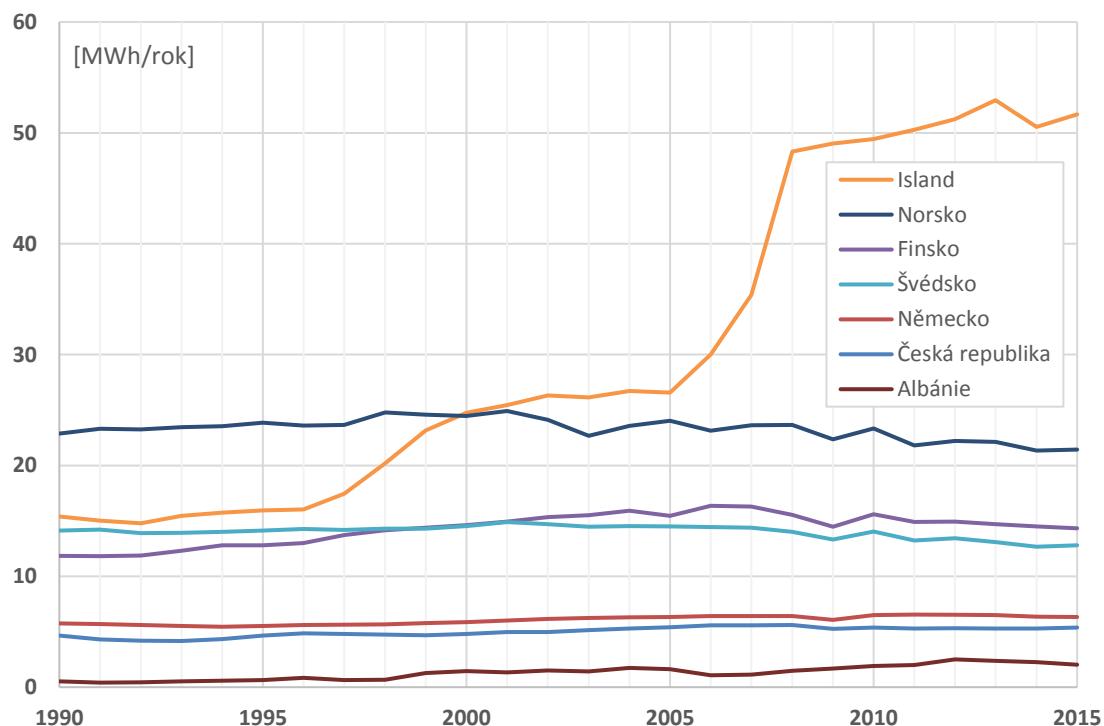
3.1 Evropa

V následujících kapitolách, není-li uvedeno jinak, jsou data a informace převážně převzata z vlastních zkušeností pobytu v těchto zemích a ze zdrojů dat v „Příloze A“, kde lze též nalézt více informací.

3.1.1 Vývoj spotřeby elektrické energie

Vzrůstající trend spotřeby elektrické energie můžeme pozorovat takřka u všech států. Evropské státy celkově spotřebovaly v roce 1990 přibližně 2 530 GWh, současná netto spotřeba se pohybuje okolo 3 100 TWh za rok. [30]

Je zřejmé, že vývoj spotřeby na obyvatele je odlišný ve vybraných státech v závislosti na jejich klimatických podmínkách, politických a hospodářských situacích a změnách a dalších vlivech.

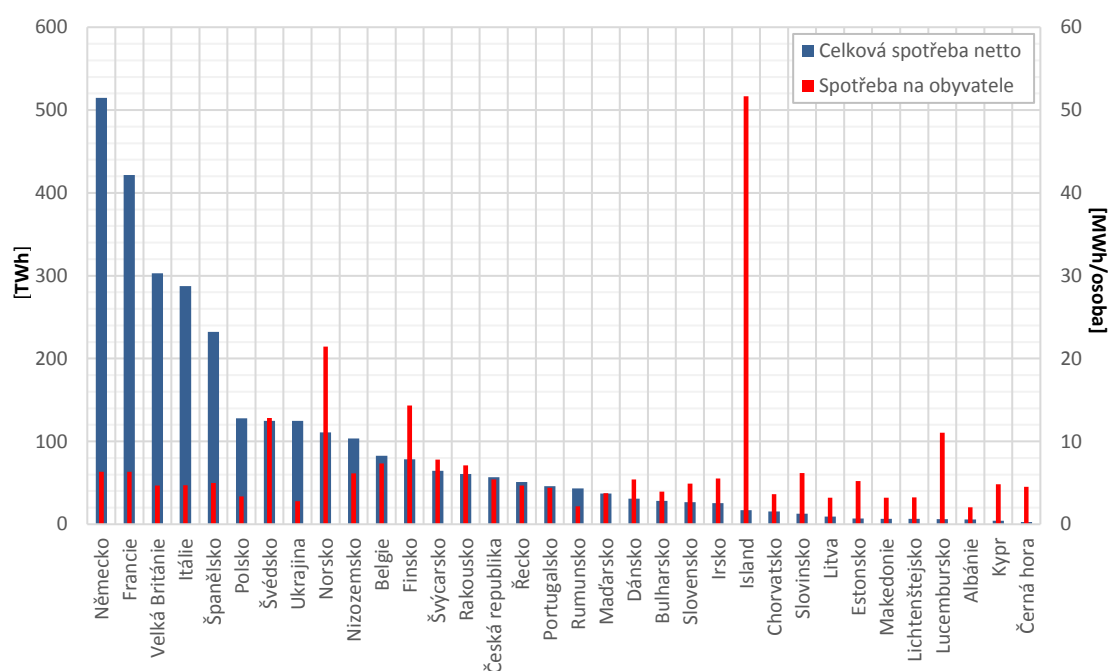


Obrázek 8 Vývoj roční spotřeby elektřiny vybraných států na obyvatele [30]

Na velikosti spotřeby na obyvatele mohou mít vliv výše uvedené faktory, ale také vyspělost jednotlivých států s rozdílnými HDP na obyvatele. Velmi specifický vývoj spotřeby má Island. Značný vliv na ní má zpracovatelský průmysl hliníku, který v posledních deseti letech značně narůstá či levná elektrická energie.

3.1.2 Spotřeba elektrické energie v roce 2015

V Evropě bylo v tomto roce spotřebováno 3 077 TWh. Největší celkovou spotřebu vykazují vyspělé státy s největším počtem obyvatel jako je Německo, Francie, Velká Británie či Itálie a Španělsko.



Obrázek 9 Roční netto spotřeba elektrické energie evropských států [30]

Je zřejmé, že i méně lidnaté státy s vysokou spotřebou na obyvatele, mohou mít v celkovém měřítku vyšší spotřebu než větší státy s nižším počtem obyvatel. Příkladem mohou být severské země, které vykazují několikanásobně vyšší spotřebu oproti ostatním zemím. Zajímavé je i porovnání Ukrajiny a Švédska s obdobnou celkovou spotřebou, avšak Ukrajina má více než 4x více obyvatel. [30]

3.1.3 Spotřeba elektrické energie vybraných států

Co se týče zajímavých států v ohledu spotřeby elektrické energie, patří mezi ně jednoznačně Island. Jeho geografická poloha umožňuje výrobu levné elektrické energie z převážně čistě obnovitelných zdrojů, geotermální a vodní. Roční spotřeba

50 MWh na obyvatele se drží Island v tomto ohledu na prvním místě. Převážná část, okolo 90 %, spotřebované elektrické energie je užita pro průmysl, kde se hlavní odvětví upíná do zpracování hliníku. Roční vývoz hliníku činil v roce 2015 přibližně 1 000 000 tun této suroviny. Zbývající část je užita v sektoru domácností a ostatních sektorech. Spotřeba v sektoru dopravy je minimální, už z toho důvodu, že Island nemá železniční síť, MHD ve městech tvoří zejména autobusy nebo lidé jezdí pouze vlastními auty.

Druhou zemí ohledně množství spotřeby elektrické energie na osobu na rok je Norsko s hodnotou 21,5 MWh. Stejně jako Island díky své geografické poloze umožňuje výrobu převážně z obnovitelných zdrojů, kterých je dostatek, stejně tak jako elektrické energie. Přes 98 % z celkové vyrobené elektrické energie je vyrobeno ve vodních elektrárnách, a to jak ve velkých, tak i v malých vodních elektrárnách, které v posledních deseti letech zažívají boom. Oblíbené jsou i mikro vodní elektrárny, které jsou přilehlé obydlím vyrábějící řádově jednotky až desítky kW. Kupříkladu norské domácnosti spotřebovávají celkově 3x více elektrické energie než české, a to má Norsko poloviční populaci. Je to dáno především odlišnými klimatickými podmínkami, podíl elektrického vytápění na celkovém způsobu vytápění činí v Norsku okolo 80 % (ČR 20 %), malým podílem zateplených objektů a celkovým přístupem obyvatelů Norska k hospodárnému využití elektřiny v oblasti vytápění a osvětlení obydlí. Spotřeba v sektoru dopravy zažívá též v posledních pěti letech boom. Vládou podporované elektromobily začínají mít výrazný vliv na odběr v tomto sektoru. Už v roce 2015 tvořily elektromobily a hybridy více než 50 % z celkového prodeje automobilů.

Obdobná situace panuje v dalších severských zemích ve Švédsku a Finsku, kde spotřeba na obyvatele značně převyšuje evropský průměr. Důvody jsou podobné. Drsné skandinávské podnebí, levná elektřina či poloviční podíl elektrického vytápění na celkovém způsobu vytápění

Druhý konec žebříčku naopak obsadily nejčastěji méně vyspělé středomořské státy jako je Albánie, Rumunsko, Makedonie či Ukrajina.

3.2 Svět

Samotná spotřeba elektrické energie a její vývoj ve světě je velmi rozsáhlá problematika a dala by se jí věnovat velká kapitola či celá další práce. Pro tuto práci však není zcela podstatná, jelikož se zde zabýváme pouze spotřebou na evropské úrovni, a proto je zde uveden pouze celkový pohled a srovnání nejzajímavějších států světa.

Tabulka 4 Spotřeba elektřiny na obyvatele vybraných států v roce 2013 [20]

Amerika a Karibik		Afrika		Asie a Pacifik	
Země	[MWh/rok]	Země	[MWh/rok]	Země	[MWh/rok]
Kanada	15,52	Jihoafrická republika	4,33	Jižní Korea	10,43
USA	13,24	Mauricius	2,15	Austrálie	10,13
Mexiko	2,06	Zimbabwe	0,53	Nový Zéland	9,08
Brazílie	2,53	Ghana	0,38	Japonsko	7,84
Bolívie	0,71	Etiopie	0,06	Čína	3,76
Haiti	0,05	Jižní Súdán	0,04	Vietnam	1,31
				Indonésie	0,78
				Indie	0,76
				Severní Korea	0,66
				Pákistán	0,45
				Bangladéš	0,29
				Nepál	0,13

Česká republika 5,3 MWh/rok

Tato spotřeba elektrické energie je díky složité dostupnosti dat převzata ze světové data banky, kde je tato spotřeba uvedena jako netto výroba zmenšená o ztráty při distribuci a transformaci, přepočtená na obyvatele jednotlivého státu.

Při srovnání států můžeme pozorovat propastné rozdíly mezi jednotlivými státy. Mezi státy s nejnižší spotřebou na obyvatele jsou chudé africké státy. Je to dáno především malým procentem lidí s přístupem k elektřině a celkovou chudobou státu. Mezi státy s nejnižší spotřebou lze jmenovat Jižní Súdán, Haiti, Etiopie a Niger, kde roční spotřeba dosahuje do 50kWh na obyvatele. [20]

Zajímavé je též porovnání Severní a Jižní Koreje, kde je rozdíl více než patnáctinásobný. Severní Korea má nedostatek elektrické energie a její nedostatek je kompenzován omezováním v domácnostech, které jsou v noci odpojené. Energetické zdroje, přenosová a distribuční síť, je ve většině případů zastaralá a síť trpí díky nedostatku značným podpětím. Velkou roli na tuto situaci má samotný politický systém těchto zemí. [21] [22] [23]



Obrázek 10 Noční satelitní snímek Koreje [28]

4 STATICKÁ ANALÝZA FAKTORŮ SPOTŘEBY ELEKTRICKÉ ENERGIE

4.1 Analyzované státy

Albánie, Rakousko, Bosna a Hercegovina, Belgie, Bulharsko, Kypr, Česká republika, Německo, Dánsko, Estonsko, Řecko, Španělsko, Finsko, Francie, Chorvatsko, Maďarsko, Irsko, Island, Itálie, Lichtenštejnsko, Litva, Lucembursko, Lotyšsko, Černá hora, Makedonie, Malta, Nizozemsko, Norsko, Polsko, Portugalsko, Rumunsko, Srbsko, Švédsko, Slovinsko, Slovensko, Švýcarsko, Ukrajina a Velká Británie.

Statistická analýza je aplikovaná pouze na výše uvedených státech. Jde v zásadě o všechny evropské státy s výjimkou malých států jako je Vatikán, San Marino a Monako, kde je špatná dostupnost dat.

4.2 Sledované veličiny spotřeby elektrické energie

Hlavní sledovanou a analyzovanou veličinou je konečná celková spotřeba elektrické energie netto a dále jednotlivá odvětví.

Tabulka 5 Sledované veličiny statistické analýzy

Výroba elektrické energie brutto	
Celková spotřeba elektrické energie netto	- Spotřeba v průmyslu - Spotřeba v domácnostech - Spotřeba v dopravě - Spotřeba v ostatních sektorech
Spotřeba na obyvatele	

4.2.1 Výroba elektrické energie brutto

Celkové množství vyrobené elektřiny ve všech typech elektráren. Přesněji je definována jako elektřina naměřená u výstupu z elektrárny, není tedy započítávána vlastní spotřeba elektrárny a spotřeba transformátorů pro vyvedení výkonu do přenosové či distribuční sítě. [25]

4.2.2 Spotřeba elektrické energie netto

Jde o hlavní sledovaný parametr této práce. Ukazatel znázorňuje veškerou energii spotřebovanou u konečného spotřebitele (průmysl, domácnosti, doprava a ostatní sektory). Ztráty v sítích, při transformaci a spotřeba odvětví vyrábějící elektrickou energii zde není započítávána. [26]

4.2.3 Spotřeba na obyvatele

Samostatná spotřeba na obyvatele zde není statisticky analyzovaná, je zde pouze uvedena informativně. Jde o podíl spotřeby elektrické energie netto a počtu obyvatel k 1. lednu příslušného roku.

4.2.4 Spotřeba v průmyslu

Spotřeba u konečného spotřebitele. Je zde zahrnuta spotřeba ve všech odvětvích průmyslu s výjimkou energetiky, tzn. elektráren, ropných rafinérií, koksoven a všech ostatních zařízení transformujících energetické produkty do jiné formy. [27]

4.2.5 Spotřeba v domácnostech

Konečná spotřeba energie v domácnostech a službách pokrývá energii spotřebovanou v domácnostech, malovýrobě, řemeslné výrobě, obchodu, správních orgánech, službách s výjimkou dopravy, zemědělství a rybolovu. [27]

4.2.6 Spotřeba v dopravě

Konečná spotřeba energie v dopravě zahrnuje především spotřebu železniční/drah a elektrifikované městské dopravy. [27]

4.2.7 Spotřeba v ostatních sektorech

Je dána jako spotřeba ostatních hospodářských sektorů, pro které není možné jejich přesné určení druhu spotřeby. Tento sektor bohužel k omezené dostupnosti dat zahrnuje mnohdy i čtvrtinu celkové spotřeby, avšak není možné jej dále specifikovat. [27]

4.3 Sledované faktory spotřeby elektrické energie

Analýza spotřeby elektrické je celkem rozsáhlá problematika a spočívá na několika faktorech, například politika jednotlivých států, nepředvídatelné vlivy jako byla ekonomická krize v roce 2008 nebo na reálných faktech, které jdou vyčíslit a jsou zde níže uvedeny.

4.3.1 Průměrná teplota

Jedním z možných faktorů, které mají vliv na spotřebu elektrické energie je teplota. Elektrická energie je z části spotřebovávána na vytápění a chlazení a množství je závislé především na klimatických podmínkách dané země. Jižní státy Evropy budou spotřebovávat v tomto ohledu elektrickou energii především

na chlazení čili klimatizaci, zatímco severské státy především na ohřev a vytápění. Tyto státy mají též velké procento elektrického vytápění domácností ku celkovému vytápění. U střeoevropských států či států s výrazným střídáním ročních období se mohou uplatňovat oba tyto vlivy.

Vzhledem k tomu, že státy jsou analyzovány pouze v ročních intervalech, je hodnota průměrné roční teploty značně nevypovídající. Nelze tedy s přesností určit, zda teplota má vliv na spotřebu ve vytápění či chlazení. Průměrná roční teplota není též vypovídající údaj ohledně velikosti průměrných teplot v létě a zimě. Průměrná teplota je více vypovídající údaj při měsíční či týdenní analýze spotřeby elektrické energie.

Z těchto důvodů a obtížné dostupnosti dat o průměrné teplotě jednotlivých států je průměrná teplota uvažována pouze v analýze České republiky.

Lépe vypovídající údaj závislý na teplotě při ročním zhodnocování jsou denostupně.

4.3.2 Denostupně

Způsobů vyjádření a výpočtu denostupňů je více, avšak je zapotřebí se držet té definice, která je použita pro zdroj denostupňů v této práci. [24]

Denostupně lze vyjádřit jako velikost chladu v určitém časovém období, nejčastěji rok. Jde o násobek počtu dnů topné sezony v daném roce a rozdílu vnitřní teploty 18 °C (t_{IN}) a denní teploty venku (t_{OUT}).

$$D = (t_{IN} - t_{OUT}) \times d \quad (4.1)$$

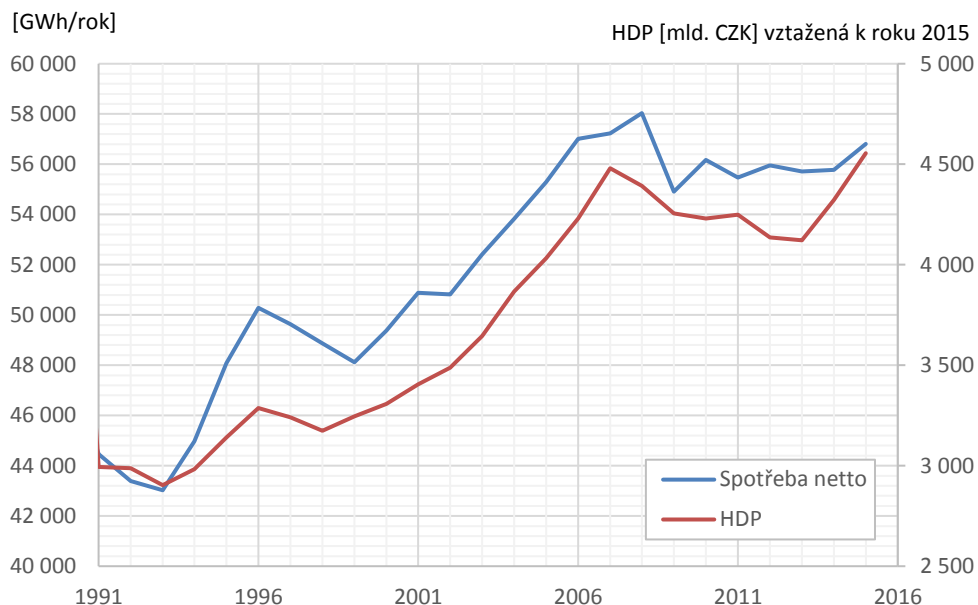
Venkovní teplota je dána průměrem minimální a maximální teploty zvoleného období. Výpočty jsou prováděny na denní bázi a následně sečteny do příslušného roku přiřazeného k patřičnému státu.

4.3.3 HDP

HDP lze nazvat jako jeden z hlavních a významných faktorů. Jde o peněžní vyjádření všech hodnot statků a služeb nově vytvořených v daném roce. Sestavování HDP lze spočítat třemi metodami; produkční metodou, výdajovou metodou a důchodovou metodou.

HDP pro Českou republiku a okolní státy je vyjádřeno pomocí produkční metody. Je to součet hrubé přidané hodnoty jednotlivých sektorů a odvětví a čistých daní, které nejsou započteny do těchto odvětví a sektorů. Hrubá přidaná hodnota zachycuje rozdíl mezi produkcí a mezispotřebou. Problém nastává, pokud se produkce oceňuje v základních cenách a užití naopak kupních cenách. Z toho důvodu jsou ke straně národních hospodářství připočteny daně snížené o dotace na výroby. [29]

$$\text{HDP} = \text{produkce} - \text{mezispotřeba} + \text{daně z produktů} - \text{dotace na výrobky} \quad (4.2)$$



Obrázek 11 Srovnání vývoje HDP a spotřeby elektrické energie v ČR [30]

Jak už bylo výše řečeno, spotřeba a HDP spolu úzce souvisí, avšak interpretace spotřeby pouze podle HDP není zcela přesná. Pro lepší popis spotřeby je zapotřebí zahrnutí dalších možných vlivů.

4.3.4 Spotřeba tuhých paliv

V České republice se aktuálně vyrábí přes 53 % elektrické energie v parních elektrárnách, kde hlavním energetickým zdrojem jsou tuhá paliva. Největší podíl představuje hnědé uhlí s 80 %, v závěsu je černé uhlí s 11 %. Zbylých 9 % připadá biomase, zemnímu plynu a ostatním technologickým plynům. Je tedy zřejmé, že výroba elektrické energie a spotřeba tuhých paliv spolu souvisí jak pro účely výroby, tak pro účely vytápění či KVET. [6]

4.3.5 Spotřeba plynu

Stejně jako tuhá paliva, je zemní plyn důležitou energetickou surovinou potřebnou pro výrobu elektrické energie, vytápění a ohřev. V posledních letech i stoupající trend alternativních paliv v dopravě v podobě CNG, kde se dá očekávat v příštích letech stoupající trend.

Tabulka 6 Stoupající trend spotřeby CNG v dopravě [31]

Rok	Počet plnicích stanic	Vozů celkem	Z toho autobusy	Prodej CNG (mil.m ³)
2004	9	250	100	2,773
2008	17	1 200	215	6,758
2012	45	4 300	362	15,242
2016	130	16 400	1 047	59,346

4.3.6 Bilance obchodu

Mezinárodní statistiky obchodu se zbožím jsou hlavním ukazatelem obchodní politiky. Statistika obchodu pokrývá obchod se zbožím mezi členskými státy EU a světa. Zboží lze definovat jako movitý majetek včetně elektrické energie. Tyto informace jsou shromažďovány pomocí obchodu pomocí cel (mimo EU) a výkazů Intrastatu (v rámci EU), které jsou od příslušných vnitrostátních orgánů příslušných členských států. [32]

Výsledná bilance je udávána v milionech EUR za rok. V případě kladné hodnoty, země více vyveze, než doveze, při záporné hodnotě platí opak. [32]

4.3.7 Cena elektřiny pro domácnosti a průmysl

Cena elektrické energie může mít vliv na samotné hospodaření s ní. „Politika levné elektřiny“ přispívá k ne hospodárnému využívání a žádné snaze vedoucí k úsporám. Naopak drahá elektrická energie nutí koncového spotřebitele k hospodárnému užití a snahám k největším úsporám.

Cena elektrické energie může odrážet přebytek či nedostatek energetických zdrojů, kde oba stavy mohou stejně jako dotace obnovitelných zdrojů, negativně ovlivnit cenu. Naopak vyvážený podíl výroby a spotřeby je příznivý stav pro celou energetiku a tím i pro ceny tak, jak je uvedeno v kapitole 2.5.

Cena pro průmysl je stanovena jako národní cena v EUR za kWh se zahrnutím všech daní a poplatků odpovídající pro první pololetí příslušného roku pro středně velké průmyslové odběratele s roční spotřebou 500–2000 MWh. Před rokem 2007 je cena stanovena k 1. lednu každého roku pro standardního spotřebitele s odběrem 2000 MWh. [30j]

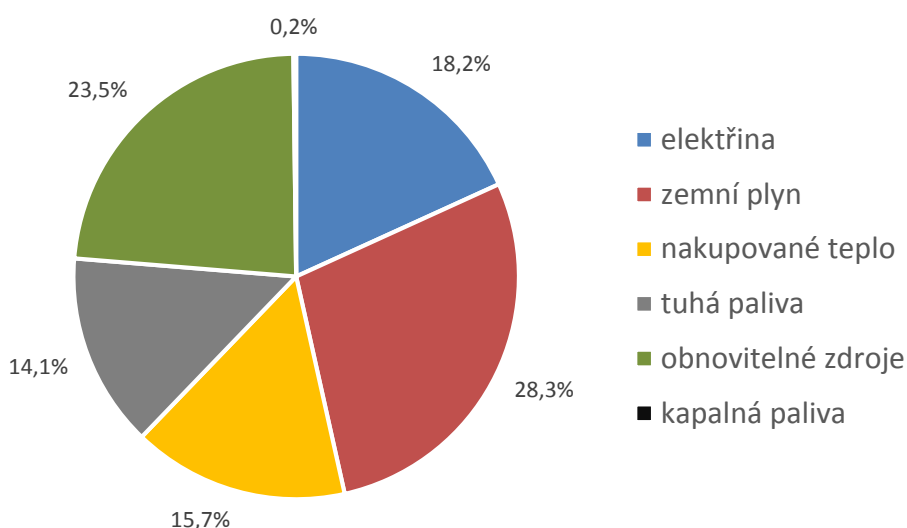
Cena pro domácnosti je stanovena jako národní cena v EUR za kWh se zahrnutím všech daní a poplatků odpovídající prvnímu pololetí příslušného roku pro středně velké domácnosti s roční spotřebou 2500–5000 MWh. Před rokem 2007 je cena stanovena k 1. lednu každého roku pro standardního spotřebitele s odběrem 3500 MWh. [30k]

4.3.8 Počet lidí v domácnosti

Počet lidí v domácnosti je doplňující údaj zahrnutý pouze pro Českou republiku a díky konstantnímu průběhu a malé přesnosti není s ním dále počítáno. Tento údaj má pouze doplňující charakter.

4.3.9 Podíl elektrického vytápění domácností

Spotřebu celkové energie v domácnostech můžeme rozdělit na vytápění, ohřev vody a ostatní elektrické spotřebiče, mezi které lze přiřadit ledničku, pračku, kuchyňské spotřebiče, kancelářské spotřebiče, osvětlení a multimediální techniku. Okolo 60 % celkové spotřebované energie v českých domácnostech se spotřebuje na vytápění. Proto údaj o procentuálním zastoupení elektrického vytápění na celkovém způsobu vytápění je potřebné uvést do analýzy spotřeby domácností. [30]



Obrázek 12 Spotřeba energie českých domácností podle paliva [33]

4.3.10 Počet obyvatel

Spotřebiteli elektrické energie jsou lidé a jejich energetické potřeby. Spotřebu elektrické energie lze rozdělit na celkovou spotřebu jednotlivých států a na spotřebu připadajícího na jednoho obyvatele, tak, jak bylo řečeno v kapitole 3.1.2. Proto demografické údaje o populačním vývoji nelze též zanedbat. Roční údaje jsou brány k 1. lednu každého roku.

4.3.11 KVET

KVET lze popsat jako: „*Kombinovanou výrobou elektřiny tepla přeměna primární energie na energii elektrickou a užitečné teplo ve společném současně probíhajícím procesu v jednom výrobním zařízení*“. [34]

V posledních letech KVET nabývá stále větší důležitosti díky Evropské unii, která podporuje a doporučuje instalaci těchto jednotek, kde jsou pro ně dostupné podmínky. Každý stát však má trochu odlišné podmínky podpory a v České republice ji upravuje hned několik vyhlášek. [35]

V České republice je KVET nejvíce rozšířen ve výrobnách nad 5 MWe, kde vstupní surovinou je nejčastěji hnědé uhlí, zemní plyn a biomasa, ve výrobnách do 1MWe převažuje bioplyn. [6]

Je udáván jako procentuální zastoupení na hrubé výrobě elektřiny.

4.4 Výpočet statistické analýzy

Jedním z mnoha způsobů popisu spotřeby elektrické energie pomocí sledovaných faktorů s možností na predikci je statistická analýza.

Všechna tabulková data pochází z důvěryhodných zdrojů, ověřených nejčastěji ze dvou nezávislých zdrojů. Jedná o data z Českého statistického úřadu, Eurostatu a Word data bank. Data jsou čerpána z různých zdrojů s ohledem na to, že každá databáze je tvořena z různého původu informací. Omezením počtu zdrojů je zaručena menší chyba, jelikož každý zdroj počítá data jinak. Problém kupříkladu nastává při rozdělení spotřeby mezi jednotlivé sektory – spotřeba v dopravě, domácnostech či průmyslu, kde jednotlivé zdroje započítávají odlišně spotřebitele do odlišných sektorů.

Časový horizont sběru dat je omezen na období pouze od roku 1990 do aktuálního data, nejčastěji do roku 2015 či 2016. V tomto období jsou data dobře dostupná. Jde o krátký časový úsek, je však si nutné uvědomit, že například před Sametovou revolucí v roce 1989 měla na spotřebu elektřiny zásadní vliv politická situace. Takto krátký časový úsek může mít i vliv na celkovou nepřesnost statistické analýzy a dále fakt, že analýza je prováděna pouze na úrovni ročních spotřeb. Přesnější analýzu by bylo vhodné provést na měsíčním či týdenním úseku, avšak tyto data jsou velmi obtížně dostupná, či vůbec.

Analýza je prováděna na národní úrovni takřka všech států Evropské unie, s výjimkou států s horší dostupností dat. (Švýcarsko, San Marino, Vatikán, Bělorusko).

4.4.1 Vícenásobná lineární regrese

Nejvhodnějším způsobem vyjádření vztahů mezi závisle proměnou a několika nezávisle proměnnými je pomocí analýzy založené na vícenásobné regresi. V této analýze hledáme hodnoty závisle proměnné z lineární kombinace dvou a více nezávisle proměnných. [36]

Základní použitý vzorec pro vícenásobnou regresi je:

$$y = b + b_1 \cdot x_1 + b_2 \cdot x_2 + \dots + b_n \cdot x_n \quad (4.3)$$

V levé straně rovnice y značí závislou proměnnou, kterou se snažíme predikovat. V našem případě se jedná o celkovou spotřebu netto a netto spotřebu jednotlivých sektorů jako je průmysl, domácnosti a doprava. [36] [45]

Další proměnnou v rovnici, tentokrát na pravé straně, je člen b . Jedná se o absolutní člen, který určuje polohu křivky a jedná se o konstantu. [36] [45]

Proměnné b_1 , b_2 a b_n se nazývají parciální regresní koeficienty, které náležejí jednotlivým nezávisle proměnným. b_1 značí první nezávisle proměnnou, b_2 druhou nezávisle proměnnou, b_n n -tou nezávisle proměnnou. [36] [45]

Hodnoty x_1 , x_2 a x_n odpovídají příslušným nezávisle proměnným. Nezávisle proměnné v našem případě odpovídají údajům o výši HDP, denostupních, průměrné roční teplotě, spotřebě tuhých paliv a plynu, počtu obyvatel a dalších faktorech. [45]

4.4.2 Výpočet v programu Statistica

Program, který byl použit pro hlavní výpočet statistiky, je program *Statistika*. Jde o nástroj pro tvorbu statistické analýzy dat, který nabízí mnoho analytických metod, mezi kterými je i vícenásobná regresní analýza.

Základní sběr dat ze zdrojů Světová banky, Eurostatu a dalších statistických úřadů byl shromažďován do tabulek v Microsoft Excel a to podle příslušných států samostatně. Shromážděná data všech analyzovaných států lze též nalézt v příloze A – Data.xls.

Samotné vyhodnocení statistické analýzy probíhalo v programu Statistica. Pomocí funkce Statistika s vybráním vícenásobné regrese byly vybrány různé kombinace nezávislých a závislých proměnných.

Tabulka 7 Kombinace faktorů statistické analýzy [30]

Spotřeba netto celková	Spotřeba průmyslu
HDP Denostupně Obyvatelé HDP + Denostupně Cena pro průmysl, pro dům Spotřeba plynu a tuhých paliv HDP + obyvatelé HDP + DS + obyvatelé + spotřeba TP a plynu	HDP HDP + cena HDP + cena + bilance obchodu HDP + denostupně Cena pro průmysl Denostupně
Spotřeba dopravy	Spotřeba domácností
HDP Obyvatelé Denostupně HDP + Denostupně HDP + obyvatelé	HDP Obyvatelé Plyn Denostupně HDP + obyvatelé Spotřeba TP a plynu HDP + obyvatelé + cena + spotřeba TP a plynu

Analýza byla prováděna pro všechny výše uvedené státy a uvedené kombinace faktorů spotřeby elektrické energie. Výsledkem je okolo 1000 samostatných analýz, které jsou uvedeny v *příloze B – Statistická analýza.xls*.

Výstupem programu Statistica je soubor dat, jenž je dále použit pro vyhodnocení analýzy.

Tabulka 8 Výstupní hodnoty statistické analýzy programu Statistica

CZ	b*	Sm. Chyba z b*	b	Sm. Chyba z b	p-hodn.
Absolutní člen			41643,22	6289,952	1,173E-06
HDP	0,922835	0,095845	60,02	6,23	2,393E-09
Denostupně	0,045944	0,095845	0,83	1,74	0,636415

V tabulce je příklad výstupu dat z programu Statistica pro sledovanou kombinaci spotřeby celkové elektrické energie netto v České republice v závislosti na HDP a denostupních.

Absolutní člen lze pojmenovat jako průsečík regresní křivky s osou y a určuje polohu křivky. HDP a denostupně jsou nezávislé proměnné. [36]

Vliv každé nezávislé proměnné na závislé proměnnou, tedy spotřebu elektrické energie, je vyjádřen pomocí nestandardizovaného regresního koeficientu

b. Ten je důležitý i pro samotnou predikci a tvorbu základní rovnice vícenásobné regrese (4.3.) [36] [45]

Koeficient b^* je standardizovaný regresní koeficient určující relativní příspěvek každé proměnné. Při pohledu do tabulky 8 je u koeficientu b^* náležící HDP hodnota 0,922835. Tato kladná hodnota značí to, že HDP má výrazný vliv na tvorbu spotřeby elektrické energie netto. Zatímco b^* odpovídající denostupním s hodnotou 0,045944 poukazuje na to, že denostupně mají výrazně nižší vliv na tvorbu spotřeby než HDP. Záporné koeficienty by naopak značili opačný vliv. Zmenšující se hodnota b^* od nuly by znamenala záporný vztah obou veličin. [45]

Směrodatná chyba z hodnot b a b^* značí to, jak moc se od sebe navzájem liší obvyklé případy ve vzorku analyzovaných dat. Pokud je chyba malá, značí to, že číslo jsou navzájem podobná a naopak, pokud je chyba velká, naznačuje to, že velké rozdíly čísel ve vzorku dat. [36] [45]

P-hodnota je jednou z možností, jak zjistit, zda je příspěvek nezávislé proměnné významný či nikoliv. U statistiky jsme zvolili hladinu alfa (chyba prvního druhu), kterou chceme dodržet a podle této hodnoty obvykle tvoříme interval spolehlivosti. Při volbě alfa 0,05 se bavíme o 95 % procentním intervalu. V práci porovnáváme to, zda společná hodnota statistiky se nachází či nenachází v tomto intervalu. *P-hodnotu* lze též popsat, jako nejmenší hladinu, na které zamítáme nulovou hypotézu. [36] [45]

V počítané statistice v této práci je zvolena hladina alfa na úrovni 0,05, což bývá nejčastěji volenou hladinou významnosti. Hodnota 0,05 značí pravděpodobnost nulové hypotézy na úrovni 5 %. V případech, kde *p-hodnota* je rovna nebo menší než 0,05 jsou tyto případy právě vyznačeny červenou barvou. [36] [45]

4.5 Statistická analýza České republiky

Statistická analýza České republiky pomocí jednoduché či vícenásobné regrese je jednou ze 37 souborů prováděných analýz. Každý soubor pro jednotlivý stát Evropy obsahuje až 29 jednotlivých analýz. Tyto analýzy jsou dále rozděleny na statistické analýzy celkové spotřeby netto a netto spotřeby jednotlivých odvětví jako je průmysl, domácnosti a doprava. Sektor ostatní není dále analyzován, jelikož není přesně specifikován a není zcela jasné, kde přesně je elektřina spotřebována.

Tabulka 9 Kombinace vícenásobné regrese pro celkovou spotřebu ČR

	b*	Sm. Chyba z b*	b	Sm. Chyba z b	p-hodn.
Absolutní člen			44761,51	764,42	2,057E-27
HDP	0,907578	0,085709	58,25	5,50	1,589E-10
Absolutní člen			-81932,36	85644,76	0,3483
Počet obyvatel	0,303532	0,194494	0,01	0,01	0,1317
Absolutní člen			68449,57	12374,76	1,090E-05
Denostupně	-0,266666	0,196733	-4,89	3,61	0,1879
Absolutní člen			39004,44	10458,57	1,041E-03
Průměrná roční teplota	0,241717	0,198071	1544,88	1265,93	0,2342
Absolutní člen			190667,80	36624,90	3,204E-05
HDP	1,106854	0,085024	71,99	5,53	8,193E-12
Počet obyvatel	-0,339067	0,085024	-0,01	0,00	6,212E-04
Absolutní člen			41643,22	6289,95	1,173E-06
HDP	0,922835	0,095845	60,02	6,23	2,393E-09
Denostupně	0,045944	0,095845	0,83	1,74	0,6364
Absolutní člen			136412,30	61712,66	3,954E-02
HDP	0,944136	0,097868	61,41	6,37	9,360E-09
Denostupně	0,026489	0,086413	0,48	1,57	0,7625
Spotřeba TP	-0,101353	0,163280	-0,01	0,02	0,5422
Spotřeba plynu	0,180976	0,124238	0,09	0,06	0,1615
Počet obyvatel	-0,224523	0,130088	-0,01	0,01	0,1006
Absolutní člen			40109,51	4247,76	6,632E-07
HDP	2,071229	0,279919	88,88	12,01	8,281E-06
Spotřeba plynu	0,275882	0,114778	0,11	0,05	0,0333
Cena pro průmysl	-1,083977	0,256606	-93315,30	22090,22	0,0012
Absolutní člen			48970,06	1644,68	0,000000
Cena pro domácnosti	0,277647	0,619626	18348	40947	0,661466
Cena pro průmysl	0,446146	0,619626	38407	53341	0,484255
Absolutní člen			64034,97	9512,11	0,000001
Spotřeba TP	-0,636815	0,168668	-0,072402	0,019177	0,000981
Spotřeba plynu	0,138356	0,168668	0,064717	0,078896	0,420471

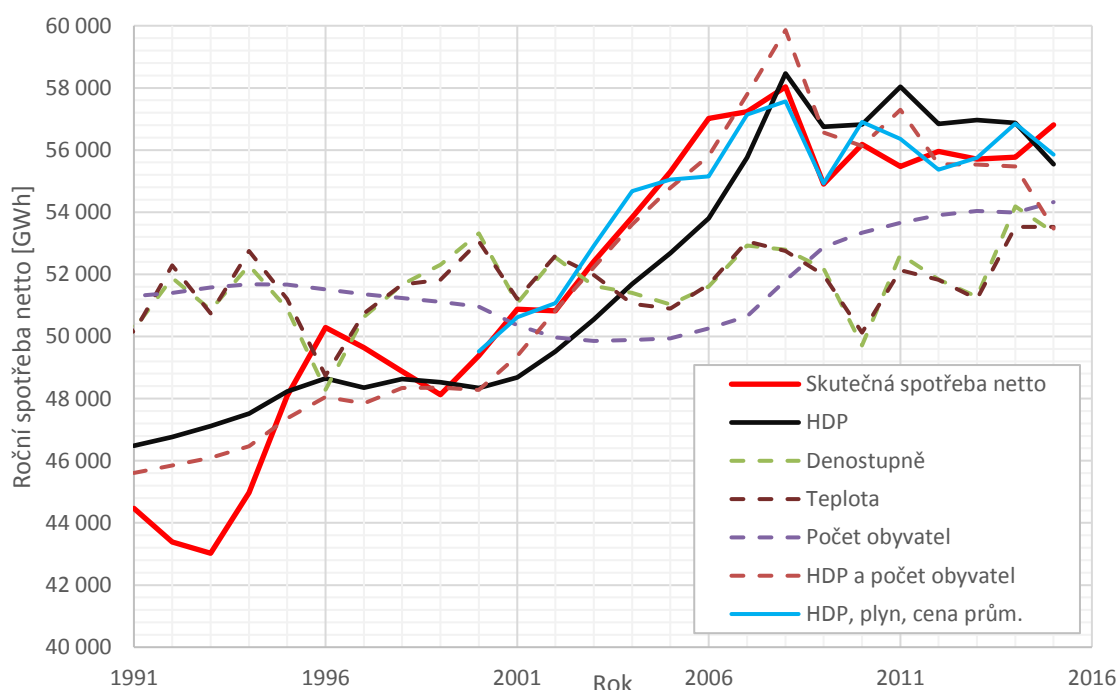
Tabulka 9 ukazuje přehled provedených kombinací vícenásobné regrese pro celkovou netto spotřebu České republiky. Červeně jsou označeny důležité statistické kombinace, kde *p-hodnota* je menší než 0,05.

Z tabulky je zřejmé, že ve všech kombinacích vícenásobné či jednoduché regrese je hlavním faktorem HDP a to s velmi nízkou *p-hodnotou*, což značí velmi

blízký vztah obou veličin. Tento poznatek není pro Českou republiku příliš překvapivý ani nový, avšak u mnoho dalších států je situace značně jiná, jak bude popsáno v další kapitole.

Při dalším pohledu do tabulky je vidět, že v dalších kombinacích, do kterých je zahrnuto HDP, má vždy zásadní či jednoznačný vliv na výsledný model pro vyjádření celkové spotřeby netto. Kupříkladu v kombinaci HDP a počet obyvatel je počet obyvatel vyznačen též červeně. Značí to opět úzkou závislost mezi počtem obyvatel a celkovou netto spotřebou. Avšak v tomto případě je veličina b^* záporná, což představuje negativní závislost v této konkrétní kombinaci. Vyrůstající počet obyvatel má negativní vliv na růst spotřeby.

V modelaci celkové spotřeby netto pouze v závislosti na počtu obyvatel je p-hodnota vyšší než 0,05 a to na hodnotě 0,1317. Je tedy zřejmé, že stoupající počet obyvatel má kladný vliv na spotřebu, avšak tyto dvě veličiny nejsou spolu úzce provázané a podle počtu obyvatel se nedá dostatečně popsat výsledná spotřeba elektrické energie. Stejná situace platí i pro průměrnou roční teplotu a denostupně.



Obrázek 13 Skutečná spotřeba a spotřeba dle statistické analýzy

Obrázek 13 představuje graf, na kterém je vidět rozdíl mezi skutečnou celkovou spotřebou netto v České republice a spotřebou vyjádřenou pomocí vícenásobné regrese při použití několika modelových situací. Modelové situace jsou uvedeny v tabulce 9, kde je statisticky popsáno několik kombinací faktorů majících možný vliv na spotřebu elektrické energie. Je zřejmé, že popis spotřeby pomocí počtu obyvatel není příliš vhodný. Počet obyvatel v České republice kolísá lehce nad

deseti miliony a v řádu let se dá považovat za konstantní. Podobně to platí u průměrné teploty a denostupni. Je pochopitelné, že tyto hodnoty nemůžou mít vypovídající vliv na spotřebu elektrické energie. Spotřeba je analyzovaná na roční úrovni a roční údaje o průměrné teplotě či denostupních mají zcela nevypovídající charakter pro středoevropské podnebí, ve kterém se výrazněji střídají roční období. Nelze tedy najít souvislost mezi průměrnou roční teplotou a množstvím potřebné energie v zimních měsících pro vytápění a v letních měsících pro klimatizaci.

Nejdůležitější faktorem na spotřebu elektrické energie má HDP. Dalšími kombinacemi různých faktorů spolu s HDP lze najít přesnější závislosti, tak jak ukázáno na obrázku 13.

Na tomto obrázku jsou čárkovaně vyznačeny statisticky nevýznamné faktory a jejich kombinace, které jsou v tabulce 9 vyznačeny červenou barvou s p-hodnotou menší než 0,05. Statisticky významné faktory a kombinace jsou právě vyznačeny plnou barvou a jsou úzce spojené se spotřebou elektrické energie.

Tabulka 10 Kombinace vícenásobné regrese pro spotřebu domácností ČR

	b*	Sm. Chyba z b*	b	Sm. Chyba z b	p-hodn.
Absolutní člen			12940,65	531,19	6,3047E-18
HDP	0,457442	0,185419	9,263105	3,754696	2,1496E-02
Absolutní člen			9457,17	32385,10	0,772779
Počet obyvatel	0,028026	0,204044	0,000430	0,003133	0,891897
Absolutní člen			11958,39	4610,69	0,015932
Denostupně	0,086093	0,203366	0,568843	1,343712	0,675819
Absolutní člen			7166,56	899,741089	3,4093E-08
Spotřeba plynu domácností	0,841979	0,110127	0,300825	0,039347	6,9722E-08
Absolutní člen			55912,04	30156,53	0,077187
HDP	0,646834	0,224868	13,098249	4,553519	8,7649E-03
Počet obyvatel	-0,320472	0,224868	-0,004203	0,002949	0,168146
Absolutní člen			9130,94	2007,55	1,4349E-04
Spotřeba TP domácností	-0,207285	0,189565	-0,042419	0,038793	0,285506
Spotřeba plynu domácností	0,672914	0,189565	0,240421	0,067728	1,7075E-03
Absolutní člen			10529,27	18056,17	0,572714
HDP	1,674700	0,926452	9,941203	5,499519	0,100788
Počet obyvatel	0,010274	0,677820	0,000026	0,001730	0,988205
Cena pro domácnosti	-0,852490	1,099838	-7793,50	10054,76	0,456215
Spotřeba plynu domácností	0,741286	0,365976	0,102538	0,050623	0,070331
Spotřeba TP domácností	0,166084	0,372179	0,051837	0,116162	0,664926

Celkovou spotřebu netto dále dělíme na sektor domácností, průmyslu a dopravy. Jedná se o pouze konečnou energii spotřebovanou konečnými zákazníky.

Rozdělením celkové spotřeby na dílčí sektory lze získat lepší pohled na celou problematiku. Každý sektor má svá jedinečná specifika a jeho spotřeba závisí na odlišných faktorech, který má každý jinou váhu.

V sektoru domácností zůstává hlavním faktorem HDP. Druhým hlavním faktorem je spotřeba plynu domácností. Spotřeba plynu domácností sice nelze považovat za faktor spotřeby elektrické energie, avšak je to energetické médium hojně využívané především pro vytápění a ohřev. České domácnosti spotřebovávají přes 80 % celkové energie pro vytápění a ohřev a jen necelých 20 % domácností vytápí elektřinou. Zbýlých 80 % připadá na plyn (30 %), tuhá paliva (15 %), obnovitelné zdroje (25 %) a další paliva. Je tedy zřejmé, že spotřeba elektřiny a plynu je spolu provázána.

Ačkoliv elektrickou energii celkově a v sektoru domácností spotřebovávají lidé pro ně samotné a jejich potřeby, přímou závislost mezi spotřebou elektřiny a počtem obyvatel není zcela možné vyjádřit.

Při pohledu na výsledky vícenásobné regrese v kombinaci tuhých paliv a plynu je opět zřejmá úzká souvislost mezi spotřebou plynu a elektřiny, ale naopak u tuhých paliv je zde vidět klesající trend spotřeby tuhých paliv – negativní závislost. Tento fakt potvrzuje obrázek 6 kapitoly 2.8 pojednávající o vývoji spotřeby paliv českých domácností. Avšak celá kombinace HDP, počtu obyvatel, ceny a spotřeby TP a plynu je podle černé barvy nevypovídající.

Tabulka 11 Kombinace vícenásobné regrese pro spotřebu průmyslu ČR

	b*	Sm. Chyba z b*	b	Sm. Chyba z b	p-hodn.
Absolutní člen			18125,110	595,462	4,364E-20
HDP	0,751241	0,137625	22,975	4,209	1,506E-05
Absolutní člen			19754,25	1166,25	1,009E-10
Cena pro průmysl	0,488075	0,233266	24760,98	11834,04	5,511E-02
Absolutní člen			31433,11	6454,16	5,778E-05
Denostupně	-0,309408	0,194108	-2,998258	1,880962	1,240E-01
Absolutní člen			20583,314	711,848	3,483E-13
HDP	2,098878	0,406972	53,075	10,291	1,843E-04
Cena pro průmysl	-1,485146	0,406972	-75344,361	20646,468	2,941E-03
Absolutní člen			19675,92	4634,88	3,315E-04
HDP	0,733187	0,150204	22,42	4,59	7,026E-05
Denostupně	-0,050694	0,150204	-0,432891	1,282619	7,389E-01

Absolutní člen			19802,092	676,777	1,583E-12
HDP	2,618714	0,401246	66,221	10,146	2,825E-05
Cena pro průmysl	-1,670794	0,351247	-84762,611	17819,442	4,667E-04
Bilance obchodu	-0,457201	0,182642	-0,102470	0,040934	2,775E-02

Sektor průmyslu vykazuje očekávané vztahy. Nejzásadnější vliv má opět HDP. Při dlouhodobém pohledu má průmysl v České republice přibližně třetinový podíl na tvorbě HDP. V průmyslu hraje roli nejzásadněji zpracovatelský průmysl tvořící dlouhodobě čtvrtinu české ekonomiky a dále pak automobilový průmysl a průmysl zabývající se dopravními prostředky a elektro zařízení. Klesající trend vykazuje v posledních letech těžba těžké odvětví. Jeho procentuální podíl v průmyslu je však pouhých 5 %. [37]

Závislost spotřeby elektrické energie na ceně je podle statistik hůře čitelná a nelze najít přímou závislost mezi těmito dvěma veličinami.

Bilance obchodu je pouze okrajový faktor a tvoří je mezinárodní statistiky obchodu se zbožím. Její velikost a vliv může mít zásadnější vliv až u států, které jsou výrazněji exportně založené a vyváží své výrobky ven ze země. Česká bilance obchodu je v posledních letech na dobré úrovni, což odráží dobrou kondici českého průmyslu. [37]

Tabulka 12 Kombinace vícenásobné regrese pro spotřebu v dopravě ČR

	b*	Sm. Chyba z b*	b	Sm. Chyba z b	p-hodn.
Absolutní člen			2609,53	83,17	2,206E-20
HDP	-0,808029	0,122845	-3,866848	0,587877	1,036E-06
Absolutní člen			23849,38	6198,12	7,733E-04
Počet obyvatel	-0,580999	0,166137	-0,002097	0,000600	1,856E-03
Absolutní člen			1002,16	1060,99	3,543E-01
Denostupně	0,220675	0,199092	0,342729	0,309209	2,787E-01
Absolutní člen			13752,73	4325,08	4,334E-03
HDP	-0,600211	0,136468	-2,87	0,65	2,281E-04
Počet obyvatel	-0,351650	0,136468	-0,001090	0,000423	1,721E-02
Absolutní člen			2522,93	648,77	7,907E-04
HDP	-0,801586	0,134363	-3,84	0,6430	5,278E-06
Denostupně	0,018091	0,134363	0,024173	0,179534	8,941E-01

Dle statistik Eurostatu, drtinovou většinu spotřebovaných zdrojů energie v dopravě tvoří kapalná paliva. Sektor dopravy se v České republice podílí přibližně na 5 % z celkové netto spotřeby elektrické energie. Dále jako jediný sektor vykazuje klesající trend spotřeby elektřiny. Tento fakt je také vidět dle záporných koeficientů

*b**. Jinak řečeno, v sektoru dopravy se nedokázaly najít faktory přímo související se spotřebou elektřiny v dopravě. [30]

Celkově při analýze jednotlivých sektorů lze usoudit, že výsledné spotřeby sektorů téměř vždy závisely na velikosti HDP a to díky malé *p-hodnotě*. Některé další možné faktory hrály též významnou roli, avšak ne zásadní. Tyto faktory a kombinace vícenásobných regresí měly v mnohých případech velkou hodnotu chyb. Je to dáno především nepredikovatelnými událostmi, jako jsou hospodářské krize a možné politické vlivy, dále pak malým množstvím dat, jelikož statistická analýza je prováděna v rozmezí let 1990–2015 a mnohdy údaje z několika let se nepodařilo kompletně doplnit, viz příloha A.

4.6 Statistická analýza států Evropy

Tímto způsobem by bylo možné popsat každý analyzovaný stát samostatně, na který byly použity jednoduché či vícenásobné regrese s kombinacemi dle tabulky 7, což by vedlo ke zdoluhavému a nezajímavému popisu všech 37 států, kterým se věnuje tato práce. Z toho důvodu je následné zhodnocení rozděleno podle spotřeb elektřiny jednotlivých sektorů a spotřeby elektřiny celkové. Kladné závislosti jsou v tabulkách označeny [+], záporné [-]. Více dat lze nalézt v příloze B - Statistická analýza, která obsahuje všechny vypočtené analýzy.

4.6.1 Celková spotřeba elektřiny států

Z výsledků statistické analýzy je zřejmé, že celková spotřeba je nejvíce závislá na HDP, což je pochopitelné, jelikož HDP je hlavní ukazatel výkonnosti ekonomiky států. Podle spočtené *p-hodnoty* (červeně označené), která značí statisticky významné příspěvky spadající do 95 % pravděpodobnosti výskytu závislosti. Tato závislost se prokázala u 30. případů z 37.

Elektrickou energii spotřebovávají lidé a její závislost nemusí být vždy relevantní k celkové spotřebě tak, jak by se na první pohled mohlo zdát. Pouze v 20 státech se projevila statisticky kladná závislost. V 5 dalších státech (HU, HR, PL, ME, AL) jako záporná. Jde o státy, ve kterých počet obyvatel dlouhodobě klesá, avšak průměrná spotřeba na obyvatele/rok stále narůstá s rostoucí životní úrovní těchto rozvojových zemí.

U sledování ročních denostupňů a průměrné roční teploty nebyly nalezeny žádné kladné závislosti, pouze u 8 států záporné významné příspěvky. Jedná se především o státy se středomořským klimatem; Chorvatsko, Kypr, Řecko... U sledování těchto parametrů však není zcela jasné, jak ovlivní výslednou spotřebu. Jiný vliv budou mít středomořské státy, kde se spotřeba projeví negativně

s klesajícími denostupni díky potřebě klimatizovat, na druhou stranu severské země typu Norsko, Švédsko budou mít pozitivní závislost. Bohužel v ročním měřítku jsou tyto hodnoty nevypovídající, jelikož změny klimatu mohou být pozvolné či žádné, při vyhodnocení na měsíční, týdenní či denní bázi je tato závislost jasně zřejmá.

Při pohledu na další faktory a jejich kombinace je patrné, že žádný významný faktor, jako je HDP už nalézt nelze. Spotřebu plynu a tuhých paliv sice nelze považovat za faktory ovlivňující spotřebu elektrické energie, jde pouze o další energetický zdroj pro koncového zákazníka. Jejich provázanost s elektřinou je významně prokázána u 9 států.

Tabulka 13 Významné faktory a jejich kombinace pro celkovou spotřebu netto

Faktory a jejich kombinace	Počet států
HDP [+]	30
Počet obyvatel [+]	20
Denostupně [-]	8
HDP [+], Počet obyvatel [+]	7
Počet obyvatel [-]	5
HDP [+], Počet obyvatel [-]	5
Spotřeba tuhých paliv [-], spotřeba plynu [+]	5
Cena elektřiny průmysl [-], Cena elektřiny domácnosti [+]	4
Cena elektřiny průmysl [+] , Cena elektřiny domácnosti [-]	4
Spotřeba tuhých paliv [+] , spotřeba plynu [-]	3
HDP [-], Počet obyvatel [+]	1
Spotřeba tuhých paliv [+] , spotřeba plynu [+]	1

4.6.2 Spotřeba sektorů průmyslu států Evropy

Průmyslový sektor, až na výjimky pár států, lze považovat za dominantní vůči celkové spotřebě, kde ji v průměru tvoří 30–45 %. Navíc průmysl má zásadní vliv na tvorbu HDP, což je dokázáno statisticky významnou závislostí mezi spotřebou průmyslu a HDP a to v 19 státech.

Jedním z ukazatelů úspěšného průmyslu v zemi, může být mezinárodní obchodní bilance. Jinak řečeno, čím více vyveze země přes hranice výrobků, tím více musí být spotřebováno energie na jejich výrobu a zpracování. Tento fakt byl kladně prokázán u 10 států, které jsou exportní. Především Island se zpracovatelským průmyslem hliníku, Švédsko se strojírenským a těžebním průmyslem, Německo s velkým počtem velkých firem (SAP, Bayer, E.ON, Siemens, Metr...), Belgie s převažujícím chemickým průmyslem nebo Polsko a Finsko. U 8 států se projevila statisticky významná negativní závislost, jde však o státy s malým podílem průmyslu, nad kterým převažují služby. Jsou to středomořské státy – Španělsko, Chorvatsko, Řecko, Kypr, Portugalsko.

Prokázání závislosti na denostupních se nepodařilo, avšak kombinace HDP s cenou elektřiny jde u několika států nalézt. Při pohledu na kombinaci HDP s bilancí obchodu, lze nalézt 13 významných závislostí.

Tabulka 14 Významné faktory a jejich kombinace pro spotřebu průmyslu

Významné faktory a jejich kombinace	Počet států
HDP [+]	19
HDP [+], Cena elektřiny průmysl [-]	14
Bilance obchodu [+]	10
Cena elektřiny průmysl [-]	8
Bilance obchodu [-]	8
HDP [+], Bilance obchodu [+]	5
HDP [-]	3
Cena elektřiny průmysl [+]	3
Denostupně [-]	3
HDP [+], Bilance obchodu [-]	2
HDP [-], Bilance obchodu [-]	2

4.6.3 Spotřeba sektorů domácností států Evropy

Vyhodnocení spotřeby domácností opět vykazovalo v nejvíce případech pozitivní závislost na HDP, a to v 30 případech, pouze u Srbska negativně. Zajímavostí je, že při pohledu na závislost pouze na počtu obyvatel je prokázána u 20 kladná a u 10 států záporná statistická významnost. Tato významná záporná závislost se projevuje pouze u států s klesajícím počtem obyvatel.

Jediným sektorem, kde byla prokázána přímá závislost denostupňů na spotřebě vybraného sektoru jsou právě domácnosti. Významně kladná závislost byla vyhodnocena u severských států Norska a Švédska. V těchto dvou státech převažuje v domácnostech elektrické vytápění významněji než okolních státech a to dlouhodobě okolo 80% z celkového způsobu vytápění a tyto státy mají i jednu z nejvyšších spotřeb elektrické energie na obyvatele. Významně zápornou závislost vykazují 3 středomořské státy (Řecko, Chorvatsko a Cypr), kde se v domácnostech projevuje vliv klimatizace.

Obdobně jako u celkové spotřeby, spotřeba plynu domácností prokazuje významnou závislost u 20 států. Jde však pouze o dva na sobě nezávislé energetické zdroje, kde však jejich spotřeba spolu souvisí.

Tabulka 15 Významné faktory a jejich kombinace pro spotřebu domácností

Významné faktory a jejich kombinace	Počet států
HDP [+]	29
Počet obyvatel [+]	20
Spotřeba plynu domácností [+]	20
Počet obyvatel [-]	10
Spotřeba plynu domácností [+], tuhých paliv domácností [-]	7
HDP [+], Počet obyvatel [+]	5
Denostupně [-]	4
HDP [+], Počet obyvatel [-]	4
HDP [-], Počet obyvatel [+]	3
Spotřeba plynu domácností [-]	3
Denostupně [+]	2
Spotřeba plynu domácností [+], tuhých paliv domácností [+]	2
HDP [-]	1

4.6.4 Spotřeba sektorů dopravy států Evropy

Sektor dopravy patří mezi nejmenší analyzované sektory. Jeho velikost se vzhledem k celkové spotřebě pohybuje nejčastěji do 4 %. Významný faktor HDP lze považovat v 28, 14 pro kladnou a 14 pro zápornou závislost. Záporná závislost je ve státech, kde spotřeba dlouhodoběji klesá. U vztahů k počtu obyvatel je kladná významná závislost u 19 států, paradoxně u 5 států záporná. Další faktory a jejich kombinace se ve větším měřítku dle tabulky 15 nepodařilo dokázat.

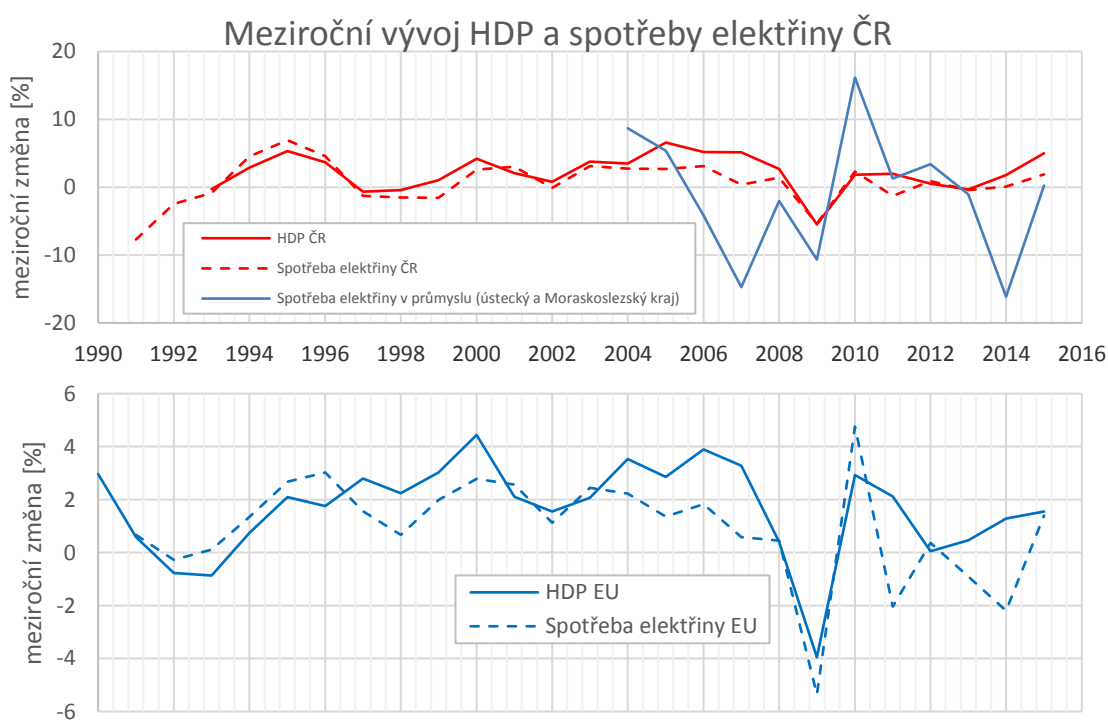
Tabulka 16 Významné faktory a jejich kombinace pro spotřebu dopravy

Významné faktory a jejich kombinace	Počet států
Počet obyvatel [+]	19
HDP [+]	14
HDP [-]	14
Počet obyvatel [-]	5
Denostupně [-]	4
HDP [+], Počet obyvatel [+]	3
Denostupně [+]	1
HDP [-], Denostupně [+]	1
HDP [+], Počet obyvatel [-]	1
HDP [-], Počet obyvatel [-]	1
HDP [-], Počet obyvatel [+]	1

4.6.5 Závěrečné shrnutí a zajímavá fakta

Statistickou analýzu pomocí vícenásobné regrese je nutno brát ne zcela jednoznačně. Jde pouze o jedno z možných vyjádření, jak nalézt výsledné závislosti na spotřebě elektrické energie v jednotlivých sektorech národního hospodářství a celkovém měřítku. Je nutno uvést, že analýza je prováděna na krátkém časovém úseku, který může do výsledku vnést určitou chybu. Za statisticky významný faktor považujeme 95 % pravděpodobnost existence závislosti.

I přes tyto fakty je zcela patrné, že spotřeba elektrické energie u většiny států má vztah k HDP velmi silný s téměř lineární vazbou. Toto tvrzení je pravdivé i u sektoru průmyslu a domácností, vyjma dopravy, kde HDP ve větší míře nelze brát jako statisticky významný faktor. Celkové statisticky významné faktory a jejich kombinace lze nalézt ve výše uvedených tabulkách 13,14,15 a 16.



Obrázek 14 Meziroční vývoj HDP a spotřeby elektřiny ČR a EU [30]

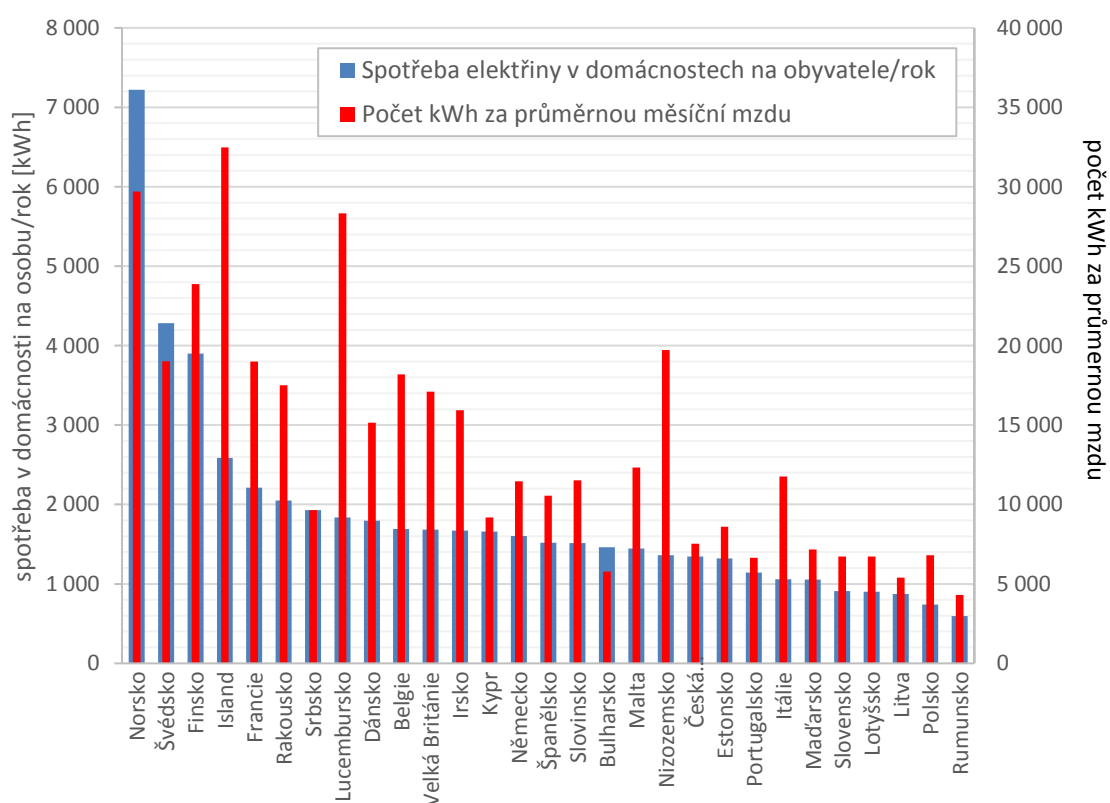
Propojenost obou veličin je podle grafů jasně zřejmá, avšak najdou se období, kde tato závislost neodpovídá realitě. Kupříkladu mezi lety 2004–2008 spotřeba elektřiny nerostla meziročně v takovém tempu, jak HDP. Zajímavý je i rok 2011, kdy spotřeba a HDP mají v ČR opačnou tendenci. Tyto jevy není lehké matematicky popsat, ale určitý vliv na to může mít přesouvání výroby z Evropy do zbytku světa a dovoz zboží z těchto zemí. [30]

Při pohledu na srovnání HDP a spotřeby České republiky je do grafu zaveden vývoj spotřeby průmyslu dvou krajů, kde se nachází energeticky nejnáročnější průmysl – Ústecký a Moravskoslezský. Nachází se zde většina z chemického

průmyslu, energetického zpracování uhlí, oceláren, železáren a strojírenského průmyslu. Tyto dva kraje svojí spotřebou v průmyslu představují přibližně 15 % celkové spotřeby České republiky, tudíž na ní mají svůj významný vliv stejně tak, jako velikost hutních výrobků.

Populační vývoj neboli zkoumaný počet obyvatel dle předběžných odhadů, netvoří statisticky významný faktor spotřeby elektrické energie tak, jak by se mohlo zdát. Spotřeba elektřiny narůstá mnohem rychleji než počet obyvatel díky zvyšující se životní úrovni s ní zvyšující se spotřebu materiálových potřeb. Pouze v sektoru dopravy se objevil počet obyvatel u mnoha států jako významný faktor.

Průměrná teplota neboli denostupně (v ročním měřítku se jedná o takřka konstantní veličiny) nemají při vyhodnocování zásadní vliv. Avšak při analýze na měsíční, týdenní či denní bázi by tato závislost byla jasně zřejmá. Jediné pozitivní významné události spojené s denostupni lze nalézt u domácností u severovýchodních zemí, kde přes 80 % zákazníků využívá elektřinu k vytápění.



Obrázek 15 Cenové porovnání spotřeby domácností [30]

Na výše uvedeném grafu je zobrazena cenová dostupnost elektrické energie vůči průměrnému platu v daném státu ve srovnání se skutečnou roční spotřebou v domácnostech přepočtenou na osobu. Je patrné, že nejvíce elektrické energie v domácnostech spotřebují především severovýchodní země s velkým procentem

zákazníků vytápějící elektřinou. Větší cenová dostupnost se pozitivně projevuje i na výši spotřeby elektřiny.

Specifický stát v tomto ohledu lze určit Island, se svojí levnou dostupnou energií. Ačkoliv Island v celkovém měřítku spotřeby elektrické energie na osobu několikanásobně převyšuje evropský průměr, ve spotřebě na osobu v domácnostech se řadí do lehce nadprůměrných. [30]

Jedním ze specifických států je i Lucembursko. Jde o západoevropský stát s přibližně půl milionem obyvatel a nejvyšším HDP na obyvatele. Roční spotřeba na obyvatele činí přes 11MWh. (2x více než v ČR). Takto vysoká spotřeba je daná velkým počtem dojíždějících pracujících z okolních států. Při pohledu na spotřebu v domácnostech na obyvatele se jedná o podobnou hodnotu jako v ČR, přibližně 1700 kWh/rok. Tvorbu HDP udávají z 80 % služby, sídlí zde přes 200 bankovních institucí, spolu s Evropským statistickým úřadem Eurostatem. [30] [38]

Zajímavým státem je i Bulharsko. Tento jihozápadní stát se odlišuje od průměru svou vysokou spotřebou energií, jak elektrickou, tak spotřebou plynu a vody i přes menší cenovou dostupnost vůči jejich průměrnému platu. [30]

5 VLIV ÚSPORNÝCH OPATŘENÍ

Se stále zvyšující se životní úrovní narůstá spotřeba elektrické energie, a to nejen v domácnostech. Ze zkoumaného období 1990–2015 je patrné, že spotřeba českých domácností elektřiny a plynu se téměř zdvojnásobila při takřka konstantním počtu obyvatel. [30]

Rozvoj elektrických spotřebičů a jejich cenová dostupnost nám do značné míry umožňují navyšování životního komfortu. S tím roste i materiálová potřeba pro jejich výrobu a životní cyklus. Tyto vlivy mají kladný vliv na růst HDP a poptávku po elektrické energii. Na druhou stranu konzumní politika výrobků a zvyšující se poptávka po elektrické energii má negativní vliv na životní prostředí, která vede k zavádění úspor. [42]

Úspory ve spotřebě elektrické energie lze považovat za ekonomicky výhodné, pokud jsou i ekologicky zdůvodnitelné. Jeden z možných příkladů vlivu na úsporu elektřiny při stejné ekonomické hodnotě je výrobní činnost se záměrem uspořit elektřinu. Takto mohou nastat tři situace:

- Při investování do úsporných opatření (spotřebiče s nižší spotřebou, vyšší účinností, vyšší efektivita...) neklesnou náklady na výrobu či provoz o takové množství finančních prostředků, které jsem investoval právě do těchto úspor. Z čehož vyplývá, že je nutné navýšit objem výroby pro dorovnání této ztráty a tím navýšit výdaje a příjmy. [42]
- Druhým příkladem je situace, kdy výše investovaných prostředků se rovná výši úspor v provozních nákladech. [42]
- Třetím příkladem může být fakt, že výše investic je nižší než úspora na provozních nákladech. V tomto ohledu se mohou snížit celkové vynaložené prostředky na jeden výrobek vedoucí k nižší ceně, větší dostupnosti pro koncového zákazníka a tím i většímu odbytu výrobků. V celkovém měřítku mohou tyto úspory vést k vyšší spotřebě. Tento jev se nazývá Jevonsův paradox. [42]

5.1 Jevonsův paradox

Jak už bylo řečeno, Jevonsův paradox lze považovat za jev, při kterém technologické inovace a zvyšování produkce a efektivity dosáhneme úspor finančních, materiálových, tak především energetických. Tyto aspekty hrají zásadní vliv na spotřebu přírodních zdrojů a jejich hospodárné využití. Na druhou stranu však tyto inovace vedou ke zcela opačnému efektu. Jevonsův paradox spočívá v tom, že při efektivnějším využití přírodních a energetických zdrojů snížíme náklady na výrobu konečného produktu či služby a tím i jeho cenu. Snížená cena ovšem

zlepší dostupnost služby či produktu pro spotřebitele, kteří si ho před inovací nemohli dovolit a tedy si službu či produkt pořídí více lidí než před samotnou inovací. Efektivnější výroba či poskytování služeb může vést ke zvýšení produkce či výrobě energeticky náročnějších a materiálově složitějších produktů, které ve finálním výsledku vedou ke zvýšení celkových energetických nároků na celý cyklus, který přesáhne jednotkovou úsporu na jeden produkt. [39] [40]

5.2 Vyšší účinnost vedoucí k další spotřebě

Při tvorbě strategie pro vyšší účinnost je třeba mít na mysli Jevonsův paradox neboli anglické pojmenování „rebound efekt“. Jde o jev popsáný v předchozí kapitole. Procento úspor se tak ve skutečnosti ztratí a v mnohých případech může vést ke ztrátě smyslu politiky na podporu úsporné technologie. Jevonsův paradox se typicky značí jako procento potencionálních úspor, které nejsou ve spektru celkového zefektivnění využity. [41]

Jevonsův paradox se může projevit okamžitě tím, že nižší cena energie vyvolaná úsporami vede k tomu, že někteří spotřebitelé začnou využívat energetické služby více. Druhý nepřímý vliv je ten, že díky vyšší energetické účinnosti mohou spotřebitelé investovat do produktů, které spotřebovávají další novou energii. [41]

Tento jev je více znatelný u obyvatelstva z nízkopříjmových skupin obyvatelstva. Těmto lidem se totiž otvírá možnost využít energii lépe než doposud. Některé energetické služby díky inovacím zlevnily na cenu, kterou si mohou tito lidé dovolit a tím získávají k těmto technologiím přístup, čímž zvyšují celkovou spotřebu. Podobná situace nastává v rozvojových zemích, kde jejich ekonomiky rostou rychle, což s sebou přináší vyšší spotřebu energie. V těchto zemích se mnohdy projevuje i menší vzdělanost obyvatelstva spojená s menší zkušeností využívání energie a tedy celkové energetické úspory zmenšuje či zcela mění politiku úspor. [41]

V případě vyspělých zemí se vzdělanou populací a s odborníky na svých místech není moc povědomí o rebound efektu. V těchto zemích rebound efekt může představovat v domácnostech a v osobní dopravě 10–30 %, v případě těžkého a energeticky náročného průmyslu může tento jev dosahovat až 60 %. [41]

Bližší a podrobnější zkoumání rebound efektu však není proti politice na podporu zvyšování energetické efektivity. Je zde však jistá obava organizací zabývajících se úspory energie, že toto zkoumání rebound efektu povede ke zpomalení vývoje vyšší energetické účinnosti. Tento problém je však třeba dobře pojmut, aby bylo možné předejít negativnímu dopadu. Mnohé studie též doporučují, aby zvyšování energetické účinnosti mělo souvislosti se zvyšováním cen elektrické energie. [41]

5.3 Vliv dotací „Zelená úsporám“

Jedním z politických vlivů na úsporu elektřiny je program *Zelená úsporám*. Jde o program Ministerstva životního prostředí, spravovaný Státním fondem životního prostředí, který se zaměřuje na podporu zateplení rodinných a bytových domů s instalací nízkoemisních tepelných zdrojů s podporou obnovitelných zdrojů. Aktuálně se v roce 2017 nacházíme v třetí vlně tohoto programu s názvem „Nová zelená úsporám“, aktivní v letech 2014-2020. Cílem těchto programů je především zlepšování životní úrovně a kvality bydlení pomocí snižování produkce skleníkových plynů CO₂ a úspora energie u koncových zákazníků. [43]

Popsání vlivu programu *zelená úsporám* na spotřebu elektrické energie pro vytápění a ohřev rodinných a bytových objektů nelze zcela přesně specifikovat. při zkoumání vlivu lze kupříkladu vypožorovat fakt, že v probíhajících letech programu se zvýšila výroba energie z tepelných čerpadel mezi lety 2009-2013 o 100 % na více než 800 GWh/rok. Při pozorování vlivu výše dotací na využití obnovitelných zdrojů, tepelných čerpadel a solárně-termických kolektorů bylo zjištěno, že výše dotací má vliv na snížení spotřeby (1 milion v dotačním programu = možné snížení spotřeby domácností o 208MW/rok). Mnohem větší vliv však má průměrná roční teplota, avšak v tak krátkém časovém úseku nelze vyvozovat spolehlivé výsledky. Avšak až po dokončení programu a v analýze delšího časového úseku budeme moci vyhodnotit spolehlivější data a skutečný vliv tohoto programu. [44]

6 ZÁVĚR

Sledování vývoje spotřeby elektrické energie na její možnou predikci je důležité pro zajištění rovnovážného chodu celé distribuční a přenosové sítě. Predikci spotřeby můžeme rozdělit na krátkodobou, řešící výkyvy, maxima a minima na denní úrovni, střednědobou pro predikci v řádu týdnů, měsíců a dlouhodobou predikci, která je nezbytná pro udržení kroku s narůstající spotřebou elektřiny pomocí rozšiřování, modernizování distribuční a přenosové sítě, ale také výstavbu nových energetických zdrojů. Tyto změny v síti není možné realizovat v krátkém časovém horizontu, proto je nutné vytvořit i dlouhodobou predikci spotřeby elektrické energie, která vychází z poznatků předešlého chování vývoje spotřeby v závislosti na jejích hlavních faktorech, které jsou dále v práci analyzovány.

Druhá kapitola této práce nás uvádí do problematiky vývoje spotřeby elektrické energie od počátků elektrifikace, až do dnešní doby na území České republiky. V počátcích energetiky spotřeba elektřiny byla závislá především na velikosti průmyslové produkce, dále už pak vlivem elektrifikace byla dostupná i pro běžné uživatele. Od šedesátých do konce osmdesátých let byla spotřeba elektřiny ovlivněna především politickými vlivy a celkovou dostupností. Od začátku devadesátých let se popis spotřeby elektrické energie jeví jako komplikovaná problematika, záviselá na mnoha faktorech, nejen na vývoji HDP.

Třetí kapitola obsahuje menší srovnání spotřeby a jejího vývoje v Evropě a nejzajímavějších státech světa. Je zde poukázáno na to, že jsou propastné rozdíly ohledně spotřeby mezi vyspělými státy EU a kupříkladu zeměmi střední Afriky, kde spotřeba dosahuje několik kWh na obyvatele/rok, zatímco v evropském průměru se pohybuje okolo 4 MWh na obyvatele/rok.

Čtvrtá kapitola je věnována statistické analýze faktorů ovlivňujících spotřebu elektrické energie. Pomocí jednoduché a vícenásobné regresní analýzy byla analyzována netto spotřeba na celkové úrovni a v jednotlivých sektorech národního hospodářství jako je průmysl, domácnosti či doprava pro 37 států Evropy samostatně. Analýza byla prováděna pouze na krátkém časovém úseku (1990 - 2016), který může do výsledků vnést určitou chybu či nepopsat vliv jednotlivých faktorů dokonale. Byly zkoumány jednotlivé faktory a jejich možné kombinace na vliv spotřeby elektřiny. Za statisticky významný faktor považujeme 95 % pravděpodobnost existence závislosti.

Cílem práce bylo prokázat vliv jednotlivých faktorů. Jedním ze statických významných faktorů na celkovou netto spotřebu se u více než 2/3 států prokázalo HDP, jakožto i hlavní ukazatel ekonomiky. Provázanost HDP a spotřeby elektřiny je názorně ukázána i na obrázku 14. Jde tedy o hlavní faktor ovlivňující spotřebu

elektrické energie, ale v určitých časových úsecích však neodpovídá zcela vývoj spotřeby elektřiny vývoji HDP. Je proto nutné brát v úvahu i jiné faktory. Další statisticky významné faktory a jejich kombinace jsou podrobně uvedeny v tabulkách 13–16.

Analýza faktorů pomocí statistické analýzy je pouze jedním z možných způsobů prokázání vlivu těchto faktorů. Tyto analýzy a pohled na vývoj spotřeby elektrické energie mohou sloužit pro vytvoření modelu pro dlouhodobou predikci spotřeby elektřiny.

Pátá kapitola představuje lehký pohled na úspory elektrické energie. Přímé vyčíslení úspor není vždy jednoznačné. Snížení spotřeby elektrické energie může mít být důsledek makroekonomického vlivu či vládních programů, kupříkladu program „Zelená úsporám“. Dokázání vlivu úspor v domácnostech však komplikuje zvyšování životní úrovně a s ním spojené zvyšování spotřeby energií.

Literatura

- [1] Významná data. *Skupina ČEZ* [online]. [cit. 2017-03-11]. Dostupné z: <https://www.cez.cz/cs/vyzkum-a-vzdelavani/pro-zajemce-o-informace/historie-a-soucasnost/vyznamna-data.html#elektrizace>
- [2] KUBÍN, Miroslav. PANORAMA GROUP, a.s. *Elektroenergetika v Českých zemích* [online]. Praha, 2000 [cit. 2017-03-11]. Dostupné z: http://media.cez.cz/webdav/storage/cd_elektroenergetika/elektroenergetika.zip
- [3] *Roční zpráva o provozu ES ČR: 2012* [online]. 30 [cit. 2016-01-08]. Dostupné z: http://www.eru.cz/documents/10540/462820/Rocni_zprava_provoz_ES_2012.pdf/4fdde065-9e59-442f-ba17-74651ff68625
- [4] *Roční zpráva o provozu ES ČR: 2013* [online]. 35 [cit. 2016-01-08]. Dostupné z: http://www.eru.cz/documents/10540/462820/Rocni_zprava_provoz_ES_2013.pdf/20c3f587-a658-49f7-ace9-56be8a66b7b9
- [5] *Roční zpráva o provozu ES ČR: 2014* [online]. 35 [cit. 2016-01-08]. Dostupné z: http://www.eru.cz/documents/10540/462820/Rocni_zprava_provoz_ES_2014.pdf/933fc41a-ad79-4282-8d0f-01eb25a63812
- [6] *Roční zpráva o provozu ES ČR: 2015* [online]. 35 [cit. 2017-03-08]. Dostupné z: http://www.eru.cz/documents/10540/462820/Rocni_zprava_provoz_ES_2015.pdf/3769f65b-3789-4e93-be00-f84416e1ca03
- [7] Postupný vývoj přenosové soustavy. *ČEPS, a.s.* [online]. [cit. 2016-01-08]. Dostupné z: <http://www.ceps.cz/Stranky/vyvojps.aspx>
- [8] Elektroenergetika: Vznik a vývoj přenosové soustavy elektrické energie. *TZB-info* [online]. 2016 [cit. 2017-03-12]. Dostupné z: <http://energetika.tzb-info.cz/elektroenergetika/13645-vznik-a-vyvoj-prenosove-soustavy-elektricke-energie>
- [9] Vývoj přenosové soustavy. *ČEPS, a.s.: Technická infrastruktura* [online]. [cit. 2017-03-12]. Dostupné z: <https://www.ceps.cz/CZE/Cinnosti/Technicka-infrastruktura/Stranky/Vyvoj-PS.aspx>
- [10] Energetika v ČR: Spotřeba elektřiny v ČR - dlouhodobý vývoj. *Skupina ČEZ* [online]. [cit. 2017-03-12]. Dostupné z: <https://www.cez.cz/cs/pro-media/cisla-a-statistiky/energetika-v-cr.html>

- [11] Zajímavá čísla. ČEPS, a.s. [online]. [cit. 2017-03-13]. Dostupné z: <https://www.ceps.cz/CZE/Media/Stranky/Zajimava-cisla.aspx>
- [12] Souhrnné vyhodnocení spotřeby paliv a energií v českých domácnostech k roku 2015: Čím topíme a kolik nás to stojí. TBZ-info [online]. [cit. 2017-03-15]. Dostupné z: <http://vytapeni.tzb-info.cz/15456-souhrnne-vyhodnoceni-spotreby-paliv-a-energie-v-ceskych-domacnostech-k-roku-2015>
- [13] Final energy consumption in households by fuel. Eurostat [online]. 2017 [cit. 2017-03-15]. Dostupné z: http://ec.europa.eu/eurostat/tgm/refreshTableAction.do?tab=table&plugin=1&pcode=t2020_rk210&language=en
- [14] OBNOVITELNÉ ZDROJE ENERGIE A SKUPINA ČEZ: Z rodného listu obnovitelných zdrojů. Skupina ČEZ [online]. Praha [cit. 2017-03-15]. Dostupné z: <https://www.cez.cz/edee/content/file/pro-media-2012/03-brezen/obnovitelne-zdroje-energie-a-skupina-cez.pdf>
- [15] Roční zpráva o provozu ES ČR: 2010 [online]. [cit. 2017-03-15]. Dostupné z: http://www.eru.cz/documents/10540/462820/Rocni_zprava_provoz_ES_2010.pdf/e33fe1d5-b15c-4a0e-bcc8-08cfaf3252ae
- [16] Česko je třetím největším vývozcem elektřiny v Evropě. E15.cz [online]. 2015 [cit. 2017-03-15]. Dostupné z: <http://zpravy.e15.cz/byznys/prumysl-a-energetika/cesko-je-tretim-nejvetsim-vyvozcem-elektriny-v-evrope-1158220>
- [17] Joule. Wikipedie [online]. [cit. 2017-03-15]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Joule>
- [18] Vyhláška č. 541/2005 Sb. v § 2 odst. 2., O pravidlech trhu s elektřinou, v platném znění v roce 2015.
- [19] Za úsporami také v distribuci elektřiny. Česká energetika [online]. 2008 [cit. 2017-03-19]. Dostupné z: <http://www.ceskaenergetika.cz/nezarazene-clanky/za-usporami-take-v-distribuci-elektriny.html>

- [20] Public data: Spotřeba elektrické energie na obyvatele. *Světová banka* [online]. 2017 [cit. 2017-03-28]. Dostupné z: https://www.google.cz/publicdata/explore?ds=d5bncppjof8f9 &met_y=sp_p op_totl&idim=country:CZE:SVK:AUT&hl=cs&dl=cs#!ctype=l&strail=false&bcs =d&nselm=h&met_y=eg_use_elec_kh_pc&scale_y=lin&ind_y=false&rdim=regi on&idim=country:PRK:NZL:KOR:JPN:CHN:AUS:VNM:ZAF:MUS:ZWE:ETH:USA :CAN:CUB:BRA:IND:BGD:DZA:SAU&ifdim=region&hl=cs&dl=cs&ind=false
- [21] Korejská lidově demokratická republika: Základní charakteristika teritoria, ekonomický přehled. *Ministerstvo zahraničních věcí České republiky* [online]. [cit. 2017-04-03]. Dostupné z: http://www.mzv.cz/jnp/cz/encyklopedie_statu/asie/korejska_lidove_demok raticka_republika/index.html
- [22] Nerostné suroviny a energetika Severní Koreje. *EnviWeb* [online]. [cit. 2017-04-03]. Dostupné z: <http://www.enviweb.cz/clanek/energie/94535/nerostne-suroviny-a- energetika-severni-koreje>
- [23] Energetika Jižní Koreje. *EnviWeb* [online]. [cit. 2017-04-03]. Dostupné z: <http://www.enviweb.cz/clanek/energie/102287/energetika-jizni-koreje>
- [24] ENERGY DATA: HEATING DEGREE DAYS (HDD). *Eurostat* [online]. [cit. 2017-04-12]. Dostupné z: <http://ec.europa.eu/eurostat/web/energy/data>
- [25] Databáze eurostatu: ten00087 Hrubá výroba elektřiny. Český statistický úřad [online]. [cit. 2017-03-09]. Dostupné z: <http://apl.czso.cz/pll/eutab/html.h?ptabkod=ten00087>
- [26] Databáze Eurostatu: Konečná spotřeba energie, podle produktu. Český statistický úřad [online]. [cit. 2017-03-10]. Dostupné z: <http://apl.czso.cz/pll/eutab/html.h?ptabkod=ten00095>
- [27] Databáze Eurostatu: Spotřeba elektřiny průmyslem, dopravou a domácnostmi a službami. Český statistický úřad [online]. [cit. 2017-03-10]. Dostupné z: <http://apl.czso.cz/pll/eutab/html.h?ptabkod=ten00094>
- [28] Kde obchod nekvete a v noci hoří svíčky. Mapy, které dokazují izolaci KLDR. *Lidovky.cz* [online]. [cit. 2017-04-12]. Dostupné z: http://byznys.lidovky.cz/kde-obchod-nekvete-a-v-noci-hori-svicky-mapy- ktere-dokazuji-izolaci-kldr-1nj-/firmy-trhy.aspx?c=A140418_171852_firmy- trhy_mev

- [29] Hrubý domácí produkt (HDP) - Metodika. *Český statistický úřad* [online]. 2017 [cit. 2017-04-19]. Dostupné z: https://www.czso.cz/csu/czso/hruby_domaci_produk_t-hdp-
- [30] „Souhrn zdrojů tabulkových dat. Převážnou většinu tabulek lze najít též na stránkách Eurostatu. <http://ec.europa.eu/eurostat/data/database>“
- [a] Total gross electricity generation. Eurostat [online]. 2016 [cit. 2017-03-09]. Dostupné z: <http://ec.europa.eu/eurostat/tgm/refreshTableAction.do?tab=table&plugin=1&pcode=ten00087&language=en>
- [b] Final energy consumption by product. Eurostat [online]. 2017 [cit. 2017-03-10]. Dostupné z: <http://ec.europa.eu/eurostat/tgm/table.do?tab=table&init=1&language=en&pcode=ten00095&plugin=1>
- [c] Electricity consumption by industry, transport activities and households/services (GWH). Eurostat [online]. 2016 [cit. 2017-03-10]. Dostupné z: <http://ec.europa.eu/eurostat/tgm/table.do?tab=table&init=1&language=en&pcode=ten00094&plugin=1>
- [d] ENERGY DATA: HEATING DEGREE DAYS (HDD). *Eurostat* [online]. [cit. 2017-04-12]. Dostupné z: <http://ec.europa.eu/eurostat/web/energy/data>
- [e] Územní teploty. Český hydrometeorologický ústav [online]. 2017 [cit. 2017-03-10]. Dostupné z: <http://portal.chmi.cz/historicka-data/pocasi/uzemni-teploty>
- [f] GDP (current US\$): World Development Indicators. *The world data bank* [online]. [cit. 2017-05-19]. Dostupné z: <http://databank.worldbank.org/data/reports.aspx?source=2&series=NY.GDP.MKTP.CD&country=CZE,SVK>

- [g] HICP (2015 = 100) - annual data (average index and rate of change). Eurostat [online]. [cit. 2017-04-19]. Dostupné z: http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=prc_hicp_aind&lang=en

- [h] Electricity prices by type of user: EUR per kW. Eurostat [online]. [cit. 2017-04-20]. Dostupné z: <http://ec.europa.eu/eurostat/tgm/table.do?tab=table&init=1&language=en&pcode=ten00117&plugin=1>

- [i] Gross inland energy consumption by fuel type. Eurostat [online]. [cit. 2017-04-20]. Dostupné z: <http://ec.europa.eu/eurostat/tgm/table.do?tab=table&init=1&language=en&pcode=tsdcc320&plugin=1>

- [j] Electricity prices by type of user: Medium size industries. Eurostat [online]. [cit. 2017-04-20]. Dostupné z: <http://ec.europa.eu/eurostat/tgm/table.do?tab=table&init=1&plugin=1&language=en&pcode=ten00117>

- [k] Electricity prices by type of user: Medium size households. Eurostat [online]. [cit. 2017-04-20]. Dostupné z: <http://ec.europa.eu/eurostat/tgm/table.do?tab=table&init=1&plugin=1&language=en&pcode=ten00117>

- [l] Final energy consumption in households by fuel: Electrical energy. Eurostat [online]. [cit. 2017-04-21]. Dostupné z: http://ec.europa.eu/eurostat/tgm/table.do?tab=table&init=1&plugin=1&language=en&pcode=t2020_rk210

- [m] Population change - Demographic balance and crude rates at national level. *Eurostat* [online]. [cit. 2017-04-21]. Dostupné z: http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=demo_gi_nd&lang=en

- [n] Combined heat and power generation: % of gross electricity generation. *Eurostat* [online]. [cit. 2017-04-21]. Dostupné z: <http://ec.europa.eu/eurostat/tgm/table.do?tab=table&init=1&language=en&pcode=tsdcc350&plugin=1>

- [o] Final energy consumption in households by fuel. *Eurostat* [online]. [cit. 2017-04-22]. Dostupné z: http://ec.europa.eu/eurostat/tgm/refreshTableAction.do?tab=table&plugin=1&pcode=t2020_rk210&language=en

- [p] Final energy consumption in households: 1 000 tonnes of oil equivalent. *Eurostat* [online]. [cit. 2017-04-22]. Dostupné z: http://ec.europa.eu/eurostat/tgm/table.do?tab=table&init=1&plugin=1&pcode=t2020_rk200&language=en
- [q] Intra and Extra-EU trade by Member State and by product group. *Eurostat* [online]. [cit. 2017-05-09]. Dostupné z: <http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/submitViewTableAction.do>
- [r] Obyvatelstvo. *Český statistický úřad* [online]. [cit. 2017-05-15]. Dostupné z: https://www.czso.cz/csu/czso/obyvatelstvo_lide
- [s] Aktuální prognóza ČNB. *Česká národní banka* [online]. [cit. 2017-05-15]. Dostupné z: https://www.cnb.cz/cs/menova_politika/prognoza#HDP
- [t] International trade of EU, the euro area and the Member States by SITC product group. *Eurostat* [online]. [cit. 2017-05-19]. Dostupné z: http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=ext_lt_intertd&lang=en
- [31] Statistika - ČR, Evropa, svět: Statistika CNG vozidel. CNG [online]. [cit. 2017-04-20]. Dostupné z: <http://www.cng.cz/cs/statiska-cr-evropa-svet/>
- [32] International trade in goods (ext_go): 3. Statistical presentation. Eurostat [online]. [cit. 2017-04-20]. Dostupné z: http://ec.europa.eu/eurostat/cache/metadata/en/ext_go_esms.htm
- [33] Spotřeba paliv a energií v domácnostech Středočeského kraje. *Český statistický úřad* [online]. [cit. 2017-04-21]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/csu/xs/spotreba-paliv-a-energii-v-domacnostech-stredoceskeho-kraje>
- [34] Vyhláška č. 165/2012 Sb. v § 2 odst. g, O podporovaných zdrojích energie a o změně některých zákonů.
- [35] Česká energetická legislativa: Kombinovaná výroba elektřiny a tepla. *Oenergetice.cz* [online]. 2015 [cit. 2017-04-21]. Dostupné z: <http://oenergetice.cz/energeticka-legislativa-cr/ceska-energeticka-legislativa-kombinovana-vyroba-elektriny-a-tepla/>

- [36] Nebojte se p-hodnot!. *Statsoft* [online]. [cit. 2017-05-21]. Dostupné z: http://www.statsoft.cz/file1/PDF/newsletter/2014_06_26_StatSoft_Nebojte_se_p-hodnot.pdf

- [37] Vývoj českého průmyslu za posledních 10 let: Měsíčník českého statistického úřadu. *Statistika&My* [online]. [cit. 2017-05-07]. Dostupné z: <http://www.statistikaamy.cz/2016/01/vyvoj-ceskeho-prumyslu-za-poslednich-10-let/>

- [38] Luxemburg. *Wikipedia die freie Enzyklopädie* [online]. [cit. 2017-05-11]. Dostupné z: <https://de.wikipedia.org/wiki/Luxemburg>

- [39] Jevons' paradox. *ScienceDirect* [online]. [cit. 2017-05-11]. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921800905001084>

- [40] Jevons paradox. *Wikipedia* [online]. [cit. 2017-05-11]. Dostupné z: https://en.wikipedia.org/wiki/Jevons_paradox

- [41] Vyšší účinnost pobízí k další spotřebě, pochopení efektu prý zlepší klimatickou politiku. *Euroactiv.cz: Energetická účinnost* [online]. [cit. 2016-01-23]. Dostupné z: <http://www.euractiv.cz/print-version/clanek/vyssi-ucinnost-muze-pobizet-k-dalsi-spotrebe-energie-pochopeni-efektu-podle-expertu-zlepsi-energetickou-politiku-zateplovani-rebound-effect-energeticka-efektivita-011023>

- [42] *Predikce vývoje spotřeby a plynu na vliv nových technologií* [online]. Brno: EGÚ Brno, 2015 [cit. 2017-05-11]. Dostupné z: <http://slideplayer.cz/slide/2850524/>

- [43] *Nová zelená úsporám: O Programu* [online]. [cit. 2017-05-15]. Dostupné z: <http://www.novazelenausporam.cz/zadatele-o-dotaci/rodinne-domy/3-vyzva-rodinne-domy/o-programu-3-vyzva/>

- [44] VÁCLAVSKÁ, Michaela. Vliv dotačního programu Zelená úsporám na spotřebu elektrické energie a plynu v ČR [online]. Brno, 2015 [cit. 2017-05-15]. Dostupné z: <http://theses.cz/id/8t26lg/>

- [45] Úvod do regresní analýzy. *StatSoft* [online]. [cit. 2017-05-21]. Dostupné z: http://www.statsoft.cz/file1/PDF/newsletter/2014_26_03_StatSoft_Uvod_d_o_regresni_analyzy.pdf

Seznam symbolů, veličin a zkratek

BRKO	-	Biologicky rozložitelný komunální odpad
CNG	-	Compressed Natural Gas neboli stlačený zemní plyn (metan)
ČEPS	-	Česká energetická přenosová soustava
ČEZ	-	České energetické závody
DS	-	Denostupně
EDU	-	Jaderná elektrárna Dukovany
ENTSO-E	-	Evropská síť provozovatelů přenosových soustav elektřiny
ETE	-	Jaderná elektrárna Temelín
EU	-	Evropská unie
HDO	-	Hromadné dálkové ovládaní
HDP	-	Hrubý domácí produkt
kWh	-	Kilowatthodina (10^3 Wh)
MW	-	Megawatt (10^6 W)
MWh	-	Megawatthodina (10^6 Wh)
MWe	-	Megawatt elektrických (10^6 W)
RVHP	-	Rada vzájemné hospodářské pomoci
Saldo	-	Bilanční suma zahraničních výměn el. energie v daném období
TP	-	Tuhá paliva
TVS _T	-	Technologická vlastní spotřeba elektřiny na výrobu elektřiny
TVS _E	-	Technologická vlastní spotřeba elektřiny na výrobu tepla
TWh	-	Terawatthodina (10^9 Wh)
UCTPE	-	Západoevropská přenosová soustava

Seznam příloh

Příloha A - Data.xlsx

Příloha B - Statistická analýza.xlsx

Příloha A

Příloha A s názvem *Data.xlsx* obsahuje seskupená číselná data ze všech 37 analyzovaných států, ze kterých je následně utvořena statistická analýza.

Ukázka zdrojových dat – Česká republika

Česká republika																					
Rok	Výroba elektrické energie brutto	Spotřeba elektrické energie netto	Spotřeba na obyvatele	Spotřeba v průměru	Spotřeba v domácnostech	Spotřeba v ostatních sektorech	Spotřeba v dopravě	Dennostupně	Průměrná roční teplota	HDP (současná US \$)	Spotřeba tuhých paliv	Spotřeba plynu	Spotřeba tuhých paliv domácnosti	Spotřeba plynu domácnosti	Bilance obchodu	Cena el. energie pro průmysl	Cena el. energie pro domácnosti	Počet lidí v domácnosti	Podíl el. vytápění na celkovém způsobu vytápění domácností	Počet obyvatel k 1.lednu	KVET
[.]	[GWh]	[GWh]	[kWh/rok]	[GWh]	[GWh]	[GWh]	[GWh]	[.]	[°C]	[miliard USD]	[GWh]	[GWh]	[GWh]	[GWh]	[million €]	[€/kWh]	[€/kWh]	[os/dom]	[%]	[.]	[%]
1990	62 559	48 177	4 649	55,9	26 922	20,0	9623	17,6	8 465	6,6	3 328	8,4	3 328	8,4	3 328	8,4	3 328	8,4	11,3	10 362 102	
1991	60 528	44 466	4 315	51,9	23 074	22,2	9873	20,6	9 158	5,3	2 381	3 727	7,2	29 557	328 048	57 522	31 642	13 259	12,1	10 304 607	
1992	59 293	43 385	4 207	45,3	19 675	23,8	10343	24,6	10 666	6,2	2 701	3 388	8,6	34 452	293 364	65 885	27 008	13 127	13,7	10 312 548	
1993	58 881	43 023	4 167	39,9	17 156	26,5	11399	27,4	11 808	6,2	2 660	3 599	7,6	40 452	279 571	67 332	24 738	15 526	15,3	10 325 697	
1994	58 705	44 968	4 351	38,9	17 474	29,3	13184	26,2	11 771	5,6	2 539	3 307	8,9	47 365	259 474	65 766	23 029	17 142	17,7	10 334 013	
1995	60 847	48 082	4 653	38,3	18 406	30,9	14847	25,9	12 446	5,0	2 383	3 591	7,9	59 537	267 415	74 426	20 590	19 059	19,4	10 333 161	
1996	64 257	50 284	4 872	36,1	18 177	31,8	16011	27,1	13 608	4,9	2 488	4 125	6,3	66 775	266 326	85 651	22 108	24 583	18,8	10 321 344	
1997	64 598	49 635	4 815	37,4	18 547	31,2	15503	26,8	13 305	4,6	2 280	3 645	7,6	61 621	263 246	87 119	19 409	23 551	19,1	10 309 137	
1998	65 112	48 975	4 746	38,5	18 837	29,7	14506	27,1	13 221	4,7	2 311	3 432	8,2	66 373	241 449	87 305	13 663	24 120	19	10 298 125	
1999	64 684	48 122	4 677	39,1	18 799	29,2	14048	27,2	13 093	4,5	2 182	3 303	8,3	64 719	209 119	87 774	10 459	24 102	18,5	10 289 621	
2000	73 466	49 381	4 804	38,4	18 944	28,0	13822	28,9	14 280	4,7	2 335	3 086	9,1	61 474	245 863	85 202	10 383	23 828	18,5	10 278 098	
2001	74 647	50 881	4 973	39,2	19 939	28,0	14239	28,7	14 586	4,2	2 117	3 555	7,9	67 376	240 663	91 246	10 578	27 666	17,5	10 232 027	
2002	76 348	50 823	4 982	40,5	20 558	27,8	14121	27,5	13 991	4,2	2 153	3 254	8,8	81 697	236 194	88 176	9 672	25 896	18,1	10 201 182	17,1
2003	83 227	52 407	5 142	39,2	20 550	27,7	14508	28,9	15 136	4,2	2 213	3 441	8,4	99 300	239 066	89 087	9 567	27 897	18	10 192 649	
2004	84 333	53 832	5 280	41,5	22 358	27,0	14525	27,4	14 750	4,1	2 199	3 488	7,8	118 976	238 366	88 471	9 426	27 327	18,3	10 195 347	16,4
2005	82 578	55 291	5 421	41,9	23 145	26,6	14719	27,6	15 246	3,9	2 181	3 564	7,7	135 990	230 012	87 511	7 965	26 911	19	10 198 855	16,8
2006	84 361	57 016	5 577	41,4	23 613	26,7	15198	28,1	16 002	3,9	2 203	3 445	8,2	155 213	238 963	86 262	9 202	26 427	19,3	10 223 577	15,1
2007	88 198	57 234	5 581	42,2	24 173	25,6	14646	28,2	16 123	4,0	2 292	3 175	9,1	188 818	242 980	82 232	7 352	23 690	19,7	10 254 233	13
2008	83 647	58 033	5 611	42,0	24 346	25,3	14703	29,0	16 851	3,7	2 133	3 204	8,9	235 205	224 262	81 491	7 462	23 819	19,5	10 343 422	14,2
2009	82 185	54 906	5 266	39,7	21 821	26,8	14688	29,8	16 352	3,7	2 045	3 327	8,4	205 730	200 563	77 297	8 309	23 927	19,1	10 425 783	13,4
2010	85 903	56 777	5 370	38,8	21 793	26,8	15028	31,6	17 727	2,9	1 629	3 832	7,2	207 016	213 201	91 670	10 233	27 715	17,6	10 462 088	14,2
2011	87 477	55 468	5 289	40,6	22 494	25,6	14200	31,0	17 168	2,9	1 606	3 234	8,5	227 949	209 184	77 353	9 050	23 250	18,2	10 486 731	12,8
2012	87 418	55 960	5 327	40,0	22 377	26,1	14581	31,1	17 388	2,9	1 614	3 399	8,3	207 376	197 748	77 885	9 804	23 497	18	10 505 445	13,1
2013	86 913	55 709	5 297	38,9	21 656	26,4	14715	31,9	17 746	2,9	1 592	3 512	7,9	209 402	195 423	78 911	11 111	23 642	17,6	10 516 125	13,7
2014	86 148	55 772	5 305	40,3	22 484	25,3	14125	31,6	17 624	2,8	1 559	2 918	9,4	207 818	182 179	70 229	8 207	19 150	19,1	10 512 419	13,7
2015	83 892	56 812	5 391	40,8	23 179	25,3	14382	31,1	17 642	2,8	1 609	3 090	9,4	185 156	188 350	73 645	8 332	20 792	18,8	10 538 275	
2016																				10 553 843	

Příloha B

Tato příloha s názvem *statistická analýza.xlsx* obsahuje zpracovanou statistickou analýzu pomocí jednoduché či vícenásobné regrese pro všechny státy (37). Zde je ukázka statistické analýzy závislosti celkové spotřeby netto na HDP, ostatní analýzy podle tabulky 7 jsou přiloženy na CD. Každý list obsahuje příslušnou analýzu aplikovanou na každý stát.

Závislost celkové spotřeby netto na HDP										
kod	Země	Počet analyzovaných let	Absolutní člen			HDP				
			b	Sm. Chyba z b	p-hodn.	b*	Sm. Chyba z b*	b	Sm. Chyba z b	p-hodn.
AL	Albánie	26	1748,4	352,7	4,636E-05	0,867374	0,101584	373,53	43,75	9,774E-09
AT	Rakousko	26	36457,1	1795,8	1,276E-16	0,901194	0,088471	59,86	5,88	3,423E-10
BA	Bosna a Hercegovina	26	4496,9	488,9	2,453E-09	0,830600	0,113671	310,99	42,56	1,509E-07
BE	Belgie	26	57896,8	3227,9	2,087E-15	0,759408	0,132806	49,59	8,67	6,840E-06
BG	Bulharsko	26	25868,6	621,2	3,657E-23	0,352702	0,195114	32,23	17,83	8,376E-02
CY	Kypr	26	1425,2	131,8	1,038E-10	0,957659	0,058768	123,07	7,55	1,764E-14
CZ	Česká republika	26	44761,5	764,4	2,057E-27	0,907578	0,085709	58,25	5,50	1,589E-10
DE	Německo	26	397987,4	17230,9	6,665E-18	0,758377	0,133052	34,74	6,10	7,158E-06
DK	Dánsko	26	30253,5	805,1	7,723E-23	0,349456	0,191255	5,95	3,26	8,014E-02
EE	Estonsko	26	5109,8	193,9	3,147E-19	0,740670	0,137145	70,61	13,07	1,512E-05
EL	Řecko	26	23558,1	2132,3	6,777E-11	0,904124	0,087216	103,97	10,03	2,423E-10
ES	Španělsko	26	95781,7	11013,5	6,977E-09	0,897449	0,090043	105,74	10,61	5,244E-10
FI	Finsko	26	56864,9	3577,8	3,059E-14	0,734397	0,138543	97,88	18,46	1,944E-05
FR	Francie	26	274605,6	15609,9	3,222E-15	0,842033	0,110110	57,48	7,52	6,946E-08
HR	Chorvatsko	26	9981,2	377,0	2,842E-19	0,892921	0,091899	88,83	9,14	8,598E-10
HU	Maďarsko	25	25984,0	519,2	5,573E-25	0,927385	0,078007	63,37	5,33	2,662E-11
IE	Irsko	26	11896,8	656,9	1,684E-15	0,949436	0,064087	54,93	3,71	1,422E-13
IS	Island	26	-903,8	1844,6	6,286E-01	0,766826	0,131018	873,04	149,17	4,898E-06
IT	Itálie	26	181363,7	14005,4	2,543E-12	0,805149	0,121060	55,31	8,32	7,036E-07
LT	Litva	21	5827,8	118,4	1,682E-21	0,973821	0,052150	71,67	3,84	1,105E-13
LU	Lucembursko	26	4374,6	225,6	3,600E-16	0,796546	0,123409	37,66	5,84	1,127E-06
LV	Lotyšsko	21	3906,7	108,2	5,682E-19	0,969660	0,056082	89,25	5,16	4,413E-13
ME	Černá Hora	11	4746,8	665,3	5,457E-05	-0,593931	0,268172	-369,68	166,92	5,403E-02
MK	Makedonie	26	4201,1	151,6	9,777E-20	0,924552	0,077783	262,10	22,05	1,522E-11
MT	Malta	26	1005,6	65,8	7,213E-14	0,900466	0,088779	102,34	10,09	3,724E-10
NL	Nizozemsko	26	66588,9	3599,4	1,043E-15	0,867589	0,101507	48,54	5,68	9,597E-09
NO	Norsko	26	101203,9	1534,8	1,209E-28	0,651341	0,154886	20,72	4,93	3,133E-04
PL	Polsko	26	82609,8	1397,7	1,646E-27	0,964955	0,053566	76,39	4,24	1,894E-15
PT	Portugalsko	26	15887,1	2128,1	1,050E-07	0,920520	0,079750	139,67	12,10	2,783E-11
RO	Rumunsko	26	38714,1	1338,3	3,603E-20	0,246483	0,197826	14,32	11,49	2,248E-01
RS	Srbsko	21	27542,5	591,0	4,691E-21	-0,168150	0,226149	-13,65	18,36	4,663E-01
SE	Švédsko	26	124654,1	2342,5	2,009E-26	0,158900	0,201531	4,76	6,04	4,381E-01
SI	Slovinsko	21	8920,9	535,9	8,683E-13	0,778404	0,144019	76,28	14,11	3,245E-05
SK	Slovensko	26	21951,5	421,1	3,285E-26	0,634669	0,157744	27,06	6,73	4,966E-04
SZ	Švýcarsko	24	45670,9	1885,3	2,346E-17	0,806396	0,126082	28,59	4,47	1,954E-06
UA	Ukrajina	26	144434,3	9668,7	1,187E-13	-0,182013	0,200714	-88,72	97,83	3,735E-01
UK	Velká Británie	26	275232,9	10929,4	9,062E-19	0,627732	0,158896	20,36	5,15	5,969E-04