



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

ÚSTAV PROCESNÍHO A EKOLOGICKÉHO INŽ
ENÝRSTVÍ
INSTITUTE OF PROCESS AND ENVIRONMENTAL
ENGINEERING

ZDROJE ENERGIE A JEJÍ SPOTŘEBA

ENERGY SOURCES AND CONSUMPTION

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

JAN MAJER

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. PETR BOBÁK

BRNO 2014

ABSTRAKT

Práce popisuje základní způsoby výroby energie a uvádí základní rozdělení a charakterizaci zdrojů energie. Srovnává a popisuje výrobu energie v České republice a Spojených státech amerických. Práce vysvětluje, kde a jak se vyrobená energie spotřebovává a představuje spotřebu energie v České republice a ve Spojených státech amerických a přináší srovnání obou zemí. Uvádí procentuální zastoupení spotřeby v jednotlivých odvětvích v daných zemích a rozdělení spotřebované energie dle využitého zdroje.

Práce se dále zaměřuje na porovnání spotřeby domácnosti v České republice a ve Spojených státech amerických. Uvádí, kolik v průměru spotřebuje pražská a newyorská domácnost energie a pomocí průzkumu zjišťuje příčiny rozdílu v průměrné spotřebě domácností obou zemí.

Klíčová slova

energie, výroba, spotřeba, Česká republika, Spojené státy americké, průzkum, srovnání

ABSTRACT

The thesis describes basic methods of producing energy and presents the basic division and characterize sources of energy. It compares and describes the production of energy in the Czech Republic and the United States of America. The thesis explains, where and how is this energy consumed and presents energy production and consumption in the Czech republic and in the United States of America and provides a comparison of the two countries. Indicates the percentage of consumption in various sectors in these countries and the distribution of energy consumed by resource used.

The thesis is also focused on the comparison of household consumption in the Czech Republic and the United States of America. It specifies the average household consumption of Prague and New York and investigates the causes of the difference in average household consumption of both countries.

Key words

energy, production, consumption, Czech Republic, United States of America, survey, comparison

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

MAJER, Jan. *Zdroje energie a její spotřeba*. Brno 2014. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Ústav procesního a ekologického inženýrství. 60 s. 0 příloh. Vedoucí práce Ing. Petr Bobák.

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma **Zdroje energie a její spotřeba** vypracoval samostatně s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených v seznamu použitých zdrojů.

Datum

Jan Majer

PODĚKOVÁNÍ

Touto cestou bych rád poděkoval všem, jež mi pomohli k dokončení této bakalářské práce, především panu Ing. Petru Bobákovi za odborné vedení a cenné rady.

OBSAH

POUŽITÉ ZKRATKY, VELIČINY A JEDNOTKY	6
ÚVOD.....	7
1 VÝROBA ENERGIE	8
1.1 OBNOVITELNÉ ZDROJE ENERGIE	8
1.1.1 Sluneční energie	8
1.1.2 Větrná energie.....	8
1.1.3 Vodní energie	9
1.1.4 Energie biomasy	9
1.1.5 Geotermální energie	10
1.1.6 Ostatní obnovitelné zdroje energie	10
1.2 NEOBNOVITELNÉ ZDROJE ENERGIE.....	11
1.2.1 Energie z fosilních paliv	11
1.2.2 Jaderná energie	14
2 VÝROBA ENERGIE V ČR A V USA	16
2.1 Výroba energie v České republice.....	16
2.1.1 Ropa.....	18
2.1.2 Zemní plyn.....	18
2.1.3 Uhlí.....	18
2.1.4 Jaderná energie	19
2.1.5 Obnovitelné zdroje	20
2.2 Výroba energie ve Spojených státech amerických	22
2.2.1. Obnovitelné zdroje	24
2.3 Srovnání výroby energie v ČR a USA	25
2.3.1 Obnovitelné zdroje	26
3 SPOTŘEBA ENERGIE.....	27
3.1 Spotřeba energie při základních procesech v domácnosti	27
3.2 Úspora energie.....	27
4 SPOTŘEBA ENERGIE V ČR a v USA.....	28
4.1 Spotřeba energie v České republice.....	28
4.2 Spotřeba energie ve Spojených státech amerických.....	31
4.3 Srovnání spotřeby v ČR a v USA.....	34
5 VLASTNÍ PRŮZKUM POROVNÁNÍ SPOTŘEBY V DOMÁCNOSTECH ČR A USA	
36	
5.1 Vybavenost domácností.....	36
5.2 Chování a návyky spotřebitelů	38

6	ZÁVĚR	40
	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	41

POUŽITÉ ZKRATKY, VELIČINY A JEDNOTKY

Zkratky

<i>Zkratka</i>	<i>Význam</i>
CNG	Compressed Natural Gas (stlačený zemní plyn)
CSP	Concentrating Solar Power (koncentrovaná solární energie)
ČSÚ	Český statistický úřad
EIA	U.S. Energy Information Administration (Správa informací o energii ve Spojených státech)
LNG	Liquefied Natural Gas (zkapalněný zemní plyn)
OTEC	Ocean Thermal Energy Conversion (využití termální energie oceánů)

Veličiny

E	energie
m	hmotnost
c	rychlost světla ve vakuu

Jednotky energie a výkonu

British thermal unit (Btu) - tradiční jednotka energie používaná v anglicky mluvících zemích. 1 Btu odpovídá po zaokrouhlení 1 056 J. Je to přibližně takové množství energie, které je potřeba pro ohřátí 1 britské libry vody o 1 °F.

Gigajoule (GJ) - $1 \text{ GJ} = 10^9 \text{ J}$

Joule (J) – jednotka energie nebo také práce, odvozená ze soustavy SI. Jeden joule je roven práci, jež vykoná síla o velikosti 1 N posunutím tělesa po dráze o 1 m.

Kilowatthodina (kWh) - jednotka energie nebo práce, obvykle spojena s elektrickou energií, ale též používaná k označení jiných forem energie. Pokud se spotřebovává energie ve výši 1 000 joulů za vteřinu (tj. 1 000 W) po dobu trvání 1 hodiny, spotřebovala se 1 kilowatthodina energie.

Petajoule (PJ) – $1 \text{ PJ} = 10^{15} \text{ J}$

Tuna ropného ekvivalentu (toe) - konvenční standardizovaná jednotka energie, je definována na základě výhřevnosti jedné tuny ropy ve výši 41 868 kJ, neboli přibližně 42 GJ. Použití této jednotky se v Evropě používá při porovnávání různých druhů paliv tam, kde je zapotřebí vysoké hodnoty. 1 toe = 11,630 MWh

ÚVOD

Spotřeba energie po celém světě neustále roste a úměrně s ní roste význam jednotlivých způsobů výroby energie. Vědci již před mnoha lety začali počítat a odhadovat, jak dlouho mohou při této rostoucí spotřebě energie vydržet současné neobnovitelné zdroje. Různé odhady se liší, na čem se však všechny shodují, je, že k vyčerpání neobnovitelných zdrojů dříve, či později dojde. Tím se nabízí otázka, čím tradiční zdroje do budoucna nahradit. V souladu s moderním trendem je určitou podmínkou „čistota“ zdroje, to znamená, aby měl co nejmenší negativní dopad na životní prostředí. Jako vhodná náhrada se tudíž jeví obnovitelné zdroje energie, u nichž nehrozí, že dojde k jejich vyčerpání, tak jako u dosud využívaných neobnovitelných zdrojů a zároveň při využívání většiny z nich nejsou produkovány žádné škodliviny. Díky těmto vlastnostem si jednotlivé země dávají za úkol co nejvíce rozšířit využívání těchto zdrojů a postupně tak nahradit konvenční zdroje dříve, než dojde k jejich vyčerpání nebo nárůstu ceny do nepřiměřených hodnot.

Z uvedených důvodů vyplývá, že je nutné současnou energetickou situaci podrobně zkoumat a na základě výsledků zkoumání přijímat opatření, jež zajistí energetickou stabilitu i v budoucnosti. Stejně tak užitečné je zkoumat a porovnávat energetickou situaci v ostatních zemích a učit se z jejich úspěšných i chybných rozhodnutí. Především ze zemí, jež jsou považovány za ekonomicky vyspělejší se, dají předpovídat situace, které pravděpodobně nastanou a zvolit řešení, které se jeví jako nejvíce prospěšné. Velkou výhodou je, že pokud je třeba řešit situaci, která v jiné zemi nastala již v minulosti, je možné zkoumat i následky plynoucí z řešení situace danou zemí a zvolit tak nejlepší možné řešení s ohledem na budoucí následky.

1 VÝROBA ENERGIE

Pojem výroba energie jako takový je samozřejmě v rozporu s jedním z nejzákladnějších fyzikálních zákonů, podle něhož energie nelze vyrobit, ani zničit. Výrobou energie se tudíž myslí její přeměňování na vhodnější formy pro přímé využití. Slovo energie je velmi široký pojem a dá se členit mnoha způsoby. V této práci je pod pojmem energie chápána především energie elektrická a tepelná, kterou dále člověk využívá pro vlastní potřebu či potřebu společnosti. Výrobu energie tak lze nejjednodušší rozčlenit podle zdrojů, z nichž se tato energie získává. Tyto zdroje spadají do dvou velkých kategorií v závislosti na tom, zda se dají využívat opakovaně – obnovitelné či zda může dojít k vyčerpání tohoto zdroje – neobnovitelné zdroje energie.

1.1 OBNOVITELNÉ ZDROJE ENERGIE

Za obnovitelné zdroje energie jsou považovány ty zdroje, jejichž využíváním nedojde k jejich vyčerpání, jinak řečeno dají se využívat neomezenou dobu. Některé tyto zdroje však k tomu, aby byly obnovitelné potřebují přispění člověka, což platí například u topení dřevem – je potřeba kontrolovat, aby byl vysazen dostatek stromů tak, aby pokryl spotřebu.

Přímá definice obnovitelného zdroje dle zákona o životním prostředí zní: „*Obnovitelné přírodní zdroje mají schopnost se při postupném spotřebovávání částečně, nebo úplně obnovovat, a to samy nebo za přispění člověka* [1].“

Skutečnými zdroji obnovitelné energie jsou převážně energie z reakcí ve Slunci, energie z nitra Země a vzájemné působení sil při pohybu Měsíce kolem Země, na Zemi se však projevují v různých formách, podle nichž jsou členěny [1].

1.1.1 Sluneční energie

Sluneční energie by se dala považovat za základní zdroj energie a za původce energie většiny dalších obnovitelných zdrojů. Díky Slunci dochází k vypařování a následnému koloběhu vody, jež je využíván pro získávání energie označované jako vodní. Také se energie ze Slunce ukládá v rostlinách a živých organismech, jež bývají využity jako biomasa. Proto v rámci větší přehlednosti bude sluneční energii uvažována pouze jako energii získanou přímo ze Slunce a přeměněnou na elektrickou či tepelnou energii. Příkladem přímého využití sluneční energie jsou fotovoltaické články, jež jsou schopny přeměnit tuto energii na energii elektrickou nebo princip soustředění sluneční energie do jednoho místa využitím parabolických zrcadel, neboli CSP (concentrating solar power) [2].

1.1.2 Větrná energie

Větrná energie byla jednou z prvních, které se člověk naučil využívat, ať už v podobě plachet na lodích nebo větrných mlýnů. Dnes už obojí není tolik běžné, zato je možné čím dál častěji vidět větrné elektrárny, které se díky své jednoduchosti stávají oblíbeným způsobem přeměny větrné energie na elektrickou. Princip větrných elektráren spočívá v roztočení větrné turbíny větrem proudícím přes lopatky turbíny. Lopatky mají podobný tvar jako křídla letadla a se vzrůstající rychlostí větru rostou vztahové síly působící na lopatky. K turbíně je připojen generátor, jež převádí mechanickou energii na elektřinu. Velmi záleží na správném umístění větrné elektrárny, na vybraných vhodných místech se pak často větrné elektrárny shlukují do tzv. větrných farem. Takovýchto vhodných míst není mnoho, proto se v poslední době staví stále větší větrné elektrárny s průměrem vrtule až 120 metrů a výkonem přes 6 300 kW pro efektivní využití těchto míst.

Nedávno se objevila další varianta řešení tohoto problému, a to projekt zvaný BAT elektrárna. Pro zajištění lepší rychlosti větru se tato elektrárna nenachází tradičně na zemi, nýbrž se na podobném principu jako vzducholoď vznáší vysoko nad zemí. Se zemí je propojena silnými vodivými kabely a díky vyšší rychlosti větru dokáže vyrobit více energie než klasické větrné elektrárny na Zemi.

Společnou nevýhodou tohoto větrných elektráren je, že rychlost proudění větru často kolísá, a proto nelze dosáhnout stálého výkonu elektrárny [2].

1.1.3 Vodní energie

Energie vody bývá často označována za nejdůležitější obnovitelný zdroj energie, hlavně pro svou schopnost konkurovat tradičním neobnovitelným zdrojům. Využívá se především pro výrobu elektřiny. Využitelnost bohužel závisí na geografických podmínkách. Vodní energie lze využít více způsoby, základní rozdělení je uvedeno níže [4].

Vodní elektrárny

Vodní elektrárny využívají energie vodních toků, buďto jako elektrárny akumulární nebo jako elektrárny derivační. Akumulační elektrárny zadržují vodu v nádrži, či přehradě, čímž zvýší spád, a následně voda roztáčí turbínu, jež přes generátor vyrábí elektřinu. Derivační elektrárny vodu z toku nezadržují, pouze ji odkloní tak, aby protékala přes turbínu, a využívají přirozený spád toku.

Přečerpávací elektrárny

Přečerpávací elektrárny jsou zvláštním druhem elektráren, protože dokáží akumulovat přebytečnou elektrickou energii a následně ji využít, když je potřeba. Tyto elektrárny fungují na principu dvou nádrží s polohou v rozdílné nadmořské výšce. V případě, kdy je potřeba generovat elektrickou energii, voda z horní nádrže je puštěna přes turbínu do dolní nádrže a potenciální energie vody se díky turbíně spojené s generátorem mění na energii elektrickou. Tohoto je využíváno především při poruše jiného zdroje energie, nebo při nedostatečné dodávce elektrické energie do sítě v době špičky. Naopak v době, kdy je odběr elektřiny ze sítě malý, například v noci, se přebytečná energie využívá pro přečerpání vody ze spodní nádrže do horní. V takovémto případě je generátor naopak využíván jako motor, který mění elektrickou energii na mechanickou a pohání turbínu, která v tomto případě slouží jako čerpadlo.

Energie moří a oceánů

Země, které mají tu výhodu a mají přístup k moři nebo oceánu, mohou využívat tuto energii a měnit ji na elektřinu. V současné době se to dělá především dvěma způsoby, z nichž každý využívá trochu jiných sil. Prvním způsobem je využít energii z přílivu a odlivu, jež je způsoben vzájemným pohybem Měsíce a Země. Toho lze dosáhnout pomocí přílivových elektráren. Dalším způsobem je využít energii vln, ty jsou zapříčiněny především větrem a mořskými proudy. Elektrárny, jež energii vln využívají, se nazývají příbojové elektrárny. Ačkoliv je energie z příboje obrovská, tento způsob využití energie zatím není moc rozšířený.

1.1.4 Energie biomasy

Energii biomasy se lidé naučili využívat již před statisíci lety, a to v podobě spalování dřeva a jiných organických materiálů pro získání tepla a světla. V posledních letech je trend se k využívání této energie znovu vracet, především proto, že se jedná o energii obnovitelnou a s menším negativním dopadem na životní prostředí než tradiční fosilní paliva.

V české legislativě je biomasa dle Zákona č. 180/2005 o podpoře výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů energie charakterizována jako biologicky rozložitelná část výrobků, odpadů a zbytků z provozování zemědělství a hospodaření v lesích a souvisejících průmyslových odvětví, zemědělské produkty pěstované pro energetické účely a rovněž biologicky rozložitelná část vyříděného průmyslového a komunálního odpadu [5].

Biomasu je možné rozdělit na suchou (dřevo, dřevní odpad, sláma) a mokrou (výkaly hospodářských zvířat). Způsobů zpracování biomasy je více, nejčastěji se využívá spalování, ale občas je možnost setkat se také se zplyňováním, kvašením nebo lisováním např. na bionaftu [5].

1.1.5 Geotermální energie

Geotermální energie je získávána z tepelných procesů v nitru Země. Toto teplo může být využito přímo nebo přeměněno na elektrickou energii v geotermálních elektrárnách. Získávání tepla z nitra Země může být velmi nákladné, vhodnější místa pro čerpání tepla jsou proto na hranicích litosférických desek, kde je dostatečná teplota blíže povrchu. Tato místa se vyznačují geotermálními aktivitami na povrchu, jako jsou horké prameny či erupce sopek. Nejznámější zemí pro využívání geotermální energie je Island, kde je tato energie hojně využívána v mnoha způsobech [6].

1.1.6 Ostatní obnovitelné zdroje energie

Většina zdrojů energie získává svou energii kombinací více původních zdrojů, proto je občas náročné je specificky zařadit do určité kategorie.

Tepelná čerpadla

V okolním vzduchu, vodě i zemi se nachází velká spousta tepla, které je však pro svou nízkou hladinu energie nemožné využít přímo. Většina nových staveb bývá vybavena tepelnými čerpadly pro vytápění, především tedy rodinné domy, které díky novým technologiím zateplení a celkovému snížení energetické náročnosti pro vytápění, jsou schopny využívat pouze teplo z pod povrchu nebo okolí. Tepelná čerpadla navíc neprodukují naprosto žádný odpad. Princip tepelného čerpadla je znám již přes sto let, používá se například u ledniček. Teplo se pomocí média přenáší z okolí objektu, stejně tak jako lednice dokáže udržovat teplotu 5 stupňů Celsia i když je v okolí 30 stupňů, dokáže tepelné čerpadlo vyhřívat objekt i když teplota okolí je nižší. Vše je založeno na principu přenosu tepla kapalinou s extrémně nízkým bodem vypařování. Navíc při vytápění není potřeba dodávat tolik energie jako při chlazení [6].

Elektrárna OTEC

Elektrárny OTEC využívají teplotního rozdílu mezi hladinou moře či oceánu a chladnou vodou v jeho hlubinách. Instalují se především na lodě nebo plošiny, jež spustí do hlubin dlouhou hadici, kterou se čerpá chladná voda. Zkratka OTEC značí Ocean Thermal Energy Conversion. Elektrárna pracuje na jednoduchém principu. Teplá voda na hladině ohřívá pracovní kapalinu s nízkou teplotou varu, která se po dosažení varu mění v páru, jež roztáčí turbínu. Plyn se poté ochlazuje chladnou hlubinnou vodou a vrací se zpátky do oběhu. Současné elektrárny, jež jsou v provozu, dosahují poměrně malého výkonu. Jedná se spíše o zkušební elektrárny pro zkoumání této technologie. Aby mohly vzniknout elektrárny na tomto principu s velkým výkonem, je stále ještě potřeba překonat mnohé technologické problémy [6].

1.2 NEOBNOVITELNÉ ZDROJE ENERGIE

Za neobnovitelné zdroje jsou považovány ty zdroje, jež se spotřebovávají dříve, než se obnovují. Tudíž je třeba počítat s tím, že se jednou zcela vyčerpají. Vyčerpání těchto zdrojů lze pouze oddálit snížením spotřeby či zefektivněním jejich využívání. Proto je třeba zaměřit se více na využití obnovitelných zdrojů na úkor těch neobnovitelných, přičemž obecně vzato obnovitelné zdroje jsou navíc šetrnější k životnímu prostředí. Neobnovitelné zdroje však přesto tvoří naprostou většinu světové produkce elektrické a tepelné energie.

1.2.1 Energie z fosilních paliv

Největší zastoupení v kategorii neobnovitelných zdrojů mají fosilní paliva, což jsou nerostné suroviny, jež vznikly v dávných dobách rozkladem odumřelých rostlin a živočichů bez přístupu vzduchu. Pro fosilní paliva je typický vysoký obsah uhlíku, jehož sloučeniny se díky nedostatku kyslíku pro reakci nemohly rozložit tak, jako by se to stalo v běžných podmínkách. K velkému nárůstu v užívání fosilních paliv došlo v období průmyslové revoluce, kdy tradiční zdroj energie dřevo přestal být dostačující. Mezi hlavní fosilní paliva se řadí uhlí, ropu, zemní plyn a rašelinu [10].

Problémy s fosilními zdroji energie

S fosilními palivy se pojí několik významných problémů, které komplikují jeho neomezené využívání a ne všechny tyto problémy mají svá řešení. Prvním velkým problémem jsou omezené zdroje fosilních paliv. S tím může člověk těžko něco udělat. Fosilní zdroje vznikaly miliony let a člověk je těží příliš rychle. Dá se samozřejmě hledat další ložiska v hlubokých oceánech, v Antarktidě či Arktidě, tím se však pouze oddálí nevyhnutelné vyčerpání zásob o pár let. Dalším problémem je, že ložiska jsou různě rozmístěna po Zemi a ne každá země má přístup k dostatečně velkým ložiskům pro zajištění vlastní spotřeby. Tím vzniká problém dopravy fosilních zdrojů a určitá nejistota v závislosti na politické situaci. Země s dostatečně velkými ložisky pak získávají dominantní postavení na úkor zemí, jež jsou na fosilních zdrojích závislé. Často diskutovaným problémem je také znečištění ovzduší v důsledku spalování fosilních paliv a vypouštění skleníkových plynů. Na zmírnění dopadu na prostředí se neustále pracuje a daří se znečišťování omezit, ne však zcela stoprocentně a také jsou tyto technologie velmi nákladné [11].

Uhlí

Uhlí je tuhá hořlavá hornina s vysokým obsahem uhlíku a vodíku, jež se využívá jako palivo. Většina světových zásob uhlí vznikla v období karbonu přibližně před 300 až 350 lety z rostlinných a živočišných zbytků v prostředí s nízkou hladinou kyslíku, jež bránila kompletnímu rozkladu. Uhlí lze rozdělit podle typu a kvality na lignit, hnědé uhlí, černé uhlí a antracit. Lignit je geologicky nejmladší a také co se týče kvality a výhřevnosti nejhorší. Lignit také obsahuje nejméně uhlíku. Hnědé uhlí je starší než lignit, má větší výhřevnost i větší obsah uhlíku. Hnědé uhlí se těží především povrchově. Černé uhlí lze také najít na povrchu, především v korytech řek, častější je však hlubinná těžba. Výhřevnost má lepší než dva dříve zmiňované druhy uhlí. Geologicky nejstarší uhlí a také uhlí s nejlepšími topnými vlastnostmi se nazývá antracit. Obsahuje největší podíl uhlíku a díky tomu při spalování vzniká nejmenší množství zplodin [12].

Energie z uhlí je nejčastěji získávána spalováním v uhelných elektrárnách. Vytěžené uhlí je nejdříve zbaveno nežádoucích nečistot, jako jsou kameny aj. a poté je vysušeno a nadrceno případně namleto na uhelný prach. Uhelný prach se vzduchem se vhání do kotle, kde se spaluje a ohřívá vodu procházející trubkami. Voda se mění na páru jež roztáčí

turbínu a pomocí generátoru mění tuto mechanickou energii na elektrickou. Pára vytvořená v kotli přitom může být použita přímo k vytápění. Po předání tepelné energie pára kondenzuje v kondenzátoru a vrací se zpět do cyklu. Při spalování vznikají spaliny, které i přestože jsou pomocí filtrů odsířeny, stále škodí životnímu prostředí. Zařízení na omezení škodlivosti spalin jsou poměrně drahé a vybaveny jsou jimi jen modernější elektrárny. Spalování uhlí představuje největší umělý zdroj oxidu uhličitého. Nežádoucí složky lze také omezit úpravou uhlí, jako je zkapalňování nebo zplyňování [13].

Ropa

Ropa je olejovitá směs uhlovodíků s tmavým zabarvením. Jedná se o kapalnou hořlavinu, jež podle nových vědeckých poznatků vznikla před miliony lety přeměnou organické hmoty, nejpravděpodobněji planktonu. Ropa se nachází ve svrchních vrstvách zemské kůry a většinou je v těchto ložiscích přítomen i zemní plyn.

Ropa a ropné výrobky jsou základním palivem pro většinu druhů dopravy a také je někdy využívána pro výrobu elektrické energie. Kromě výroby energie se ropa využívá také pro výrobu plastů, v zemědělství pro hnojiva a pesticidy či k výrobě léků [12].

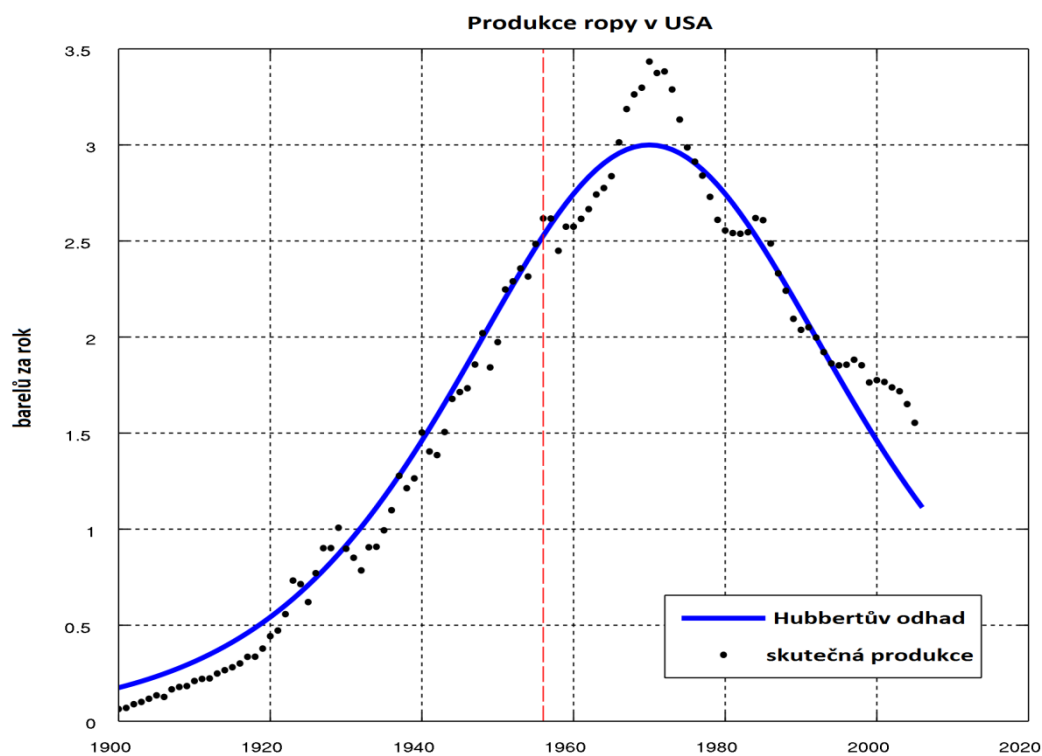
Těžba ropy začíná průzkumem, na němž se podílí kombinace technických disciplín, jako je geologie, geofyzika, paleontologie, geochemie, petrofyzika, ropné inženýrství a ekonomie. Následně jsou provedeny průzkumné vrty, jež hodnotí, je-li nalezené ložisko vhodné k těžbě. Nachází-li se ložisko na pevnině, je na místě postavena pozemní vrtná souprava, jejíž upravená varianta může být použita i je-li ložisko v mělkém pobřežním pásu. V případě, že se ložisko nachází daleko od pobřeží v přílišné hloubce, jsou použita vrtná plavidla nebo plovoucí vrtné plošiny. Po dokončení vrtu se provádějí čerpací zkoušky a následně se přistupuje k samotné těžbě. Ta může probíhat dvěma způsoby. Prvním druhem je samotoková těžba, jež velmi často nastává po otevření ložiska díky rozdílným tlakům uvnitř a vně ložiska. Případně se může tlak v ložisku zvýšit rozpouštěním plynu v ropě a jeho následnou expanzí nebo expanzí plynové čepičky. Ropa se z ložiska dostává k směrem k povrchu do připravených nádrží či ropovodu. Po cestě se z ropy odfiltrávají nežádoucí částičky. Další metodou těžení je těžba hlubinnými čerpadly. K této metodě se většinou přistupuje poté co již není možná samotoková těžba. Na povrchu je postaven čerpací kozlík, jenž je poháněn elektromotorem a čerpá ropu z ložiska. Těžba je také možná pomocí alternativních metod, jako je vytlačení vzduchem nebo vytlačení plynem [14].

Je až alarmující, jak moc je dnešní svět závislý na využívání ropy, když ví, že v budoucnosti dojde k jejímu vyčerpání. Za přispění ropy dnes vzniká naprostá většina výrobků, zemědělství je také silně závislé na ropě a při pohledu na dnešní silnice a dálnice je jasné, jak velký problém pro dopravu by byl, kdybychom ztratili přístup k ropě. Ropu jako zdroj elektrické energie využívají dnes především rozvojové státy.

Společně s úvahou, že ropa je neobnovitelný zdroj, zároveň vyvstává otázka, kdy k jejímu vyčerpání dojde. Jako první přišel s odhadem v roce 1956 geolog společnosti Shell Oil

M. King Hubbert, jenž předpověděl vrchol produkce ropy pro Spojené státy na konec 60. let 20. století. Tvrdil, že těžba ropy bude sledovat Gaussovu křivku v závislosti na čase. Tato křivka je znázorněna v grafu Graf 1.1 Hubbertův odhad a skutečná produkce ropy v USA. Většina odborníků v té době pro tuto teorii neměla pochopení a zdála se jim nesmyslná, přesto se nakonec ukázalo, že měl Hubbert pravdu, když vrchol produkce ropy v USA nastal v roce 1971. Po prokázání pravdivosti této analýzy začala být známa jako Hubbertův vrchol. Hubbert předpokládal celosvětový ropný vrchol v roce 2000.

Tento odhad však nepočítal s hospodářskou recesí a objevením nových způsobů těžby, tudíž skutečný vrchol pravděpodobně nastane později.



Graf 1.1 Hubbertův odhad a skutečná produkce ropy v USA [15]

Osmnáct současných uznávaných odhadů se shoduje na tom, že ropný vrchol celosvětově nastane v roce 2020 při množství 93 milionů barelů za den. Existují však obavy, že ve skutečnosti nastal ropný vrchol již v minulosti a množství produkce z nově objevených zdrojů bude již nadále pouze klesat [15].

Skeptickými vůči budoucnosti využívání ropy jsou také autoři knihy *Nejistý plamen* Václav Cílek a Martin Kašík, jež s nadsázkou tvrdí, že všude kde je dnes příležitost nalézt či rozpracovat ložisko, tam již pracují alespoň tři ropné firmy [16].

Jaké pociť společnost změny po dosažení ropného vrcholu, je těžké odhadovat. Jisté je, že s ubývajícím ložiskem bude cena ropy razantně stoupat. Je důležité, aby se omezila závislost na ropě nahrazením alternativními zdroji dříve, než bude situace s nedostatkem ropy kritická. Je zde naděje, že s pozvolným poklesem produkce ropy se plynule přejde na využívání alternativních zdrojů a k žádné velké krizi nedojde. Problémem je, že pro tuto plynulou transformaci je poměrně málo času, který navíc stále ubývá.

Zemní plyn

Zemní plyn je přírodní hořlavá směs plynných uhlovodíků převažujícím podílem metanu. Není úplně jasné, jak ke vzniku zemního plynu došlo, ale vzhledem k tomu, že se převážně nachází v ložiscích společně s ropou nebo černým uhlím, patrně vznikl jako důsledek reakce, při níž se rozkládaly organické zbytky. Zemní plyn je bez barvy a bez zápachu, proto se uměle přidává zápach, aby šel lépe rozpoznat únik tohoto plynu. Při jeho spalování se uvolňuje poměrně málo spalin v porovnání se získanou energií, proto je považován

za ekologičtější než ropa nebo uhlí. Při dokonalém spalování se zemní plyn mění na směs oxidu uhličitého a vodní páry, přičemž při reakci uvolňuje určité množství tepla.

Zemní plyn je především využíván k topení či ohřívání vody, méně často pak v teplárnách k výrobě elektrické energie nebo jako pohon pro automobily. Posuzuje se především z hlediska výhřevnosti, neboli kolik tepla se uvolní spálením jednoho metru krychlového plynu. Může se vyskytovat ve dvou formách, CNG (Compressed Natural Gas) značí stlačený plyn a LNG (Liquefied Natural Gas) pak zkapalněný zemní plyn.

Naftový zemní plyn, jež se nachází společně s ropou, je těžen prakticky stejným způsobem jako ropa. Opět jeho nalezení předchází analýza za spolupráce odborníků z několika technických disciplín a po provedení průzkumných vrtů je přistoupeno k vlastní těžbě. Těží se buďto současně s ropou nebo se nejdříve vytěží ropa, a až následně je přikročeno k těžbě zemního plynu.

Zemní plyn karbonský se nachází v ložiscích černého uhlí. Těží se přímo vrty do uhelných slojí, jimž předchází geologická analýza a vrty průzkumné. Přítomnost zemního plynu při těžbě černého uhlí také může způsobovat bezpečnostní rizika.

Vytěžený plyn se čistí na požadovanou kvalitu, aby se zlepšily jeho energetické vlastnosti a nedocházelo k ucpávání plynovodů.

Zemní plyn se dá rozlišit na čtyři druhy. Prvním druhem je zemní plyn suchý (chudý), jež obsahuje z větší části metan a jen nepatrné množství vyšších uhlovodíků. Zemní plyn vlhký (bohatý) obsahuje více vyšších uhlovodíků než suchý zemní plyn. Zemní plyn kyselý obsahuje velké množství sulfanu, jež je potřeba před další distribucí odstranit. Posledním typem je zemní plyn s vyšším obsahem inertních plynů, především pak oxid uhličitý a dusík [17].

Rašelina

Rašelina je částečně rozložený biologický odpad, jež vzniká v trvale zavodněných oblastech v prostředí s omezeným přístupem vzduchu. Nedostatek vzduchu stejně jako u uhlí znemožní úplný rozpad rostlinných a živočišných zbytků. Rašelina by se dala považovat za rané stádium vzniku uhlí.

Těžba rašeliny probíhá většinou tak, že se těžené území odvodní a následně se jednotlivé vrstvy rašeliny odfrézovávají. Odfrézovaná rašelina se pak vysuší a je připravena ke spalování.

Používání rašeliny jako palivo k výrobě energie již není tak časté, má menší výhřevnost než uhlí a přitom vznikají stejné škodlivé spaliny. Rašelina se také využívá v zahradnictví a zemědělství jako hnojivo, ve stavebnictví jako izolační materiál a také v lázeňství, chovatelství nebo při výrobě whisky [18].

1.2.2 Jaderná energie

Jaderná energie je druh energie vázaný ve vnitřní struktuře chemických prvků. Tato energie se uvolňuje při jaderných reakcích. Jaderná reakce, nebo také štěpná jaderná reakce, je využívána v jaderných elektrárnách. Tam je používána štěpná jaderná reakce uranu nebo plutonia, jehož jádro je pomocí neutronu rozštěpeno na dvě přibližně stejná jádra, přičemž se zároveň uvolní energie a další přibližně dva, nebo tři neutrony, které rozštěpí další jádro a tím dochází k pokračování reakce. Využití této energie je jedním z nejperspektivnějších způsobů výroby energie do budoucna. Zároveň se jedná o ekologicky

šetrné řešení, při reakci nevznikají skleníkové plyny a není spotřebováván kyslík, nevýhodou je jen ukládání radioaktivního odpadu [19].

Princip jaderné elektrárny

Jaderné elektrárny se dají rozdělit na dvě části. První část bývá označována jako jaderná, nachází se v ní jaderný reaktor, který je zdrojem tepla. V reaktoru bývá průběh štěpení a výkon reaktoru ovlivňován regulačními tyčemi. Ty regulují množství volných neutronů v jaderné reakci. Pro potřebu okamžitého zastavení reakce jsou v reaktoru také bezpečnostní tyče, které dokáží absorbovat mnohem více volných neutronů. Teplem vzniklým v reaktoru se ohřívá voda, která se po dosažení teploty varu mění na páru. Pára poté putuje do druhé části, která se nazývá nejaderná. V okolí reaktoru bývá také bazén, v němž je skladováno použité palivo. V bazénu je použité palivo skladováno několik let, než dojde ke snížení zbytkového tepelného výkonu. Následně je palivo převezeno do skladu použitého paliva, kde zůstává až do rozhodnutí o jeho dalším použití po přepracování nebo uložení do hlubinných úložišť. Nejaderná část je v podstatě stejná jako tepelná elektrárna. Horká pára, jež vznikla v jaderné části, je přiváděna k turbíně, jež se roztáčí a pomocí generátoru vytváří elektrickou energii. Pára po průchodu turbínou pokračuje do kondenzátoru, kde se zkapalní a vrací zpět do jaderné části. V kondenzátoru je pára chlazena vodou, která proudí mezi kondenzátorem a chladicími věžemi, kde odevzdává získané teplo.

Získání paliva pro chod jaderné elektrárny je poměrně náročné. Nejdříve je potřeba vytěžit a následně chemicky zpracovat dostatečné množství uranové rudy. Z tří tun uranové rudy se dá získat pouze přibližně jeden kilogram jaderného paliva. Tento jeden kilogram je však schopen vyprodukovat stejné množství tepla jako sto tun kvalitního černého uhlí [19].

Bezpečnost jaderné energie

Jaderná energie má mnoho odpůrců, kterým vadí především hrozba v podobě jaderných havárií a s tím spojené ohrožení lidských životů. Velmi zajímavá studie na toto téma byla zveřejněna v časopise *Environmental Science & Technology* v roce 2013. Autoři Pushker A. Kharecha z Goddardova institutu pro vesmírné studie při Národním úřadu pro letectví a kosmonautiku a James E. Hansen z Institutu pro studia Země při Kolumbijské univerzitě v New Yorku srovnávají, kolik úmrtí by nastalo, kdyby místo jaderné energie byla použita klasická fosilní paliva. V úvahu berou pouze úmrtí, nikoliv dlouhodobé zdravotní následky. Dle jejich studie mezi lety 1971 až 2009 došlo k 5000 úmrtím souvisejících s využíváním jaderné energie, jako například rakoviny způsobené ozářením nebo nehody dělníků při získávání surovin, či provozu elektrárny. Poté počítali, ke kolika úmrtím by pravděpodobně došlo, byla by jaderná energie v tomto období nahrazena fosilními palivy. Došli k závěru, že v případě užívání fosilních paliv by v tomto období zemřelo o 1,8 milionu lidí víc. Dále odhadovali, kolik úmrtí by způsobilo nahrazení jaderné energie zemním plynem v budoucnosti. Do roku 2050 by toto nahrazení způsobilo 420 000 úmrtí. Nahrazení jaderné energie uhlím, které jak známo způsobuje mnohem větší znečištění, by pak do roku 2050 přineslo přibližně o 7 milionů úmrtí víc. Tyto závěry nabídlý pozoruhodný úhel pohledu na přínos jaderných elektráren. Ty byly vždy považovány za zdroj určitého rizika a nebezpečí pro životy obyvatel v okolí. Z výsledků práce Kharecha a Hansena však plyne, že jaderné elektrárny naopak životy svým způsobem zachránily [20].

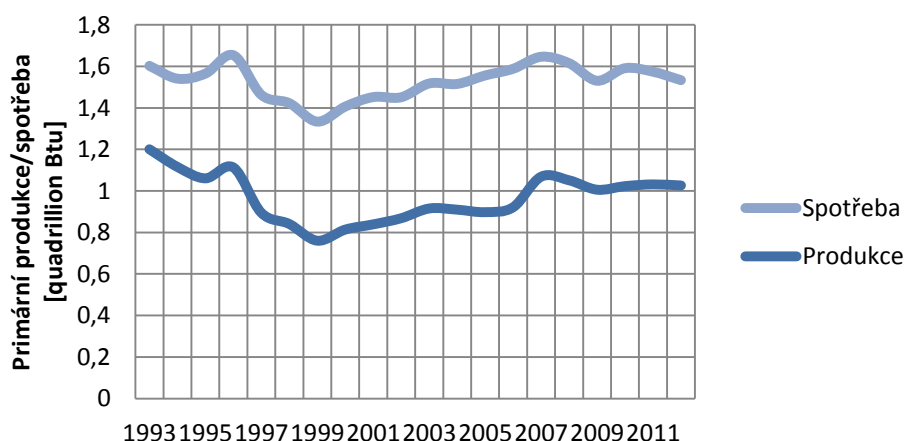
2 VÝROBA ENERGIE V ČR A V USA

V následující kapitole je popsána výroba energie v České republice a ve Spojených státech amerických a obsahuje také srovnání těchto dvou zemí z hlediska výroby energie.

Veškeré statistické údaje zpracované v této kapitole formou textu či grafů týkající se České republiky pochází z veřejně dostupných databází Eurostat, U.S. Energy Information Administration a z Českého statistického úřadu [21], [22], [33]. Statistické údaje týkající se Spojených států amerických pochází z veřejně dostupné databáze U.S. Energy Information Administration [22].

2.1 Výroba energie v České republice

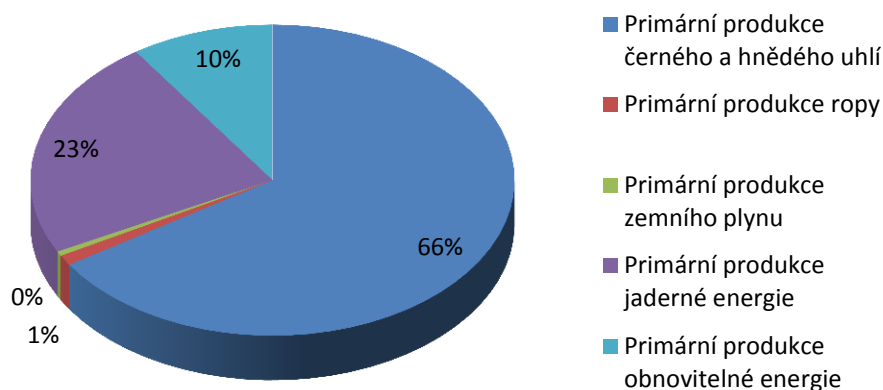
Spotřeba energie v České republice poměrně výrazně převyšuje její produkci, což je zapříčiněno především nedostatkem nalezišť ropy a zemního plynu na našem území, jež by zajistily vyšší vlastní produkci. Názorný rozdíl mezi produkcí a spotřebou je prezentován v grafu Graf 2.1. Z grafu Graf 2.1 je také zřejmé, jak produkce energie v průběhu let pružně reagovala na její spotřebu.



Graf 2.1 Porovnání primární produkce a spotřeby energie v ČR ¹ [21]

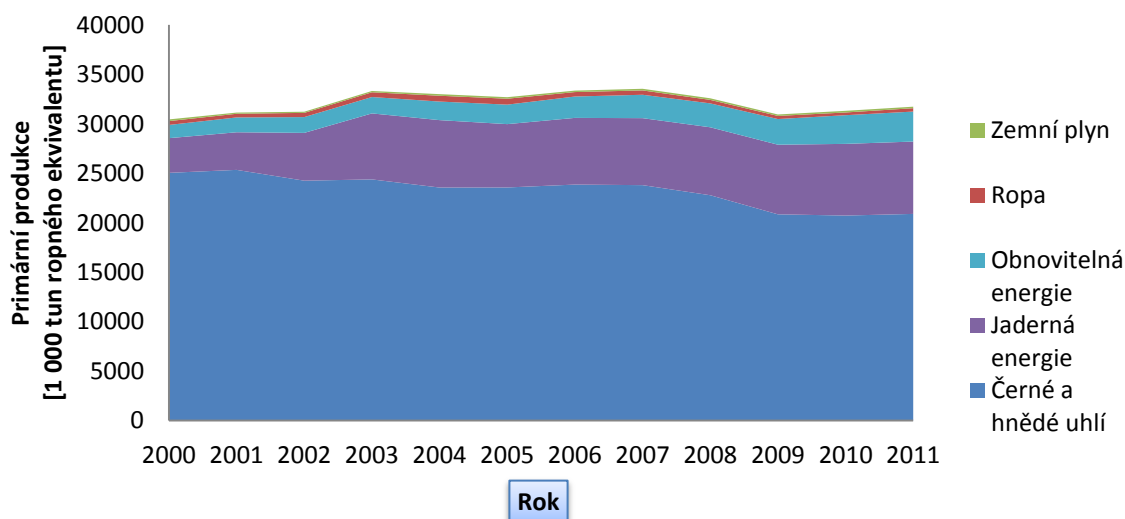
Produkce energie z uhlí zastává naprostou většinu v energetické produkci České republiky, jak je zřetelně vidět v grafu Graf 2.2. Celkově energie z uhlí tvoří 66 % celé energetické produkce, o zbytek produkce se pak dělí jaderná energie a obnovitelné zdroje. Produkce ropy a zemního plynu na našem území pak lze řadit spíše mezi zanedbatelné položky.

¹ Primární energie je energie, která neprošla žádným procesem úpravy nebo přeměny. Primární energie může být jak ta, která obsažena v neobnovitelných zdrojích jako jsou těžná paliva (např. uhlí, surová ropa, zemní plyn, uran), tak získaná z obnovitelných zdrojů (např. solární, větrná, vodní, geotermální).



Graf 2.2 Procentuální rozdělení primární produkce energie v ČR v roce 2011 [21]

Přestože energie vyprodukovaná z uhlí stále tvoří naprostou většinu české energetické produkce, v průběhu let dochází k jejímu poklesu. V rámci ekologického snažení se přechází na zdroje, jež nemají tak velký vliv na životní prostředí, jako jsou obnovitelné zdroje nebo jaderná energie. Jak je vidět z grafu 2.3, produkce uhlí od roku 2000 do roku 2011 klesla o téměř 17 %. Naopak produkce jaderné energie a energie z obnovitelných zdrojů se ve stejném období více než zdvojnásobila.



Graf 2.3 Průběh primární produkce energie v ČR podle zdroje mezi lety 2000 až 2011 [21]

Ve srovnání s energetickou produkcí ostatních zemí má Česká republika podle údajů z roku 2011 12. nejvyšší celkovou produkci energie v Evropě. V tomto žebříčku se Česká republika nachází za Rumunskem, které má však dvojnásobně více obyvatel a rozlohou ČR třikrát převyšuje. Z celosvětového pohledu má Česká republika 43. nejvyšší celkovou produkci.

Na rozdíl od uhlí, kterého je v České republice dostatek a téměř čtvrtina produkce se vyváží do zahraničí, je u nás naprostý nedostatek vlastní produkce ropy a zemního plynu.

2.1.1 Ropa

Kromě několika menších ložisek ropy v oblasti Severní Moravy je ropa, jež se v ČR spotřebovává, dovážena ze zahraničí. Dovoz ropy na České území je realizován pomocí dvou na sobě nezávislých ropovodních systémů.

Prvním systémem je ropovod Družba, jímž je dopravována ropa z Ruské federace. Tento ropovod je nejdelším na světě a jeho větev, ze které je zásobována Česká republika, prochází přes území Běloruska, Ukrajiny a Slovenska. V roce 2007 ropa dopravená tímto ropovodem tvořila 67,1 % z celkového množství dovezené ropy do ČR.

V 90. letech 20. století bylo z důvodu zbavení se energetické závislosti na Ruské federaci rozhodnuto a přivedení dalšího ropovodu na území Česka, konkrétně o prodloužení ropovodu končícího v Německém Ingolstadtu. Tento nový ropovodní systém byl pojmenován IKL a ropa jím protékající pochází především z oblasti Kaspického moře, severní Afriky či Arabského poloostrova [23].

Z obou ropovodů se také část ropy odčerpává a uskládá jako strategické zásoby pro neočekávané výpadky dodávky. Toto, a také odebrání ropy ze dvou různých zdrojů, by mělo zajistit, že Českou republiku nepostihne kalamita, jež by nastala při nedostatku ropy. V praxi se tato opatření osvědčila v roce 2007, kdy kvůli sporům mezi Ruskou federací a Běloruskem došlo k několikadennímu přerušení dodávek ropy ropovodním systémem Družba [24].

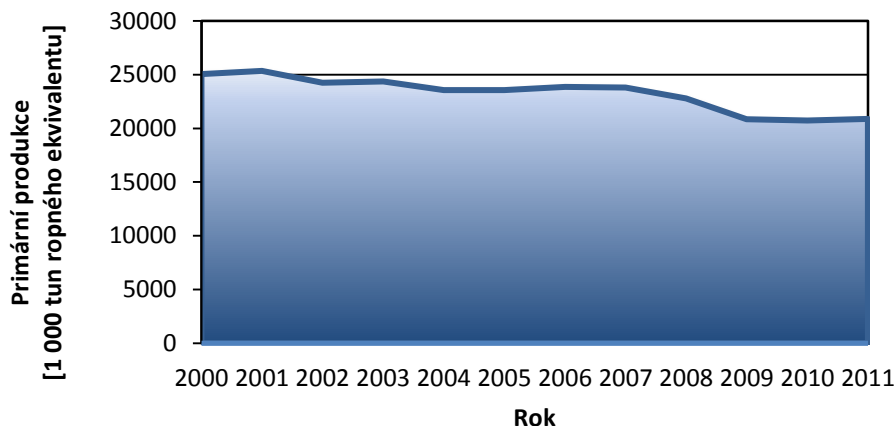
2.1.2 Zemní plyn

Situace se zemním plynem je velmi podobná jako situace s ropou. Na českém území se nachází jen velmi málo nalezišť a těžba z nich pokryje zanedbatelnou část celkové spotřeby. Zemní plyn je tudíž dalším nerostným zdrojem energie, jež je potřeba dovážet ze zahraničí. Podobně jako u ropy, většina zemního plynu je na naše území dopravována z Ruské federace. Kromě Ruska Česká republika odebírá plyn z Norska a v poslední době se také rozmáhá krátkodobé či jednorázové obchodování s plynem s Německem nebo ostatními zeměmi Evropské unie. Další podobnost s ropou lze najít u skladování zemního plynu, ten je však skladován nejen ze strategických důvodů jako pojistka proti případnému výpadku dodávek, ale také může být využíván při zvýšené spotřebě plynu v zimních obdobích [25].

2.1.3 Uhlí

Jak již bylo zmíněno, uhlí hraje velmi významnou roli, co se týče energetické produkce v naší republice. Těžba uhlí a jeho následné využívání jako zdroje energie má v České republice dlouhou tradici. V 90. letech 20. století došlo k mírnému útlumu těžby uhlí ve všech podobách, v posledních letech se však pokles těžby zmírňoval a mezi roky 2010 a 2011 už zase lze vidět nepatrný nárůst. Průběh produkce černého a hnědého uhlí v závislosti na čase lze vidět v grafu 2.4. Současné zásoby uhlí v České republice odhaduje společnost OKD, jež je jediným producentem černého uhlí v ČR, na přibližně 10 miliard tun, z nichž asi polovina je těžitelných. Z těchto zásob by mělo největší část zastávat hnědé uhlí, jež tvoří 60 % celkového objemu zásob, dále černé uhlí s podílem 37 % a zbylou část zásob by měl tvořit lignit. Množství vytěženého uhlí bez problémů pokryje domácí spotřebu, část uhlí je

sice dovážena z Polska ale na jednu tunu uhlí, kterou Česká republika importuje, připadají 3 tuny uhlí, jež jsou z ČR vyváženy do zahraničí [26].



Graf 2.4 Průběh primární produkce černého a hnědého uhlí v ČR mezi lety 2000 až 2011 [21]

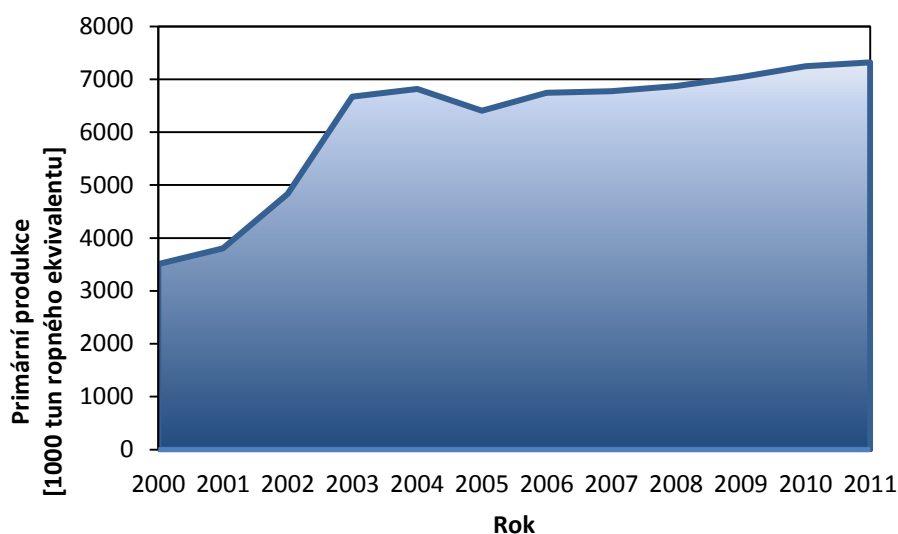
V České republice se nacházejí ložiska černého uhlí, hnědého uhlí i lignitu. Ačkoliv ložisek černého uhlí na našem území je více, například Mělnická pánev nebo Středočeské pánve, v současné době se černé uhlí těží pouze v ostravsko-karvinském revíru v jižní části Hornoslezské uhelné pánve.

Na rozdíl od černého uhlí, jež se v České republice těží výhradně dolováním, se hnědé uhlí u nás těží pouze povrchovou těžbou. Povrchová těžba je však v naší zemi omezena tzv. územními limity, jež mají zabránit ničení krajiny na úkor těžby uhlí. Díky těmto limitům zůstává velké množství zásob hnědého uhlí mimo dosah těžebních společností. Nejvýznamnějšími místy pro těžbu hnědého uhlí jsou pak chomutovsko-mostecká pánev a sokolovská pánev [27].

Lignit je na našem území těžen pouze z jediného ložiska, a to z Vídeňské pánve, přestože další zásoby lignitu se nacházejí v Jihočeské a Žitavské pánvi.

2.1.4 Jaderná energie

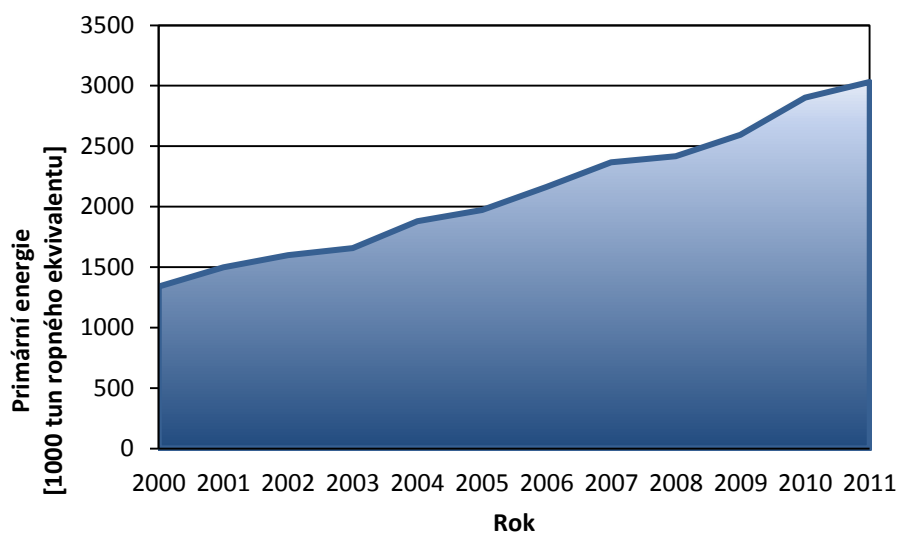
V České republice se nacházejí celkem dvě jaderné elektrárny, které dohromady tvoří 23 % podíl na celkové energetické produkci naší země. Jaderná elektrárna Dukovany byla první zprovozněnou jadernou elektrárnou na území České republiky. Elektrárna se skládá ze dvou bloků, jež byly uvedeny do provozu v letech 1985 až 1988. Každý z bloků má výkon 510 MW. Jaderná elektrárna Temelín má také dva bloky, z nichž každý dosahuje výkonu 1 055 MW. Tím se tato elektrárna stala největším energetickým zdrojem české republiky. Do provozu byla uvedena v roce 2000. V grafu 2.5 jde vidět náhlý vzrůst produkce jaderné energie od roku 2000 do roku 2003, kdy byla do celkové produkce postupně zakomponována elektrárna Temelín [28].



Graf 2.5 Průběh primární produkce jaderné energie v ČR mezi lety 2000 až 2011 [21]

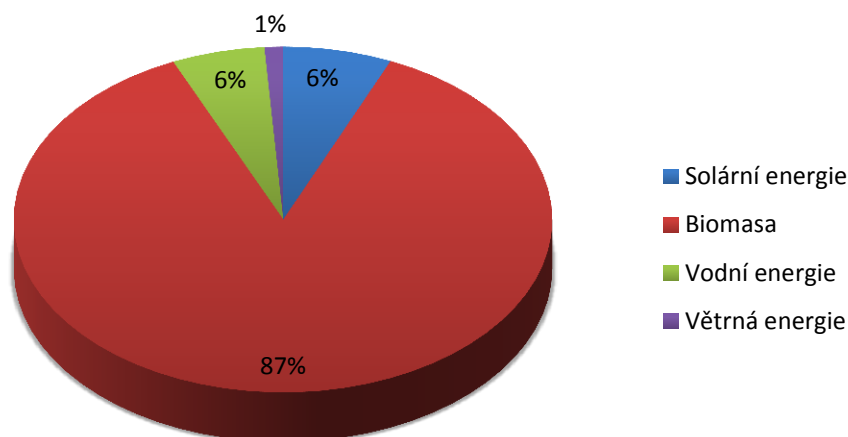
2.1.5 Obnovitelné zdroje

Produkce obnovitelné energie v ČR v souladu se světovým trendem zaznamenává neustálý růst. Tento růst lze pozorovat v grafu 2.6. Cílem je rozvíjet obnovitelné zdroje co nejrychleji a nahradit tak zdroje paliv, jež nejsou natolik šetrné k životnímu prostředí.



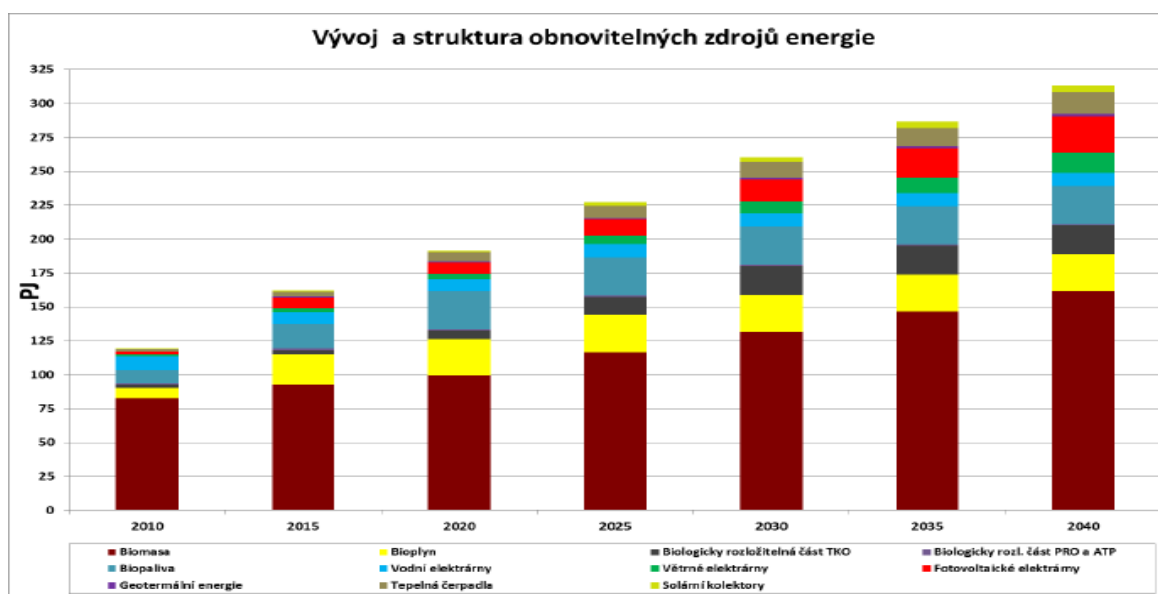
Graf 2.6 Průběh primární produkce obnovitelné energie v ČR mezi lety 2000 až 2011

Jak je názorně vidět z grafu 2.7, v České republice je z obnovitelných zdrojů nejvíce využívána biomasa, a to především pro potřeby výroby tepla. Využívání biomasy je podporováno státem, jako příklad by se dalo uvést povinné přimíchávání biosložek do benzínů a motorové nafty nebo dotace pro pěstování energetických plodin [29].



Graf 2.7 Procentuální rozdělení produkce jednotlivých zdrojů obnovitelné energie v ČR v roce 2011

Dalším zdrojem obnovitelné energie využívané v České republice je vodní energie. Naše země však nemá přístup k moři a vhodná místa v tocích řek jsou většinou již využita, proto se do budoucna již nepočítá s velkým nárůstem produkce energie z tohoto zdroje. Tento fakt lze pozorovat v očekávaném vývoji výroby elektrické energie zpracovaném Ministerstvem průmyslu a obchodu v Státní energetické koncepci České republiky, zobrazeném v grafu 2.8. U vodních elektráren je často využívána jejich výhoda možného rychlého spuštění a odpojení ve výrobě energie, tudíž nejčastěji bývají spuštěny v situaci, kdy ostatní zdroje nedokáží produkovat dostatek energie. Velmi důležité jsou také přečerpávací elektrárny, ty jsou v České republice jedinými zdroji akumulárního typu a tudíž jsou nezbytné pro vyrovnávání vysoké spotřeby během špičky a nízké spotřeby během noci [30].



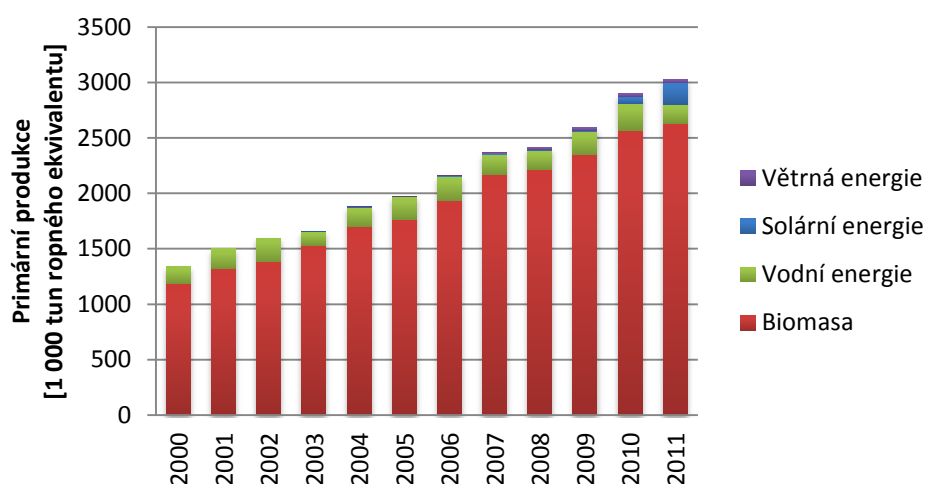
Graf 2.8 Očekávaný vývoj a struktura obnovitelných zdrojů energie do roku 2040² [30]

² TKO – tuhý komunální odpad, PRO – průmyslové odpady, ATP – alternativní paliva

Prudký nárůst zaznamenala výroba solární energie, a to především díky dotační podpoře od státu. Toto období, kdy se za účelem získání dotací a vysoké výkupní ceny začaly ve velké míře stavět solární elektrárny, se označuje jako solární boom. Během tohoto období došlo k obrovskému zvýšení produkce solární energie, celková produkce solární energie v roce 2011 byla 33 krát vyšší než o tři roky dříve v roce 2008. Do budoucna se však solární energie plánuje využívat jako zdroj energie pro zásobování menších objektů či domů.

Posledním obnovitelným zdrojem, jež je u nás ve větší míře využíván pro produkci energie je větrná energie. Stejně jako u vodní energie Česká republika nenabízí geografické podmínky pro větší využití tohoto zdroje, proto výroba větrné energie tvoří pouze jedno procento z celkové energetické produkce České republiky.

Dosavadní vývoj produkce z jednotlivých obnovitelných zdrojů je zobrazen v grafu 2.9. V grafu lze pozorovat stagnaci produkce energie z vodních zdrojů a také prudký růst produkce solární energie v posledních letech [30].

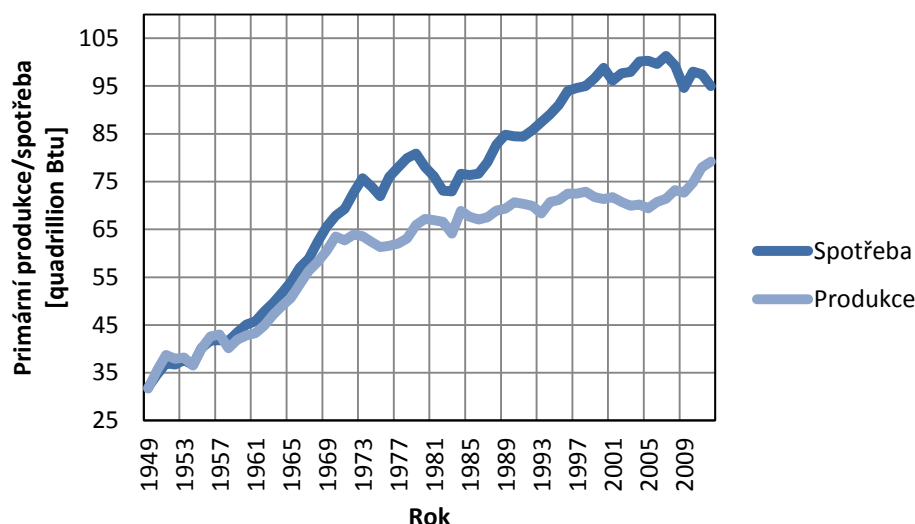


Graf 2.9 Průběh a struktura primární produkce obnovitelné energie v ČR mezi lety 2000 až 2011

2.2 Výroba energie ve Spojených státech amerických

Co se týče celkové produkce energie, Spojené státy jsou druhým největším výrobcem energie na světě s celkovou roční produkcí $78,001 \times 10^{15}$ Btu. Před nimi se nachází Čína s $97,832 \times 10^{15}$ Btu/rok, za USA je pak Rusko s $54,885 \times 10^{15}$ Btu/rok. Tyto tři velmoci tvořili v roce 2010 téměř 45 % celkové světové produkce energie.

Naprostá většina energie (82 %) je získávána z fosilních paliv. V roce 2000 to bylo 84 %, což poukazuje na poměrně pomalý rozvoj využívání obnovitelných zdrojů a jaderné energie. V posledních několika letech USA zvyšuje vlastní produkci energie (od roku 2005 do roku 2012 byl zaznamenán 12-% nárůst produkce primární energie). Přesto, jak je vidět z grafu 2.10, vlastní produkce zdaleka nepokrývá spotřebu energie. Tato situace je v USA dlouhodobá, naposledy vyrobily Spojené státy více energie, než spotřebovaly, v roce 1957.



Graf 2.10 Srovnání primární produkce a spotřeby energie v USA mezi lety 1949 až 2009³ [22]

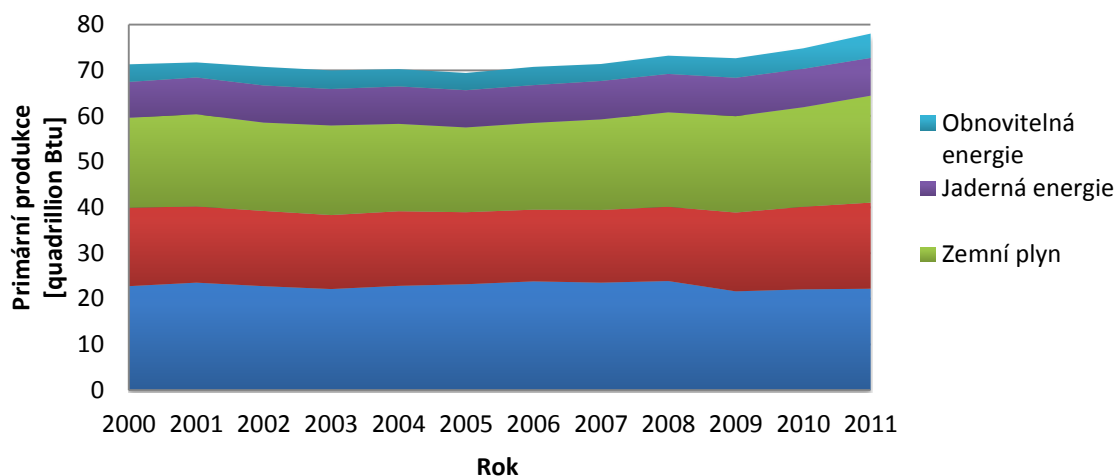
Největší podíl vyrobené energie připadá v USA na zemní plyn, v roce 2011 to bylo 30 % z celkové produkce. Plynové elektrárny jsou v USA velmi rozšířené, Spojené státy místo obřích plynových elektráren s velkým výkonem vsadili spíše na více menších regionálních elektráren, jež dokáží vykrývat výkyvy ve spotřebě.

Až do roku 2010 bylo však číslem jedna v produkci černé a hnědé uhlí. Podíl produkce uhlí v posledních letech klesá, na úkor produkce zemního plynu, která naopak roste. V roce 2011 pak černé uhlí tvořilo 28 % veškeré vyrobené energie. Stavba uhelných elektráren v USA dosáhla svého vrcholu v 70. letech minulého století, od té doby počet vystavěných elektráren klesal až do 90. let, kdy byla postavena poslední uhelná elektrárna. Přestože uhlí jako zdroj bylo stále velmi levné, ukončení výstavby způsobily nařízení na omezení vypouštění spalin, jako například povinnost vybavit elektrárnu velmi nákladným odlučovačem plyných i pevných emisí. Díky tomuto se výstavba nových elektráren na spalování uhlí již nadále ekonomicky nevyplatila. Posledním ze zdrojů, jež tvoří největší část produkce, je ropa s podílem 24 %. Všechny tři zdroje tvořící naprostou většinu produkce spadají do skupiny fosilních paliv a patří k nim i problémy s fosilními palivy spojené.

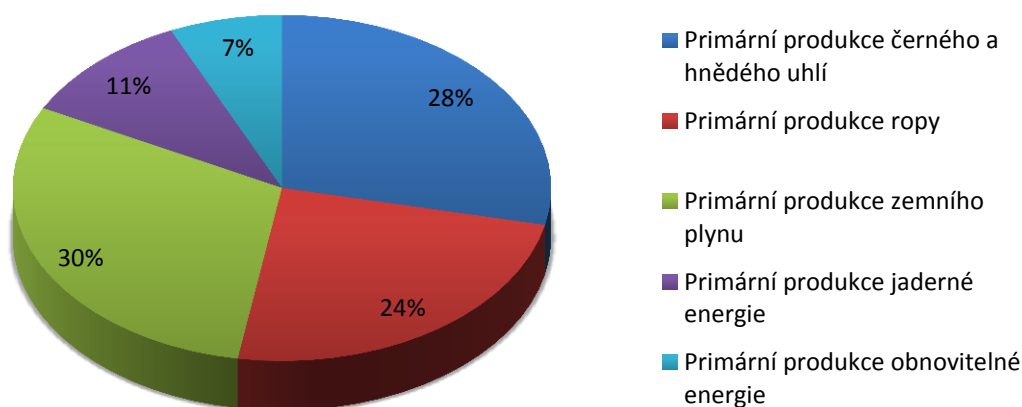
Celkovou produkci pak v menšině doplňuje jaderná energie (11 %) a obnovitelné zdroje (7 %). V USA byly stavěny jaderné elektrárny už v 50. letech minulého století, ty jsou však postupně odstavovány a nahrazovány nově vystavenými modernějšími elektrárnami [31].

Vývoj produkce od roku 2000 do roku 2011 je znázorněn v grafu 2.11, procentuální zastoupení jednotlivých zdrojů na celkové výrobě je zobrazeno v grafu 2.12.

³ Americké ministerstvo energetiky (U.S. Department of Energy) používá pro porovnání energetických hodnot jednotku quadrillion Btu, česky kvadrilion Btu. USA ovšem používá takzvaný krátký systém pojmenování vysokých čísel (short scale), zatímco většina kontinentální Evropy používá dlouhý systém (long scale). Díky tomuto často dochází k chybným překladům a nedorozuměním, neboť oba systémy používají stejné slovní označení pro vysoká čísla, ovšem liší se v matematickém vyjádření. Quadrillion v dlouhém systému matematicky lze znázornit jako 10^{24} , kdežto kvadrilion v krátkém systému odpovídá hodnotě 10^{15} . Ekvivalent v dlouhém systému pro quadrillion v krátkém systému je biliarda.



Graf 2.11 Průběh a struktura primární produkce energie v USA mezi lety 2000 až 2011 [22]

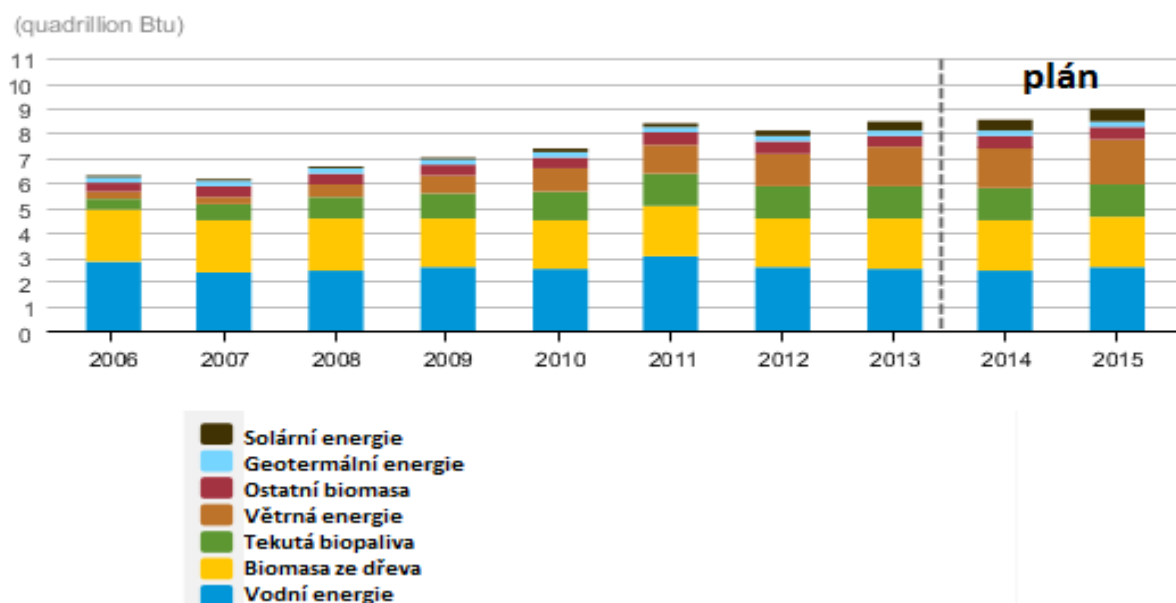


Graf 2.12 Procentuální rozdělení primární produkce energie v USA v roce 2011 [22]

2.2.1. Obnovitelné zdroje

V USA se stejně jako v Evropě snaží zvýšit podíl obnovitelných zdrojů na celkové produkci. V roce 2009 prezident Barack Obama pronesl vznešený cíl, že by chtěl během tří let zdvojnásobit aktuální produkci obnovitelné energie. Bohužel, jak je vidět z grafu 2.13, k takto razantnímu skoku v žádném případě nedošlo, i když jistý nárůst pozorovat lze.

Obnovitelné zdroje energie v USA



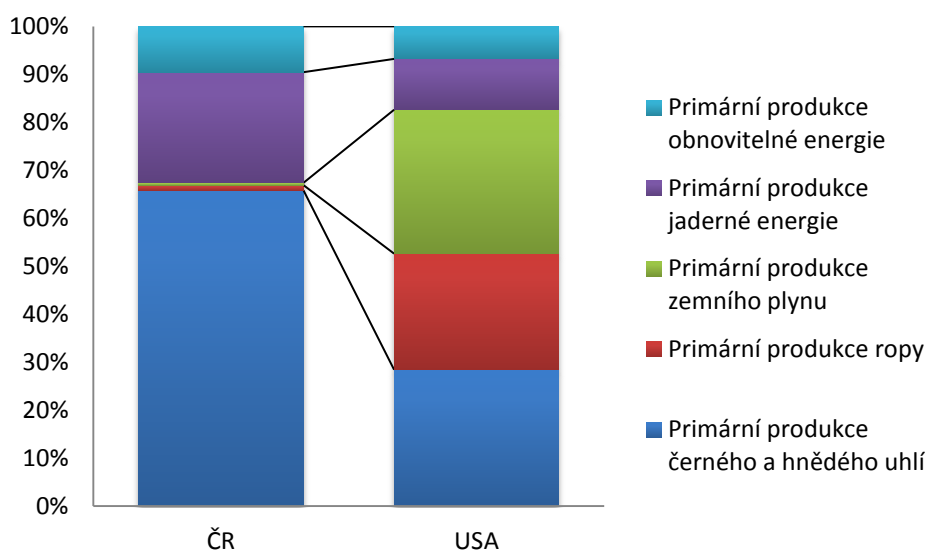
Graf 2.13 Průběh a předpověď primární produkce obnovitelné energie v USA do roku 2015 [22]

Největší podíl produkce obnovitelné energie připadá na energii z vody, USA je čtvrtým největším producentem vodní energie po Číně, Kanadě a Brazílii. Na území Spojených států amerických se také nachází pátá největší hydroelektrárna na světě Přehrada Grand Coulee. Tato přehrada je zároveň největším výrobcem elektrické energie v USA. Ve státech jako je Texas nebo Kalifornie jsou poměrně rozšířené větrné elektrárny, celkově pak tvoří asi 22 % z obnovitelných zdrojů. Spojené státy americké byly také průkopníkem využívání solárních panelů, ve velkém tuto technologii využili pro výrobu energie v projektu Solar One, první velkoplošné solární elektrárně.

2.3 Srovnání výroby energie v ČR a USA

Zásadním faktorem ovlivňujícím rozdíly ve výrobě energie mezi Českou republikou a Spojenými státy jsou geografické možnosti. Zatímco na americkém území se nachází dostatečná ložiska zemního plynu, která pokryjí většinu spotřeby plynu a také ložiska ropy, která vyprodukují zhruba polovinu spotřeby ropy v USA, v České republice jsou obě tyto složky importovány ze zahraničí a domácí produkce je zanedbatelná. Situace s produkcí uhlí je v obou zemích podobná, Česká republika i Spojené státy vyprodukují dostatek uhlí na pokrytí vlastní spotřeby i export do zahraničí. I přesto, že ve Spojených státech je mnohonásobně více jaderných elektráren, bere-li v potaz procentuální zastoupení jaderné energie v celkové energetické produkci, Česká republika s 23-% podílem jaderné energie využívá jádro jako zdroj dvakrát více než Spojené státy, v jejichž celkové produkci má energie z jádra 11 % podíl.

Srovnání primární produkce jednotlivých zdrojů zobrazených jako procentuální podíl na celkové produkci země je zobrazeno v grafu 2.14. Zřetelně zde lze pozorovat poměrnou vyrovnanost využívání jednotlivých zdrojů ve Spojených státech, zatímco v České republice v důsledku nedostatečné vlastní produkce ropy a zemního plynu jsou využívány pouze tři základní zdroje.



Graf 2.14 Srovnání primární produkce v ČR a v USA v roce 2011 podle zdroje [21], [22]

2.3.1 Obnovitelné zdroje

V oblasti obnovitelných zdrojů je situace velmi podobná, opět hraje velkou roli geografická odlišnost obou zemí. Ve Spojených státech je nejvyužívanějším obnovitelným zdrojem energie vody, čemuž napomáhá výstavba obřích přehrad a také přítomnost moří a oceánů. V České republice, jak již bylo zmíněno, jsou možnosti staveb vodních elektráren značně omezené, tudíž je zapotřebí více se soustředit na využití dalších obnovitelných zdrojů. V České republice je hlavním obnovitelným zdrojem biomasa, jež je ve Spojených státech také hojně využívána a je druhým největším producentem obnovitelné energie. Další rozdíl způsobený geografickou odlišností obou zemí je ve využívání energie z větru. Zatímco ve Spojených státech se nachází vhodná místa pro stavbu větrných elektráren, jež dokáží zajistit poměrně vysoký podíl větrné energie v produkci z obnovitelných zdrojů, v České republice je těchto míst méně, a tudíž energie získaná za pomoci větru se řadí mezi minoritní zdroje. Posledním geografickým rozdílem je možnost využívat geotermální energii. Ve Spojených státech existují místa, kde se tato energie dá využívat, u nás by však náklady na využití za současných technologií byly příliš vysoké. Česká republika proto kompenzuje horší podmínky pro využívání některých zdrojů vyšším využitím solární energie. V konečném součtu však obnovitelné zdroje energie zastávají v České republice větší podíl celkové produkce než ve Spojených státech, což lze považovat za pozitivní skutečnost pro Českou republiku.

3 SPOTŘEBA ENERGIE

Energie získaná z přírodních zdrojů se následně využívá v různých odvětvích pro různé účely, celkově se využívání této energie označuje jako spotřeba energie. U spotřeby energie se většinou rozlišuje, z jakého zdroje spotřebovaná energie pochází a v jakém odvětví je nakonec využita. Sledování a rozborů spotřeby energie jsou nezbytně nutné pro zlepšení efektivnosti využívání energie a následnou úsporu energie.

3.1 Spotřeba energie při základních procesech v domácnosti

I přes různá opatření pro snížení energetické spotřeby nově postavených domů, zavedení elektrospotřebičů s vyšší účinností a nižší spotřebou či zateplování domů, v domácnostech Evropské unie od roku 1985 nedošlo k poklesu spotřeby energie. Mezi lety 1985 a 2001 se sice mírně snížila spotřeba energie pro účely vytápění prostor, spotřeba elektrické energie ve stejném období však výrazně vzrostla.

Nejvíce energie se v Evropské unii spotřebovává na topení (cca 69 %), na ohřev vody se pak v průměru spotřebuje 15 %, spotřeba elektrických zařízení a svícení spotřebuje přibližně 11 % z celkové spotřeby domácnosti a při vaření se spotřebuje průměrně 5 % [32].

Ve Spojených státech amerických je situace obdobná, opět nejvíce energie v domácnosti je spotřebováno při topení. V roce 2009 to bylo 42 % z celkové spotřeby domácnosti, svícení a elektronická zařízení spotřebovala 30 %, ohřev vody 18 %, klimatizace 6 % a chlazení potravin 5 % [33].

3.2 Úspora energie

Kromě otázky, jak vyrobit dostatek energie, se tento problém začíná řešit také z opačného konce, tedy jak snížit současnou spotřebu energie. Ve většině domácností už lze dnes nalézt pouze úsporné zářivky nebo LED diody místo tradičních žárovek. Také nejrozumnější domácí spotřebiče, jako pračky, myčky nádobí, elektrické trouby atd., mají povinnost přikládat energetický štítek značící energetickou náročnost a výrobci se předhánají v dosažení co nejnižších nákladů na provoz. Důkazem této snahy je rozšíření škály energetické třídy spotřebiče. Původní škála byla označována v rozmezí A-G, kde A značí nejúspornější a G nejméně úsporný spotřebič. Dnes již na výrobcích je možno vidět navíc značení A+, A++ a nově A+++. Novinkou je také označování budov alternativou energetického štítku, a to tzv. Průkazem energetické náročnosti budovy. Tento průkaz má podobný účel jako energetický štítek na spotřebičích, informuje o energetické náročnosti provozu nemovitosti, a do roku 2019 jím postupně budou muset být označeny téměř všechny budovy. Velkou řadu těchto změn má na svědomí Evropská unie, jejíž členské státy se zavázaly, že do roku 2020 sníží spotřebu z klasických energetických zdrojů o 20 % [34].

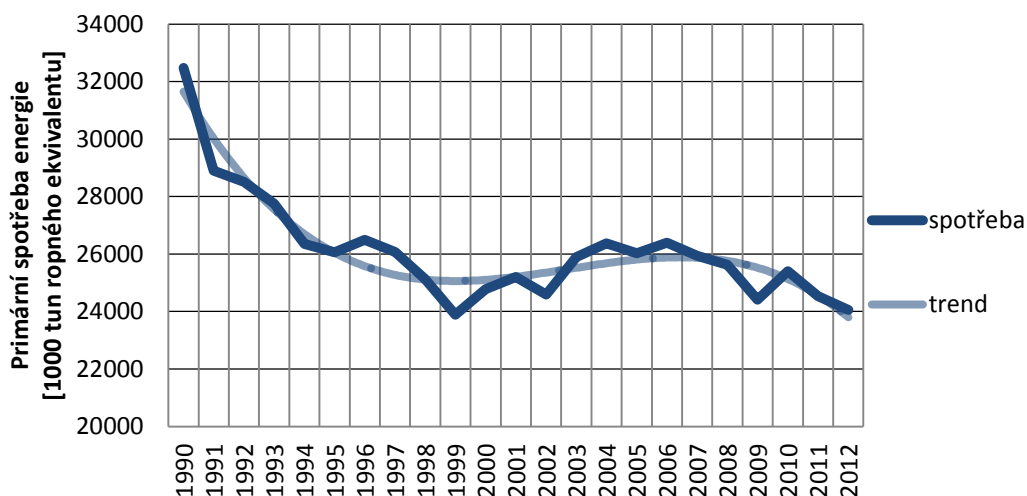
4 SPOTŘEBA ENERGIE V ČR A V USA

V této kapitole jsou popsány charakteristiky spotřeby energie v České republice a ve Spojených státech, jsou zde také uvedeny rozdíly a podobnosti mezi oběma zeměmi z hlediska spotřeby energie.

Veškeré statistické údaje prezentované v této kapitole formou textu či grafů týkající se České republiky pochází z veřejně dostupných databází Eurostat, U.S. Energy Information Administration a z Českého statistického úřadu [21], [22], [35]. Statistické údaje zpracované v této týkající se Spojených států amerických pochází z veřejně dostupné databáze U.S. Energy Information Administration [22].

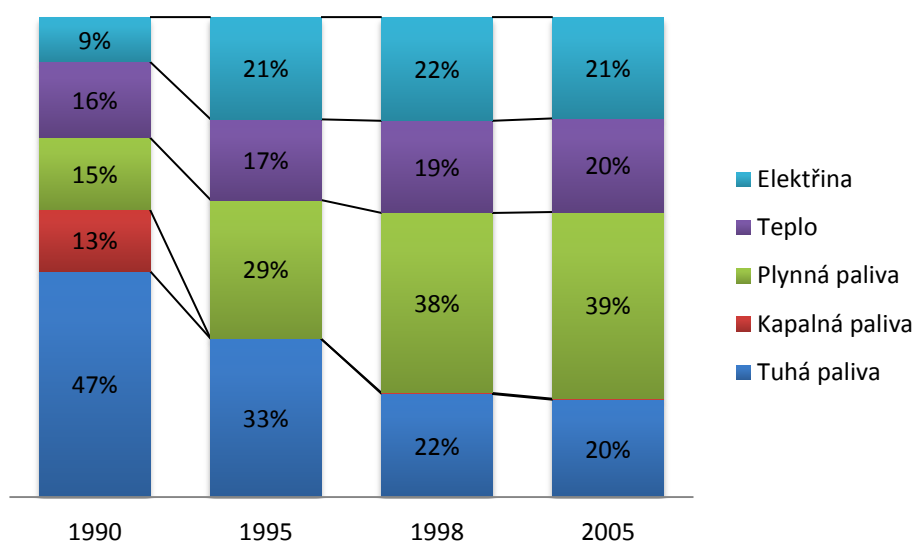
4.1 Spotřeba energie v České republice

Od roku 1990 do roku 2005 primární energetická spotřeba v České republice výrazně klesala a celkově se snížila téměř o 20 %. V tomto období docházelo také k postupné změně struktury primární energetické struktury. Rostla spotřeba ekologicky šetrnějších paliv, především zemního plynu, na úkor tuhých paliv. Toto dokazuje fakt, že v roce 1990 tvořila spotřeba tuhých paliv 27,5 % celkové konečné spotřeby, zatímco v roce 2005 se tento podíl snížil na 13,9 %. V tom stejném období se zvýšil podíl spotřeby zemního plynu z 13,6 % v roce 1990 na 22,2 % v roce 2005. Celková energetická spotřeba ve zmiňovaném období a následný vývoj až do roku 2012 jsou zobrazeny v grafu 4.1.



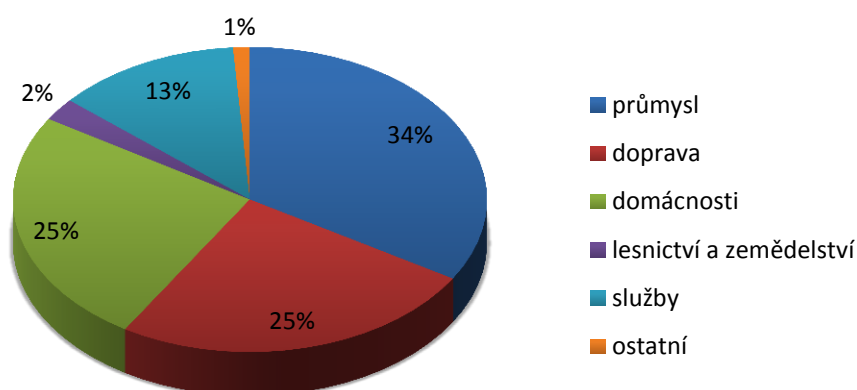
Graf 4.1 Průběh a vývojový trend primární spotřeby energie v ČR mezi lety 1990 až 2012 [21]

V českých domácnostech byla tato změna energetické struktury ještě znatelnější. Spotřeba energie z tuhých paliv tvořila 47 % celkové energetické spotřeby, do roku 2005 klesla tato hodnota na 20 %, což znamená snížení více než o polovinu. Roli nahrazujícího zdroje opět převzal především zemní plyn, jehož spotřeba vzrostla z původních 15 % z celkové spotřeby v roce 1990 na hodnotu 39 % v roce 2005. Vývoj struktury spotřeby v domácnostech od roku 1990 do roku 2005 lze pozorovat v grafu 4.2.

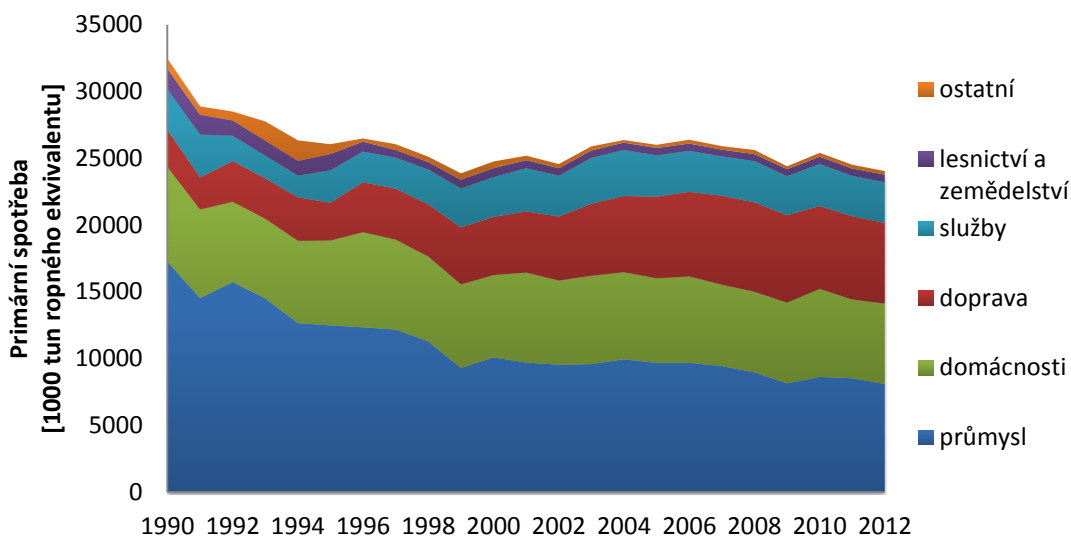


Graf 4.2 Srovnání procentuálního zastoupení spotřeby jednotlivých zdrojů v domácnostech ČR v letech 1990, 1995, 1998 a 2005 [35]

Je-li bráno v potaz rozdělení podle odvětví, ve kterém se energie spotřebovává, nejvíce energie se v roce 2012 spotřebovalo v průmyslu, bylo to celých 34 % celkové energetické spotřeby ČR. A to i přes to, že spotřeba energie v průmyslu zaznamenává dlouhodobý pokles. V roce 1990 se v průmyslovém odvětví spotřebovalo 48 %, tudíž téměř polovina celkové spotřebované energie v ČR. O šest let později tato hodnota klesla na 43,7 %, v roce 2005 pak na 40,9 % a do roku 2012 podíl průmyslu klesl o dalších téměř 7 % na již zmíněnou hodnotu 34 %. Naopak růst zaznamenala energie spotřebovaná v dopravě, ta v roce 2012 dosáhla 25 % podílu z celkové spotřeby. Podíl energie spotřebované v domácnostech se od roku 1990 nijak výrazně nemění, domácnosti pravidelně využívají přibližně čtvrtinu z celkové spotřeby energie. Procentuální rozdělení spotřebované energie podle odvětví z roku 2012 je vyobrazeno v grafu 4.3. Vývoj spotřeby v jednotlivých odvětvích od roku 1990 do roku 2012 je pak zobrazen v grafu 4.4.



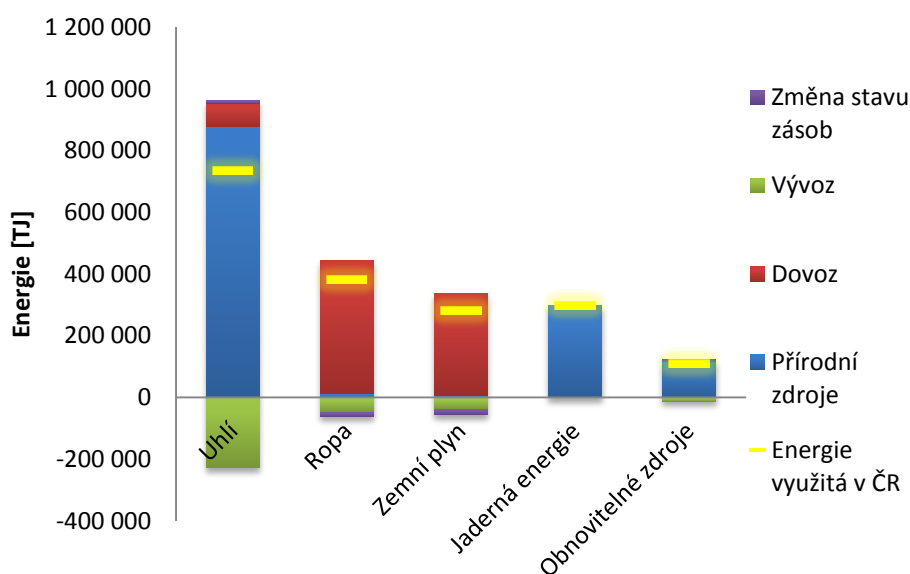
Graf 4.3 Procentuální srovnání spotřeby energie v ČR v roce 2012 dle odvětví [21]



Graf 4.4 Průběh a struktura primární spotřeby energie v ČR mezi lety 1990 až 2012 [21]

Pro srovnání spotřeby České republiky s ostatními zeměmi je třeba pro objektivnost přepočítat spotřebu celé země na počet obyvatel. Ve srovnání s Evropskými zeměmi měla Česká republika v roce 2011 15. nejvyšší spotřebu na jednoho obyvatele. Na jednu osobu v ČR připadlo v roce 2011 154,5 milionů Btu, zatímco Evropský průměr v témže roce činil 138,2 milionů Btu.

V grafu 4.5 je znázorněna Energetická bilance České republiky. Žlutou značkou je vyznačeno množství energie, jež je na území ČR spotřebováno z jednotlivých zdrojů. Spotřebovává se zde energie, která je získána přímo ze zdrojů na území ČR nebo energie, která je na území ČR dovážena ze zahraničí. Naopak od těchto položek je třeba odečíst energii, jež Česká republika nevyužije, jako vyváženou energii do zahraničí nebo energii ukládanou ve formě strategických zásob.



Graf 4.5 Energetická bilance ČR v roce 2012 [35]

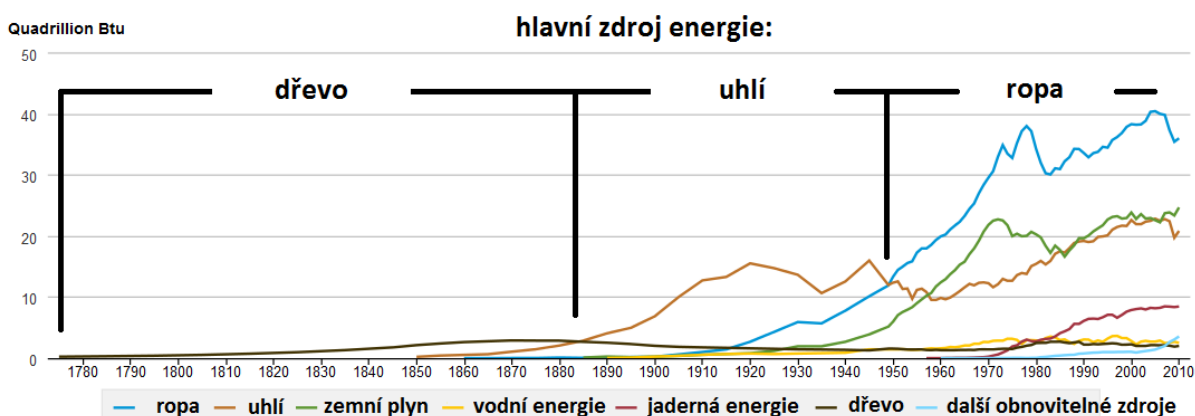
4.2 Spotřeba energie ve Spojených státech amerických

Spojené státy americké jsou tradičně považovány za jednoho z největších konzumentů energie. Jako celek mají Spojené státy druhou nejvyšší celkovou spotřebu energie hned po Číně. Když je ovšem zohledněna rozloha a populace země přepočtením spotřeby na počet obyvatel, Spojené státy se dostanou na jedenáctou pozici v žebříčku spotřeby elektrické energie na obyvatele.

Spojené státy americké rozlohou více než dvojnásobně převyšují rozlohu všech států Evropské unie dohromady, tudíž se logicky liší spotřeba energie v domácnostech v jednotlivých státech napříč USA. Například Pacifický region (Kalifornie, Oregon, Washington) má v průměru o 42 % nižší spotřebu než státy Centrálního jihovýchodního regionu (Alabama, Kentucky, Mississippi, Tennessee). Toto je z velké části způsobeno počasím, v Pacifickém regionu panují mírné zimy a mírná léta, zatímco v jižních částech USA je zvýšená spotřeba elektřiny kvůli klimatizaci a v severních částech je zvýšená spotřeba elektrické energie a tepla z důvodu topení během mrazivých období. Nezáleží však jen na podnebních podmínkách, stát Kalifornie je státem s druhou nejnižší spotřebou energie na obyvatele hned za státem Hawai, se spotřebou o 55 % nižší než má stát Louisiana a o 35 % nižší než je průměr všech států USA. Těchto skvělých čísel dosáhla Kalifornie především zásluhou velmi přísných zákonů týkajících se životního prostředí.

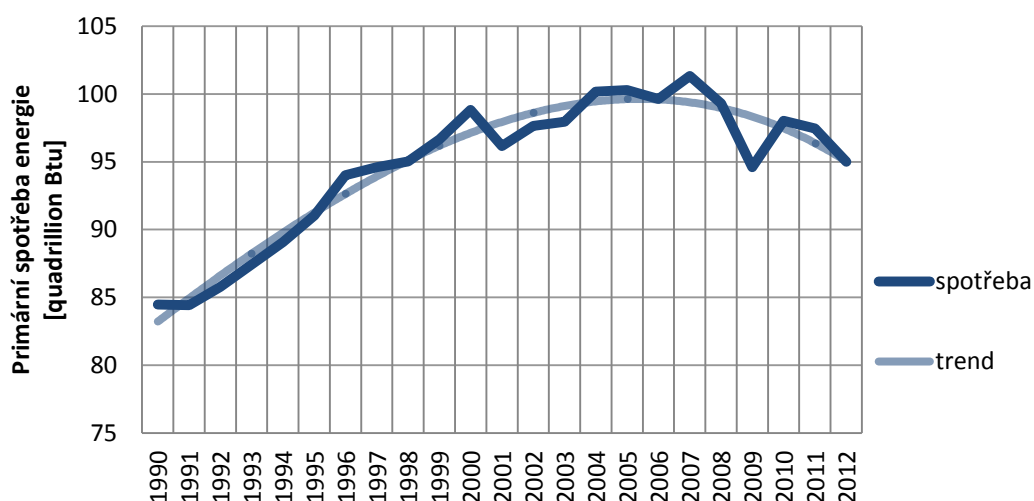
Od objevení Ameriky do roku 1885 bylo jako primární zdroj energie využíváno dřevo, kterého byl na nově objeveném kontinentu dostatek a navíc bylo potřeba kácet lesy k vytvoření prostoru pro stavbu měst a osad. V roce 1885 převzalo úlohu primárního zdroje uhlí, jehož spotřeba dosáhla maxima v roce 2007. Uhlí bylo jako primární zdroj nahrazeno v roce 1950 ropou. Ropa, především proto, že je využívána pro dopravní prostředky, zůstala jako hlavní zdroj energie v USA a prakticky po celém světě dodnes. Vývoj spotřeby různých zdrojů energie je znázorněn v grafu 4.6.

Spotřeba energie v USA podle zdroje v letech 1775-2010



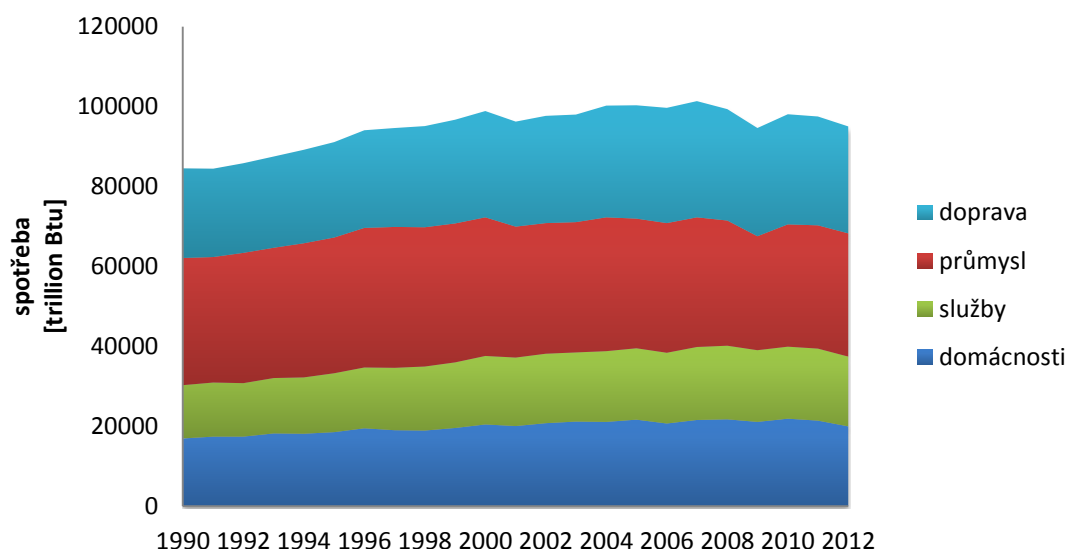
Graf 4.6 Průběh a struktura primární spotřeby energie v USA mezi lety 1775 až 2010 [22]

V období mezi lety 1990 a 2012 spotřeba energie v USA spíše rostla, i když ke konci tohoto období přece jen došlo k určitému poklesu. Průběh spotřeby v těchto letech je znázorněn v grafu 4.7.



Graf 4.7 Průběh a vývojový trend primární spotřeby energie v USA mezi lety 1990 až 2012 [22]

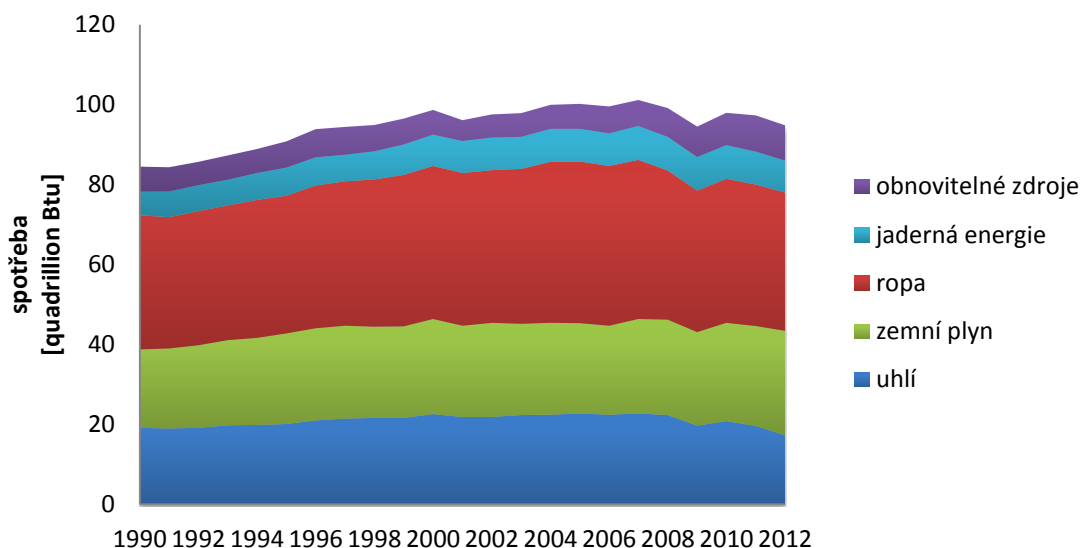
Při sledování vývoje spotřeb energie ve stejném období dle sektoru, kde se tato energie spotřebovává, lze zjistit, že v USA za cca 20 let nedošlo k žádné velmi výrazné změně struktury. Stále je nejvíce energie spotřebováváno v průmyslu a v dopravě, přičemž spotřeba energie v průmyslu zaznamenala velmi malý pokles (cca 3 %) a energie spotřebovaná v dopravě vzrostla přibližně o 15 %. Téměř stejný nárůst jako doprava pak zaznamenal i sektor domácností, zatímco největšího nárůstu dosáhlo odvětví služeb, a to o necelých 25 %. Vývoj spotřeby energie rozlišený dle sektoru využití lze najít vyobrazený v grafu 4.8.



Graf 4.8 Průběh a struktura primární spotřeby energie v USA mezi lety 1990 až 2012 [22]

Téměř podobná situace jako při rozdělení spotřeby dle sektoru využití nastane při rozdělení spotřeby ve Spojených státech podle původního zdroje energie. Opět až na malé výjimky zůstává celková struktura velmi podobná. Až v posledních několika letech se výrazněji měnila struktura spotřeby, jež způsobila konečné rozdíly v porovnání spotřeby v roce 1990 a 2012. Jak je patrné z grafu 4.9, největší spotřeba energie v USA připadá na energii z ropy. Tato spotřeba zůstává ve sledovaném období téměř stejná, rozdíl činí pouhých 3 % nárůstu.

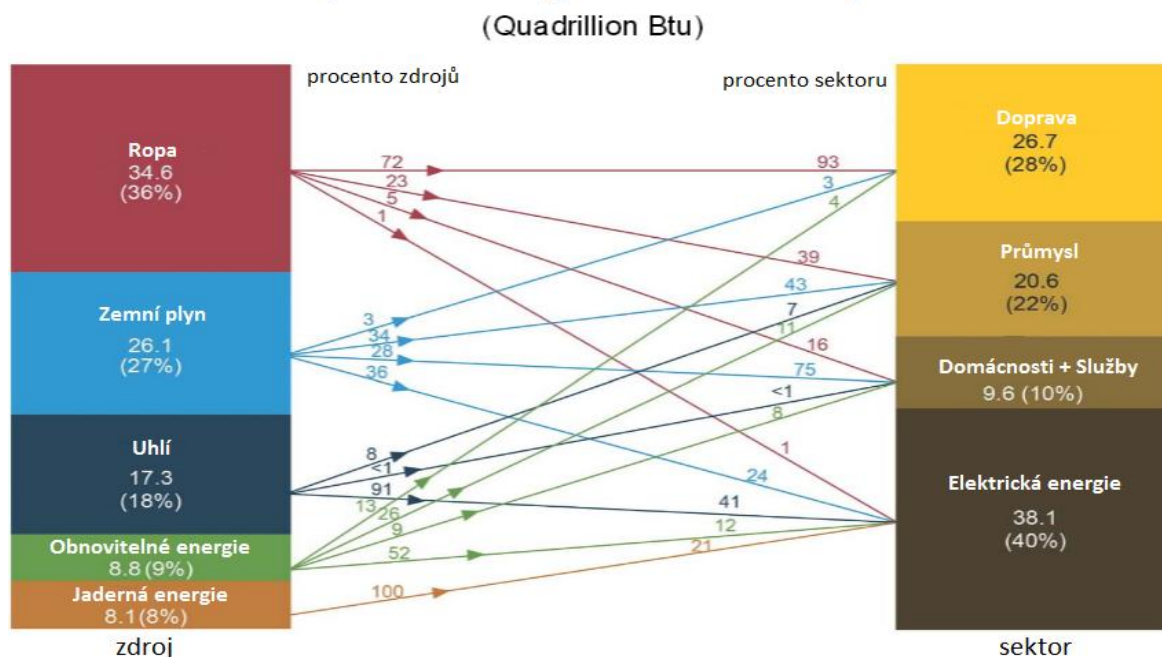
Největší změna nastala ve využívání obnovitelných zdrojů, jejich spotřeba se od roku 1990 zvýšila téměř o polovinu. Shodný nárůst pak zaznamenaly energie ze zemního plynu a jádra, obě přibližně 33 %. Jediný zdroj, jehož spotřeba ve sledovaném období klesá je pak uhlí, jehož spotřeba klesla o necelých 10 %.



Graf 4.9 Průběh a struktura primární spotřeby energie dle zdroje v USA mezi lety 1990 až 2012 [22]

Velmi dobře je pak struktura využívané energie vyobrazena v grafu 4.10. Z tohoto grafu lze zjistit podíl spotřeby z jednotlivých zdrojů a následně v jakém odvětví se tato energie využívá. Navíc je zde procentuálně vyjádřeno kolik procent energie z jednotlivých zdrojů je využíváno v konkrétním odvětví a naopak z jakých zdrojů se skládá energie využívaná v jednotlivých sektorech.

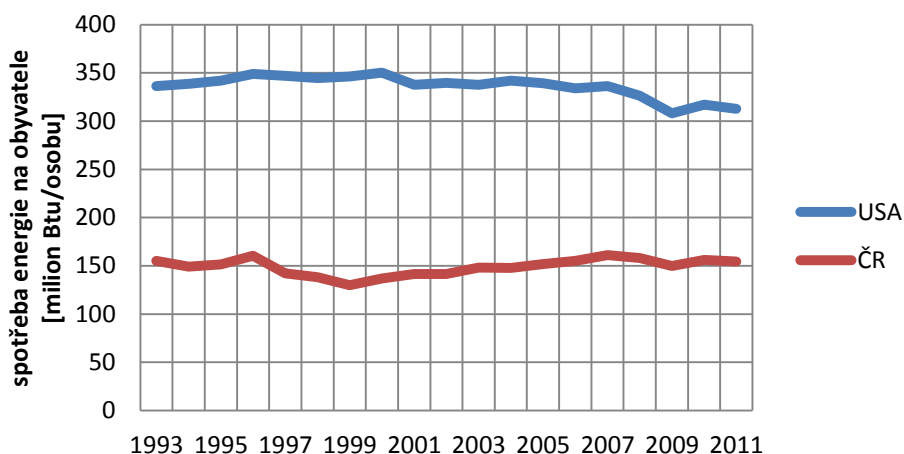
Primární spotřeba energie v USA dle zdroje a sektoru



Graf 4.10 Struktura primární spotřeby energie v USA dle zdroje a sektoru v roce 2012 [22]

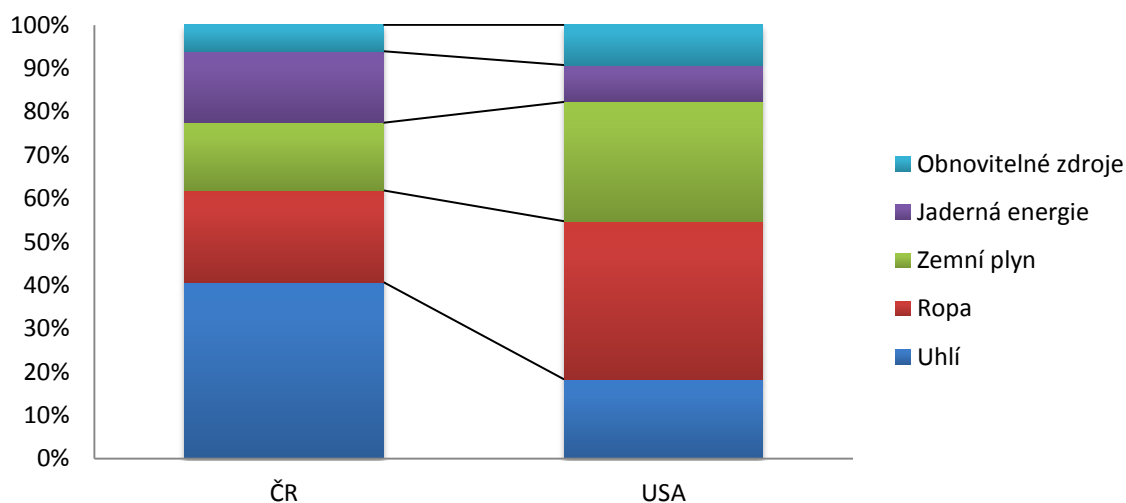
4.3 Srovnání spotřeby v ČR a v USA

Při pohledu na graf 4.11, je zřetelné, jak propastný rozdíl je mezi spotřebami České republiky a Spojených států. I po přepočtení energetické spotřeby na jednoho obyvatele, pro objektivnější srovnání, zůstává rozdíl ve spotřebě více než znatelný.



Graf 4.11 Srovnání průběhu primární spotřeby energie na obyvatele v ČR a USA mezi lety 1993 až 2011 [21], [22]

Při zaměření se na procentuální srovnání spotřeby obou zemí, konkrétně podle zdroje energie, jež je zobrazeno v grafu 4.12, je možno pozorovat rozdílné využívání jednotlivých zdrojů. V České republice v roce 2012 tvořily fosilní paliva menší podíl na celkové energetické spotřebě než v USA. Při pohledu na složení skupiny fosilních paliv však lze zjistit, že v České republice tvoří značnou část spotřeby fosilních paliv uhlí. Minoritní podíl pak tvoří ropa a zemní plyn. Ve Spojených státech je situace opačná, z fosilních paliv má nejvyšší spotřebu ropa a zemní plyn a uhlí tvoří menšinu spotřeby. Za předpokladu, že jaderná a obnovitelná energie jsou ekologicky šetrné zdroje, z porovnání spotřeb těchto zdrojů vychází lépe Česká republika, v níž tvoří tyto zdroje vyšší podíl z celkové spotřeby energie. To je dáno především téměř dvojnásobným podílem spotřeby jaderné energie v České republice než ve Spojených státech. Podíl samotné obnovitelné energie je pak ve Spojených státech cca o 3 % vyšší.



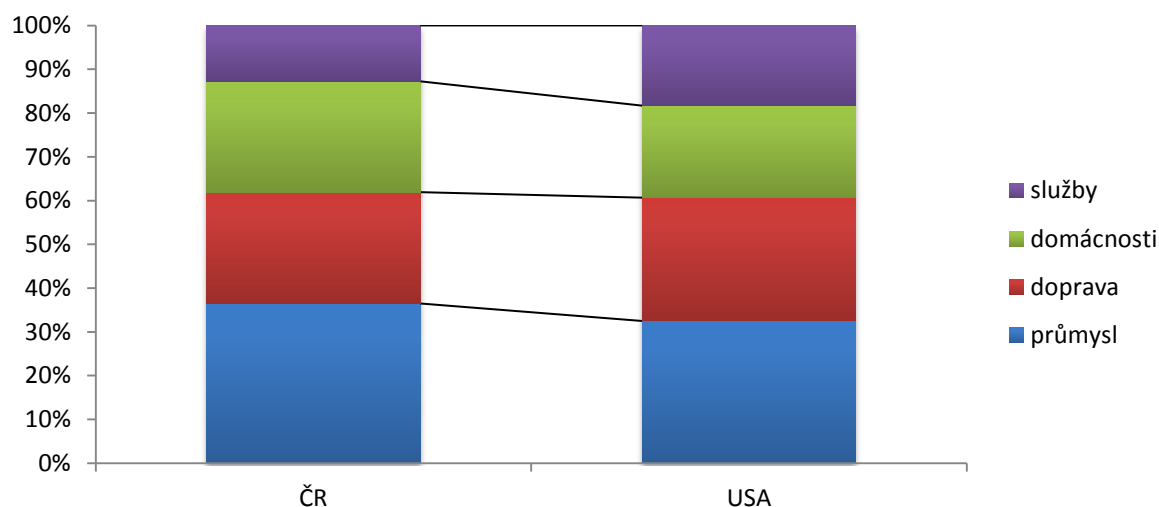
Graf 4.12 Srovnání procentuálního zastoupení primární spotřeby energie dle zdroje v ČR a USA v roce 2012 [21], [22]

Zajímavé je také srovnání spotřeby energie podle odvětví. V tomto aspektu je členění spotřeby mezi oběma zeměmi vyrovnanější, přesto lze nalézt několik pozoruhodných rozdílů.

Poměrně překvapivým by se mohlo zdát nižší zastoupení průmyslu ve Spojených státech v celkovém podílu spotřeby než v České republice. To je způsobeno přesunutím americké průmyslové výroby do jiných zemí a užívání výrobků, jež byly za nižší cenu vyrobeny mimo USA. Místo průmyslu se pak ekonomika Spojených států zaměřuje více na služby. Přesto by se však Spojené státy daly považovat za nepřímé spotřebitele a producenty škodlivých emisních plynů souvisejících s průmyslovým provozem, přestože se tak neděje na jejich území.

Česká republika se postupně začíná vydávat, stejně jako Evropská unie, stejnou cestou. Průmysl se pomalu odsunuje do států mimo Evropskou unii a v České republice se rozvíjí průmysl založený na službách a také průmysl energeticky méně náročný. Z grafu 4.13 ale jasně plyne, že v této ekonomické transformaci mají Spojené státy jasný předstih.

Spotřeba energie ve službách a průmyslu dohromady tvoří shodně u obou států polovinu celkové energetické spotřeby. Díky tomu lze velmi dobře pozorovat již dříve zmíněné rozdíly v zaměření průmyslu. Zatímco spotřeba v sektoru služeb tvoří ve Spojených státech 18 % z celkové energetické spotřeby, v České republice je to pouze 13 %. Analogicky o stejný rozdíl je v České republice vyšší energetická spotřeba v průmyslu než ve Spojených státech. V České republice pak připadá více spotřebované energie na domácnosti na úkor energie spotřebované v dopravě, v USA je situace opět opačná.



Graf 4.13 Srovnání procentuálního zastoupení primární spotřeby energie dle odvětví v ČR a USA v roce 2012 [21], [22]

5 VLASTNÍ PRŮZKUM POROVNÁNÍ SPOTŘEBY V DOMÁCNOSTECH ČR A USA

V předchozí kapitole byla možnost vidět, že rozdíl mezi spotřebou přepočtenou na obyvatele mezi oběma státy je nesmírně velký. Tento průzkum se snažil zjistit, zda stejný rozdíl lze nalézt i mezi spotřebami jednotlivých domácností v České republice a ve Spojených státech amerických. A pokud ano, zjistit čím je tento rozdíl způsobený.

Podle oficiálních statistik Českého statistického úřadu (dále jen ČSÚ) a Správy informací o energii ve Spojených státech (U.S. Energy Information Administration, dále jen EIA) byla průměrná primární spotřeba v domácnosti České republiky v roce 2011 62,6 GJ/domácnost. Průměrná primární spotřeba domácnosti ve Spojených státech amerických v téže roce byla 105,9 GJ/domácnost. Autor se rozhodl srovnat tyto údaje s vlastním průzkumem, kdy zjišťoval roční spotřebu jednotlivých domácností. Přílišná různorodost získaných dat a také neochota respondentů tyto data poskytovat však znemožnila toto porovnání, proto se autor rozhodl využít pouze již zmíněné oficiální statistické údaje.

Je vidět, že rozdíl ve spotřebě domácností obou zemí je poměrně velký. Jen pro přirovnání, kdyby české domácnosti v průměru spotřebovávaly stejné množství energie jako domácnosti ve Spojených státech, končená spotřeba energie v sektoru domácností by se stala nejvyšší ze všech odvětví a rovnala by se přibližně spotřebě ze sektoru průmyslu a služeb dohromady.

Ve srovnání může dojít k malým odchylkám, statistiky ČSÚ a EIA nejsou plně metodicky harmonizované, přesto obě vyjadřují stejný parametr.

Další část průzkumu se zabývá otázkou, čím jsou tyto rozdíly mezi spotřebami obou zemí způsobeny. Kromě využití oficiálních statistik a průzkumů se autor rozhodl vytvořit vlastní průzkum formou dotazníku, aby doplnil chybějící informace a více porozuměl rozdílným zvykům ve využívání energie v obou srovnávaných zemích. V největších městech daných zemí se dotazoval zástupců domácností na způsob, jakým využívají energii v domácnosti a zjišťoval četnost spotřebičů a příslušenství, jež mají vliv na spotřebu celé domácnosti. Do výzkumu bylo zapojeno celkem 60 domácností obývajících byty se čtyřmi a více místnostmi, 30 domácností z lokality Praha a 30 domácností z lokality New York.

Vzhledem k tomu, že nejvíce energie v domácnosti se využije na vytápění prostor, je logické jako první hledat příčinu rozdílných spotřeb právě tady. Rovnoběžky procházející srovnávanými městy se však liší pouze o 10° a průměrné teploty jsou velmi podobné. V jižněji ležícím New Yorku, který protíná stejná rovnoběžka jako třeba Madrid, Neapol nebo Soluň, se průměr ročních teplot pohybuje mezi 9 °C a 17 °C. V České republice je o něco chladněji, průměr ročních teplot se nachází v rozmezí 3-12 °C. Je tedy možno vyloučit možnost, že by vyšší spotřeba v domácnostech v New Yorku byla zapříčiněna zvýšenou nutností topit.

5.1 Vybavenost domácností

Z předchozího odstavce vyplývá, že v New Yorku nezpůsobuje okolní teplota nutnost topit více než v Praze. Teplota však může ovlivnit spotřebu energie z druhé strany. V průzkumu, jež byl proveden v domácnostech v New Yorku, 25 ze 30 (83,3 %) dotazovaných zástupců domácností uvedlo, že vlastní a využívá klimatizaci. Oproti tomu v Praze vlastní klimatizaci jen 5 z 30 (16,6 %) dotazovaných domácností. Dle průzkumu Správy informací o energii

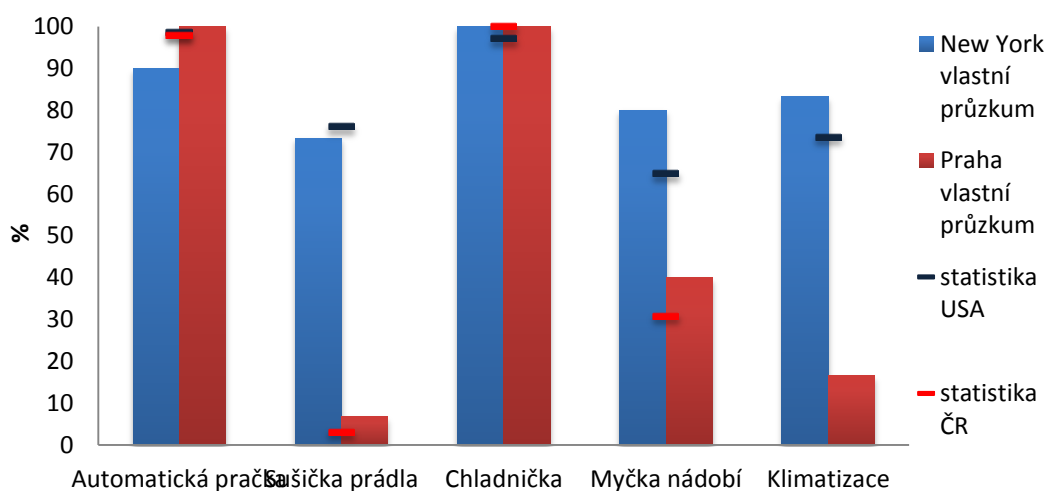
ve Spojených státech (EIA) v New Yorku vlastní klimatizaci přibližně 75 % domácností, což potvrzuje autorem provedený průzkum.

Dále byla v domácnostech zjišťována přítomnost spotřebičů, jež se podílí na spotřebě domácnosti. Jako naprostý základ domácnosti z dotazníku vyplynula chladnička, jež vlastní každá z dotazovaných domácností. Další spotřebič, jež dle autorova i oficiálních průzkumů vlastní téměř každá domácnost, je automatická pračka. V dotazníku se však objevila odchylka, kdy přítomnost pračky v domácnosti v New Yorku potvrdilo pouze necelých 90 % dotazovaných, přestože celonárodní průměr USA je 98,5 %. Tato odchylka je s největší pravděpodobností způsobena čtenějším využíváním veřejných prádeln ve větších městech.

Větší rozdíly mezi domácnostmi se začínají projevovat ve vlastnictví myček nádobí a sušiček prádla. V Praze vlastní myčku nádobí 40 % dotazovaných domácností, v New Yorku je to pak 80 % domácností. Oficiální zdroje uvádí o něco nižší hodnoty, v České republice vlastní myčku nádobí 37,1 % domácností a ve Spojených státech 64,8 %. Stále však platí, že myčka nádobí se mnohem častěji vyskytuje v domácnostech Spojených států.

Ve vybavenosti domácností sušičkami prádla pak nastal nejvyšší rozdíl ze všech spotřebičů. Zatímco v New Yorku a celkově ve Spojených státech jsou sušičky prádla poměrně běžnou součástí domácnosti, v České republice se sušičky prádla v domácnostech vyskytují spíše ojediněle. Z 30 dotázaných domácností v New Yorku 22 (73,3 %) potvrdilo, že používá sušičku na prádlo, kdežto v Praze ze stejného počtu tázaných vlastní sušičku pouze dvě (6,7 %) domácnosti. Podle dostupných statistik je pak rozdíl ještě propastnější, v USA vlastní sušičku prádla 76 % domácností, v České republice pouhých 3 %.

Posledním dotazovaným spotřebičem pak byly televizory, konkrétněji počet televizorů v jedné domácnosti. Celkový počet televizorů ve 30 dotazovaných domácnostech v New Yorku byl 83, což v přepočtu znamená téměř 2,8 televizorů na jednu domácnost. Průměr USA je pak necelých 2,6 televizorů na domácnost. V Praze bylo ve 30 domácnostech dohromady zjištěno 52 televizorů, po přepočtení tedy vychází na jednu domácnost průměrně přes 1,7 televizorů. Průzkum v Praze ukazuje vyšší výskyt televizorů než činí průměr České republiky s 1,35 televizory na domácnost.



Graf 5.1 Srovnání procentuálního vyjádření vybavenosti domácností v New Yorku a v Praze v roce 2014

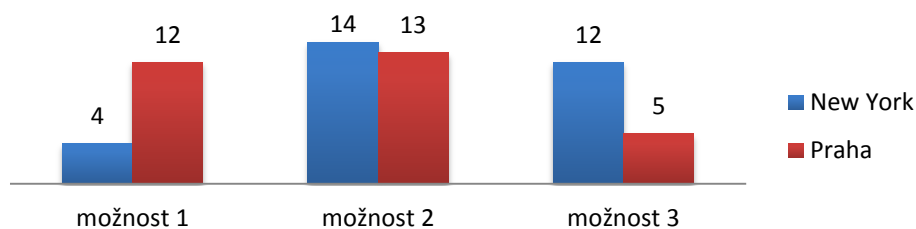
Průzkum vybavenosti odhalil jednu z možných příčin vysoké spotřeby newyorských domácností oproti domácnostem pražským. Téměř shodně jsou domácnosti vybaveny automatickými pračkami a chladničkami, velké rozdíly se však projevují ve vybavenosti ostatními sledovanými spotřebiči. Sušiček prádla, klimatizací i myček nádobí se v domácnostech v New Yorku vyskytují minimálně dvojnásobně více, často jsou však rozdíly nesrovnatelně větší. Televizorů na jednu domácnost je ve Spojených státech jen těsně méně než dvojnásobě oproti České republice. Je pozoruhodné si jen představit, kolik energie čerpají spotřebiče, jež jsou v domácnostech Spojených států navíc oproti domácnostem v České republice.

5.2 Chování a návyky spotřebitelů

Dalším aspektem, na který se průzkum zaměřil, bylo chování a návyky spotřebitelů. Často se podceňuje vliv spotřebičů s menším příkonem na celkovou spotřebu, bývají-li však zapnuty pravidelně větší část dne, projeví se nárůstem celkové spotřeby.

Na otázku, za jakých okolností mívají v domácnosti zapnutý televizor 4 z 30 (13,3 %) dotazovaných domácností v New Yorku odpověděly, že televizor bývá zapnutý pouze když jej právě někdo sleduje, 14 (46,7 %) domácností přiznalo, že televizor v jejich domácnosti často slouží jako kulisa aniž by jej někdo přímo sledoval a 12 (40 %) domácností uvedlo, že televizor bývá zapnutý i v místnostech, ve kterých se žádný člen domácnosti momentálně nenachází. V pražských domácnostech dopadl průzkum odlišně, oproti 4 newyorským domácnostem má puštěný televizor jen když jej sleduje 12 (40 %) pražských domácností, zapnutý televizor když se nachází ve stejné místnosti, ale přímo jej nesleduje má 13 (43,3 %) domácností a televizor běžící v místnosti, kde se nikdo nenachází, přiznalo 5 (16,7 %) pražských domácností.

Při porovnání těchto údajů v grafu 5.2, lze vidět jasný rozdíl v tendencích spotřebitelských domácností. Možnost 1 v grafu znamená, že respondenti potvrdili zapnutou televizi pouze při jejím sledování. Možnost 2 uvedly ty domácnosti, v nichž je televizor zapnutý i jako kulisa aniž by jej někdo přímo sledoval. Možnost 3 pak volily domácnosti, v nichž bývá televizor zapnutý i v místnostech, kde se zrovna nenachází žádný člen domácnosti.



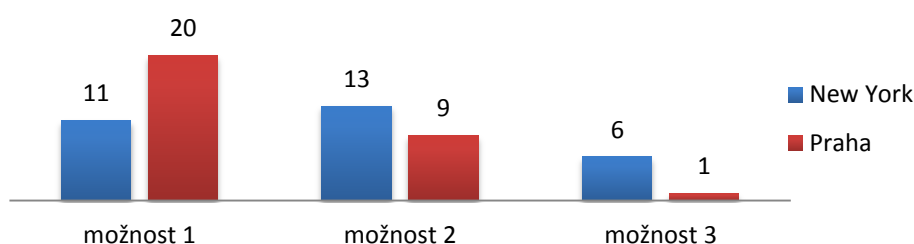
Graf 5.2 Porovnání spotřebitelských návyků v oblasti užívání televizorů

Podobná otázka jako ta předchozí zjišťovala rozsah doby svícení v domácnosti během nedostatku denního světla. Z 30 dotazovaných domácností v New Yorku uvedlo celkem 11 (36,7 %) domácností, že svítí pouze v místnostech, kde se aktuálně někdo nachází. Dalších 13 (43,3 %) domácností v průzkumu sdělilo, že rozsvícená světla nechávají také v často využívaných místnostech nebo chodbách a 6 (20 %) newyorských domácností přiznalo, že světla v některých částech obydlí nechávají rozsvícena i přes noc, nebo když není nikdo doma. Oproti tomu v Praze 20 z 30 (66,7 %) domácností svítí v pouze v místnostech, kde se právě někdo nachází, 9 (30 %) domácností nechává světla rozsvícená

v často využívaných místnostech nebo chodbách a pouze jedna (3,3 %) domácnost přiznala, že světla nechává zapnuté i přes noc nebo i když nikdo není doma.

Opět, na srovnání v grafu 5.3 lze na první pohled vidět odlišné využívání osvětlení v domácnosti v Praze a v New Yorku. V tomto grafu možnost 1 zvolily domácnosti, jež svítí pouze v místnostech, kde se aktuálně někdo nachází. Možnost 2 uvedly domácnosti, které nechávají rozsvícená světla i v často používaných místnostech nebo chodbách a možnost 3 uvedly domácnosti, v nichž bývají světla v některých místnostech rozsvícená i přes noc nebo není-li nikdo doma.

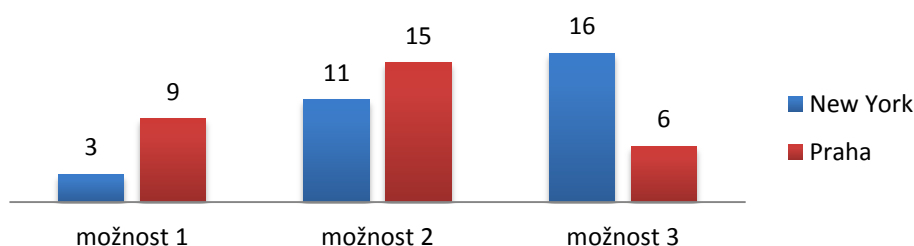
Z průzkumu plyne, že dohromady 19 z 30 newyorských domácností je zvyklých mít rozsvícená světla, aniž by to zrovna potřebovaly, což je poněkud vysoké číslo.



Graf 5.3 Porovnání spotřebitelských návyků v oblasti svícení

Poslední zkoumanou oblastí domácnosti, která má spíše vypovídat o celkovém zvyku využívat spotřebiče při běžných činnostech, je příprava snídaně. I tato jednoduchá činnost se dá vykonat rozdílnými způsoby, na jedné straně stojí příprava snídaně bez využití jakýchkoliv spotřebičů a na druhé straně velké využití spotřebičů a společně s tím dlouhodobé zvýšení spotřeby domácnosti. Opět byla 30 newyorským a 30 pražským domácnostem položena stejná otázka, a to zda využívají elektrickou energii, plyn či jiný zdroj energie v domácnosti pro přípravu snídaně. A výsledky z obou měst opět vykazují určité odlišnosti, jež odrážejí rozdílné spotřebitelské návyky obou měst. V New Yorku z 30 dotazovaných domácností pouze 3 (10 %) uvedly, že k přípravě snídaně nevyužívají elektrickou energii, plyn ani jiný zdroj energie v domácnosti. Dalších 11 (36,7 %) domácností uvedlo, že využívají zdroj energie pouze k přípravě teplého nápoje a celých 16 (53,3 %) domácností vypovědělo, že k přípravě snídaně využívají elektrickou energii, plyn nebo jiný zdroj energie. V pražských domácnostech pak snídani bez využití zdroje energie připravuje 9 domácností ze 30 (30 %) tázaných, elektřinu, plyn nebo jiná zdroj energie v domácnosti pouze pro přípravu teplého nápoje využívá 15 (50 %) domácností a jen 6 pražských domácností ze 30 (20 %) využívá pro přípravu snídaně elektrickou energii, plyn nebo jiná zdroj energie v domácnosti.

Výsledky jsou opět vyznačeny v grafu 5.4.



Graf 5.4 Porovnání spotřebitelských návyků v oblasti přípravy snídaně

6 ZÁVĚR

Tato práce, kromě základního vysvětlení způsobů výroby energie a jejího následného využívání, porovnává dvě na první pohled velmi rozdílné země – Českou republiku a Spojené státy americké. Představuje a srovnává schéma výroby energie v obou zemích a ukazuje rozdíly a podobnosti ve struktuře spotřeby energie.

Druhá část této práce se pak zaměřuje přímo na spotřebu energie v domácnosti. V oficiálních statistikách lze pozorovat poměrně velký rozdíl mezi spotřebami domácností v České republice a ve Spojených státech amerických. Provedený průzkum v domácnostech největších měst obou zemí přináší možné příčiny tohoto rozdílu.

Z průzkumu využívání spotřebičů jasně plyne, že domácnosti v New Yorku jsou více vybaveny spotřebiči, jako je sušička prádla, myčka nádobí, klimatizace nebo televizory, jejichž používání zvyšuje spotřebu v domácnosti. Pražské domácnosti oproti tomu jsou těmito spotřebiči vybaveny méně často, a také televizorů na jednu domácnost připadá méně.

Stejně tak k vysvětlení rozdílných spotřeb domácností přispěla část výzkumu zaměřená na spotřebitelské návyky a chování spotřebitelů. Na základě výsledků dotazníku je patrné, že pražské, potažmo i české domácnosti se chovají úsporněji co se týče využívání energie v domácnosti. Domácnosti v New Yorku nechávají častěji zbytečně zapnuté televizory, častěji svítí, aniž by to bylo nezbytně nutné a také více využívají spotřebiče při základních činnostech, jako je příprava snídaně.

Srovnání České republiky a Spojených států amerických z energetického hlediska může být prospěšné především s ohledem na současný vývoj spotřebitelských návyků občanů České republiky i většiny evropských zemí. Od revolučních změn v roce 1989 lze pozorovat určité pozvolné změny ve spotřebitelských návycích. Dá se říct, že chování českých spotřebitelů se v jistém ohledu přibližuje chování spotřebitelů ve Spojených státech, což platí především pro mladší generace. Zatímco většina lidí ze starší generace je zvyklá chovat se energeticky úsporněji, lidé z mladší generace častěji preferují pohodlí na úkor nízké spotřeby v domácnosti. A jak již bylo zmíněno v úvodu, pokud se Česká republika bude potýkat se zvýšenou spotřebou domácností v důsledku změny spotřebitelského chování, má tu výhodu, že může stejnou událost prozkoumat v historii Spojených států či jiných zemí a dle toho zvolit optimální opatření minimalizující negativní dopady spojené s tímto jevem.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] Zákon č.17/1992 Sb.004 o životním prostředí, In: Sbírka zákonů. 5. 12. 1991.
- [2] Ministerstvo životního prostředí ČR, *Typy obnovitelných zdrojů energie* [online]. 2009 [cit. 2014-04-02]. Dostupné z: http://www.mzp.cz/cz/typy_oze.
- [3] Alternativní zdroje energie, *Větrné elektrárny* [online]. 2013 [cit. 2014-04-02]. Dostupné z: <http://www.alternativni-zdroje.cz/vetrne-elektrarny.htm>
- [4] RODGER, Marguerite. *Hydroelectric Power: Power from moving water*. 1. vyd. New York: Crabtree Publishing Company, 2010, 32 s. ISBN 0778791165, 9780778791164
- [5] Zákon č. 180/2005 o podpoře výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů energie, In: *Sbírka zákonů*. 31. 3. 2005.
- [6] Alternativní zdroje energie, *Výroba energie z biomasy* [online]. 2013 [cit. 2014-04-02]. Dostupné z: <http://www.alternativni-zdroje.cz/vyroba-energie-biomasa.htm>
- [7] HARSH, K. Gupta, SUKANTA .*Geothermal Energy: An Alternative Resource for the 21st Century*. Přepřacované vyd. Tokyo: Elsevier Science, 2006, 292 s. ISBN 978-0444528759
- [8] Tepelná čerpadla, *Princip tepelného čerpadla*[online].2014 [cit. 2014-04-03]. Dostupné z: <http://www.tepelna-cerpadla-ciat.cz/jak-to-funguje>
- [9] OTECPOWER Inc.,*OTECPOWER* [online]. 2011 [cit. 2014-04-03]. Dostupné z: <http://www.otecpower.com/>
- [10] ScienceDaily, *Fossil Fuel* [online]. 2013 [cit. 2014-04-03]. Dostupné z: http://www.sciencedaily.com/articles/f/fossil_fuel.htm
- [11] COAKLEY, Tadgh a kol., *Energetická účinnost v průmyslu* [soubor pdf]. 1. vyd. – Intelligent Use of Energy at School, 2010, 80 s. Dostupné z: http://www.iuses.eu/materiali/cz/MANUAL_PRO_STUDENTY/Energeticka_ucinnost_v_prumyslu.pdf
- [12] SMRČKA, Zbyněk, *Od uhlí k ropě*. 1. vyd. Most: Česká rafinářská, 2011, 162 s
- [13] ČEZ, *Proces výroby v uhelných elektrárnách* [online]. 2014 [cit. 2014-04-04]. Dostupné z: <http://www.cez.cz/cs/vyroba-elektriny/uhelne-elektrarny/flash-model-jak-funguje-uhelna-elektrarna.html>
- [14] Petroleum.cz, *Původ, vznik, vyhledávání a těžba ropy* [online]. 2014 [cit. 2014-04-04]. Dostupné z: <http://www.petroleum.cz/ropa>
- [15] Peakoil.com, *What is peakoil* [online]. 2010 [cit. 2014-04-04]. Dostupné z: <http://peakoil.com/what-is-peak-oil>
- [16] CÍLEK, Václav a KAŠÍK, Martin. *Nejistý plamen: Průvodce ropným světem*. 1. vyd. Praha: Dokořán, 2007, 191 s. ISBN 978-80-7363-122-2.
- [17] Zemní plyn, *Co je zemní plyn* [online]. 2011 [cit. 2014-04-04]. Dostupné z: <http://www.zemniplyn.cz/plyn>
- [18] International Peat Society, *Peat* [online]. 2011 [cit. 2014-04-04]. Dostupné z: <http://www.peatociety.org/peatlands-and-peat/what-peat>

- [19] KUSALA, Jaroslav, *JADERNÁ ENERGETIKA – Miniencyklopedie* [online]. 2004 [cit. 2014-04-04]. Dostupné z: <http://www.cez.cz/edee/content/microsites/nuklearni/nuklear.htm>
- [20] KHARECHA, Pushker A. a HANSEN, James E., *Prevented Mortality and Greenhouse Gas Emissions from Historical and Projected Nuclear Power*. Environmental Science & Technology. New York: American Chemical Society. 2013, 47 (9), s. 4889–4895.
- [21] Eurostat [online]. [cit. 2014-03-09]. Dostupné z: epp.eurostat.ec.europa.eu
- [22] U.S. Energy Information Administration [online]. [cit. 2014-03-09]. Dostupné z: www.eia.gov
- [23] Mero ČR a.s., *Ropovody v ČR* [online]. 2013 [cit. 2014-04-07]. Dostupné z: <http://www.mero.cz/>
- [24] ZAPLATÍLEK, Jan, *Zásobování České republiky ropou* [soubor pdf]. 2007 [cit. 2014-04-07]. Dostupné z: <http://www.pro-energy.cz/clanky2/4.pdf>
- [25] ČERNOCH, Filip a kol., *Energetická bezpečnost ČR a budoucnost energetické politiky EU*. 2010. vyd. Brno: IIPS, 2010. 240 s.
- [26] OKD, *Uhlí v České republice* [online]. 2012 [cit. 2014-04-07]. Dostupné z: <http://www.okd.cz/cs/tezime-uhli/soucasnost-u-nas-i-ve-svete/uhli-v-ceske-republice>
- [27] Energostat, *Energetika v ČR: Uhlí* [online]. 2012 [cit. 2014-04-07]. Dostupné z: <http://energostat.cz/uhli.html>
- [28] ČEZ, *Jaderná energetika v České republice* [online]. 2014 [cit. 2014-04-07]. Dostupné z: <http://www.cez.cz/cs/vyroba-elektriny/jaderna-energetika/je-v-cr.html>
- [29] BEDNÁŘ, Jan, *Podpora pěstování energetické biomasy v ČR a v kontextu s EU* [online]. 2008 [cit. 2014-05-20]. Dostupné z: <http://biom.cz/cz/odborne-clanky/podpora-pestovani-energeticke-biomasy-v-cr-a-v-kontextu-s-eu>. ISSN: 1801-2655
- [30] Ministerstvo průmyslu a obchodu, *Aktualizace Státní energetické koncepce* [soubor pdf]. 2012 [cit. 2014-05-20].
- [31] NEUMANN, Dušan, *Výroba energie v USA* [online]. 2008 [cit. 2014-05-20]. Dostupné z: <http://www.ekonomika.cz/clanek/vyroba-elektricke-energie-v-usa>
- [32] European Environment Agency, *Household energy consumption* [soubor pdf]. 2001 [cit. 2014-04-03]. Dostupné z: <http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/household-energy-consumption>
- [33] U.S. Energy Information Administration, *Energy Use in Homes* [online]. 2009 [cit. 2014-04-03]. Dostupné z: http://www.eia.gov/energyexplained/index.cfm?page=us_energy_homes
- [34] Summaries of EU legislation, *Energy efficiency for the 2020 goal* [online]. 2009 [cit. 2014-04-03]. Dostupné z: http://europa.eu/legislation_summaries/energy/energy_efficiency/en0002_en.htm
- [35] Český statistický úřad [online]. [cit. 2014-03-09]. Dostupné z: www.czso.cz