

UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE
PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA
KATEDRA SOCIÁLNÍ GEOGRAFIE A REGIONÁLNÍHO ROZVOJE

Studijní program: Geografie
Studijní obor: Geografie a kartografie



Michael Košatka

**PRODUKCE ELEKTŘINY V USA A KANADĚ: JEJÍ ALOKACE
A PALIVOVÉ ZABEZPEČENÍ V LETECH 1980–2010**

**PRODUCTION OF ELECTRICITY IN USA AND CANADA: ITS ALLOCATION
AND DIFFERENCES IN FUEL USE WITHIN 1980–2010**

Bakalářská práce

Praha 2014

Vedoucí bakalářské práce: Doc. RNDr. Leoš Jeleček, CSc.

Prohlašuji, že jsem závěrečnou práci zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje a literaturu. Tato práce ani její podstatná část nebyla předložena k získání jiného nebo stejného akademického titulu. Svoluji k zapůjčení této práce pro studijní účely a souhlasím s tím, aby byla řádně vedena ve fondu knihovny.

V Praze, 22. 5. 2014

Michael Košatka

Děkuji především svému vedoucímu práce doc. RNDr. Leoši Jelečkovi CSc., za umožnění zpracování zajímavého tématu, rady a připomínky. Za další připomínky jsem vděčen doc. RNDr. Ivanu Bičíkovi, za jazykovou korekturu Elišce Pouchové. Také musím poděkovat rodině a přátelům, bez jejich podpory by tato práce nikdy nemohla vzniknout.

PRODUKCE ELEKTŘINY V USA A KANADĚ: JEJÍ ALOKACE A PALIVOVÉ ZABEZPEČENÍ V LETECH 1980–2010

Abstrakt

Americká výroba elektřiny prošla od osmdesátých let 20. století výraznými změnami. Cílem práce je právě obecné shrnutí všech zásadních událostí, které formovaly americkou a kanadskou energetiku, zhodnocení současné situace a nastínění pravděpodobného vývoje do budoucna. Vedle celkové charakteristiky odvětví výroby a distribuce elektrické energie věnuje tato studie více prostoru problematice jaderných elektráren, odklonem od uhlí k zemnímu plynu v souvislosti s expanzí těžby nekonvenčních zdrojů, rozvojem obnovitelných zdrojů energie a kanadsko-americkými vztahy v oblasti energetiky.

Klíčová slova: elektřina, výroba, rozmístění, regionální rozdíly,
struktura palivové základny

PRODUCTION OF ELECTRICITY IN USA AND CANADA: ITS ALLOCATION AND DIFFERENCES IN FUEL USE WITHIN 1980–2010

Summary

The American sector of electricity production had known considerable changes since 1980's. The aim of this work is to sum up the main events, that formed the American and Canadian energetics, evaluate their current situation and outline the probable future development. Aside of the general characteristics of the electricity production and distribution sector, this study gives more space to the issue of atomic power plants, switch from coal to natural gas linked to the expansion of drilling the unconventional resources, development of renewable energy sector and Canadian-American relationship in the energy production field.

Keywords: electricity, production, distribution, regional differences,
structure of used fuels

Obsah

1.	Úvod	8
2.	Prameny a literatura	10
3.	Metodika	11
4.	Spotřeba PEZ ve Spojených státech	12
4.1	Ropa	13
4.2	Plyn	15
4.3	Uhlí	17
4.4	Hlavní změny od roku 1980	18
5.	Odvětví výroby elektřiny	20
5.1	Hlavní události a problémy od let sedmdesátých dodnes	21
5.2	Restrukturalizace	23
6.	Jaderná energie	25
6.1	Rychlé zbrzdění velké expanze	25
6.2	Nukleární obrození	28
7.	Uhlí nebo plyn?	30
7.1	Uhlí je neefektivní a nečisté	30
7.2	Revoluce nekonvenčních zdrojů	31
8.	Obnovitelné zdroje	34
8.1	Proč ne	35
8.2	Proč ano	36
9.	Kanada	37
9.1	Velmoc primárních energetických zdrojů	38
10.	Závěr	40
11.	Prameny a literatura	43
12.	Přílohy	47

Seznam použitých zkratk:

AEC = Atomic Energy Commission

bld. = miliarda

Btu = British Thermal Unit

CCGT = Combined Cycle Gas Turbine

CNG = Compressed Natural Gas (stlačený zemní plyn)

EIA = U.S. Energy Information Administration

IEA = International Energy Agency

IHS CERA = Cambridge Energy Research Associates

HDP = hrubý domácí produkt

LNG = Liquefied Natural Gas (zkapalněný zemní plyn)

mld. = miliarda

NREL = National Renewable Energy Laboratory

OPEC = Organization of Petrol Exporting Countries

PEZ = primární energetické zdroje

PUC = Public Utility Commission

PURPA = Public Utility Regulatory Policies Act

TMI = Three Mile Island

USA = Spojené státy Americké

USD = americký dolar

USS = United States Ship

WCA = World Coal Association

Wh = watthodina

WNA = World Nuclear Association

Seznam tabulek:

Tab. č. 1: Spotřeba PEZ v biliardách Btu a procentech z celkové spotřeby mezi lety 1980 a 2010	13
Tab. č. 2: Dovoz ropy do USA dle zemí původu v tisících barelů a podílu na celkovém dovozu	15
Tab. č. 3: Odhad ceny elektřiny z uvažovaných nových jaderných provozů	29

Seznam grafů:

Graf č. 1: Spotřeba PEZ v USA, Kanadě, Evropě a Číně mezi lety 1980 a 2010	12
Graf č. 2: Spotřeba, domácí produkce a dovoz ropy v USA v letech 1979–2012	14
Graf č. 3: Spotřeba a produkce zemního plynu v USA v letech 1979–2012	16
Graf č. 4: Využití zemního plynu v USA dle sektoru spotřeby v letech 1980 a 2010	17
Graf č. 5: Spotřeba a produkce uhlí v USA v letech 1979–2012	18
Graf č. 6: Výroba elektřiny v USA v letech 1979–2011 podle zdroje	21
Graf č. 7: Výroba elektrické energie z obnovitelných zdrojů (bez hydroelektráren) v USA v letech 1979–2011	34
Graf č. 8: Výroba elektřiny v Kanadě v roce 2010 podle zdroje	38

Seznam obrázků:

Obr. č. 1: Spotřeba PEZ z hlediska zdroje a sektoru spotřeby v USA v letech 1980 a 2010	19
Obr. č. 2: Spotřeba PEZ ve výrobě elektřiny a její odběr dle sektorů spotřeby v USA v letech 1980 a 2010	22
Obr. č. 3: Restrukturalizace odvětví výroby elektřiny	24
Obr. č. 4: Mapa restrukturalizace odvětví výroby elektřiny v USA	24
Obr. č. 5: Jaderné reaktory v USA v roce 2012	27
Obr. č. 6: Budoucnost uhelných elektráren v USA	31
Obr. č. 7: Konvenční a nekonvenční vrty v oblasti Fort Worth v letech 2000 a 2010	32

Seznam příloh:

Příloha č. 1: Ropa v USA a oblast spotřeby, produkce a dovozu	47
Příloha č. 2: Srovnání zemního plynu a uhlí	48
Příloha č. 3: Elektrárny v USA	49
Příloha č. 4: Výroba elektřiny v USA a Kanadě	50
Příloha č. 5: Nekonenční ložiska břidlicového plynu a ropy v Severní Americe	51
Příloha č. 6: Podíl obnovitelných zdrojů na výrobě elektřiny v USA	52
Příloha č. 7: Hlavní ropovody a plynovody USA a Kanady	53
Příloha č. 8: Ceny elektřiny v USA v roce 2012	54

1. Úvod

Energetika hrála vždy klíčovou roli z hlediska zajištění základních funkcí jakéhokoliv státního útvaru. Veškerá ekonomika a její jednotlivé části, od zajištění základních životních potřeb jednotlivců a domácností přes umožnění prosperity výrobního sektoru po dosažení účinného fungování soukromých i veřejných služeb, jsou přímo závislé na dostatku energetických surovin. Zaopatření potřebného množství energií je tudíž jednou z prvních a zásadních otázek, před kterou stojí vlády ve všech zemích světa. Nejde pouze o hledisko ekonomické prosperity, ale i samotné bezpečnosti a suverenity daného státního útvaru. Sám se domnívám, že stát, který není schopen zabezpečit pro své hospodářství dostatek energetických zdrojů (produkcí nebo importem), není jako celek životaschopný a musí být nevyhnutelně pohlcen státem silnějším. V dnešní době, kdy jsou vyspělé civilizace západního světa postavené na využívání moderních technologií téměř ve všech sférách od zemědělství přes průmysl až po terciér a kvartér, se požadavek spolehlivých a bezpečných zdrojů energie stává ještě naléhavější než kdy dříve. S nepřetržitým pokrokem se tato nevyhnutelnost dále zakořeňuje a postupem času hraje větší a větší roli. Energetické zabezpečení je otázkou nejen dalšího rozvoje ale i samotného přežití lidské civilizace, jak ji známe v současné době.

Jedním z hlavních pilířů současné energetiky je výroba elektrické energie. Elektrifikace byla definujícím faktorem výrobního způsobu ve dvacátém století a postupem času nabírá na významu stále více. Společnost, jak ji známe dnes, by nemohla fungovat bez elektrického osvětlení, celé škály elektrických spotřebičů, které jsou v současnosti považovány nejen ve vyspělých zemích za samozřejmost. Nefungovala by také bez informačních technologií, jež jsou bez nadsázky páteří většiny ekonomických i správních aktivit dnešního globalizovaného světa.

Tato bakalářská práce si klade za cíl zhodnotit odvětví výroby elektrické energie ve Spojených státech (které hrají ve světovém měřítku stále dominantní úlohu) a Kanadě. Tematika je však velmi obsáhlá a rozsah bakalářské práce neumožňuje charakterizovat a analyzovat všechny její aspekty obšírněji. Omezuje se tak na shrnutí zásadních a důležitých faktů a údajů. Snaží se o obecný popis a vystižení určujících skutečností dnešní celkové situace s ohledem na vývoj od roku 1980, který se dá z mnoha důvodů považovat za počátek současné fáze energetické epochy. Více místa věnuji situaci v USA, neboť ta je zde nesrovnatelně složitější a z hlediska světového významu také důležitější. Kanada je diskutována v závěrečné kapitole (rozsahem srovnatelné s dílčími částmi o USA) a nabízí se v ní kromě faktického shrnutí také pohled na její vzájemnou závislost a provázanost s energetikou Spojených států.

Kapitola 4 analyzuje pozici Spojených států z hlediska produkce a spotřeby primárních energetických zdrojů, a to zejména fosilních paliv. Ropa je pro Spojené státy životně důležitá, neboť je na ní závislý skoro celý dopravní systém. Vzhledem k dlouhodobému

nedostatku její domácí produkce a z ní plynoucích velkých objemů dovozu je také klíčovým problémem americké energetické bezpečnosti. Co se týče výroby elektřiny, hrají podstatně důležitější úlohu uhlí a zemní plyn. Těch mají Spojené státy relativní dostatek a elektrárenské odvětví proto není zdaleka tak zranitelné jako systém dopravní. *Pátá kapitola* shrnuje základní skutečnosti odvětví výroby elektřiny, a to jak z hlediska zdrojů a produkce, tak z hlediska spotřeby a jejího konečného využití. Krátce také rozebírá jeho přechod ze státem kontrolovaného monopolního uspořádání na systém tržní. Transformace, která byla vyvolána událostmi sedmdesátých a osmdesátých let 20. století, je stále v procesu a neustále mění tvář celého odvětví od výroby elektřiny přes její distribuci až po spotřebu. *Šestá kapitola* nabízí pohled na produkci jaderné elektřiny, se kterou se až do konce sedmdesátých let počítalo jako s hlavním zdrojem elektrického proudu do budoucna. Okolnosti však situaci změnila a odklon od atomové energie se tak stal určujícím momentem ve sledovaném období. Jaderná budoucnost je nyní velmi nejistá. Prostor uvolněný jádrem musely zaplnit fosilní zdroje a to zejména uhlí, které od osmdesátých let výrobě elektřiny suverénně dominovalo (50–60 %). V posledních letech je však jeho pozice ohrožována zemním plynem, který konkuruje jak z hlediska ekonomického, tak z hlediska znečišťování ovzduší, neboť jeho spalování uvolňuje podstatně menší množství skleníkových plynů. V současnosti se navíc začalo v USA těžit velké množství zemního plynu z nekonvenčních ložisek tzv. břidličného plynu, nebo ropy, což může Spojené státy dostat do pozice světové plynové velmoci. Tato problematika je diskutována v *kapitole 7*. Budoucnost energetiky podle všeho spočívá v obnovitelných zdrojích, které jsou nejen šetrné k životnímu prostředí, a tudíž nepřinášejí negativní externality jako energie z fosilních paliv. Tento sektor je však ve srovnání s konvenčními zdroji v počátcích a určitě bude trvat dlouhou dobu, než se v energetice stane dominantním. Současný stav obnovitelných zdrojů v USA charakterizuje *kapitola 8*. V poslední *kapitole 9* je rozebrána energetická situace Kanady a zejména její nejen energetická, ale potažmo i ekonomická provázanost se Spojenými státy. Každá z kapitol se snaží zachytit nejdůležitější fakta a obecnosti. Protože by uvedená jednotlivá témata mohla vydat na samostatné bakalářské či diplomové práce, tento text by měl sloužit jako užitečný podklad a zdroj základních informací pro další badatele zaměřující se hlouběji na jednotlivé části této velmi složité a obsáhlé problematiky.

2. Prameny a literatura

Téměř všechny informační zdroje použité pro zpracování bakalářské práce jsou zahraniční, zejména americké. Nejdůležitější knihou, která mi pomohla uvědomit si skutečnou komplexitu a obsáhlost energetiky dnešního světa je monografie *The Quest: Energy, Security and Remaking of the Modern World* napsaná D. Yerginem (2012), uznávaným odborníkem na energetiku. Ve všech diskutovaných oblastech přináší tato kniha cenné postřehy. Detailnější seznámení s tematikou jaderných elektráren mi přinesla kniha *Contesting the Future of Nuclear Power* od B. K. Sovacoola (2011). Převážná většina dalších informačních zdrojů použitých v této práci jsou odborné články ze zahraničních periodik, jako například *Oil & Gas Journal*, *Journal of Political Economy* a mnohé další. Problematiku revoluce nekonvenčních zdrojů fosilních paliv z praktického hlediska velice kvalitně popisuje publikace *The Shale Oil Boom* od L. Maugeriho (2013). K situaci v kanadské energetice a zejména k její ekonomické provázanosti se Spojenými státy mi přinesla zásadní informace bakalářská práce K. Fraindové (2010) zabývající se těžbou bituminózních písků v Albertě a jejími environmentálními dopady.

Širší dopady této výrazné změny na poli světové energetiky obšírně diskutovali hosté na konferenci German Marshall's Fund Brussels Forum v roce 2013, jejíž videozáznam je volně dostupný na internetu. I v ostatních oblastech jsem částečně čerpal z volně dostupných videodokumentů. Co se týče restrukturalizace ekonomického modelu odvětví výroby a distribuce elektřiny, přináší obecný vhled přednáška F. Wolaka (2009) ze Stanfordské univerzity. Nejen se situací ohledně obnovitelných zdrojů, ale obecně se současným energetickým stavem USA dobře seznamuje dokumentární film *Energy Quest USA* z produkce National Science Foundation (2012). Johnsonův (2013) článek ve *Wall Street Journal* hodnotí stav sektoru obnovitelných zdrojů, a zejména trefně upozorňuje na chybné či nepřesné argumentace jak jejich odpůrců, tak i přívrženců.

Drtivou většinu statistických dat jsem získal z databází U.S. Energy Information Administration (EIA), která jsou kvalitně zpracována a volně dostupná. Zejména kapitoly 4 a 5 jsou z velké části postaveny na analýze těchto dat. Dílčí údaje jsem pak čerpal i z databází jiných organizací jako například International Energy Assosiation (IEA), World Nuclear Assosiation (WNA), World Coal Assosiation (WCA), National Renewable Energy Laboratory (NREL) a dalších.

3. Metodika

Tato studie je založena na detailní rešerši odborné literatury, sloužící jako prostředek k interpretaci statistických dat. Jak již bylo uvedeno, kapitoly 4 a 5 jsou z velké části postaveny právě na analýze obsáhlé informační databáze U.S. Energy Information Administration. Další části se snaží vyhnout přílišnému množství číselných vyjádření a naopak usilují o komplexnější vysvětlení problematiky na základě monografií věnujících se tématu a článků v odborných periodikách. Obecné a výstižné shrnutí přináší například článek J. R. Moora (2010). Do větších podrobností zabíhají například texty Brannan a kol. (2002) nebo White (2012). Výsledný rámec by měl čtenáře seznámit se všemi důležitými skutečnostmi. Právě nabídnutí interpretací odborníků, novinářů a dokumentaristů zabývajících se problematikou by mu mělo pomoci snáze se zorientovat ve velkém množství numerických údajů. Ty jsou totiž v práci nezbytné a tvoří kostru celkového komplexního vystižení problému. Práce je z časového hlediska vymezena obdobím 1980–2010, nicméně pro hlubší vhled do všech určujících problémů a faktorů v odvětví výroby elektřiny se nevyhýbá ani okolnostem před začátkem tohoto období. Stejně tak hodnocení současné situace bere často v potaz údaje a literaturu zabývající se i etapou od roku 2010 dodnes, která přinesla mnoho důležitých a aktuálních stav definujících událostí. Bez tohoto časového přesahu by nebylo možné formulovat závěrečná zhodnocení dnešní situace.

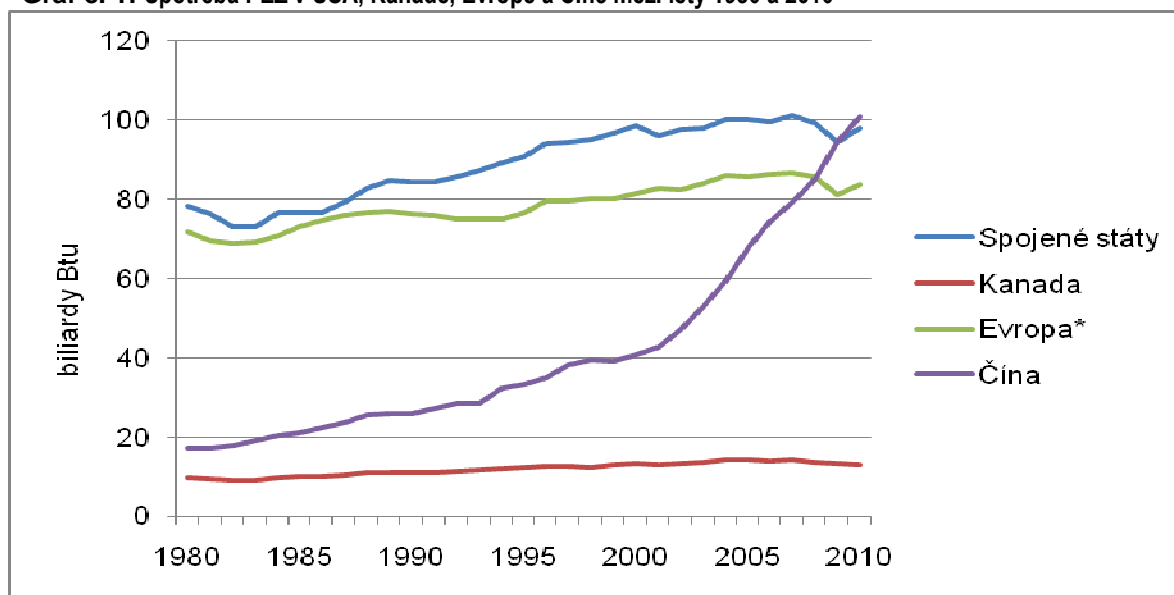
Hlavním cílem práce je proto poskytnout dalším badatelům v oblasti energetiky užitečnou základnu pro získání přehledu o elementárních skutečnostech problematiky a nabídnout přehled relevantní literatury, která byla v jednotlivých oblastech publikována. Zejména kapitola 7 zabývající se současnou expanzí těžby ropy a zemního plynu z nekonvenčních ložisek a kapitola 8, která se zabývá obnovitelnými zdroji ve výrobě elektrické energie, by jednoznačně zasloužily rozšířit do rozsahu přinejmenším bakalářských prací, neboť se jedná o určující aspekty budoucího vývoje nejen ve Spojených státech, ale i v celosvětovém měřítku.

K výstižné a pro čtenáře přínosné sumarizaci základních statistických a geografických údajů by měly posloužit nejen grafy, tabulky či schémata přítomné přímo v textu, a také přílohy na konci práce, které přinášejí seskupení většiny důležitých aspektů problematiky výroby elektřiny přehledným grafickým způsobem.

4. Spotřeba PEZ ve Spojených státech

Z 510 biliard Btu spotřebovaných na Zemi v roce 2010 připadá o málo méně než pětina na Spojené státy, jejichž roční spotřeba v prvním desetiletí 21. století oscilovala mírně pod úrovní 100 biliard Btu (více než 100 biliard Btu za rok spotřebovaly Spojené státy pouze v letech 2004, 2005 a 2007). Zprvu se může zdát, že tak vysoký podíl spotřebované energie je pro asi třístamilionovou zemi (necelá 4,5 % světové populace) až nespravedlivě vysoký a tato interpretace často zaznívá z pozic anti-amerikanistů či jiných kritiků americké dominance ve světě. Pokud ale vezmeme v potaz výkonnost americké ekonomiky, která v roce 2010 se svými necelými patnácti bilióny dolarů hrubého domácího produktu tvořila asi 23,5 % světového HDP, jeví se její energetická náročnost naopak mírně nižší, než je světový průměr (Moore, s. 3). Nabízí se srovnání s Čínou, která se svou pětinou světové populace, ale pouze necelým desetinovým podílem na světovém HDP, ročně spotřebovává více než pětinu světové energie.

Graf č. 1: Spotřeba PEZ v USA, Kanadě, Evropě a Číně mezi lety 1980 a 2010



Zdroj: EIA (2014, 1)

*včetně všech zemí bývalého Sovětského svazu

Americká energetika byla ve světovém měřítku téměř po celé 20. století dominantní. O převahu jí v roce 2010 připravila Čína, která překročila hranici 100 biliard Btu za rok a s téměř desetiprocentním tempem růstu spotřeby se někdejší světové jedničky rychle vzdaluje. Největší dynamiku zaznamenala americká spotřeba energie v padesátých a šedesátých letech 21. století, během nichž narostla z 34,5 na 67,8 biliard Btu za rok, tedy se téměř zdvojnásobila. Celková světová spotřeba energie však ve stejném období vzrostla pouze o 5,2 %. V sedmdesátých letech se však situace začala pozvolna měnit a před ustupující rozvinuté země se v tempu růstu spotřebované energie začaly pomalu dostávat země rozvojové v čele s Čínou. Pokles spotřeby PEZ patrný na počátku sledovaného

období byl způsoben ropnými šoky v letech 1973 a 1979 a jejich ekonomickými dopady na Spojené státy. V období 1980–1983 spotřeba poklesla z 80,9 na 72,9 biliard Btu. Další čtyři roky pak trvalo, než se vrátila zpět na úroveň roku 1979. Devadesátá léta byla obdobím největšího růstu. Na přelomu milénia spotřebovala americká ekonomika 98,8 biliard Btu, tedy asi o čtvrtinu více než v roce 1987. Začátek nového tisíciletí, jenž byl zásadně ovlivněn událostmi 11. září 2001 a následnou válkou v Afghánistánu, znamenal kratší období stagnace 2001–2003. Po další čtyři roky spotřeba oscilovala kolem 100 biliard Btu, s prozatímním historickým maximem 101,3 biliard Btu v roce 2007. (EIA 2012, 2). Konec první dekády tohoto století byl negativně formován světovou finanční krizí, která kulminovala na podzim 2008. Jejím důsledkem byl kolaps amerického hypotečního trhu a následně i ničivé otřesy v bankovním sektoru (Wallison 2011, s. 15).

Z tabulky č. 1 je patrné, že zatímco světová spotřeba energií ve sledovaném období narostla o 80 %, Čína svůj díl 17,3 biliardů Btu v roce 1980 navýšila na bezmála šestnásobek v roce 2010, a jak již bylo výše zmíněno, od počátku století její spotřeba roste velice rychlým tempem. Ve světle tohoto vývoje je zřejmé, že Spojené státy a obecně všechny vyspělé země již nebudou dominantními hráči na poli světové energetiky. Naopak největší dynamiku mají země Blízkého východu, Brazílie, Indie a zejména Čína (IEA 2013, s. 1). Více viz příloha č.1.

Tabulka č. 1: Spotřeba PEZ v biliardách Btu a procentech z celkové spotřeby mezi lety 1980 a 2010

	1980		1985		1990		1995		2000		2005		2010	
	[bld. Btu]	%	[bld. Btu]	%	[bld. Btu]	%	[bld. Btu]	%	[bld. Btu]	%	[bld. Btu]	%	[bld. Btu]	%
Svět	283,15		307,06		346,02		362,95		400,07		459,29		510,55	
USA	78,07	27,6	76,39	24,9	84,49	24,4	91,03	25,1	98,81	24,7	100,28	21,8	98,04	19,2
Kanada	9,80	3,5	10,15	3,3	10,98	3,2	12,21	3,4	13,30	3,3	14,17	3,1	13,00	2,5
Severní Amerika*	91,60	32,4	90,96	29,6	100,14	28,9	108,52	29,9	118,47	29,6	121,20	26,4	118,35	23,2
Evropa**	71,75	25,3	72,94	23,8	76,32	22,1	76,70	21,1	81,53	20,4	85,76	18,7	83,82	16,4
Čína	17,29	6,1	21,01	6,8	26,00	7,5	33,25	9,2	40,94	10,2	67,92	14,8	100,88	19,8
Indie	4,04	1,4	5,91	1,9	7,88	2,3	11,44	3,2	13,33	3,3	16,33	3,6	21,92	4,3
Japonsko	15,20	5,4	15,69	5,1	18,77	5,4	20,94	5,8	22,41	5,6	23,13	5,0	20,86	4,1

* USA, Kanada, Mexiko, Grónsko, Bermudy, Saint-Pierre a Miquelon

** včetně všech zemí bývalého Sovětského svazu

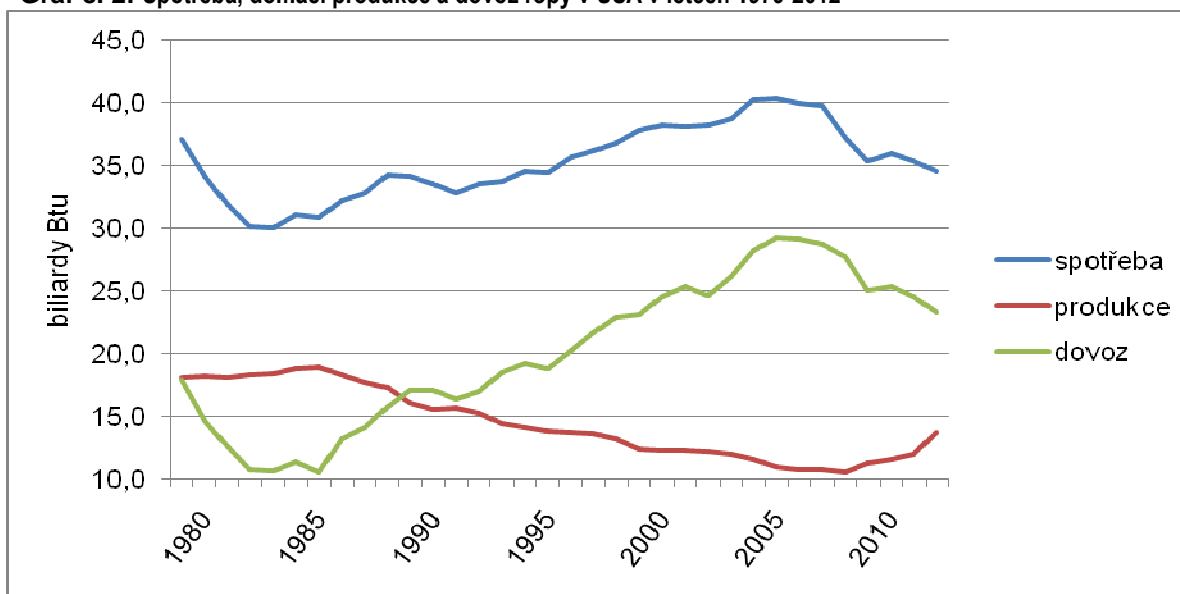
Zdroj: EIA (2014, 1)

4.1 Ropa

Klíčovou roli hraje v energetice Spojených států tradičně ropa. Ropa představuje největší díl spotřebované energie, zajišťuje přes 90 % dopravy a hraje také významnou roli v průmyslu. Hlavní úskalí spočívá ve faktu, že Spojené státy spotřebovávají dvaapůlkrát více ropy, než sami produkují. Závislost na dovážené ropě tak významně přispívá k americkému obchodnímu deficitu, ale především představuje jedno ze zásadních

bezpečnostních rizik, neboť důležitý objem ropy spotřebované v USA zajišťují dovozy z nestabilních oblastí (Perský záliv, Nigérie) nebo více či méně nepřátelských států (Venezuela, Rusko...). Problém závislosti na dovážené ropě je ústředním bodem energetických politik všech vlád USA, republikánských i demokratických, od konce sedmdesátých let. Prezident R. Nixon byl první, kdo po ropném šoku v roce 1973 mluvil o potřebě soběstačnosti a sliboval, že se „Američané nebudou muset spoléhat na jiné než vlastní zdroje energie.“ (Beaulieu 2013). Prezident J. Carter, který obecně věnoval energetice více prostoru než jiní prezidenti (Yergin 2012, s. 352), ve svém projevu v roce 1979, kdy přišla druhá ropná krize, stanovil cíl, že „Spojené státy již nikdy nebudou dovážet více ropy než v roce 1977.“ (Carter 1979). Tento cíl se však splnit nepodařilo, přestože zejména na počátku osmdesátých let došlo skutečně k výraznému omezení dovozu ropy. Příčinou byl zjevně pokles celkové spotřeby, vyvolaný právě skokovým nárůstem ceny ropy v letech sedmdesátých. Spotřebu, domácí produkci i dovoz po celé sledované období názorně ilustruje graf č. 2.

Graf č. 2: Spotřeba, domácí produkce a dovoz ropy v USA v letech 1979-2012



Zdroj: EIA (2014, 2)

Domácí těžba ropy se začala postupně zpomalovat a od poloviny osmdesátých let dále klesat, zatímco spotřeba dodnes osciluje mezi třiceti (1983) a čtyřiceti (2005) miliardami Btu. V roce 2012 se ve Spojených státech spotřebovalo asi 34 miliard Btu ropy. Vyjma zmíněného poklesu v první polovině osmdesátých let, který kopíroval klesající křivku poptávky, dovoz ropy plynule stoupal a stejně jako celková spotřeba kulminoval v roce 2005, kdy se do Ameriky dovezlo 26,8 miliard Btu ropy (EIA 2014, 2). V současnosti se zdá, že se situace konečně začíná měnit k (pro Ameriku) lepšímu v důsledku využití nových těžebních technologií a těžby nekonvenčních ložisek fosilních paliv (ropné písky a ropné břidlice). Poslední čísla skutečně ukazují růst produkce ropy a pokles jejího dovozu, přičemž výrazný pokles dovozu ze zemí OPEC (viz Tabulka č. 2). Mnozí odborníci

v souvislosti s tímto energetickým zvratem hovoří o *břidlicové revoluci*, od níž očekávají zásadní dopady jak na severoamerickou, tak na celkovou světovou energetickou situaci. Uznávají světoví analytici v oblasti energetiky v čele s IEA předvídají, že se v horizontu relativně blízké budoucnosti Spojené státy stanou největším producentem ropy i zemního plynu na světě, a že se tato země dlouhodobě závislá na dovozu ropy stane dokonce jejím exportérem (GMF Brussels Forum 2013).

Tabulka č. 2: Dovoz ropy do USA dle zemí původu v tisících barelů a podílu na celkovém dovozu

rok	země OPEC		Saúdská Arábie		Venezuela		Nigérie		Angola	
	[tis. barelů]	% z celku	[tis. barelů]	% z celku	[tis. barelů]	% z celku	[tis. barelů]	% z celku	[tis. barelů]	% z celku
1995	1544232	47,9	490487	15,2	540296	16,8	228984	7,1	133996	4,2
2000	1904188	45,4	575274	13,7	565865	13,5	328079	7,8	110321	2,6
2005	2039288	40,7	560823	11,2	558157	11,2	425440	8,5	172609	3,4
2010	1790811	41,6	400127	9,3	360526	8,4	373297	8,7	143512	3,3
2013	1353007	37,8	484761	13,6	291032	8,1	102567	2,9	79091	2,2
	ostatní země		Kanada		Mexiko		Rusko		Kolumbie	
	[tis. barelů]	% z celku	[tis. barelů]	% z celku	[tis. barelů]	% z celku	[tis. barelů]	% z celku	[tis. barelů]	% z celku
1995	1680521	52,1	486230	15,1	389667	12,1	9071	0,3	79829	2,5
2000	2289898	54,6	661351	15,8	502509	12,0	26382	0,6	125049	3,0
2005	2966253	59,3	796219	15,9	606751	12,1	149681	3,0	71532	1,4
2010	2513722	58,4	925428	21,5	468830	10,9	223370	5,2	133202	3,1
2013	2221774	62,2	1140626	31,9	335314	9,4	167467	4,7	141975	4,0

Zdroj: EIA (2014, 3)

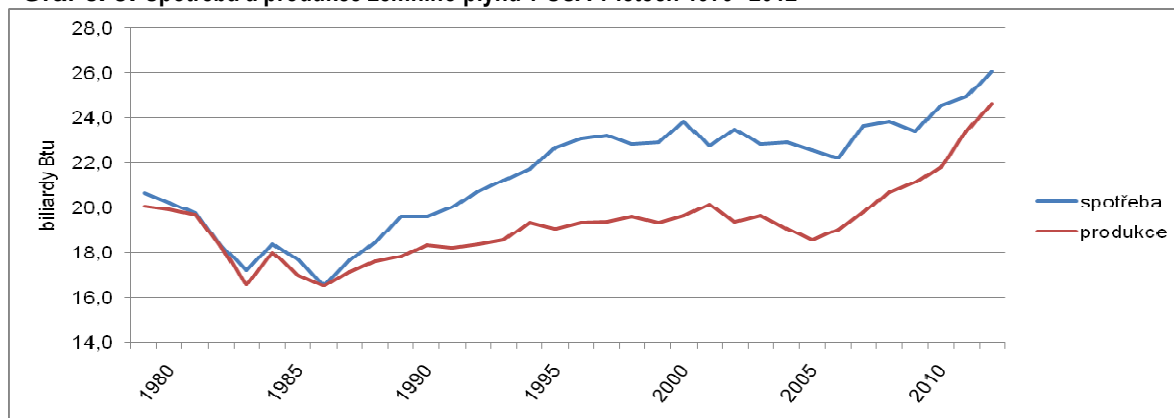
Vedle zabezpečení dostatečného množství ropy potřebného pro chod americké ekonomiky se proměnil i způsob jejího využití. Ze statistik EIA (2014, 2) vyplývá, že podíl ropy na celkovém množství spotřebované energie byl od šedesátých do osmdesátých let relativně stabilní, asi 43 %, v posledním čtvrtstoletí však postupně klesnul až na současných 36,5 %. Od roku 2005 do roku 2012 navíc v USA poklesl objem ropy i v absolutních číslech (o 5,8 biliard Btu), a to i přes nový start ekonomického růstu v roce 2010 a růst domácí těžby ropy (o 2,8 biliard Btu ve stejném období). Jasným trendem ve způsobu využití ropy je v Americe už dlouhou dobu ‚více do dopravy a méně do všeho ostatního‘. Od roku 1980 stoupl podíl ropy směřované do dopravy o 17 % na současných 72 %, většinu zbylé ropy pak pohltí průmysl. Množství ropy spotřebované v domácnostech, službách a výrobě elektřiny klesá a je dnes už málo významné (pohybuje se okolo 5 %).

4.2 Plyn

Druhým nejvyužívanějším primárním energetickým zdrojem v USA je zemní plyn. Dlouhou dobu, zejména v 90. letech 20. století, byla jeho spotřeba téměř srovnatelná se spotřebou uhlí. V posledních letech však plyn začal vytlačovat uhlí i z jeho tradičního odvětví, tedy výroby elektrické energie, do níž většina uhlí putuje. F. Birol, hlavní ekonom IEA, na GMF Brussels Forum (2013, 13:02) konstatuje, že ‚...před pouhými pěti lety byl podíl uhlí na výrobě elektrické energie ve Spojených státech poloviční. Dnes je to jen 37 %, velký propad. Většinu uvolněného místa na trhu pak zabral plyn, zejména nové nekonvenční

zdroje." Pro plyn však hovoří nejen relativně nízká cena, ale i nižší zátěž životního prostředí a v současnosti také expanze domácí těžby břidlicových plynů. Přebytky levného amerického uhlí, jež se nezužítávají v elektrárnách, pak nacházejí odbytiště zejména v Evropě. Nárůst spotřeby zemního plynu v Americe byl mezi lety 1980 a 2010 v absolutních číslech o něco více, než 4 biliardy Btu. Poslední údaje z roku 2012 však ukazují, že spotřeba v roce 2012 byla ještě o další cca 1,5 biliardy Btu vyšší, než v roce 2010. To nejlépe demonstruje současnou dynamičnost zemního plynu, hnanou zejména nekonvenční těžbou břidličného plynu.

Graf č. 3: Spotřeba a produkce zemního plynu v USA v letech 1979–2012



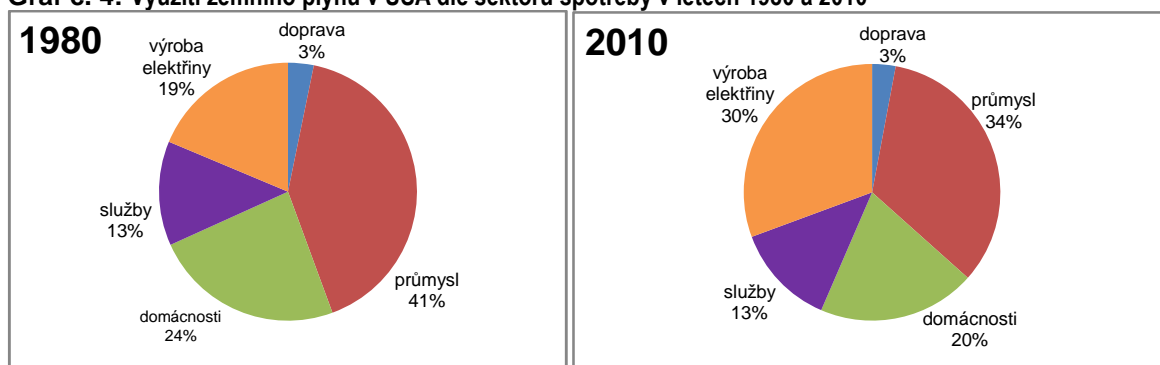
Zdroj: EIA (2014, 2)

Podíl zemního plynu na celkové spotřebě PEZ v 80. a na začátku 90. let minulého století klesal, a to hlavně na úkor uhlí. Poté se ale situace otočila a v roce 2010 se spotřeba plynu již velmi přiblížila původní úrovni z roku 1980, přičemž představovala přesně čtvrtinový podíl na spotřebě celkové. Podíváme-li se na čísla z roku 2012, vidíme značný nárůst o téměř 2,5 % proti úrovni z konce první dekády, který je opět kompenzován poklesem spotřeby uhlí. Těžba zemního plynu v USA se od poloviny osmdesátých let, kdy byla relativně nízká (asi 16,5 biliard Btu), vyhoupla na 21,8 biliard Btu v roce 2010 a v současnosti dále roste raketovým tempem, jak je vidět na strmě stoupající křivce jeho produkce v grafu č. 3. Poslední údaj z roku 2012 je 24,6 biliard Btu. Spojené státy se tak staly největším světovým producentem zemního plynu a očekává se, že tuto pozici si v nadcházejících letech ještě upevní. Země jako Čína, Argentina nebo Alžírsko také disponují obrovskými ložisky břidlicového plynu, což by mohlo tuto pozici Spojených států ohrozit, nicméně co se týče technologické vyspělosti a i rychlosti překonávání legislativních překážek v oblasti těžby nerostných surovin mají USA prozatím převahu (EIA 2013; Daly 2013).

Graf č. 4 dokumentuje, že zemní plyn je nejrovnoměrněji využívaným palivem ve všech odvětvích spotřeby PEZ. K roku 2010 byla třetina zemního plynu spotřebována průmyslem, o málo méně se použilo k výrobě elektřiny. Necelá pětina pak šla do domácností a okolo 13 % spotřebovaly služby. Nejmenší podíl nedosahující ani tří procent se pak využil v dopravě zejména v podobě zkapalněného nebo stlačeného zemního plynu

(LNG a CNG). Pokud srovnáme tuto strukturu spotřeby se stavem v roce 1980, zjistíme, že podíl spotřeby v průmyslu, službách a domácnostech se plynule snižuje a tato úspora je využívána ve výrobě elektrické energie. Její podíl na celkové spotřebě zemního plynu narostl za sledované třicetiletí o 12 %. Podíváme-li se však na absolutní čísla, zjistíme, že množství plynu spotřebované v průmyslu a domácnostech neklesá a po celou dobu pohlcuje stabilně mírně přes 13 biliard Btu ročně. Ve službách došlo dokonce k nárůstu o 500 biliónů Btu. Množství plynu spotřebovaného na výrobu elektrického proudu se pak od roku 1980 zdvojnásobilo, až na 7,5 biliard Btu v roce 2010. V posledních letech je opět patrný velký rozmach zemního plynu jako paliva pro výrobu elektřiny. Za další dva roky, tedy k roku 2012, do elektráren putovalo ještě o 1,7 biliardy Btu plynu více (EIA 2014, 2).

Graf č. 4: Využití zemního plynu v USA dle sektoru spotřeby v letech 1980 a 2010



Zdroj: EIA (2014, 2)

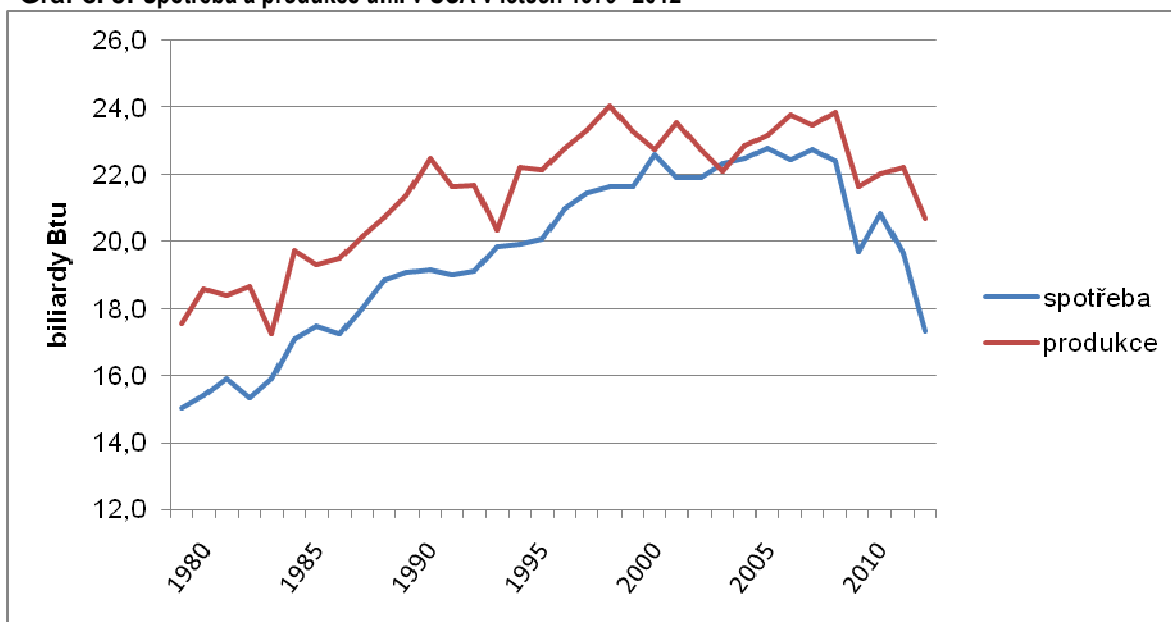
4.3 Uhlí

Z hlediska celkové spotřeby PEZ je ve Spojených státech na místě třetím poslední z významných fosilních zdrojů paliva, uhlí. Jeho spotřeba, která byla v roce 1980 na úrovni 15 biliard Btu plynule stoupala až do roku 2005, kdy kulminovala na necelých 23 biliardách Btu. Od té doby však došlo k poměrně rychlému poklesu. V roce 2010 se v americké ekonomice spotřebovalo necelých 21 biliard Btu uhlí, o dva roky později však již pouhých 17,3 biliard Btu. Jak bylo výše zmíněno, hybatelem tohoto úbytku spotřebovaného uhlí je především zemní plyn, k němuž se nejen jako k ekologicky šetrnějšímu, ale v poslední době i ekonomicky výhodnějšímu přesunulo množství investic. Podíl uhlí na celkové spotřebě byl nejvyšší v 90. letech minulého a několika prvních letech současného století. Od roku 1988, kdy přestalo platit nařízení zakazující stavbu nových plynových elektráren (podrobněji níže), bylo spotřebované množství plynu i uhlí zhruba stejné a rostlo stejným tempem. Počínaje rokem 2005 však započal onen přesun spotřeby od uhlí k plynu. Jak roste podíl plynu, tak klesá podíl uhlí a v současnosti se pohybuje okolo 18 %. (EIA 2014, 2). Spojené státy americké jsou tradičním světovým producentem uhlí a za Čínou (která produkuje téměř polovinu světového uhlí) jsou na druhém místě s těžebními asi třinácti procenty světové produkce (kolem 1 mld. tun). Vyjma roku 2003 Spojené státy za celé sledované období nikdy nespotřebovaly více uhlí, než samy vytěžily. Se

současnou klesající spotřebou roste význam USA coby uhelného exportéra. K roku 2012 byly Spojené státy za Indonésií, Austrálií a Ruskem čtvrtým největším vývozcem uhlí na světě (WCA 2013).

Uhlí se používá především k výrobě elektrické energie a v současnosti je tímto způsobem zužitkováno více než 90 % jeho spotřeby. Od roku 1980 do roku 2010 byla stabilně asi polovina americké elektřiny vyráběna v uhelných elektrárnách. To se však po roce 2010 začalo v souvislosti s výše zmíněným přesunem od uhlí k plynu měnit. Čísla pro rok 2012 ukazují, že uhelné elektrárny spálily ‚pouhých‘ 41,5 % PEZ použitých pro výrobu elektřiny (EIA 2014, 2). V minulosti byla větší část uhlí spotřebována přímo průmyslem (k roku 1980 to bylo o málo více než pětina), ale s postupem technologií a přechodem na elektricky poháněné stroje spotřeba uhlí v průmyslu od osmdesátých let klesala a to jak relativně, tak i v absolutních číslech. Jedině sektor ocelářství a hutnictví železa je stále z velké části závislý na uhlí (WCA 2013). V ostatních sektorech spotřeby energie hraje uhlí málo významnou roli.

Graf č. 5: Spotřeba a produkce uhlí v USA v letech 1979–2012



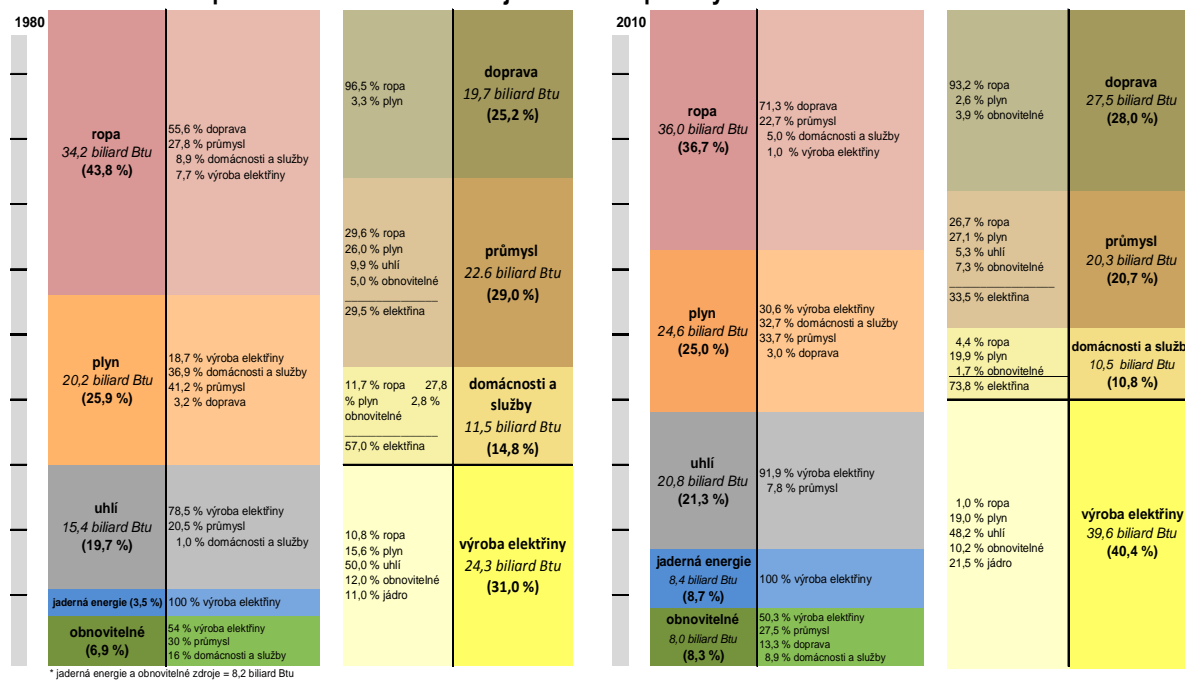
Zdroj: EIA (2014, 2)

4.4 Hlavní změny od roku 1980

Obrázek č. 1 schematizuje poměry ve spotřebě primárních energetických zdrojů ve Spojených státech. Levý sloupec uvádí podíl daného zdroje na celkové konzumaci PEZ a podíly jeho spotřeby dle jednotlivých sektorů/odvětví. Pravý sloupec naproti tomu ukazuje podíl daného sektoru na celkové spotřebě PEZ a podíly jednotlivých zdrojů na jeho energetickém zajištění. Fosilní paliva jsou stále klíčovým zdrojem energie, přestože můžeme v průběhu let sledovat sice stabilní, ale také velmi pozvolný pokles jejich důležitosti. Z necelých 90 % v roce 1980 klesl jejich podíl na celkové spotřebě PEZ na 83 % v roce 2010, respektive 82 % v roce 2012. Tento mírný pokles byl zapříčiněn zejména díky

stoupajícím podílu obnovitelných zdrojů, které v roce 2010 představovaly o 0,4 % méně primární energie než energie nukleární, o dva roky později však jadernou energii předstihly o 0,8 %. (EIA 2014, 2). Stagnaci jádra a pomalý, ale plynulý nárůst obnovitelných zdrojů energie předvídá i do budoucna EIA (2014, 4).

Obrázek č. 1: Spotřeba PEZ z hlediska zdroje a sektoru spotřeby v USA v letech 1980 a 2010



Zdroj: EIA (2014, 2)

Nárůst americké spotřeby energií je zajišťován zejména odvětvím výroby elektřiny, které je největší a roste nejrychleji. Druhé místo zaujímá sektor dopravy (Moore, s. 4). Podle projekcí EIA (2014, 4) bude spotřeba energie udržovat současný kurz. V dopravě se však očekává spíše stagnace či mírný pokles spotřeby paliv způsobený hlavně novými technologiemi disponujícími vyšší energetickou účinností. Mezi roky 1980 a 2010 se celková spotřeba PEZ ve Spojených státech zvýšila zhruba z 80 na 100 biliard Btu ročně. V roce 1983 spotřeba dokonce spadla na pouhých 72 biliard Btu, lze tedy hovořit o čtvrtinovém nárůstu, zajištěném zejména elektrárénstvím, které zvedlo spotřebu PEZ o více než 15 biliard Btu ročně. K tomuto nárůstu přispěla také doprava, ve které se v roce 2010 zkonsumovalo o necelých 8 biliard Btu za rok více než v roce 1980. Průmysl, domácnosti a služby svojí celkovou spotřebu za toto období snížily o 3,3 biliard Btu (EIA 2014, 2). Tento pokles byl opět do značné míry způsoben pokrokem technologií, které umožňují odvádět více práce z méně energie.

Z hlediska zdrojů se na růstu podepsalo nejvíce uhlí. Spotřeba 5,5 biliard Btu činí rozdíl mezi úrovní let 1980 a 2010. Poté ale došlo k jeho propadu a rok 2012 již přinesl čísla srovnatelná s úrovní poloviny osmdesátých let, tedy asi 17 biliard Btu. Zemní plyn oproti tomu ve sledovaném období stoupl 'pouze' o 4,4 biliard Btu (uhlí se propad počátku 80. let zdaleka nedotkl takovou měrou jako plynu a ropy), ale následně vzrostl o další téměř

1,5 bilióny Btu mezi lety 2010 a 2012. Po hlubokém poklesu, který se zastavil roku 1983, nestoupla spotřeba ropy již tak rychle. V letech 2004 a 2005 kulminovala mírně nad hranicí čtyřiceti biliónů Btu, ale do roku 2012 spadla na úroveň roku 1980, tedy asi 34,5 biliónů Btu. Nukleární štěpení v roce 2010 přispělo 8,4 bilióny Btu a podle odhadů EIA (2014, 4) bude v příštích třiceti letech růst velmi pomalu, tempem asi 0,3 % za rok. Obnovitelné zdroje zajistily 8 biliónů Btu. Johnson (2013) se shoduje s EIA (2012, 1), že o předpokládaný další růst sektoru se zaslouží zejména energie větrná, méně významně energie solární.

5. Odvětví výroby elektřiny

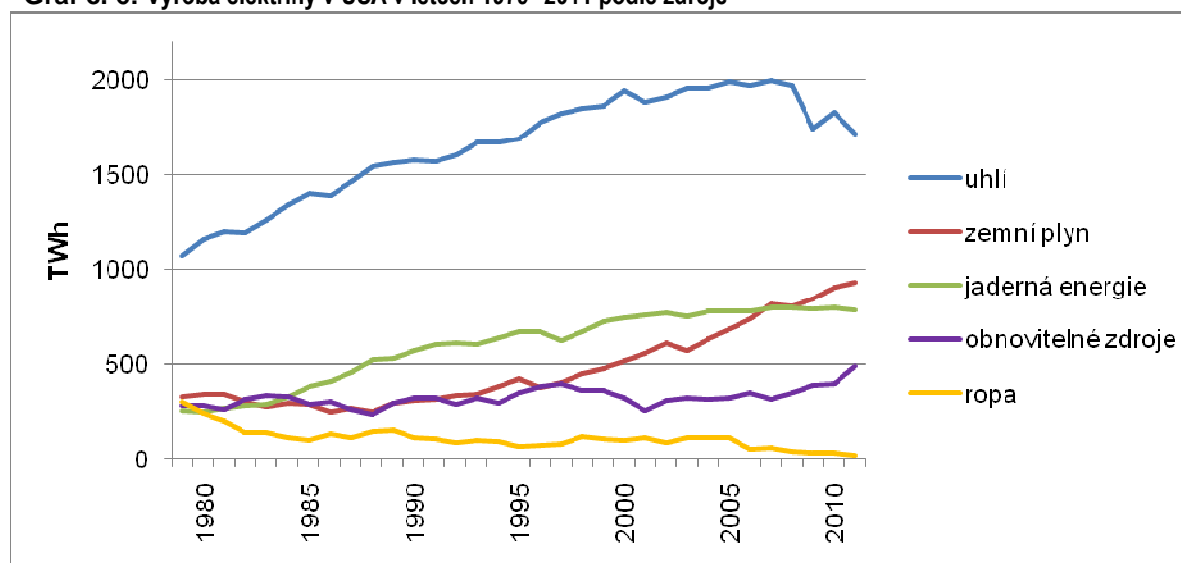
Elektřina je nejdůležitějším oborem celé energetické domény. Je to druh energie, s nímž se dá nakládat s nezměrnou precizností a používat jej k mnoha specifickým úkolům. Je jedním z definičních znaků moderní civilizace (Yergin 2012). Od jejího počátečního a dodnes zásadního úkolu, osvětlení a později jako hnací síly strojů (nahradila parní stroj, univerzální motor průmyslové revoluce), se dnes posunula dále a pevně zakořenila ve všech sférách lidské činnosti. Průmysl a zejména moderní stroje a přístroje jsou na elektřině závislé stejně tak jako moderní domácnosti, které se neobejdou bez osvětlení, teplé vody, vytápění a/nebo klimatizace, pračky, lednice, kuchyňských přístrojů, televizí, počítačů a dalších elektrických spotřebičů. Spolehlivé a nepřetržité zásobení elektřinou je životní podmínkou fungování dnešních vyspělých civilizací. Státní správa i samospráva jsou závislé na moderních technologiích, neboť se veškerá data zpracovávají a uchovávají v elektronické podobě. Ze stejného důvodu a stejným způsobem jsou závislé také finanční trhy, mezinárodní obchod a v podstatě celý ekonomický systém. Je zřejmé, že energetika jako celek musí hrát v národní i mezinárodní politice klíčovou roli a že základem každé energetické politiky musí být přednostní pozornost odvětví výroby elektrické energie. Úkolem každého státu je zajištění dostatečného množství elektřiny a jeho bezpečná a spolehlivá distribuce zákazníkům. Ekonomický rozměr celého odvětví je skutečně velký. Z desetiprocentního podílu veškeré energetiky na HDP Spojených států (Moore 2010, s. 2) připadla asi polovina na výrobu elektřiny. Například v roce 2002 představovaly investice ve výši 700 miliard USD desetinu všech kapitálových výdajů USA. Elektrárny a přenosová i dodavatelská síť byly pod dohledem 53 komisí, ať už federálních, státních nebo metropolitních a jejich fungování upravovalo 44 000 různých státních a místních vyhlášek nebo regulací. Zaměstnávaly tisíce soukromých i veřejných společností všech velikostí a elektřinu distribuovaly skrze 800 000 km dlouhou soustavou vedení elektrického proudu (Sovacool 2007, s. 100–101). Pro srovnání, Spojené státy disponují necelými 500 000 km plynovodní sítí a téměř 48 000 km dálnic (Stromberg 2013).

5.1 Hlavní události a problémy od let sedmdesátých do současnosti

Produkce elektrické energie prošla ve Spojených státech za posledních 30 let výraznými změnami. Na počátku osmdesátých let, pod vlivem předchozích otřesů v cenách paliv, zejména ropy a plynu, vykristalizovala nutnost totální restrukturalizace americké energetiky. Od 60. let se do budoucna počítalo s jaderným štěpením jako hlavním zdrojem produkce elektřiny. Obrovské náklady, výrazně vyšší než původní předpoklady, a sílící environmentální hnutí právě v atmosféře 70. let 20. století (nejen v USA, ale též v Evropě) tmelená právě odporem k atomové energii, narušovaly původní entuziasmus státu. V roce 1979 došlo na jaderné elektrárně Three Mile Island k havárii, do té doby nejzávažnější v oboru, což vyústilo v okamžitý odklon od jádra, obrovské finanční problémy celého sektoru a potřebu totálního přehodnocení budoucnosti výroby elektřiny (Hogan 2002, s. 104).

Další palčivý problém představovala nutnost změny ekonomického modelu celého procesu: výroby, přenosu, distribuce. Státem regulovaný monopol fungoval dobře v dřívější době, kdy technologický pokrok a rostoucí objemy spotřebované elektřiny umožňovaly cenám elektřiny plynulý pokles. Mezi roky 1934 a 1970 se snížily o 86 %. Nové uhelné a zejména jaderné elektrárny postavené v 70. a 80. letech však byly nesmírně drahé a na rostoucích cenách se podepsalo i první výraznější zákonem nařízené zvýhodnění produkce elektřiny z obnovitelných zdrojů (Yergin 2012, 383–384). Stoupající cena paliv a vysoká inflace znamenaly další tlak na zvyšování účtů za elektřinu. Restrukturalizace, privatizace a deregulace celého odvětví započaly právě v osmdesátých letech a celý proces trvá dodnes. Jednotlivé státy mají relativně široké pravomoci v oblasti regulace výroby, přenosu a distribuce elektrické energie a řeší tento problém různými způsoby (Brennan a kol. s. 100).

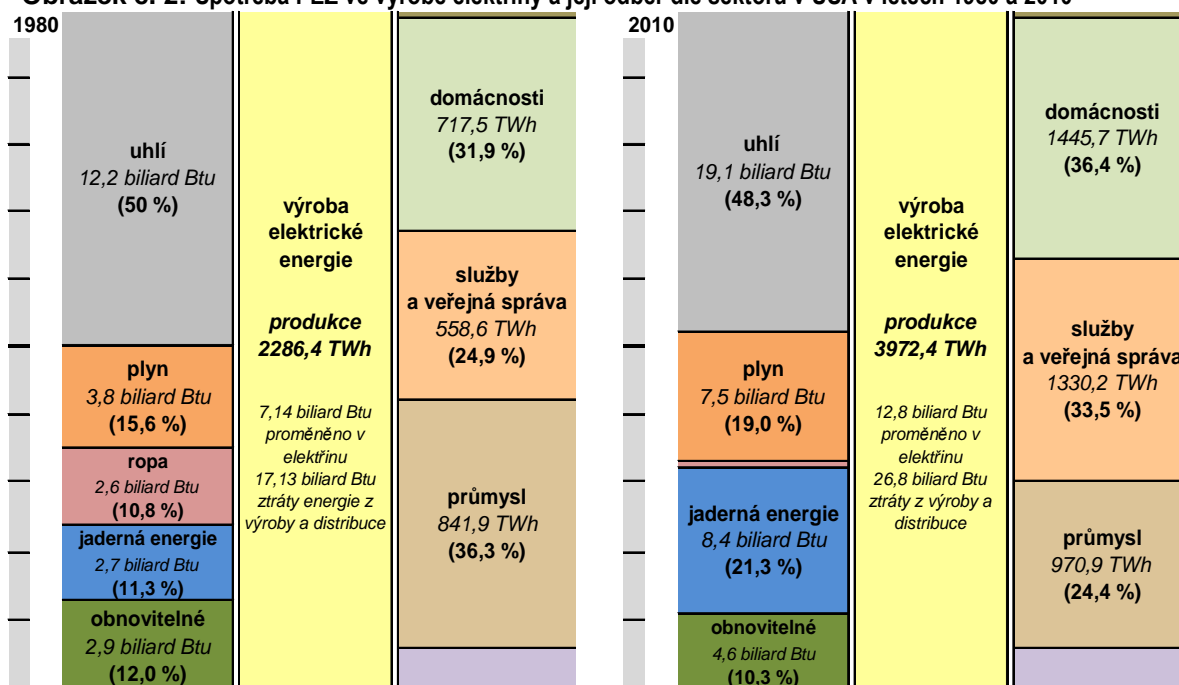
Graf č. 6: Výroba elektřiny v USA v letech 1979–2011 podle zdroje



Zdroj: EIA (2012, 1)

V odvětví výroby elektrické energie je věčným úkolem najít ten správný energetický mix. Ve Spojených státech bylo v roce 2010 vyrobeno téměř 4000 TWh elektřiny, což bylo asi o tři čtvrtiny více než v roce 1980. Jak jsem uvedl výše, většina elektřiny je vyráběna spalováním fosilních paliv, totiž uhlí a zemního plynu. Velký díl ropy je směřován do dopravy, zbytek do průmyslu, a v současnosti se na výrobě elektrického proudu nepodílí ani jedním procentem, přestože v roce 1980 představovala asi 11 % energie spotřebované v elektrárně. Uhlí bylo po téměř celé sledované období dominantní a zajišťovalo okolo poloviny výroby veškeré elektřiny. Jak je vidět v grafu č. 6, pokles započal před koncem první dekády 21. století, od roku 2007 se za čtyři roky produkce snížila asi o 250 TWh. Naopak elektřiny ze zemního plynu se za stejné období vyrobilo o 115 TWh více a obnovitelné zdroje narostly především zásluhou větrných turbín o více než 168 TWh (EIA 2012).

Obrázek č. 2: Spotřeba PEZ ve výrobě elektřiny a její odběr dle sektorů v USA v letech 1980 a 2010



Zdroje: EIA (2012, 1), EIA (2014, 2)

Stejně jako u celkové spotřeby PEZ, i mezi palivovými zdroji výroby elektřiny stoupla nejvíce spotřeba uhlí. V roce 2010 se jej v elektrárnách spálilo 19,1 biliard Btu, tedy o téměř 7 biliard Btu více než v roce 1980. Jak jsem zmínil výše, rostla také spotřeba zemního plynu (o 3,7 biliard Btu za sledované období), která na rozdíl od uhlí dále stoupá. Zemní plyn předežene podle projekcí EIA (2014, 4) stagnující uhlí okolo roku 2035 a stane se tak největším zdrojem elektrické energie ve Spojených státech. Jaderná energie zajišťuje stabilně asi pětinu výroby elektrického proudu a očekává se, že si svoji pozici, i přes současné zmrazení nových investic, udrží i v nadcházejících letech. Odvětví obnovitelných zdrojů roste zejména díky stavbě velkých větrných parků, které v prvním desetiletí tohoto století narostly téměř dvacetinásobně a v roce 2010 do sítě odeslaly o asi 90 TWh více než

na přelomu milénia. To se zhruba rovná roční spotřebě asi 180-ti milionového Pákistánu. Na straně poptávky po elektrické energii bylo největším spotřebitelem odvětví služeb a veřejné správy. Na konci sledovaného období ročně spotřebovalo o 138 %, tedy o asi 770 TWh více než na jeho počátku. Domácnosti svůj odběr elektrického proudu zdvojnásobily a navýšily tak celkovou spotřebu zhruba o 730 TWh. Spotřeba elektřiny v průmyslu naopak od roku 1980 stoupla pouze mírně, o 129 TWh, což představuje asi 15% růst. Výše uvedené je přehledně schematizováno na obrázku č. 2. Přehled amerických a kanadských elektráren dokumentují přílohy č.3 a 4. Současné ceny elektřiny vystihuje mapa v příloze č. 8.

Z hlediska konečného využití elektřiny v domácnostech pohltí největší část, téměř pětinu, klimatizace. Druhý v pořadí je odběr elektřiny pro osvětlení což byl historicky první úkol elektrifikace. Dnes osvětlení využívá okolo 13 % dodané elektrické energie. Desetina proudu je spotřebována provozem televizí, počítačů a další výpočetní techniky. V domácnostech odebírají významnou část kuchyňské spotřebiče, dohromady 14 %. Více než polovinu z toho zkonsumují chladničky. Významná část, 17 %, je využita na vytápění prostor a ohřev vody. Přestože samotné vytápění elektrickým proudem představuje pouhých 9 % z celkové spotřeby, pokrývá asi dvě pětiny výroby tepla v celých USA (EIA 2014, 7). Spotřeba v sektoru služeb a veřejné správy vykazuje větší podíl osvětlení a výpočetní techniky. V průmyslu je významná část využita na pohon elektromotorů.

5.2 Restrukturalizace

Systém státem kontrolovaného monopolu funguje způsobem absolutní regulace všech úrovní procesu od výroby po konečnou spotřebu, a to včetně ceny. V oblasti výroby elektřiny působí ve většině států Public Utility Commission (PUC), nebo jinak nazvaná instituce, jejímž účelem je spravovat odvětví výroby elektřiny v celé jeho komplexnosti ve prospěch veřejného zájmu. V době, kdy již světem prošla velká vlna deregulací napříč ekonomikou a například letecká doprava či bankovníctví prošly privatizací, fungovala energetika stále pod přísným dohledem byrokratického aparátu (Yergin 2012, s. 383–384). Jak se už dříve ukázalo v mnoha oblastech, monopol sice za určitých podmínek sloužil dobře svému účelu, jedná se však o velmi rigidní systém, který ve své velikosti nedovede účinně reagovat na náhlé prudké zvraty, jako byly ropné šoky a ukončení podpory jaderné energie v 70. letech. Takové otřesy vyústily do obrovských finančních problémů mnohých společností. Ceny elektřiny nereflektovaly skutečnost, že se elektrárnám z výnosů nezaplátí ani náklady na samotný provoz zařízení. Výmluvnou odpovědí na tento ekonomický kolaps byla deregulace a privatizace (Handfield 2004, s. 44).

Wolak (2009, 10:00–16:40) mluvil o tom, že trh a konkurence jsou bezesporu nejefektivnějším regulátorem ceny, nicméně odvětví výroby elektřiny představuje tak specifickou a složitou soustavu, že úplná deregulace není možná. Restrukturalizace v energetice může být vždy nanejvýše nahrazením starých regulací novými. Již na

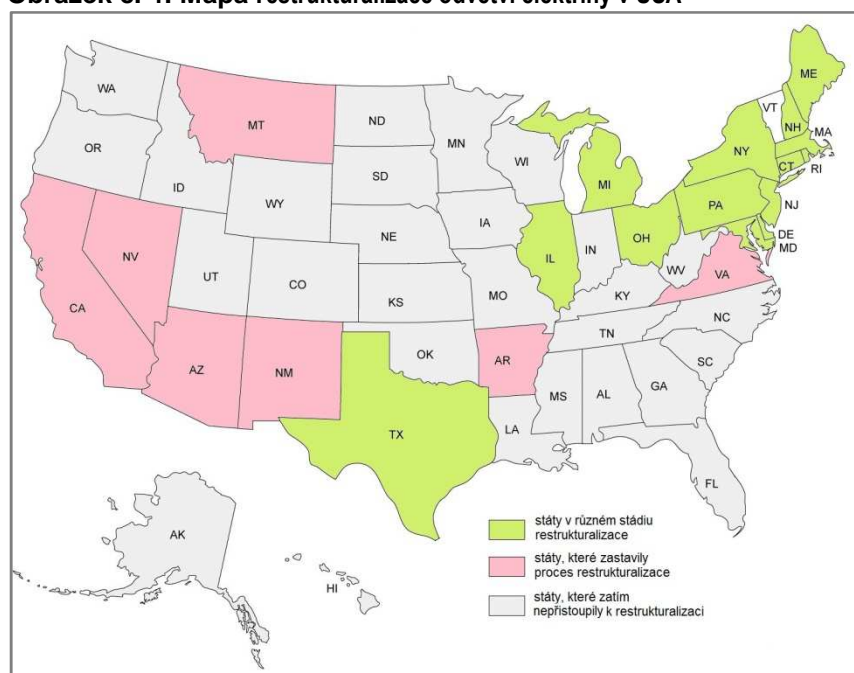
počátcích éry elektrifikace v závěru 19. století se ukázalo, že konkurence v doméně přenosových a distribučních sítí nezvyšuje efektivitu ani netlačí na snižování cen, spíše naopak. Ideálním řešením se tak jeví ponechat výrobce elektřiny i její spotřebitele volnému trhu, kdežto síťovou infrastrukturu nejen z ekonomických, ale i z bezpečnostních důvodů dále regulovat (viz Obrázek č. 3).

Obrázek č. 3: Restrukturalizace odvětví výroby elektřiny

tržní prostředí	regulováno	regulováno	tržní prostředí
výroba elektrické energie	přenosová síť vedení VVN	distribuční síť elektrifikace spotřebitelů	trh s elektřinou

Prvním krokem k otevření trhu výroby elektřiny byl Public Utility Regulatory Policies Act (PURPA), zákon z roku 1978, který umožnil nezávislým výrobcům, kteří elektřinu vyráběli z obnovitelných zdrojů, aby byla jejich produkce prodávána do sítě za dotovanou cenu. Sice nešlo o tržní řešení, avšak vytvořením prostředí pro 'byznys s jistým výnosem' pomohla vláda motivovat první soukromé subjekty k výrobě elektřiny. PURPA nepředstavoval pouze jeden z prvních kroků na cestě restrukturalizace, ale také jednu z prvních velkých pobídek výrobě elektřiny z obnovitelných zdrojů, což byla odpověď na novou realitu dostupnosti a cen energií. (Brennan a kol. 2002, s. 105). Dalším zákonem byla zakázána stavba plynových elektráren. O 10 let později, když se ceny ropy a plynu propadly, byl zákon zrušen, ale na konci sedmdesátých let byl scénář cesty z krize jasný: uhlí.

Obrázek č. 4: Mapa restrukturalizace odvětví elektřiny v USA



Zdroj: EIA (2014, 6); upravil autor BP

Z mapy na obrázku č. 4 lze vyčíst, že restrukturalizace je v tomto oboru tak složitý proces, že se zatím pouhých 15 států nachází v různých stádiích deregulace. Většina (28) amerických států se ji dodnes neodhodlala spustit. V sedmi státech byly reformní programy po problémech při jejich zavádění zrušeny, nejznámější je případ Kalifornské energetické krize v letech 2000 a 2001. Kalifornie byla jedním z prvních států, které v roce 1998 přistoupily k reformě a otevřely dveře konkurenci soukromých subjektů. Její model se však ukázal jako chybný, protože zatímco trh výroby elektřiny byl deregulován, ceny pro spotřebitele byly vládním nařízením limitovány na hladině, která neodpovídala nákladům. Obrovské finanční problémy mnohých elektráren vyústily ve vlnu bankrotů společností a rozsáhlých výpadků proudu, které pravidelně postihovaly kalifornská města. Vláda po této zkušenosti reformy zastavila a vrátila se ke schématu regulace celého odvětví (Hogan 2002, s. 115–122). V roce 2012 vyráběla Kalifornie dvě třetiny vlastní spotřeby elektrického proudu (zbytek pokrývala např. elektřina ze soustav přehrad na Coloradu). Z toho více než 60 % bylo vyrobeno v plynových elektrárnách, necelých 30 % zajistily obnovitelné zdroje energie a zbytek připadá na jaderné elektrárny Diablo Canyon a San Onofre. Druhá z nich však byla o rok později vyřazena z provozu a nyní probíhají počáteční fáze jejího odstavení (CA.GOV 2012).

6. Jaderná energie

Nukleární energie hraje ve výrobě elektřiny významnou roli a její historie je těsně spjata právě se Spojenými státy. USA jako první vyrobily a použily atomovou bombu a jako první postavily plavidlo poháněné jaderným reaktorem (USS Nautilus). V roce 1954, když byla v Sovětském svazu, jižně od Moskvy, zprovozněna první civilní jaderná elektrárna, Eisenhowerova administrativa spustila program na výrobu elektřiny z jádra, který vycházel z vojenského výzkumu jaderného pohonu vojenských plavidel. Hybatelem celého projektu byl admirál Hyman Rickover, který je dodnes považován za ‚otce nukleárního námořnictva‘. Fakticky je však také otcem civilního nukleárního programu v západním světě (Yergin 2011, s. 366)

6.1 Rychlé zbrzdění velké expanze

Oznámení AEC (Atomic Energy Commission) o civilním programu veřejnost přijala s nadšením. V časopise Time se mluvilo o ‚nové fázi‘ atomového věku, list New York Times předpovídal příchod ‚věku atomové energie‘. Optimismus panoval i v AEC, jejíž šéf L. Strauss v roce 1954 věřil, že do patnácti let bude Amerika zásobena elektřinou tak levnou, že měření její spotřeby ztratí význam (Yergin 2012, s. 371). Následovala obrovská vlna podpory jaderné energie a v několika málo letech byla zadána stavba asi padesáti atomových elektráren. Běžně se objevovaly předpovědi, že na konci století bude americká výroba elektrické energie pokryta z poloviny jádrem. Odborníci se shodovali na tom, že se

nukleární energie jeví jako jednoznačně nejlevnější energetický zdroj a do budoucna věštili stabilitu a nezranitelnost dostupnosti levné elektřiny.

Brzy se však ukázalo, že jaderná energie není vůbec levná. Původní předpoklady o cenách byly mnohdy několikanásobně překročeny. Jaderný byznys komplikovala celá škála skutečností. Až v průběhu výstavby se navzdory původním optimistickým předpokladům ukázala skutečná komplexita a realizační náročnost stavby a provozu jaderných reaktorů. Elektrárny se měly stavět 6 let, ale byly postaveny za 10, někdy i více let. Účty se zvyšovaly i následkem vysoké inflace druhé poloviny sedmdesátých a začátku osmdesátých let (Slocum 2008). Samozřejmě se také rozběhla široká společenská diskuze na téma „Jak bezpečné je dostatečně bezpečné?“. Nová environmentální hnutí, pro něž byl boj proti jádru základním kamenem, si rychle vydobyla politicky nezanedbatelnou pozici, což jim umožnilo částečně ovlivňovat rozhodovací procesy ve věci atomové energie. Dokázala prosazovat mimo jiné stále náročnější normy na stavbu i provoz jaderných reaktorů. To však mělo také za následek potřebu nových technologických řešení, a tedy i přestavování či modernizaci již hotových částí elektráren podle nových, přísnějších předpisů. Elektrárny, jejichž předpokládaná cena byla 200 miliónů dolarů, nakonec stály až 2 miliardy. Některé rozpočty byly překročeny ještě drastičtějším způsobem. Když se v roce 1977 podařilo spustit jadernou elektrárnu v Indii, ukázalo se také, že jádro nezůstane výsadou několika málo vyvolených hráčů světového významu. Zklamání z nečekané ekonomické náročnosti, obavy a všeobecná nedůvěra pak způsobily, že už téměř nikdo neoplýval nadšením padesátých let. Yergin (2012, s.373) píše, že G. Kistiakowski, harvardský chemik, který se podílel na konstrukci atomových bomb v Los Alamos a později pracoval jako poradce pro vědu v kanceláři prezidenta Eisenhowera, v roce 1977 řekl: „Musíme zadržet expanzi nukleární energie, dokud se svět nezlepší. Teď je to zatraceně riskantní.“

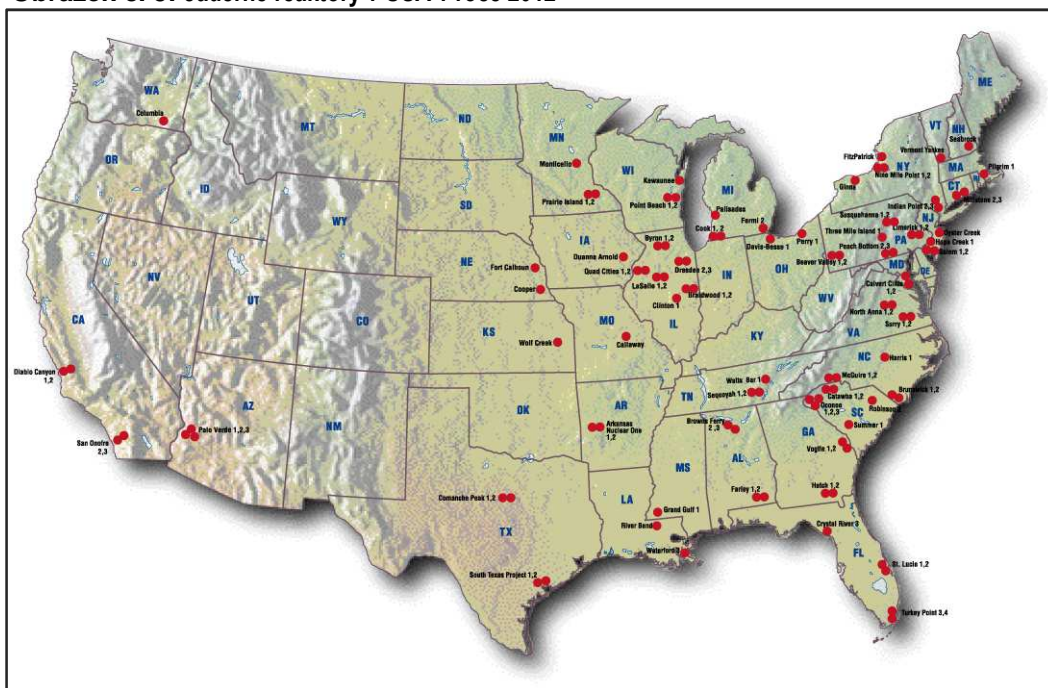
V březnu 1979 došlo k první závažnější havárii v jaderném provozu. Souhrou mnoha menších poruch a špatných rozhodnutí operátorů došlo k výpadku chladičho systému na jednom z reaktorů elektrárny Three Mile Island v Pensylvánii. Jeho jádro bylo částečně roztaveno, výroba elektřiny musela být zcela zastavena a došlo k menšímu úniku radioaktivní páry do ovzduší. Byla to událost, která znamenala ve Spojených státech příslovečný poslední hřebík do rakve atomové energie. Více než stovka připravených projektů nových elektráren byla zrušena. Poslední zprovozněná jaderná elektrárna v USA byla schválena a zadána v roce 1976. Tento obrat v energetické politice vyvolaný celospolečensky silnou a tvrdou protijadernou opozicí uvrhl odvětví výroby elektřiny do agónie, ze které se vzpamatovávalo několik let (Beaver 2011, s.400–402). Mnoho *elektrárenských společností* balancovalo na hranici bankrotu, jenž byl pro několik z nich nakonec nevyhnutelný. Nedokončily se z devadesáti procent hotové projekty. Elektrárna The Shoreham na newyorském Long Islandu byla dokonce již úplně dostavěna a několik let běžela v nízko-úrovňovém ‚testovacím‘ provozu. Lokální opozice však nakonec dosáhla

jejího uzavření, které bylo dokončeno v roce 1994. Šestimiliardová investice byla za symbolickou sumu jednoho dolaru prodána společnosti *Long Island Power Authority* (Yergin 2012, s.377).

Další rána jaderné energii přišla v roce 1986, kdy se odehrála historicky nejhorší jaderná havárie na elektrárně v Černobyli (na území Ukrajiny). Série výbuchů měla za následek roztavení velké části jednoho reaktoru a následoval únik velkého množství radioaktivní páry do ovzduší. Pokud měl incident TMI relativně malý dopad na vnímání jaderné energie mimo Spojené státy, černobylská havárie vedla k přehodnocení podpory atomových elektráren nebo přinejmenším k razantnímu zpřísnění stavebních a provozních podmínek prakticky všude na světě. Výjimkou zůstala Francie, která na jaderné energii postavila obnovení vlastní národní identity po druhé světové válce a Japonsko, trpící kritickou absencí vlastních zdrojů fosilních paliv (Yergin 2012, s. 379). Ve Spojených státech samotných incident v Černobyli jen posílil už tak dominantní protijaderný proud mezi veřejností, tudíž i mezi politickými představiteli.

Do 80. let 20. století tak odvětví výroby elektřiny štěpením jádra vstupovalo s minimální podporou, alespoň ve srovnání s dřívějším nadšením a dominantní pozicí v energetické politice. Nárazové zastavení všech projektů atomových elektráren, u nichž to ještě bylo ekonomicky únosné, vyvolalo akutní nutnost odpovědět na otázku, který zdroj výroby elektřiny jaderným štěpením do budoucna nahradí. Ropa již byla od ropných šoků sedmdesátých let jako palivo pro elektrárny zavržena. Stavění elektráren spalujících zemní plyn bylo v roce 1978 zakázáno Kongresem, protože jeho ceny v sedmdesátých letech prudce narostly a plyn se tak stal "příliš cenným na to, aby byl spálen v elektrárnách a měl by být spíše použit na vytápění domácností a podniků." (Yergin 2012, s. 380–381).

Obrázek č. 5: Jaderné reaktory v USA v roce 2012



Zdroj: WNA (2014, 1)

I přesto, že expanze atomové energie pro výrobu elektřiny začala v šedesátých letech a už na konci let sedmdesátých byla prudce zabrzděna, nakonec se zprovoznila asi stovka jaderných reaktorů (viz obrázek č. 5). Během osmdesátých let se dostavila většina jaderných elektráren a v dalších letech se díky pokrokům v technologiích a zkušenostem získaným v provozu dařilo zvyšovat jejich produkci a efektivní využití instalované kapacity. Jaderná energie se na konci osmdesátých let dostala na pětinový podíl veškeré vyrobené elektřiny a dodnes stačí průběžným zvyšováním účinnosti ve výrobě tempu růstu celého sektoru a svůj díl si stále drží (Sovacool 2007, s. 109). V roce 2010 vyrobily jaderné elektrárny asi 800 TWh elektrického proudu.

6.2 Nukleární „obrození“

Od počátku nového tisíciletí, kdy už incidenty TMI a Černobyl nevířily veřejnou debatu a jaderná opozice nebyla tak hlasitá jako dříve, začaly se naopak objevovat hlasy volající po atomovém obrození a jeho politické podpoře. Jaderné elektrárny jsou jedním z finančně i technicky nejnáročnějších lidských výtvorů. Jednou z hlavních předností jsou nulové emise oxidu uhličitého a fakt, že se jedná o výkonný a spolehlivý zdroj základního zatížení elektrické sítě (Bradshaw a Gruber 2007). Odpůrci jaderné energie však jakékoliv jaderné obrození odmítají. Existuje množství čistě ekonomicky zaměřených studií, které nedávají prostor environmentálním pohledům či debatám, zda je etické produkovat odpad, který bude dalších 250 000 let (tedy déle, než existuje druh Homo Sapiens) radioaktivní. Často uvádějí řadu čísel a závěrů hovořících v neprospěch jaderné budoucnosti. Nukleární elektrárny se staví velmi dlouhou dobu, po kterou může dojít k nepředvídatelným událostem v ekonomice a společnosti. Pohyby míry inflace, cen paliv, práce a technologií a spousta dalších faktorů můžou během stavby naprosto změnit ekonomické okolnosti, podle nichž se stavba začala realizovat a její finální cena tak výrazně převyší původní odhadované náklady. Sovacool (2011, s. 105–106) srovnává plánované a konečné ceny za stavbu 75 jaderných bloků v USA. Ty se podle projektů měly postavit za asi 45,2 miliard USD, konečný účet se však vyšplhal na závratných 144,6 miliard USD, tedy více než trojnásobek původních plánů. To se samozřejmě nemohlo neprojevit na ceně elektrické energie.

Samotná konstrukce atomových elektráren však nepředstavuje jediné náklady, které se podepíší ne celkové ceně elektřiny vyráběné jadernou reakcí. Zpracování vyhořelého paliva a jeho částečná recyklace jsou velmi drahé. Uložení radioaktivního odpadu je velký problém, který celkové náklady zatíží nejvíc, přitom bývá obhájci atomové energie zmiňován jako okrajový, pokud vůbec. Problém zůstal i přes stále narůstající objemy radioaktivního odpadu nedořešen a ten se tak musí 'dočasně' skladovat na povrchu v izolačních lázních. V Nevadské poušti se od osmdesátých let buduje úložiště zvané Yucca Mountain. V roce 2008 tento projekt spolkl již 13,5 miliardy USD, přičemž byl asi 20 let zpožděn oproti původnímu projektu. I kdyby byl dostavěn a využit na plnou kapacitu 70 000 tun radioaktivního odpadu, již v roce 2035 by na povrchu bylo dalších 35 000 tun,

pro něž by se muselo budovat úložiště nové. V roce 2009 odhadoval Rozpočtový výbor Kongresu, že dostavba Yucca Mountain bude trvat ještě 100 let a náklady přesáhnou 98 miliard USD. V roce 2010 Obamova administrativa oznámila ukončení projektu a slíbila, že úložiště jaderného odpadu vznikne někde jinde (Sovacool 2011, s.116–117).

Další náklady přináší výzkum technologií, který nikdy v této oblasti nebyl pro soukromé firmy lákavý, a musí být proto placen z veřejných rozpočtů. Značné nároky vyžadují také bezpečnostní opatření, neboť hrozby plynoucí z možného zneužití jaderných paliv, včetně vyhořelých, jsou vskutku obrovské. Uran, který pohání atomové elektrárny, také není stoprocentně spolehlivým zdrojem, nehledě na environmentální zatížení a zdravotní dopady na pracovníky, kteří jej těží. V polovině 70. let minulého a na konci první dekády tohoto století došlo k prudkým nárůstům cen uranu. Zemí, které jej produkují ve významnějším množství není mnoho a Sovacool (2011, s. 123) upozorňuje, že kdyby například Kazachstán, Uzbekistán, Namibie a Niger (těžící asi 30 % světové produkce uranu) vytvořily 'jaderný OPEC' měly by silnou páku na ovlivňování nejen světových cen uranu podle vlastních potřeb.

Tabulka č. 3: Odhad ceny elektřiny z uvažovaných nových jaderných provozů

Oblast výdajů	cena elektřiny (centů/kWh)
Náklady na stavbu a provoz (včetně paliva)	18–30
Náklady na zpracování vyhořelého paliva	0,7–1,1
Náklady na uložení jaderného odpadu	20–45
Náklady na odstavení	2,5–4,2
Celkem	41,2–80,3
* náklady na výzkum a bezpečnost nejsou zahrnuty, neboť zatím neexistují relevantní analýzy	
** ceny jsou vázány k referenčnímu USD 2009	

Zdroj: Sovacool (2011, s. 127)

Odstavování vysloužilých jaderných elektráren je také nákladným procesem, protože se spousta částí samotného reaktoru stává provozem radioaktivní. "Ve Spojených státech je v současnosti 13 z provozu vyřazených atomových elektráren, které jsou v různých fázích úplného odstavení. Reaktory Zion 1 a 2 byly vyřazeny z provozu v roce 1998, ale proces odstavení započne až v roce 2013. Reaktor Peach Bottom 1 přestal generovat elektřinu již v roce 1974, ale odstavovat se nezačne dříve než v roce 2034", píše Sovacool (2011, s. 119). Tabulka č. 3 ukazuje, že všechny tyto důvody ženou cenu elektřiny vyráběné štěpením jádra do neudržitelných poloh. Vyplývá z ní, že kdyby došlo ke stavbě nových jaderných elektráren, bude se cena jimi produkované elektřiny pohybovat zhruba mezi 40 a 80 centy za kWh. Při současné průměrné ceně 12,2 c/kWh je zřejmé, že atomové elektrárny nebudou v tržním prostředí konkurenceschopné bez masivních dotací z veřejných rozpočtů.

Diskuze o jaderném obrození a plány většiny států, které o jádru uvažovaly jako o možném zásadním zdroji elektřiny do budoucnosti, dostaly nový impuls 11. března 2011.

Silné zemětřesení blízko pobřeží Japonska vyvolalo přílivovou vlnu Tsunami, která zaplavila jadernou elektrárnu Fukushima Daiichi a vyřadila z provozu záložní zdroje elektřiny, a tak i veškeré bezpečnostní systémy. Došlo k několika výbuchům a úniku radioaktivní páry. Incident byl bezesporu nejzávažnější od Černobylské havárie roku 1986, přestože únik radioaktivity nebyl tak vysoký (Yergin 2012, s. 445). Japonsko, ale například i Německo okamžitě spustily plán na úplné odstavení všech jaderných elektráren v ekonomicky a bezpečnostně realizovatelné době. Jestliže se Obamova administrativa k jádru stavěla dříve relativně pozitivně, incident v Japonsku zmrazil veškeré naděje na schválení stavby nových jaderných reaktorů (Skea a kol. 2011, s. 36). Nukleární „obrození“ teď opět nebude alespoň po nějakou dobu na pořadu dne.

7. Uhlí nebo plyn?

Strategie pro výrobu elektřiny byla na počátku osmdesátých let jednoznačně vytyčená. Využívání ropy a plynu bylo pro tento účel zakázáno, obnovitelné zdroje zdaleka nedosahovaly takových měřítek, aby se od nich mohl očekávat zásadní příspěvek k výrobě elektřiny a stavba nových nukleárních elektráren byla po havárii TMI zastavena. Uhelné elektrárny měly za úkol táhnout celý systém a dodat do sítí potřebné množství elektrické energie, které neustále rostlo, jak stoupal technický pokrok a životní standardy amerického obyvatelstva.

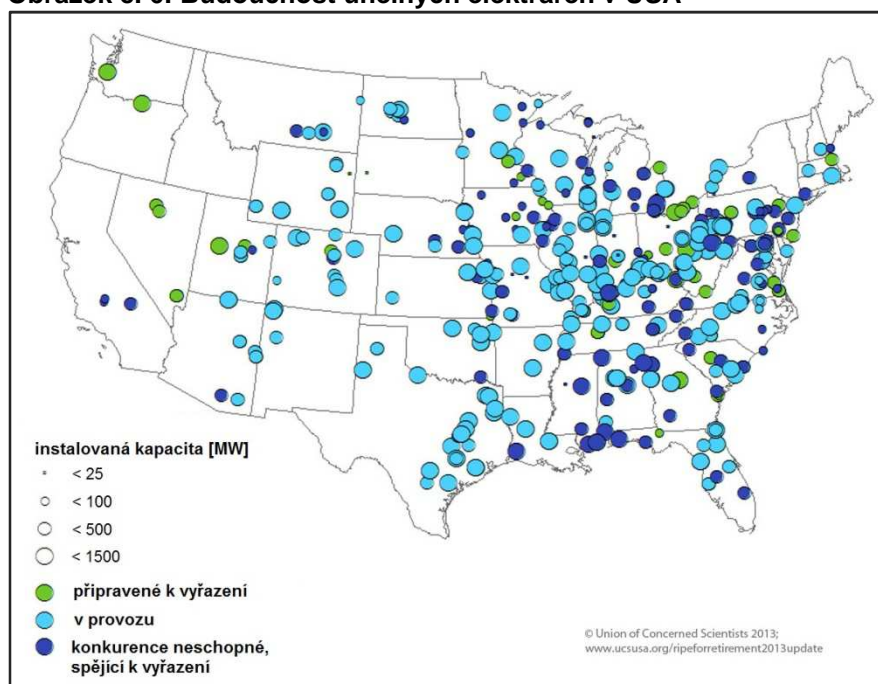
7.1 Uhlí je neefektivní a nečisté

Domácí těžba uhlí rostla a vždy byla schopna pokrýt prakticky veškerou poptávku. Mezi lety 1980 a 2000 se uhelná výroba elektřiny zvýšila o 781,5 TWh, tedy o čtvrtinu více než činil za stejnou dobu nárůst všech ostatních zdrojů. Po celou dobu pokrývaly uhelné elektrárny přes polovinu veškeré elektrické produkce, v letech 1978 a 1988 to bylo dokonce 57 %. Svůj poloviční podíl si uhlí drželo až do roku 2005, kdy mu začaly konkurovat elektrárny plynové, jejichž stavba byla od roku 1988 znovu povolena a od 90. let 20. století dosahuje významného rozsahu.

V letech 80. totiž došlo ke stabilizaci cen plynu a po celá 90. léta rostla i jeho domácí produkce. Ve prospěch plynu hovořily nejen nižší environmentální dopady, ale také podstatně vyšší energetická účinnost moderních CCGT (Combined Cycle Gas Turbine), dosahující až 60 %. Standardní jednookruhové plynové turbíny disponující účinností okolo 43 %, mírně vyšší než moderní velké uhelné elektrárny, které dovedly účinně konvertovat asi 36 % energetické hodnoty spáleného uhlí v elektřinu (Eurelectric 2003). Výhodou plynových elektráren je také, že jsou podstatně menší a jejich stavba a provoz jsou tak levnější a méně časově i technicky náročné. To je samozřejmě pro soukromý kapitál lákavější než obrovské deseti a víceleté projekty přinášející podstatně větší míru rizik

a nepředvídatelností. Nehledě na to, že se nové environmentální zákony stále více snaží o redukci emisí CO₂ a dalších vedlejších produktů spalování fosilních paliv, například nařizováním tzv. uhlíkových daní nebo předepisováním povinných technologií omezujících množství emisí, což obzvláště u uhelných elektráren značně zneprůjemňuje jejich ekonomickou pozici. Bryce (2012) v souvislosti s tím upozorňuje na paradox, že před třiceti lety vydala federální vláda zákaz stavby nových plynových elektráren, aby co nejvíce podpořila nový směr přesunu k uhlí. Nyní je situace přesně opačná. Vláda znevýhodňuje svými nařízeními elektrárny uhelné, mnohé z nich tlačí k uzavření provozu a staví se negativně k možnosti stavby nových, aby tak zjednodušila cestu současné expanzi elektráren plynových. Podle studie Fleischmanna a kol. (2013) existuje v současnosti 329 uhelných elektráren o celkovém instalovaném výkonu 58,7 GW, které nemůžou obstát v konkurenci s moderními CCGT plynovými elektrárnami a pravděpodobně je v blízké době čeká ukončení provozu (viz obrázek č. 6). Jedná se asi o pětinu celkového výkonu instalovaného v amerických uhelných elektrárnách, jejichž výpadek bude muset být kompenzován z jiného zdroje, pravděpodobně ze zemního plynu nebo z obnovitelné energie. Více viz příloha č. 2.

Obrázek č. 6: Budoucnost uhelných elektráren v USA



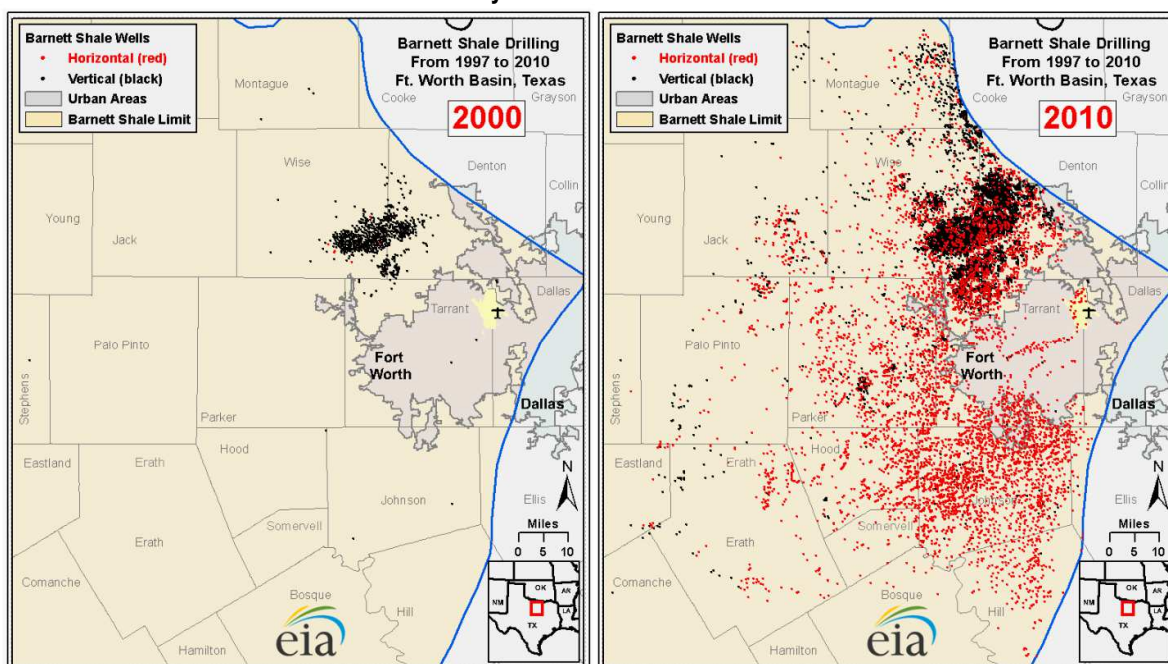
Zdroj: Fleischmann a kol. (2013); upravil autor BP

7.2 Revoluce nekonvenčních zdrojů

Zlomovým momentem do té doby typického vyrovnaného růstu uhlí a plynu byl konec první dekády 21. století. Posun v technologiích a stoupající ceny ropy a plynu umožnily rychlý rozvoj dříve nekonkurenceschopné těžby nekonvenčních ložisek těchto surovin. Mohutnou expanzi zažila zejména tzv. horizontální těžba a hydraulické frakování. To spočívá ve

vysokotlakém pumpování vody, chemikálií a abrazivního materiálu (většinou písek) do vyhloubených vrtů. Tato směs naruší horninové podloží v horizontální ose a umožní natékání dobývané suroviny do vrtu. Metoda frakování umožňuje těžit ropu nebo plyn saturované v sedimentárních horninách, především břidlicích, částečně metamorfovaných jílovcích a prachovcích (Jirásek 2010). V roce 2008 upozorňovala EIA, že se blíží tichá revoluce břidlicového plynu (GMF Brussels Forum 2013, 41:20) a jak se ukázalo, obrovský nárůst produkce za posledních pět let skutečně naboural původní situaci. V roce 2000 bylo pouhé procento zemního plynu těženo z nekonvenčních zdrojů. V roce 2011 již stoupl podíl břidlicového plynu na 25 % a podle odhadů se do dvaceti let dostane na polovinu (Yergin 2012, s. 285). Stoupající domácí produkce plynu ještě více motivovala společnosti k investicím do plynových elektráren a de facto tím umožnila současné nahrazování uhelné produkční kapacity. Přehled nekonvenčních zdrojů dokumentuje mapa v příloze č. 5. Růst kapitálu v těžbě nekonvenčních zdrojů je také podpořen skutečností, že tato není oproti tradiční těžbě tak finančně ani časově náročná. Přebytek uhelné produkce byl levně vyvezen zejména do Evropy, která tak naopak nahrazuje zemní plyn, který si kvůli nevýhodným dlouhodobým kontraktům kupuje za vysoké ceny především z Ruska.

Obrázek č. 7: Konvenční a nekonvenční vrty v oblasti Fort Worth v letech 2000 a 2010



Zdroj: EIA (2014, 6)

Na první pohled je expanze těžby nekonvenčních zdrojů fosilních paliv určujícím a nezvratitelným bodem pro další vývoj na poli energetiky. Jak ale upozorňuje L. Maugeri (2013), existují slabiny, které mohou přivést obrovský rozmach tohoto oboru ke stejně prudkému a neočekávanému konci. Jednu z hlavních komplikací představuje obrovská náročnost na těžební intenzitu. Vrtý čerpající suroviny pomocí hydraulického frakování totiž postupem času ztrácí svoji výnosnost a produkce tak musí být neustále nahrazována

novými vrty (Hughes 2013, s. 307–308). Z ekonomického hlediska je jejich průměrná životnost asi 5 let. Za první rok klesá výnosnost vrtu na zhruba 40–50 % oproti objemům v prvním měsíci po otevření. Po pěti letech vrt přináší v průměru pouhou desetinu počáteční produkce a náklady na jeho provoz převyšují výnosy z prodaného plynu (či ropy). Je tedy zřejmé, že pro udržení produkce na stálé hladině je nezbytné otvírat nové vrty, které nahradí klesající výnosy z těch existujících. Měřítko těžby je dobře vidět na obrázku č. 7, který zobrazuje černě konvenční a červeně nekonvenční vrty v texaské oblasti Forth Worth v letech 2000 a 2010. Nutnost vysoké těžební intenzity dokládá Maugeri (2013). Dospívá k závěru, že pro udržení produkce těžební oblasti Bakken–Three Forks, která je v současnosti mezi nekonvenčními zdroji největší, na konstantní úrovni, je třeba otevřít měsíčně 90 nových vrtů.

Největší překážkou pro rozvoj těžby nekonvenčních zdrojů ve světě, srovnatelný se Spojenými státy, je právě nutnost obrovské intenzity těžby nekonvenčních ložisek nerostných surovin. Situace v USA ulehčují dvě skutečnosti. Fakt, že majitel půdy je zároveň majitelem nerostného bohatství, které se na jeho pozemku vyskytuje, urychluje celý proces otevření nových vrtů z legislativního a administrativního hlediska. Lotyšsko je jediným státem v Evropě, který majiteli pozemku přiznává stejná práva jako mají majitelé pozemků v USA. (GMF Brussels Forum 2013). Druhou skutečností je existence velkých neobydlených prostorů jakožto i dlouholetá tradice těžby ropy a plynu ve velkých měřítkách. Například Severní Dakota, kde se nachází velká část výše zmíněného ložiska Bakken–Three Forks, je stát o rozloze Sýrie a populaci jejího třetího největšího města, Homsu (asi 600 000 obyvatel). Hustota zalidnění je čtvrtá nejmenší ve Spojených státech a ve světovém srovnání odpovídá třeba obrovské Kanadě a Austrálii. Je zřejmé, že na tak velkém prostoru se snáze najde místo vhodné k rozsáhlé těžbě, aniž by to vyvolalo výraznější odpor veřejnosti (Parlow 2011, s. 695). V Evropě, kde je téměř všude značná hustota sídel, je pravděpodobnost expanze horizontální těžby a frakování obtížně představitelná.

Další hrozba revoluci nekonvenčních zdrojů plyne z jejich relativní zranitelnosti ze strany neočekávaných událostí na trhu s energiemi. Vysoké ceny plynu v závěru prvního desetiletí tohoto století umožnily moderním těžebním technikám konkurovat klasickému dobývání ropy a plynu. Právě obrovský objem americké nekonvenční produkce však začal cenu plynu tlačit dolů, a pokud by klesla příliš, mohlo by se rázem mnoho společností těžících nekonvenční zemní plyn dostat pod úroveň ekonomické návratnosti. Skutečnost, že měřítko finanční náročnosti těžby frakováním jsou oproti konvenční těžbě titěrné, má výše zmíněné pozitivní důsledky v podobě větší přístupnosti menším a středním společnostem. Přináší ale také zranitelnost náhlými, byť krátkodobými fluktuacemi v cenách energií, které velkoobjemová konvenční těžba obvykle přestojí bez vážnějších důsledků (Maugeri 2011). Podle odhadů EIA (2014, 4) přežijí zemní plyn uhelnou elektrickou

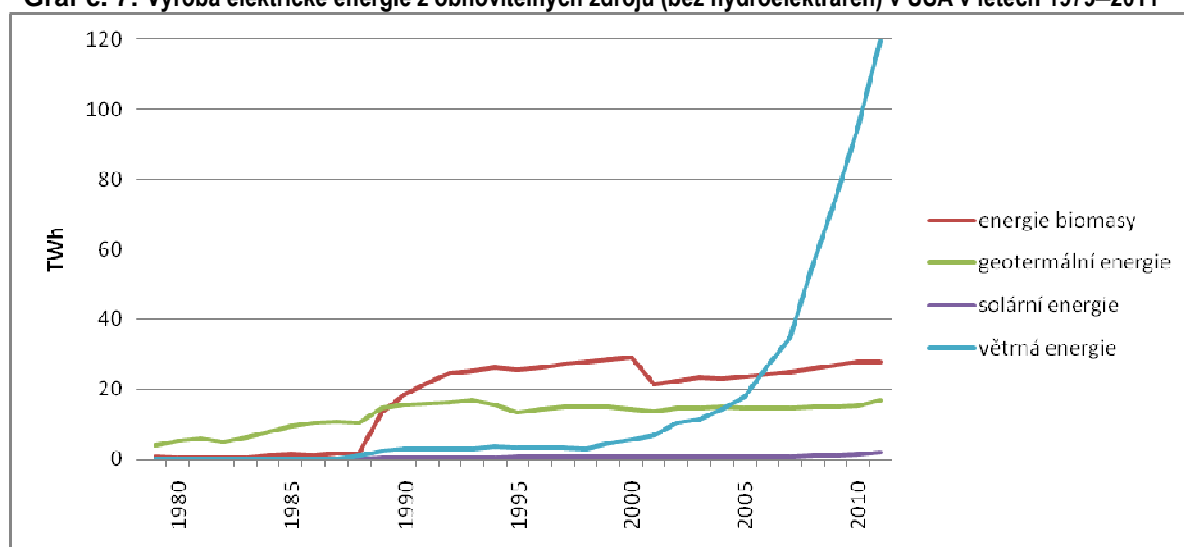
produkci okolo roku 2035 a stane se tak přechodovým palivem k budoucí energetice založené na čerpání energie z obnovitelných zdrojů (Mormann 2011, s. 913).

8. Obnovitelné zdroje

Obnovitelné zdroje získaly poprvé větší pozornost na konci sedmdesátých let, kdy po otřesech v cenách ropy a plynu vyplynula na povrch jejich nespolehlivost. Carterova administrativa učinila první kroky v podpoře obnovitelných energií, výše zmiňovaný zákon PURPA byl jedním z nich. Když prezident Carter oznamoval plán, podle něhož měla být americká elektřina v roce 2000 z jedné pětiny vyráběna z obnovitelných energií, stál na střeše Bílého domu, kam nechal nainstalovat sluncem poháněný bojler na ohřev vody. Dával tím najevo osobní odhodlání v boji za energetickou bezpečnost USA. Konec 70. let byl také dobou, kdy byla již ve společnosti pevně zakotvena různá environmentální hnutí, která brojila jak proti jaderné energii, tak proti ovzduší znečišťujícím uhelným elektrárnám (Yergin 2012, s. 280).

Počáteční nadšení však brzy opadlo a cíl dvacetiprocentního podílu na výrobě elektřiny se rychle ukázal jako nedosažitelný. Tím spíše, že Jimmyho Cartera nahradil v prezidentském úřadu Ronald Reagan, který obnovitelným zdrojům nefandil, což se jasně ukázalo, když nechal ze střechy Bílého domu odmontovat solární ohříváč vody. Středobodem jeho energetické politiky bylo posílení pozice uhelných elektráren. Rodící se odvětví obnovitelných energií bylo navíc těžce zasaženo, když v polovině 80. let klesly ceny ropy a plynu, což mělo za následek kritický propad jeho konkurenceschopnosti, která nemohla být dále kompenzována žádnou hospodářsky odpovědnou vládou. Jediným relevantním obnovitelným zdrojem tak na dlouhou dobu zůstaly velké vodní elektrárny, jejichž produkce dlouhodobě osciluje mezi 250 a 350 TWh za rok (EIA 2012, 1).

Graf č. 7: Výroba elektrické energie z obnovitelných zdrojů (bez hydroelektráren) v USA v letech 1979–2011



Zdroj: EIA (2012, 1)

Skutečný obrat přišel až na přelomu 80. a 90. let. Téma znečištění ovzduší a obecně ochrany životního prostředí již bylo i v politickém diskursu běžnou součástí, a to v mezinárodním, celosvětovém měřítku. Od Spojených států se přirozeně očekávalo, že pokud má existovat funkční mezinárodní snaha o omezení emisí skleníkových a jiných nebezpečných plynů, musí hrát vůdčí roli. V devadesátých letech nebyl nástup nových obnovitelných zdrojů ve výrobě elektrické energie nikterak ohromující. V první vlně se postavila řada elektráren geotermálních a spalujících biomasu (Holmes a Papay 2011, 1). Jejich vzestup byl překvapivě rychlý, ale poté přišla dodnes trvající stagnace. Geotermální elektrárny vyrobí v průměru okolo 15 TWh ročně a elektrárny poháněné biomasou přispívají průměrně 25 TWh za rok. Energie solární se rozvíjela velmi pomalu. Její produkce se mezi roky 1988 a 2007 zvedla zhruba z 250 na 500 GWh. Dnes se ale zdá, že stavba solárních elektráren konečně začíná dosahovat významnějších měřítek. V roce 2011 bylo přeměnou sluneční energie na elektřinu získáno 1800 GWh. Pokud pomineme velké vodní elektrárny, pak je nejvýznamnějším obnovitelným zdrojem energie větrná. Ještě v roce 2000 vyrobily větrné elektrárny pouze 5,6 TWh, v roce 2011 to však bylo již 119,7 TWh (viz graf č. 7). Podíl obnovitelných zdrojů na výrobě elektřiny v jednotlivých státech zobrazuje mapa v příloze č. 6.

8.1 Proč ne

Téma obnovitelných zdrojů dnes vyvolává vášnivé diskuze mezi jejich skalními příznivci i odpůrci. Jak ale poukazuje Johnson (2013), obě strany často argumentují nepřesným nebo zavádějícím způsobem, aby dodaly svému ať už pozitivnímu nebo negativnímu postoji náležitý důraz. Odpůrci často bagatelizují přínos obnovitelných zdrojů a tvrdí, že jejich příspěvek k výrobě elektřiny je naprosto nepodstatný. Větrná energie v roce 2012 představovala 5 % instalované kapacity a 4 % celkové výroby elektřiny, což je asi desetina produkce uhelné. Pokud ale připočítáme i elektrickou energii z vodních elektráren (6 %) a méně významnou produkci geotermální, sluneční a elektřinu z biomasy, ukazují čísla za rok 2013 podíl 14 %. To už se začíná významně blížit 19% podílu všech jaderných elektráren. Je důležité si také uvědomit, jak obrovské je americké elektrárenství, a že i 5 % z tak velkého celku není zanedbatelným příspěvkem. Spojené státy generují pouze na větrných farmách dvojnásobné množství elektřiny než Švýcarsko nebo také čtvrtinu elektrické produkce Francie či Brazílie.

Dalším argumentem uváděným v neprospěch obnovitelných zdrojů je jejich cena. Technologie jsou zatím drahé a bez masivních vládních dotací by k dnešní instalované kapacitě šly po desetiletí. Elektřina vyráběná z uhlí je sice pořád nejlevnější technologií, ale přestože elektřina z moderních plynových elektráren stojí dvojnásobek, není to překážkou pro jejich konkurenceschopnost. Obnovitelné zdroje jsou sice zatím dražší, nicméně jejich cena neustále klesá díky technologickému pokroku a zvětšujícím se měřítkům tohoto sektoru. Pokud se navíc přidá očekávané zvyšování poplatků za emise

CO₂, ceny elektřiny z fosilních paliv můžou snadno převýšit ceny zdrojů obnovitelných, jichž se uhlíkové daně netýkají (Carley a Miller 2012, s. 731). Sovacool (2011, s. 110) dospívá k závěru, že instalovaná kapacita 1 kW stojí u větrné, vodní, geotermální a energie biomasy mezi 1700 a 2400 USD. Solární elektrárny jsou stále výrazně dražší a jeden instalovaný kilowatt vyjde v průměru na 5850 USD, což ovšem vedle ceny energie jaderné (5800 USD / kW) nepůsobí nikterak excesivně. Objem investic v elektrárenském odvětví v roce 2012 jasně ukazuje současný vzestup energie větrné. Příliv kapitálu do uhelných a zejména plynových elektráren však prozatím ostatní obnovitelné zdroje energie předčívá.

Třetím z hlavních bodů kritiky obnovitelných zdrojů se týká hlavně energie solární a větrné, které v současnosti rostou nejrychleji. Vítr nefouká pořád a každý den také není slunečno, z čehož plyne značná nespolehlivost těchto zdrojů. Praxe však ukazuje, že s rostoucí plochou osazenou, ať už větrníky nebo solárními panely, roste i spolehlivost dodávek jimi vyrobené elektřiny. Nehledě na fakt, že v tak velké zemi jako jsou Spojené státy lze najít místa, kde je bezvětří vzácností (velká část Středozápadu, jižní Kalifornie) a také místa, nad nimiž se oblačnost objeví jen zřídka (rozlehlá území v Nevadě, Arizoně, Novém Mexiku).

8.2 Proč ano

Stoupenci obnovitelných zdrojů naopak často volají po úplném odstavení všech provozů spalujících uhlí a plyn, a idealizují si ekologicky dokonalou budoucnost, kdy bude veškerá elektřina vyráběna z vody, větru, slunce a tepla ukrytého v nitru Země případně z biomasy. Podle odborníků je však takovýto stav, alespoň v dohledné budoucnosti, čirou utopií. Přinejmenším větrné ani solární farmy nejsou v současnosti použitelné jako zdroj základního zatížení sítě a k zajištění dostatečné spolehlivosti dodávek elektrického proudu bude při současné úrovni technologického pokroku vždy potřeba zajišťovat alespoň část elektřiny v klasických tepelných nebo nukleárních elektrárnách. Ty totiž vyrábějí elektřinu nepřetržitě, nehledě na počasí. Analýza National Renewable Energy Laboratory dospívá k závěru, že z technologického hlediska je čistě teoreticky možné dospět ve Spojených státech k 80% podílu obnovitelných zdrojů ve výrobě elektřiny v roce 2050. Znamenalo by to však tak obrovské náklady a investice nejen do elektráren samotných, ale i do potřebné infrastruktury, že je to obtížně realizovatelné. Nutností by bylo začít s každoroční stavbou elektráren o kapacitě 20 000 MW a postupně zrychlovat tempo až na 40 000 MW ročně (NREL 2013). Vezmeme-li v úvahu, že nová produkční kapacita za rok 2012 byla asi 18 000 MW, z nichž 12 000 MW představovaly elektrárny plynové a uhelné, jeví se až téměř absurdní rozměry takového plánu. Jeho financování je po finanční krizi, ze které se USA těžce zotavovaly, naivní fantazií. Potřeba zdvojnásobit délku elektrického vedení, aby mohly všechny nové elektrárny a farmy dodávat vyrobený proud do sítě, je další enormní překážkou v cestě za environmentalisty vysněnou budoucností (Holmes a Papay 2011, 2).

Podle střízlivých odhadů EIA (2014, 4) poroste produkce elektřiny z obnovitelných zdrojů ročně o 1,8 % a v roce 2030 by měla zajistit okolo 17 % celkové výroby.

Součástí rétoriky zastánců obnovitelných zdrojů jsou často sliby, že investice v tomto sektoru přinesou obrovské množství pracovních míst. V předvolební kampani v roce 2008 sliboval B. Obama pět miliónů nových pracovních míst, která pomůže zajistit 90-ti miliardová investice do obnovitelných zdrojů. Ukázalo se však že obnovitelný průmysl ani po obrovských dotacích není významným tvůrcem pracovních příležitostí (Pollin 2012, s. 86–88). V roce 2012 zaměstnával průmysl větrných elektráren 81 000 lidí, solární průmysl 119 000 lidí a v sektoru geotermální energie pracovalo asi 20 000 zaměstnanců. Hydroelektrárny a na ně navázaný průmysl zaměstnávají 200–300 tisíc lidí. Srovnání s čísly z roku 2008 je překvapující. Větrný průmysl zaměstnával 85 000 lidí, a i přes jeho obrovský nárůst v posledních letech pracovních míst ubylo. V solárním byznysu pracovalo 93 000 lidí, ale vezmeme-li v úvahu, že instalovaná kapacita solárních elektráren stoupla za stejnou dobu devítinásobně, jeví se 28% růst zaměstnanosti v sektoru neodpovídající. Vedle údajů o zaměstnanosti v ostatních energetických sektorech jeví se jejich spornost ještě jasněji. Uhelové elektrárny v posledních letech zažívají relativně strmý pokles přinejmenším z hlediska vyrobeného množství elektrického proudu. Zaměstnává však asi 150 000 lidí, nejvíce od poloviny devadesátých let, kdy ještě s přehledem doméne výroby elektřiny dominoval. Těžba nekonvenčních zdrojů plynu a ropy vytvořila podle IHS Cera 360 000 nových pracovních míst (Johnson 2013), což je vedle čísel z obnovitelného sektoru skutečně obrovské množství.

9. Kanada

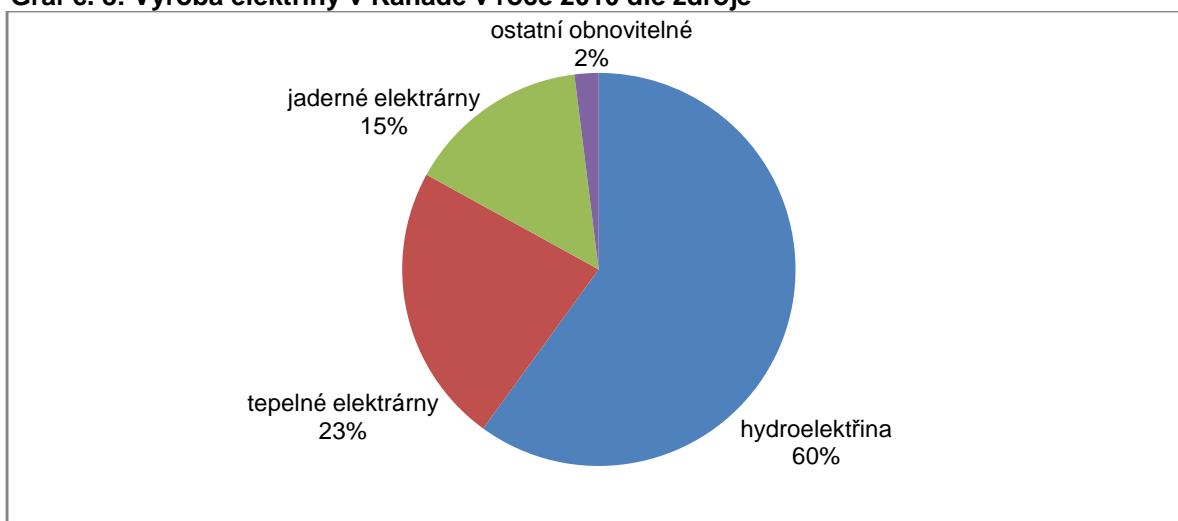
Energetická pozice Kanady je oproti Spojeným státům značně odlišná. Kanada také patří mezi pět největších producentů primárních energetických zdrojů. Velkou část své ropy a zemního plynu však nespotřebuje, ale naopak vyváží, a to zejména do USA, které jsou na Kanadských dovozech, přinejmenším co se týče ropy skutečně závislé (Fraindová 2010, s. 32). V posledních letech se začíná situace opět obracet a kanadské dovozy PEZ do Spojených států pozvolna klesají. Příčinou je americká expanze těžby nekonvenčních ložisek, diskutovaná v sedmé kapitole. Neočekává se však, že by v blízké budoucnosti poklesl kanadský import energetických zdrojů do USA pod významnou úroveň (EIA 2014, 4). Co se týče výroby elektrického proudu, řadí se Kanada mezi země s největším podílem obnovitelných zdrojů ve svém energetickém mixu, jak ukazuje graf č. 8. Téměř dvě třetiny své celkové spotřeby pokrývá z produkce vodních elektráren. V některých provinciích, zejména v Britské Kolumbii, Manitobě a Quebecu se podíl elektrické energie z vodních elektráren blíží 100 %. Většinu zbylé elektřiny zajišťují klasické tepelné elektrárny spalující uhlí a zemní plyn (23 %) a elektrárny jaderné (15 %). Ostatní

obnovitelné zdroje doplňují produkci dvěma procenty. Jedná se hlavně o elektrárny větrné a spalující biomasu nebo odpady. Spotřeba elektřiny v Kanadě se od roku 1980 zvedla z necelých 310 TWh na současnou úroveň asi 550 TWh. Čistý export elektřiny do Spojených států se v současnosti pohybuje okolo 25 TWh ročně (EIA 2012, 2).

9.1 Velmoc primárních energetických zdrojů

Kanada disponuje za Venezuelou a Saúdskou Arábií třetími největšími potvrzenými zásobami ropy na světě a její produkce, která se v současnosti pohybuje na úrovni čtyř milionů barelů denně, jí řadí na páté místo ve světovém žebříčku. Velká většina současných kanadských zdrojů ropy (asi 75 %) je lokalizována na severu provincie Alberta v okolí řeky Athabasca a jezera Cold Lake (EIA 2012, 2). Jedná se o nekonvenční ložiska živičných, neboli bituminózních písků, které se dají dále zpracovat na ropu. Těžba je však ekonomicky poměrně náročná a v současnosti je možná pouze díky vysokým světovým cenám ropy, což však zároveň znamená její zranitelnost v případě poklesu cen. Další negativa těžby živičných písků jsou environmentální dopady, obrovská náročnost na zdroje vody a fakt, že samotná těžba je prováděna zahraničními, převážně americkými společnostmi (Fraindová 2010, s 66–68).

Graf č. 8: Výroba elektřiny v Kanadě v roce 2010 dle zdroje



Zdroj: EIA (2012, 2)

Kanada spotřebuje jen o málo více než polovinu vlastní vytěžené ropy. Z její ropné produkce, potažmo z jejího exportu, to dělá obrovský zdroj peněz pro kanadskou ekonomiku, který však není naprosto bezpečný a spolehlivý. Kanada je totiž „zavázána dodávat do USA stanovený objem ropy i v případě jeho nedostatku pro vlastní spotřebu. Kvůli této dohodě také nesmí uvalovat daně a cla jak na dovoz, tak na vývoz, a cena, za kterou je komodita prodávána do USA, nesmí být vyšší než za jakou je vykupována na domácím trhu" (Clarke 2008, s. 45–46 in Fraindová 2010, s. 35). Vyplývá z toho mimo jiné i silná závislost kanadské měny na světových cenách energetických surovin, což opět

potvrzuje Clarke (2008, s. 98 in ibid.): „Kanadská ekonomika je tím kromě změn na světových trzích a rozhodování investorů, v souvislosti se zónou volného obchodu, silně ovlivňována strategií energetické bezpečnosti USA“. Další nevýhodou plynoucí z vývozu surové ropy do Spojených států je fakt, že s vývozem surové ropy přichází Kanada o přidanou hodnotu z jejího zpracování v rafineriích. To je také častým argumentem odpůrců stavby nových ropovodů, zejména sporného projektu Keystone XL, který by měl v budoucnu dopravovat ropu z ložisek bituminózních písků v Albertě do amerických rafinerií v Mexickém zálivu. Přehled hlavních ropovodů a plynovodů dokumentuje příloha č. 7. Vyvolává však také odpor environmentalistických uskupení zejména kvůli projektované trase narušující vzácný mokřadní ekosystém Sandhills v Nebrasce. Zpracované ropné produkty (zejména benzín a další paliva) pak Kanada zpětně nakupuje ze Spojených států (EIA 2012, 2). Zde je tedy logický prostor pro upevnění Kanadské pozice a snížení vlastní závislosti na obchodu se Spojenými státy.

Co se týče zemního plynu, není kanadská pozice z hlediska potvrzených zásob natolik dominantní jako u ropy. Přesto však těží značné množství a v roce 2012 se z tohoto hlediska řadila na páté místo ve světě, respektive čtvrté místo mezi vývozci zemního plynu. Převis produkce nad spotřebou je v současnosti asi 40 % a většina vývozu opět směřuje do Spojených států. Nové pokroky v oblasti těžby nekonvenčních zdrojů se projevily i v Kanadě a jak vytěžené objemy, tak i prokázané zásoby pozvolna stoupají. Od roku 2007, kdy se kanadská těžba plynu z nekonvenčních zdrojů nacházela prakticky na nule, se dodnes dostala na významných 2,5 miliardy krychlových stop za den. Americký trh je však v současnosti zemním plynem relativně nasycen a tak si kanadská produkce hledá nová odbytiště, zejména v Číně a dalších asijských zemích. Čína však nezůstává v pasivní pozici nákupčího a naopak neustále zvyšuje své investice nejen do společností těžících bituminózní písky v Albertě, ale i do stále roustoucí těžby zemního plynu z nekonvenčních zdrojů a do terminálů, sloužících ke zkapalňování zemního plynu (LNG). Tyto terminály jsou totiž pro vývoz plynu klíčovou a nepostradatelnou infrastrukturou (EIA 2012, 2). Většina zemního plynu, který se v Kanadě spotřebuje na výrobu elektrické energie, pohltí elektrárny v Albertě a Ontariu.

Z hlediska uhlí je situace v Kanadě stabilní, ačkoliv stejně jako ve Spojených státech dochází v posledních letech k odklonu jeho spotřeby na úkor zemního plynu. Tento trend bude nejspíše dále pokračovat a velké inovace a investice se v uhelném elektrárenství již nejspíše konat nebudou. Vzhledem k tomu, že na americkém trhu je uhlí přebytek, vyváží Kanada svou nadprodukcí zejména do Číny, která je na elektřině vyráběné v tepelných elektrárnách spalujících uhlí životně závislá. Domácí spotřeba uhlí je lokalizována zejména do provincií Alberta a Saskatchewan, které nedisponují elektrárnami vodními.

Další nerostnou surovinou, v jejíž produkci hraje Kanada roli světového významu, je uran. Asi pětina veškerého světového uranu se těží v Kanadě a zhruba tři čtvrtiny z tohoto množství produkuje důl MacArthur River v severním Saskatchewanu. Pokračující růst těžby

uranu se v současnosti očekává v souvislosti s otevřením nového dolu Cigar Lake ve stejné oblasti. Jediným státem převyšujícím kanadskou produkci uranu je Kazachstán, který však kanadskou úroveň předčívá pouze z hlediska kvantitativního, nikoliv kvalitativního. Po odečtení uranu potřebného pro provoz čtyř kanadských jaderných elektráren zbývá více než 80 % produkce na export. Jeho cílem jsou opět hlavně Spojené státy, kde nukleární elektrárny trpí velkým nedostatkem domácí produkce jaderného paliva. Pozice Kanady je v této oblasti také daleko jistější ve srovnání s ropou, neboť se velká část surového uranu zpracovává přímo v Kanadě, a to v provozech Port Hope a Blind River v provincii Ontario, které je také regionem, kde je lokalizována téměř všechna kanadská jaderná produkční kapacita (WNA 2014, 2).

10. Závěr

Severoamerický energetický systém je asi nejrozvinutější a nejkompexnější na světě. Od roku 1980, kdy byla tato převaha ještě zřejmější, prošel složitým vývojem a odehrálo se v něm velké množství zásadních změn. To platí zejména pro Spojené státy, neboť situace v Kanadě je díky velkokapacitní síti vodních elektráren a množství energetických surovin relativně stabilní a tlaky na nahrazení, ať už jaderných nebo tepelných elektráren novými, především obnovitelnými zdroji, nejsou tak naléhavé.

Prvním určujícím momentem americké energetiky od 80. let 20. století bylo přehodnocení podpory výroby elektřiny v atomových elektrárnách. Obrovská finanční náročnost a také velká nebezpečí plynoucí z havárií v jaderných provozech zapříčinila ztrátu většiny politické podpory, která se nukleárnímu elektrárenství zejména v šedesátých letech dostávala. Americkou odpovědí na zajištění produkce elektřiny bylo zaměření se na stavbu tepelných elektráren spalujících především uhlí. Jeho hlavní výhody byly zejména ekonomického charakteru. Spojené státy nikdy netrpěly nedostatkem uhlí a po celou dobu byly schopné zajistit množství dostatečné pro provoz tepelných elektráren z vlastních zdrojů. Cena elektřiny z uhelných elektráren tak byla a dodnes je nejnižší oproti všem alternativám. Postupem času se však nejen ve Spojených státech začal klást větší důraz na šetrnost k životnímu prostředí, omezování znečišťování ovzduší a emise skleníkových plynů, což v současnosti postavilo výrobu elektřiny spalováním uhlí do méně stabilní pozice. Zemní plyn dokáže nabídnout elektřinu nejen čistší z hlediska dopadů na životní prostředí, ale moderní plynové elektrárny vykazují také vyšší energetickou účinnost.

Tento obrat od uhlí k zemnímu plynu byl navíc v posledních letech podpořen značným růstem jeho domácí těžby, který byl založen na využívání nekonvenčních ložisek. Vyšší cena plynu a ropy na světových trzích totiž umožnila tomuto druhu těžby, který využívá moderních a relativně nákladných technologií, stát se konkurenceschopným. Vyplývá z toho i poměrně velká zranitelnost tohoto sektoru v případě náhlých a prudkých poklesů cen ropy a zemního plynu. Pokud však k takovým vychýlením nedojde, očekává světová

odborná veřejnost stále sílí energetickou pozici Spojených států. Nejenže jim pomáhá dosáhnout významného snížení závislosti na importu životně důležitých surovin, ale podle některých předpovědí je dokonce posune do pozice jejich světového vývozce. Tato změna bude mít bezpochyby dopad na celosvětovou energetickou situaci. Státy, které tradičně staví na exportu ropy a dalších energetických surovin již nebudou mít tak silnou vyjednávací pozici a budou muset hledat nová odbytíště pro svoji produkci. To se týká zejména zemí Blízkého východu. Pro Evropu přináší tyto změny jak výhody, tak nevýhody. Produkce amerického uhlí, která se na domácím trhu neseťká s dostatečnou poptávkou, je levně vyvážena právě do Evropy. Expanze americké těžby zemního plynu může Evropě do budoucna nahradit nejisté a hlavně nevýhodné dodávky zemního plynu z Ruska, na kterých je v současnosti závislá. Nedá se však očekávat, že se tak stane v krátkém časovém horizontu, neboť pro velkoobjemový transport zemního plynu přes oceán zatím chybí dostatečná infrastruktura, především v podobě terminálů zkvalifikujících zemní plyn na LNG. Nevýhodou pro Evropu je relativní pokles konkurenceschopnosti ve srovnání se Spojenými státy, neboť diference v cenách energetických zdrojů bude pravděpodobně dále povolna narůstat ve prospěch Spojených států. Vzhledem k tomu, že evropské země jsou daleko více ekonomicky závislé na exportu než USA může tato skutečnost způsobit vážné problémy evropskému hospodářství. Bepochyby však bude expanze nekonvenčních zdrojů jednou z určujících skutečností současných změn v oblasti světové geopolitiky. (GMF Brussels Forum 2013).

Pokračující restrukturalizace energetického odvětví z hlediska ekonomického modelu a postupné zvětšování prostoru obnovitelným zdrojům energie jsou hlavní výzvy, před kterými dnes Spojené státy stojí. Deregulace výroby elektřiny a trhu jejích konečných spotřebitelů je logickým krokem do budoucna. V několika státech však tyto pokusy skončily fiaskem, množství států se dodnes k těmto změnám neodhodlalo a nedá se tak očekávat, že by v blízké budoucnosti dosáhla většina států deregulace v tomto odvětví. Co se týče obnovitelných zdrojů, je jasné, že bude třeba postupem času veškerou energetiku přeorientovat tímto směrem. Proces však bude nejspíše pozvolný a pomalý. V současnosti jsou technologie schopné čerpat energii z obnovitelných zdrojů v počáteční fázi a většina z nich není schopná bez státní podpory konkurovat tradičním fosilním zdrojům. Jejich výkonnost na jednotku plochy a závislost na externích, hlavně klimatických a meteorologických podmínkách dále sráží jejich spolehlivost a bezpečnost dodávek jimi generované elektřiny. V posledních letech však zažívají expanzi, která bude pravděpodobně pokračovat i nadále.

Pro Kanadu se otevírá velký prostor v lepším využití vlastních zdrojů. Spousta těžařských i dalších energetických společností působících v Kanadě mají sídlo mimo zemi a velká část jejich příjmů plynoucích z kanadského nerostného bohatství tak končí v zahraničí (hlavně v USA). Stejně tak export surových nerostných zdrojů připravuje Kanadu o možnost získání větší části přidané hodnoty plynoucí z jejich zpracování. Kanadské elektrárny je však

oproti americkému výrazně stabilnější a nenutí tak vládu k urgentním změnám v energetické politice. Podpora obnovitelných zdrojů, která je světovým trendem, má své místo i v energetické struktuře Kanady. Vzhledem k zásadnímu podílu vodních elektráren bude však postupný přechod k budoucnosti založené na obnovitelných zdrojích méně urgentní a problematický než ve Spojených státech. Blízká spolupráce těchto dvou zemí nejen v oblasti primárních energetických zdrojů, ale i samotného sektoru výroby a distribuce elektrické energie bude v budoucnu pravděpodobně dále posilovat a ve vzdálené budoucnosti se dá očekávat téměř úplné splynutí severoamerické energetické soustavy.

11. Prameny a literatura

Literatura:

ASTOFLI, P., BARON, S., SMALL, M. J. (2008): Financing Renewable Energy. Commercial Lending Review, vydání březen-duben 2008, s. 3-8.

BEAULIEU, A. (2013): U.S. Energy Production Promises: Long-Term Economic Benefits. Industry Week, roč. 262, č. 6, s. 10.

BEAVER, W. (2011): The Failed Promise of Nuclear Power. The Independent Review, roč. 15, č. 3, s. 399-411.

BERG, L. L., BAIRD, L. M., VARANINI E. E. (1982): The United States and World Energy Resources. Praeger, New York, 305 s.

BIGLARBIGI, K., MOHAN, H., CAROLUS, M., KILLEN (2009): Analytic Approach Estimates Oil Shale Development Economics. Oil & Gas Journal, roč. 107, č. 5, s. 48-53.

BRADSHAW, G. B., GRUBER, CH. O. (2007): New Nuclear Power Plants: Learning from History to Understand Costs and Mitigate Risks. AACE International Transactions, roč. 2007, 8 s.

BRENNAN, T. J., PALMER, K., MARTINEZ, S. (2002): Implementing Electricity Restructuring. Environmental and Resource Economics, roč. 22, č. 1-2, s. 99-132.

CARLEY, S., MILLER, CH. J. (2012): Regulatory Stringency and Policy Drivers: A Reassessment of Renewable Portfolio Standards. The Policy Studies Journal, roč. 40, č. 4, s. 730-756.

CLARKE, T. (2008): Tar Sands Showdown. Toronto, James Lorimer & Company Ltd. Publishers, 312 s.

EURELECTRIC (2003): Efficiency in Electricity Generation. Union Of The Electricity Industry, Essen, 30 s.

FLEISCHMAN, L. a kol. (2013): Ripe For Retirement: An Economic Analysis of the U.S. Coal Fleet. The Electricity Journal, roč. 26, č. 10, s. 51-53.

FRAINDOVÁ, K. (2010): Těžba ropy z bituminózních písků v Albertě: Ekonomické a environmentální souvislosti. Bakalářská práce. Katedra sociální geografie a regionálního rozvoje, PŘF UK, Praha, 97 s.

HANDFIELD, R. B. (2004): The Impact of Energy Deregulation on Sourcing Strategy. Journal of Supply Chain Management, roč. 40, č. 2, s. 38-48.

HOGAN, W. W. (2002): Electricity Market Restructuring: Reforms of Reforms. Journal of Regulatory Economics, roč. 21, č. 1, s. 103-132.

HOLMES, K. J., PAPAY, L. T. (2011, 1): Renewable Electricity in the United States: The National Research Council Study and Recent Trends. American Institute of Physics, Physics of Sustainable Energy II, s. 369-386.

HOLMES, K. J., PAPAY, L. T. (2011, 2): Prospects for electricity from renewable resources in the United States. American Institute of Physics, Journal of Renewable and Sustainable Energy, roč. 3, č. 4, 14 s.

HUGHES, J. D. (2013): Energy: A reality check on the shale revolution. Nature, roč. 494, č. 7437, s. 307-308.

CHRISTENSEN, L. R., GREENE, W. H. (1976): Economies of Scale in U.S. Electric Power Generation. Journal of Political Economy, roč. 84, č. 4, část 1, s. 655-676.

MAUGERI, L. (2013): The Shale Oil Boom: A U.S. Phenomenon. Belfer Center For Science and International Affairs, Harvard Kennedy School, Cambridge, 54 s.

MOORE, J. R. (2010): U. S. Energy situation: Exploring consumption and supply issues. Petroleum Accounting and Financial Management Journal, roč. 29, č. 1, 18 s.

MORMANN, F. (2011): Requirements for a Renewables Revolution. Ecology Law Quarterly, roč. 38, č. 4, s. 903-965.

NOWOTNY, K., PEACH, J. (1992): Changes in Energy Consumption, 1970-1989, and Energy Policy in the United States. Journal of Economic Issues, roč. 26, č. 1, 83-196.

PARLOW, A. L. (2011): Rethinking a Twenty-First Century Model for Energy Development. North Dakota Law Review, roč. 87, č. 4, s. 691-702.

POLLIN, R. (2012): Economic Prospects: Getting Real on Jobs and the Environment: Pipelines, Fracking or Clean Energy? New Labor Forum, roč. 21, č. 3, s. 84-87.

POWERS, L. W. (2012): The world energy dilemma. PennWell, Tulsa, 306 s.

SKEA, J., LECHTENBÖHMER, S., ASUKA, J. (2011): Climate policies after Fukushima: three views. Climate Policy (Earthscan), roč. 13, č. S01, s. 36-54.

SLOCUM, T. (2008): Nuclear's Power Play: Give Us Subsidies or Give Us Death. Multinational Monitor, roč. 29., č. 2, s. 15-18.

SOVACOOOL, B. K. (2011): Contesting the Future of Nuclear Power: A Critical Assessment of Atomic Energy. World Scientific, New Jersey, 296 s.

SOVACOOOL, B. K. (2007): Coal and nuclear technologies: creating a dichotomy for American energy policy. Policy sciences, roč. 40, č. 2, s. 101-122.

YERGIN, D. (2012): The Quest: Energy, Security, and the Remaking of the Modern World. Penguin Books, London, 820 s.

WALLISON, P. J. (2011): The True Story of The Financial Crisis. American Spectator, roč.44, č. 4, s. 12-17.

WHITE, N. E. (2012): A Tale of Two Shale Plays. Review of Regional Studies, roč. 42, č. 2, s. 107-119.

Internetové zdroje:

BRYCE, R. (2012): Ban Natural Gas! No, Ban Coal! National Review Online. dostupné online na "<http://www.nationalreview.com/articles/302326/ban-natural-gas-no-ban-coal-robert-bryce>" [28. 4. 2014]

CA.GOV (2012): Energy Almanac: Total Electricity System Power. Portál vlády Kalifornie. dostupné online na "http://energyalmanac.ca.gov/electricity/total_system_power.html" [28. 4. 2014]

CARTER, J. (1979): Crisis of confidence. Prezidentský projev z 15. července 1979. dostupné online na "http://www.cartercenter.org/news/editorials_speeches/crisis_of_confidence.html" [3. 1. 2014]

DALY, J. (2013): U.S., Canda Lead World In Shale Gas Production. dostupné online na "<http://oilprice.com/Energy/Natural-Gas/U.S.-Canada-Lead-World-in-Shale-Gas-Production>" [27. 4. 2014]

EIA (2011): World Shale Gas Resources: An Initial Assessment of 14 Regions Outside the United States. dostupné online na "http://www.slb.com/~media/Files/resources/oilfield_review/ors11/aut11/03_shale_gas.ash" [27. 4. 2014]

EIA (2012, 1): Electricity net generation: Electric power sector, back to 1949. Annual Energy Review. dostupné online na "<http://www.eia.gov/totalenergy/data/annual/showtext.cfm?t=ptb0802b>" [11. 3. 2014]

EIA (2012, 2): Canada Analysis Brief. dostupné online na "<http://www.eia.gov/countries/cab.cfm?fips=CA>" [29. 4. 2014]

EIA (2013, 1): Today in Energy (14. 10. 2013): U.S. Expected to be the largest producer of petroleum and natural gas hydrocarbons in 2013. [2. 4. 2014]

EIA (2014, 1): International Energy Statistics. dostupné online na "<http://www.eia.gov/cfapps/ipdbproject/IEDIndex3.cfm?tid=44&pid=44&aid=2>" [2. 4. 2014]

EIA (2014, 2): February 2014 Monthly Energy Review. dostupné online na "<http://www.eia.gov/totalenergy/data/monthly/>" [10. 3. 2014]

EIA (2014, 3): U.S. Imports by County of Origin. dostupné online na "http://www.eia.gov/dnav/pet/pet_move_impcus_a2_nus_ep00_im0_mbb1_m.htm" [10. 3. 2014]

EIA (2014, 4): Annual Energy Outlook 2014: Early release overview. dostupné online na "http://www.eia.gov/forecasts/aeo/er/early_elecgen.cfm" [11. 3. 2014]

EIA (2014, 5): Short-term Energy Outlook. Duben 2014. dostupné online na "<http://www.eia.gov/forecasts/steo/realprices/>" [20. 4. 2014]

EIA (2014, 6): Maps. dostupné online na "www.eia.gov/maps" [14. 3. 2014]

EIA (2014, 7): How is electricity used in U.S. homes? dostupné online na "<http://www.eia.gov/tools/faqs/faq.cfm?id=96&t=3>" [14. 3. 2014]

EIA (2014, 8): Energy Disruptions. Mapový portál. dostupné online na "<http://www.eia.gov/special/disruptions/>"

HYDRO QUÉBEC (2013): Electricity Generation In Canada and the United States. dostupné online na "<http://www.hydroquebec.com/about-hydro-quebec/our-energy/hydropower/pdf/map-generation-canada-usa-june-2013-en.pdf>" [1. 5. 2014]

IEA (2013): World Energy Outlook 2013 Factsheet. dostupné online na "<http://www.worldenergyoutlook.org/publications/weo-2013/>" [20. 3. 2014]

JIRÁSEK, J. a kol. (2010): Ložiska nerostů: Energetické suroviny. Portál Geologie VŠB. dostupné online na "http://geologie.vsb.cz/loziska/loziska/loziska_energeticky_surov.html" [24. 4. 2014]

JOHNSON, K. (2013): Six myths about renewable energy. The Wall Street Journal Report. 22. 9. 2013. dostupné online na "<http://online.wsj.com/news/articles/SB10001424127887324432404579052900100464562>" [22. 4. 2014]

NREL (2013): Realizing a Clean Energy Future: Highlights of NREL Analysis. dostupné online na "<http://www.nrel.gov/docs/fy14osti/60894.pdf>" [29. 4. 2014]

NSF - NATIONAL SCIENCE FOUNDATION (2012): Energy Quest USA. Dokumentární film, 53 min. 40 s. dostupné online na "<http://www.youtube.com/watch?v=XewGkC-Smkw>"

SEAB SHALE GAS PRODUCTION SUBCOMMITTEE (2011): Second Ninety Day Report. U.S. Department of Energy. dostupné online na "http://www.shalegas.energy.gov/resources/111811_final_report.pdf" [5. 4. 2014]

STROMBERG, J. (2013): Powering the 21st Century: Tour the Country's Energy Infrastructure. Smithsonian.com. dostupné online na "<http://www.smithsonianmag.com/science-nature/tour-the-countrys-energy-infrastructure-through-a-new-interactive-map-8844967/?no-ist>" [28. 4. 2014]

WCA (2013): Coal Statistics. dostupné online na "<http://www.worldcoal.org/resources/coal-statistics/>" [16. 2. 2014]

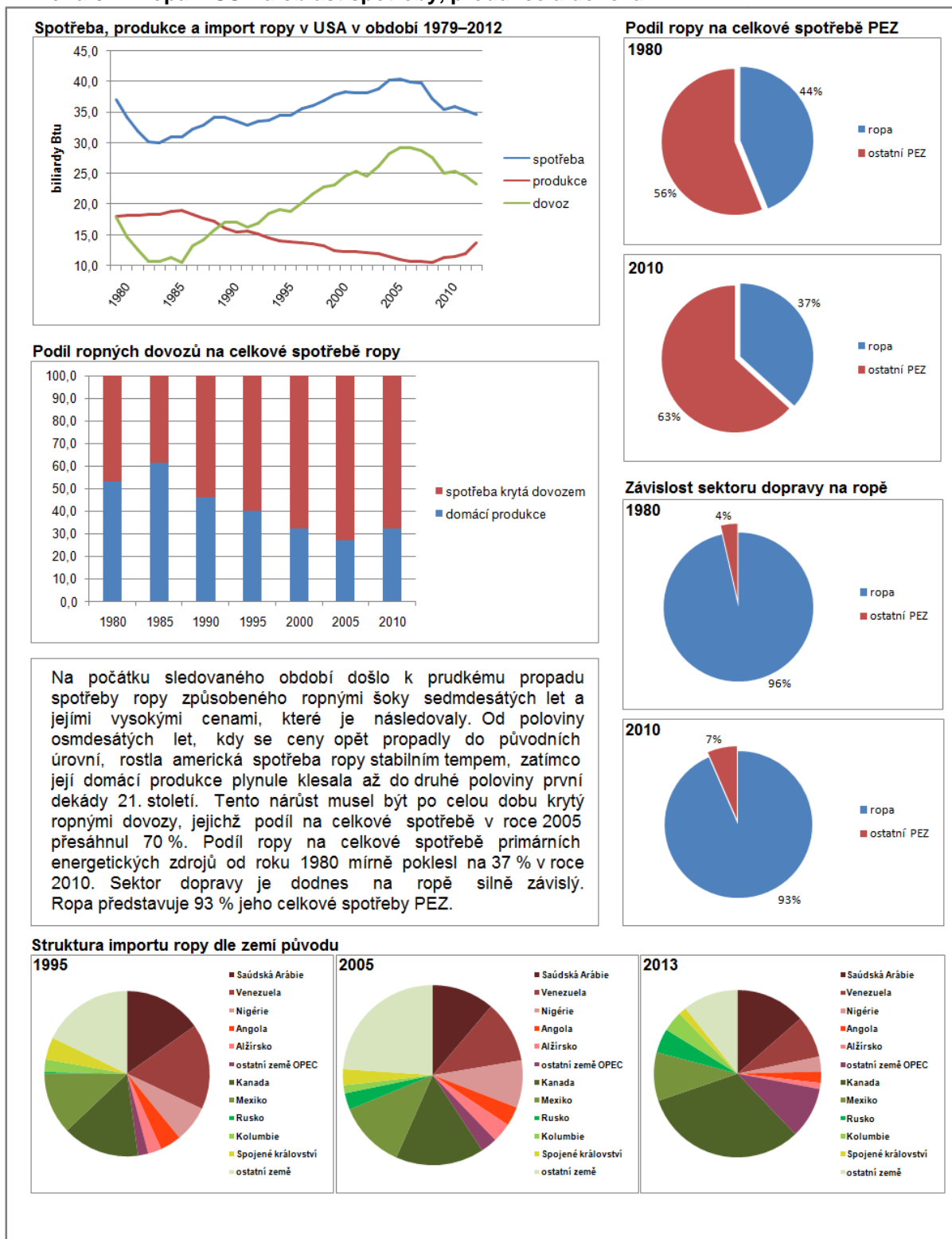
WNA (2014, 1): Nuclear Power in the USA. dostupné online na "<http://www.world-nuclear.org/info/Country-Profiles/Countries-T-Z/USA--Nuclear-Power/>" [20. 4. 2014]

WNA (2014, 2): Uranium in Canada. dostupné online na "<http://www.world-nuclear.org/info/Country-Profiles/Countries-A-F/Canada--Uranium/>" [21. 4. 2014]

WOLAK, F. (2009): Benefits of a Restructured Electric Industry. Woods Institute for the Environment, Stanford University, videozáznam z přednášky 29. 5. 2009, 63 min. 40 s. dostupné online na "<http://www.youtube.com/watch?v=Bqn0YdeO9tg>"

12. Přílohy

Příloha č.1: Ropa v USA a oblast spotřeby, produkce a dovozu



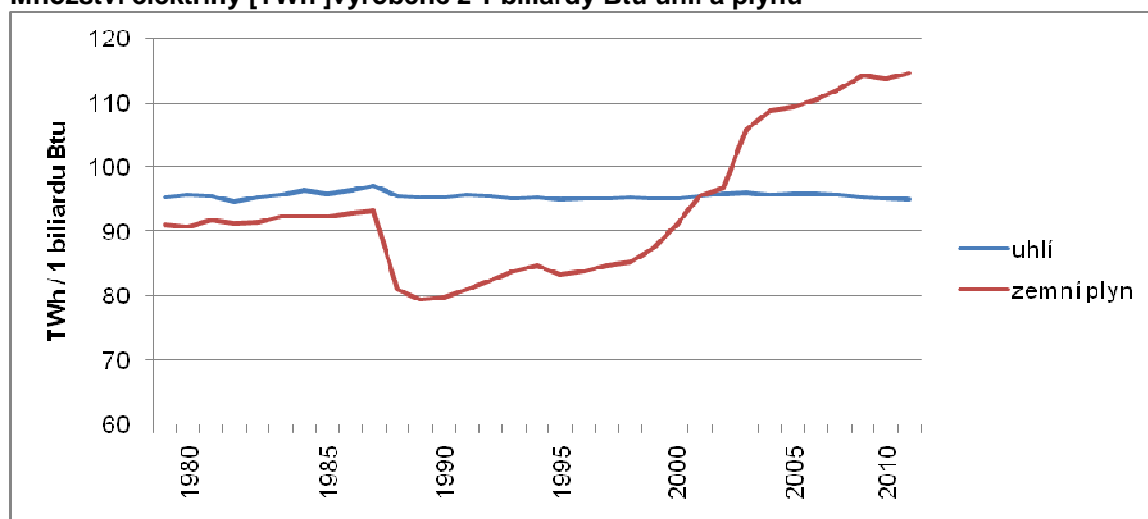
Zdroj: EIA (2014, 2), EIA (2014, 3)

Příloha č. 2: Srovnání zemního plynu a uhlí

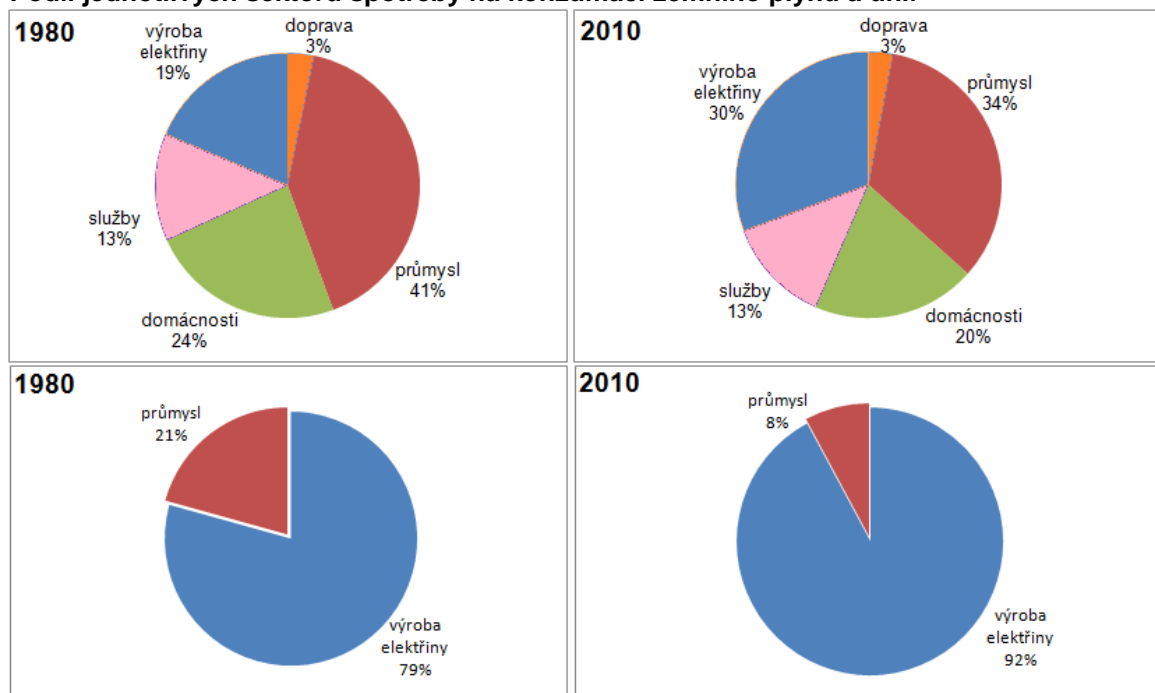
Srovnání primární a sekundární energie uhlí a plynu a jejich energetické účinnosti

ROK	u h l í					z e m n í p l y n				
	bld. Btu	podíl na spotřebě PEZ	TWh	podíl na výrobě elektřiny [%]	elektřina z 1 biliardy Btu [TWh]	bld. Btu	podíl na spotřebě PEZ	TWh	podíl na výrobě elektřiny	elektřina z 1 biliardy Btu [TWh]
1980	12,12	49,9	1161,56	50,8	90,9	3,81	15,7	346,24	15,1	95,8
1990	16,48	54,0	1572,11	54,1	79,5	3,90	12,8	310,11	10,7	95,4
2000	20,41	53,6	1943,11	53,1	87,6	5,94	15,6	520,11	14,3	95,2
2010	19,19	48,4	1827,73	46,0	113,9	7,94	20,0	904,36	22,7	95,2

Množství elektřiny [TWh] vyrobené z 1 biliardy Btu uhlí a plynu

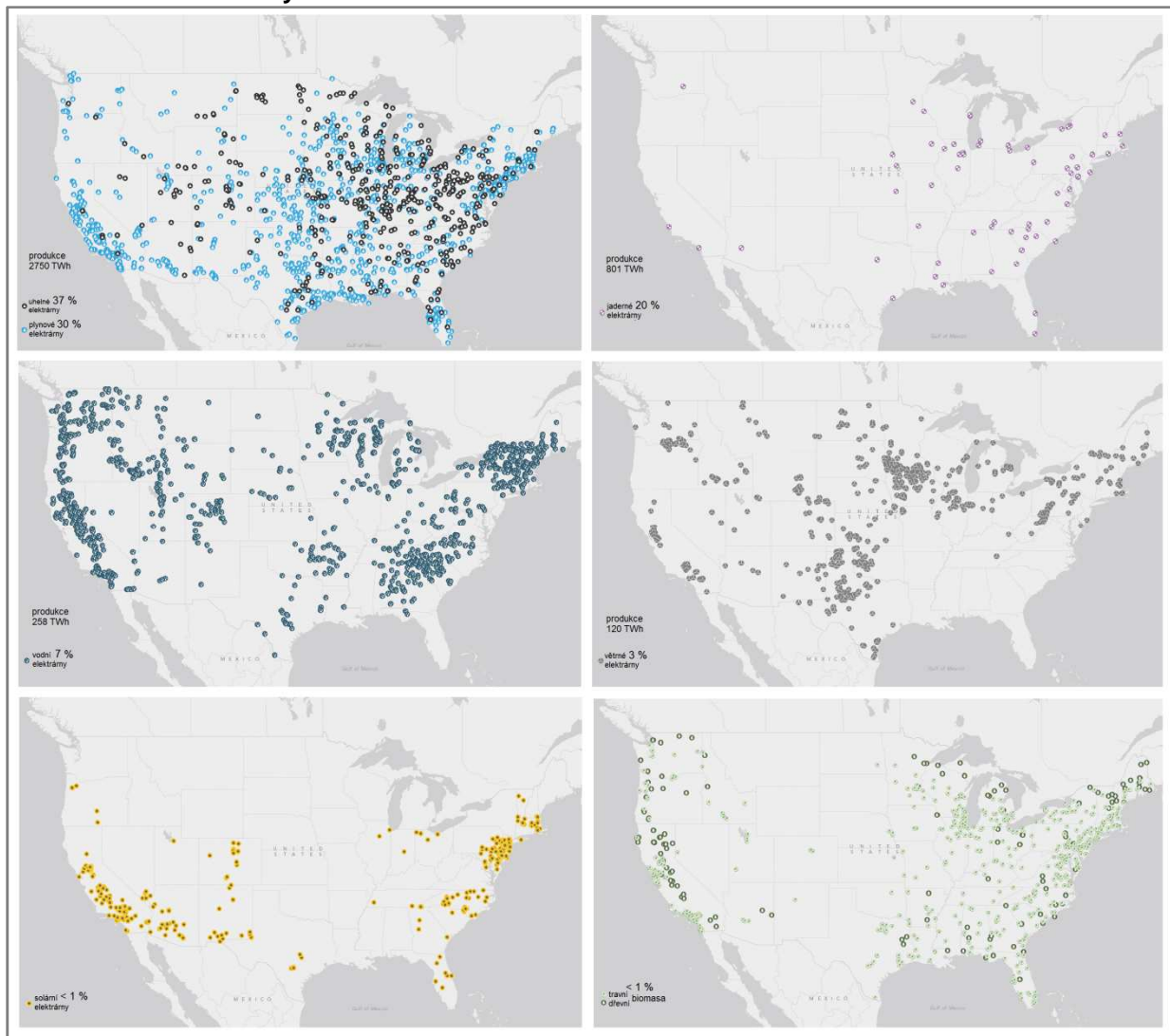


Podíl jednotlivých sektorů spotřeby na konzumaci zemního plynu a uhlí



Zdroje: EIA (2014, 2), EIA (2012, 1)

Příloha č. 3: Elektrárny v USA



* (mapy zobrazují stav v dubnu 2014, číselné údaje jsou však vztažené ke dni 31.12. 2011)

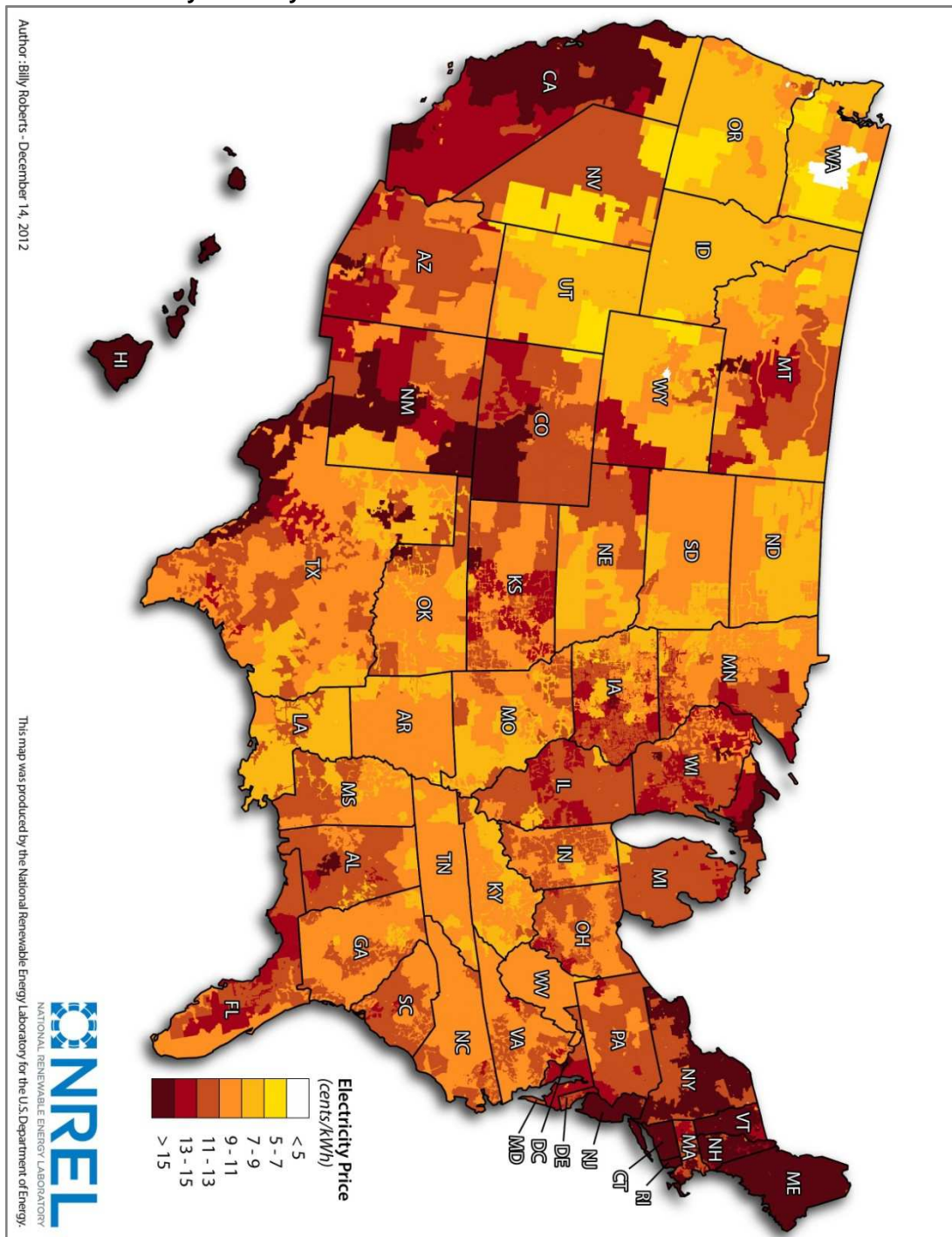
Zdroje: EIA (2012, 1), EIA (2014, 8), Stromberg (2013)

Příloha č. 7: Hlavní ropovody a plynovody USA a Kanady



Zdroj: EIA (2012,2)

Příloha č. 8: Ceny elektřiny v USA v roce 2012



Zdroj: NREL (2013)