

Univerzita Karlova v Praze
Přírodovědecká fakulta
Ústav pro životní prostředí

Energetický metabolismus hlavního města
Prahy

Pavel Fikar

září 2008

Vedoucí diplomové práce: Mgr. Miroslav Havránek, Centrum pro otázky životního prostředí,
UK

Interní konzultant: doc. RNDr. Martin Braniš, CSc., Ústav pro životní prostředí, PřF UK

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracoval samostatně s využitím uvedené literatury a informací, na něž odkazuji. Svoluji k jejímu zapůjčení s tím, že veškeré (i přejeté) informace budou řádně citovány.

středa, 3. září 2008

Poděkování

Poděkování patří především mému školiteli Mgr. Miroslavu Havránkovi, pod jehož vedením jsem měl možnost vybírat z několika možných variant směřování mé práce, které mi nabízel. Dále pak Doc. RNDr. Martinu Branišovi, Csc., jenž mi jako interní vedoucí, a toho času též ředitel Ústavu pro životní prostředí, umožnil zpracovat takovéto téma, které se svým zaměřením vymyká z typického rámce diplomových prací na Přírodovědecké fakultě. Tímto bych chtěl poděkovat za jeho osvícený přístup. Dík patří také Ing. Tomáši Voříškovi, který mi poskytl kompletní podklady k ÚEK Prahy. Poděkování patří také mým rodičům, kteří mi studium na Přírodovědecké fakultě umožnili, a všemožně mě v něm podporovali. A v neposlední řadě také mé přítelkyni Markétce, která měla pochopení pro společné víkendy a večery vyplněné psaním diplomové práce.

Obsah

Abstrakt	1
Abstract	2
1. Úvod	3
1.1 Energie	8
2. Metodika a data	11
2.1 Socio-ekonomický metabolismus	11
2.2 Popis metody použité pro tuto práci	12
2.3 Hlavní město Praha	15
2.4 Energetická charakteristika Prahy	18
2.4.1 Spotřeba energií průmyslovou sférou včetně energetiky	19
2.4.2 Praha ve službách a nevýrobní sféře	22
2.4.3 Bytový sektor a obyvatelstvo	24
3. Výsledky - Spotřeba energie v Praze	26
3.1 Spotřeba paliv v území (Primární energetické zdroje PEZ)	26
3.1.1 Paliva dle skupenství (bez CZT a elektřiny)	27
3.1.2 Spotřeba primárních paliv a energie podle účelu spotřeby – členěno dle skupin OKEČ	33
3.1.3 Struktura spotřeby primárních paliv a energie podle typu zdroje	41
3.1.4 Vývoj spotřeby primárních paliv na území hl.m. Prahy	44
3.2 Spotřeba paliv po přeměnách v hlavním městě Praze	46
3.2.1 Paliva dle typu a skupenství	46
3.2.2 Spotřeba energie a paliv po přeměnách podle účelu spotřeby – členěno dle skupin OKEČ	50
3.2.3 Struktura spotřeby energie a paliv po přeměnách podle typu zdroje	52
3.2.4 Vývoj spotřeby energie a paliv po přeměnách na území hl.m. Prahy	52
3.3 Spotřeba elektřiny, plynu a tepla jako ukazatel energetické náročnosti	54
3.3.1 Elektrická energie	54
3.3.2 Zemní plyn	56
3.3.3 CZT	57
3.3.4 Vývoj a struktura spotřeby domácnostmi	58
3.3.5 Srovnání spotřeby domácností v letech 1997 a 2004	60
3.4 Konverze energií	62
3.4.1 Centrální zásobování teplem	63
3.4.2 Výroba elektrické energie v Praze	64
3.4.3 Konverze ostatních paliv a energií	64
4. Diskuze	66
4.1 Nejistoty	69
Příloha A. Primární energetické zdroje, Praha, 2001	76
Příloha B. Spotřeba paliv po přeměnách	78
Přehled citované literatury:	80

Rejstřík tabulek

Tabulka 1 Praha v číslech, 2006.....	15
Tabulka 2 Dlouhodobé průměrné teploty vzduchu (°C) naměřené v meteorologických stanicích na území	16
Tabulka 3 Klimatické podmínky teploty vzduchu (°C) naměřené v meteorologických stanicích na území Prahy v letech 1992 až 2001.....	17
Tabulka 4 Počet podniků podle OKEČ (více než 100 zaměstnanců)	20
Tabulka 5 Počet školských zařízení v Praze od roku 2003 do 2006	23
Tabulka 6 Počet kulturních a sportovních zařízení v Praze od roku 2003 až 2005	23
Tabulka 7 Počet zdravotnických zařízení v Praze za 2003, 2004, 2005	23
Tabulka 8 Obyvatelstvo, domy a byty v Praze, 2001.....	25
Tabulka 9 Bilance primárních paliv	28
Tabulka 10 Bilance primárních kapalných paliv.....	30
Tabulka 11 Bilance primárních plyných paliv	32
Tabulka 12 Spotřeba primárních paliv a energií dle sektoru	35
Tabulka 13 Spotřeba primárních paliv dle skupin OKEČ (TJ/rok)	36
Tabulka 14 Rozdělení stacionárních zdrojů znečišťování ovzduší	42
Tabulka 15 Struktura spotřeby podle typu zdroje	43
Tabulka 16 Spotřeba paliv po přeměnách - celkem	47
Tabulka 17 Spotřeba kapalných paliv po přeměnách, Praha, 2001	48
Tabulka 18 Bilance plyných paliv po přeměnách, Praha, 2001	49
Tabulka 19 Spotřeba paliv a energií po přeměnách dle hospodářských sektorů, Praha, 2004	50
Tabulka 20 Spotřeba paliv a energií po přeměnách dle typu zdroje, Praha, 2001	52
Tabulka 21 ENERGO 2004 - Počet prošetřených bytů, Praha, 2004	59
Tabulka 22 Spotřeba paliv domácnostmi, Praha, 2004.....	60
Tabulka 23 Srovnání spotřeby domácností v letech 1997 a 2004, Praha.....	60
Tabulka 24 Spotřeba v Praze, 2001.....	62

Rejstřík grafů

Graf 1	Struktura primárních paliv, Praha, 2001	27
Graf 2	Struktura primárních paliv dle skupenství, Praha, 2001	28
Graf 3	Struktura primárních paliv – tuhá paliva, Praha, 2001	29
Graf 4	Struktura primárních paliv - kapalná paliva, Praha, 2001	31
Graf 5	Struktura primárních paliv - kapalná paliva.....	32
Graf 6	Primární paliva dle sektoru spotřeby	36
Graf 7	Skladba spotřeby dle skupin OKEČ (bez elektřiny a CZT).....	38
Graf 8	Skladba spotřeby paliv v území, Praha	45
Graf 9	Struktura paliv po přeměnách, Praha, 2001	47
Graf 10	Struktura paliv po přeměnách - tuhá paliva, Praha, 2001	55
Graf 11	Struktura paliv po přeměnách - kapalná paliva, Praha, 2001	49
Graf 12	Skladba spotřeby po přeměnách (SEVEn, 2004).....	51
Graf 13	Spotřeba energie po přeměnách, Praha, 2001	53
Graf 14	Dodaná elektřina PRE a.s., Praha	55
Graf 15	Energetická náročnost – elektřina, Praha.....	55
Graf 16	Plyn prodaný PP a.s., Praha	56
Graf 17	Energetická náročnost - zemní plyn, Praha.....	57
Graf 18	Teplo prodané Pražská plynárenská a.s., Praha	57
Graf 19	Energetická náročnost – CZT, Praha	58
Graf 20	Struktura spotřeby domácností v Praze, 1997.....	61
Graf 21	Struktura spotřeby domácností v Praze, 2004.....	61
Graf 28	Podíl paliv na spotřebě Mexico City.....	67
Graf 22	Primární spotřeba část 1, Praha, 2001	71
Graf 23	Primární spotřeba část 2, Praha, 2001	71
Graf 24	Primární spotřeba část 3, Praha, 2001	72
Graf 25	Primární spotřeba část 4, Praha, 2001	72
Graf 26	Nejistoty srovnání- primární spotřeba, Praha, 2001	73
Graf 27	Nejistoty srovnání - spotřeba po přeměnách, Praha, 2001.....	73

Abstrakt

Město je celistvý urbánní systém. V lidské společnosti se nejvíce energie zachytí ve městech. Proto je důležité porozumět tomu, jak se energie dostává do města, co jsou její hlavní nosiče, a také tomu, kolik energie se ve městě spotřebuje a jaká je reálná energetická potřeba města.

Praha byla vybrána pro tuto případovou studii jako modelové město. Praha, hlavní město České republiky, je moderní město, které je centrem bydlení, zábavy a práce pro více než jeden a půl milionu lidí. Z těchto a více důvodů existují významné rozdíly mezi průměrnou spotřebou v ČR a v Praze. Kromě půldruhého milionu obyvatel navštíví Prahu také veliké množství zahraničních turistů. Na druhou stranu, v Praze téměř chybí těžký průmysl. Majoritní podíl elektřiny je do hlavního města dodáván z ostatních krajů. Samotných zařízení na výrobu elektřiny je v Praze jen pár, a to hlavně malých (vltavské vodní elektrárny, kogenerace ve výrobně centrálního zásobování teplem, aj.). U centrálního zásobování teplem (CZT) je situace podobná. Přestože je část vyráběna v Praze z primárních paliv v lokálních teplárnách, tak stále největší podíl je dodáván teplovodem z Mělníka.

Tato práce je zaměřena na kvantifikaci toků energie na území hlavního města Prahy a vyčíslení hlavních indikátorů. Hlavními indikátory v této práci jsou: PEZ (primární energetické zdroje) a jejich spotřeba (např. uhlí, plyn) ; KSE (konečná spotřeba energie, také energie po přeměnách a její spotřeba).

Provedení řádné analýzy je vždy závislé na dostupných zdrojích dat. V práci je uvedeno, které zdroje dat byly pro práci využity, a jaké úpravy musely být provedeny, aby tato data mohla být použita pro výpočet indikátorů energetického metabolismu.

Abstract

City is complex urban system. In human society city is biggest energy dissipative structure. Therefore it is important to understand how energy flows in to city, what main energy carriers are and what total energy requirements are.

Prague was chosen as a model city for this case study. Prague is modern city, capital of the country housing, employing, accommodating and entertaining more than one and half million people daily. There are some significant differences between average country energy consumption and Prague energy consumption. Prague is touristic centre and destination of many travellers that come to country. Also Prague lack high concentration of heavy industry. There are very few electricity producers, most of time small entertainment or producers electricity from alternative fuels (e.g. central water treatment facility) and most of electricity is transported to Prague from other regions. Heat is produced from primary fuels centrally, but there is significant flow of heat through heat pipe from other regions.

This diploma thesis presents results of the case study on Prague energy metabolism. There were accounted primary energy fuels (coal, oil, gas) as well as their derivatives (e.g. fuel for cars driving in Prague) and final energy use.

To do proper analysis of particular component of the society one is always dependent on data sources that are available. In the paper we will also discuss what data is available and what transformations can be done to satisfy data needs of particular energy metabolism indicators.

1. Úvod

Od dob průmyslové revoluce je životní prostředí vystaveno enormnímu tlaku ze strany člověka, jehož negativní vliv se dotýká všech složek životního prostředí. Většinu prostředí již člověk plně přetvořil k obrazu svému. Nejvíce přetvořeným typem prostředí je město. Město, které je pro člověka místem k životu, tudíž by se měl snažit o jeho zlepšení a udržitelnost. K tomu je důležité znát cesty materiálů a energie, tímto systémem procházejících. Proto je cílem této diplomové práce zmapování a kvantifikace energetických toků na území regionu hlavního města Prahy. Detailní popis energetického metabolismu na úrovni města není příliš častý, resp. obvyklý. Energetickým metabolismem se zabývala již řada prací, ale většinou byl vztažen na větší území.

Koncept urbánního metabolismu byl poprvé vyvinut Wolmanem v roce 1965. Ten se snažil postihnout po metabolické stránce hypotetické americké město o jednom milionu obyvatel (Sahely a kol., 2003). Poté byl tento koncept aplikován i na několik dalších velkých měst. Mezi nimi to byl například Hong Kong, Sydney, Vídeň a Taipei (Huang, 1998; Newcombe a kol., 1978; Newman, 1999; Hendriks a kol., 2000; Warren-Rhodes a Koenig, 2001).

Po Wolmanovi bylo dalším pokračovatelem urbánního metabolismu UNESCO, které se v rámci programu Man and the Biosphere (Man and the Biosphere Project 11 (the ecology of human settlements)) zaměřilo (nejen) na metabolismus měst. Tato část projektu MAB probíhala na začátku 80. let.

Ještě před UNESCO vypracoval na základě toků hmoty v roce 1978 Newcombe a kol. metabolismus Hong Kongu. Kromě kvantifikace toků hmoty byla součástí jeho práce i řada sociálních faktorů, jakými jsou například zaměstnanost, zdraví, úmrtnost a spokojenost života (White, 1994). Práce byla průlomová v tom směru, že ukázala na nutnost nasměrovat město k udržitelnosti. Newcombe s kolektivem vyjádřili obavy nad udržitelností současného stavu toku materiálů a energií, což bylo podpořeno řadou jimi vypracovanými statistikami. Newcombe a kol. viděli hlavní možnost, jak nasměrovat Hong Kong k udržitelnosti, v účinnosti získávání zdrojů a omezení jejich spotřeby. Tato premisa platí pro energii, s ohledem na její zdroje a jejich negativní účinky na životní prostředí, snad ještě více než pro materiály.

Práce kolektivu kolem Newcombe aktualizoval v roce 2001 Warren-Rhodes a Koenig (2001). Kombinace těchto dvou prací nabízí zajímavá srovnání toků energie a materiálů pro rok 1971 a 1997 v Hong Kongu. Na této práci (Warren-Rhodes a Koenig, 2001) bylo krásně vidět, jak

se změnila spotřební návyky Hong Kongu, což bylo umocněno 3 miliony lidí navíc oproti roku 1971. Dále byla patrná závislost různých ekonomik na různých palivech, protože Hong Kong prodělal od roku 1971, kdy byl výrobním centrem, do roku 1997, kdy jeho ekonomika stála již výhradně na službách, veliký ekonomický boom. Například spotřeba potravin, vody a materiálů vzrostla od roku 1971 o 20, 40, resp. 149% (Warren-Rhodes a Koenig, 2001).

Detailní metodologické kroky k urbánnímu metabolismu popsali hlavně Baccini a Brunner (např. 1991). Hlavní kroky popsané těmito autory jsou tyto: 1) definování cílů a hlavní vědecké otázky studie, 2) popis systému, 3) sběr dat, 4) bilance energie či materiálu a 5) interpretace (Baccini a Brunner, 1991). Hlavním slabým místem těchto studií je nedostatek nerelevantních informací, takže často nezbyvá jinak, než některá data získat na základě expertního odhadu (Sahely a kol., 2003).

V odborné literatuře lze dohledat práce zahraničních autorů, které sledovaly energetický metabolismus zejména na úrovni státu nebo seskupení zemí jako je Evropská unie, či USA. Hojněji se vyskytují práce, které se zabývají materiálním a látkovým metabolismem na regionální úrovni. V kontextu těchto prací je přístup se zaměřením se na energetickou stránku metabolismu poměrně jedinečný. Z měst, jež byla předmětem zkoumání metabolismu jmenují například Tokyo (Hanya a Ambe, 1976), Vídeň (Hendriks a kol., 2000; Brunner a kol., 1998), Londýn (Chartered Institute of Wastes Management, 2002), Kapské Město (Gasson, 2002), část Švýcarska (Baccini, 1997), Hong Kong (Warren-Rhodes a Koenig, 2001) a Sidney (Newman, 1999.)

Finálním výstupem této diplomové práce je zmapování energetických toků v Praze a sestavení energetických indikátorů. Výhoda použití již existujících indikátorů je v možnosti srovnání s výsledky jiných případových studií. Jako výsledný indikátor se v této práci neplánuje využít nejběžnější indikátor energetické náročnosti xJ/HDP , ale jiný, pro menší oblast zcela jistě vhodnější indikátor. Tímto indikátorem se rozumí spotřeba primárních energetických zdrojů na osobu. V případě využití HDP, by jsme se totiž dopustili veliké nepřesnosti, jelikož statistická metoda tvorby regionálního HDP je založeno na adrese sídla podniků, nikoli na skutečném místě jeho tvorby.

Pro ilustraci energetických toků: podobná schémata používají například ekologové k vyjádření energetických toků ekosystémem. Asi každý vzpomene na obrázek průchodu energie skrze potravní řetězec znázorněný v mnoha učebnicích (např. Losos a Slavíková, 1994). Pro účel této práce se ale bude pracovat s jinými termíny, resp. fázemi metabolismu.

Ve schématu energetického metabolismu měst identifikujeme čtyři fáze. První z nich je celková primární dodaná energie (Total primary energy supply či také Primary energy supply). Ta je definována jako energie dodaná v té formě, v jaké je získána z prostředí a dodaná do území. Na úrovni většího celku (ČR) se jedná převážně o fosilní paliva a biomasu. Ovšem na úrovni, tak malého celku, jakým Praha je, je vhodné, vzhledem k nemožnosti samozásobování energetickými zdroji, počítat s importem primárních zdrojů, jako je elektrická energie a teplo pro CZT (centrální zásobování teplem). Dalším stupněm je energetická přeměna (Energy conversion). Tento krok převede dodanou primární energii na konečnou použitelnou energii (Final energy use), která se dále dělí podle paliva, či podle typu využití. Následujícím krokem je tzv. energie po přeměnách, což je další krok, do kterého energie vstoupí. Z konečné spotřeby paliv v území se počítá pomocí celkové účinnosti, která je dána účinností spalování, rozvodu a účinností koncových zařízení.

Konečným stupněm je tzv. užitečná energie (Useful energy). Ta vychází z účinnosti jednotlivých spotřebičů a zahrnuje pouze tu energii, která byla využita k práci (Haberl, 2001).

Pro jakýkoli systém je nutné si vymezit hranice, ve kterých se bude s bádání pohybovat a sledovat energetické toky. Jak plyne z názvu práce, hranice tohoto systému budou shodné s administrativními hranicemi hlavního města Prahy. Na rozdíl od materiálových analýz zde nebude operováno se skladem (stock).

Takto zjištěné a zpracované indikátory energetického metabolismu mohou být užitečné pro predikci stavu v budoucnu a také např. poslouží ke sledování energetické náročnosti či sledování jednotlivých zdrojů a cest energie do a ven z města. Kromě hlavního cíle práce, kterým je zmapování energetických toků v Praze a sestavení energetických indikátorů, je důležité zmínit také jeden neméně důležitý s ním související aspekt, a to sice klimatické změny.

Změna klimatu je v současnosti považována za jeden z předních světových problémů lidstva. V roce 2007 Mezivládní panel pro klimatickou změnu (IPCC, 2007) konstatoval, že pozorované změny klimatu jsou způsobeny lidskou činností, zejména emisemi skleníkových plynů, dominantně vypouštěním oxidu uhličitého.

Oxid uhličitý je produkt spalování fosilních paliv pro získávání nejrůznějších druhů energie. V současné době představuje spalování fosilních paliv 80 - 85% oxidu uhličitého vypouštěného do atmosféry (IPCC). Další typy antropogenních emisí jsou změny ve využívání půdy (odlesňování) nebo výroba cementu a vápna (např. Barros, 2004).

Metan je emitován do atmosféry např. při těžbě uhlí a nafty, ale uniká také z plynovodů, vzniká při pěstování rýže, produkuje se v živočišné výrobě (zejména chovu dobytka a ovcí) a při rozkladných procesech na skládkách (Moldan, 2001).

Oxid dusný je produkován zejména při různých zemědělských a průmyslových aktivitách (Kalvová a Moldan, 1996).

Halogenované uhlovodíky jsou látky užívané v chladicích zařízeních a klimatizačních systémech. Halony, tvrdé freony (CFCs) a měkké freony (HCFCs) jsou látky kontrolované Montrealským protokolem a jeho dodatky o ochraně ozónové vrstvy země (jde o látky zakázané nebo silně omezované). Tzv. F-plyny (zcela nebo částečně fluorované uhlovodíky a SF₆) jsou sledovány v Rámcovou úmluvou OSN o změně klimatu a Kjótským protokolem.

Prekurzory vzniku troposférického ozónu (NO_x a VOC) jsou z převážně produkovány automobilovou dopravou a elektrárenským provozem (ČHMÚ, 2008).

Změna klimatu, její dopady a nutnost reakce představují jedno z klíčových témat současné environmentální politiky.

Skleníkové plyny vznikají také spalováním biomasy. Ta má ale na rozdíl fosilních paliv uhlíkovou bilanci jako palivo neutrální. Životní cyklus biomasy začíná zachycením CO₂ z atmosféry. Na konci životního cyklu je opět CO₂ z biomasy uvolněn do atmosféry. Není ovšem pravidlem, že její celý palivový cyklus musí být z pohledu emisí skleníkových plynů neutrální. Biomasa je za použití určité zemědělské techniky sklizena a zpracována dále k energetickému využití. Všechny tyto kroky jsou samozřejmě vyžadují energii. Přestože tedy oxidací biomasy na oxid uhličitý vznikne zhruba stejně plynného uhlíku, který další biomasa procesem fotosyntézy naváže, je zde však ještě nutná přidaná energie. Tento příklad uvádím jako dobrou ilustraci toků energie.

Pro zmírnění změny klimatu je třeba znát detailně procesy které vedou právě k těmto emisím skleníkových plynů. Tyto procesy jsou v současnosti sledovány zejména na národní úrovni. Příkladem může být český národní inventarizační systém (National Inventory System, NIS). K hlavním funkcím NIS patří zejména vybudování a funkční zprovoznění institucionálního, legislativního a procedurálního uspořádání potřebného k plnění všech nezbytných činností spojených s inventarizací skleníkových plynů. Zodpovědnost za správné fungování NISu nese v ČR Ministerstvo životního prostředí (MŽP), které pověřilo Český hydrometeorologický ústav (ČHMÚ) jako organizaci zodpovědnou za koordinaci přípravy inventarizace a požadovaných datových i textových výstupů (ČHMÚ). Sledování na úrovni města je poměrně neobvyklé a může přinést oproti národnímu pohledu užitečné informace, protože

celostátní informace mohou být vzhledem k charakteru daných regionů, obyvatel jejich rozličných vzorců chování více zkruslené. Naopak stejné informace, ale jen pro danou oblast a skupinu lidí žijících v ní, mají větší vypovídající hodnotu. V Evropě, resp. v České republice se zavádění místních indikátorů na úrovni města věnuje např. Týmová iniciativa pro místní udržitelný rozvoj, o.s. (TIMUR), která vznikla, v roce 2002 za významného přispění MŽP, jako platforma pro zavádění sady Společných evropských indikátorů (ECI) v rámci kampaně Evropské komise „Towards local sustainability profile – Common European Indicators“ (www.timur.cz).

Detailní popis energetický toků je jedním z prvních a důležitých podkladů pro další např. politická či hospodářská rozhodnutí regionálních, národních, ale i globálních společenstev. Samotný popis neobsahuje řešení, ani názor, jak daný problém řešit, ale usnadňuje orientaci ve složité síti energetických toků. Proto přinejmenším důležitost této práce vidím v možnosti použití finálního výstupu, jako „mapy“ současné energetické situace. Z výše uvedeného je zcela jasné, že pouze analýzy energetických toků k zachránění či zmírnění současné situace nestačí, dokáží ale být opěrným bodem v dalším rozhodování.

Mimo doposud zmíněné klimatické změny tu jsou ale ještě jiné důvody proč je vhodné znát energetické toky na úrovni města. Jedním z nich je energetická soběstačnost (velmi podobný problém též nazýván energetická bezpečnost). Evropské unie se snaží snížit závislost na dovozu paliv z geopoliticky nestabilních oblastí. To platí zejména pro dovoz plynu a ropy ze vzdálených oblastí mimo EU. V současnosti jsme (jako EU) závislí na dodávkách energie ze zemí mimo EU zhruba kolem 50%, pokud se nepřistoupí k jinému řešení, lze očekávat zvýšení závislosti až na 70% do roku 2020 (COM/97/599). I toto je dobrý ilustrační případ, proč je dobré znát energetické toky a jejich jednotlivé fáze. Právě ve výše zmíněných fázích je možné zjistit, kde máme rezervy. Čili jednoduše určit, kde je nutné přestat plýtvat, a zvýšit efektivitu daných konverzí i z důvodu energetické bezpečnosti.

Podobné práce někdy zahrnují do energetických bilancí i např. energii potravin vyskytujících se za daný čas v území (Baccini, 1997; Bruner a kol., 1998). Podle autora této diplomové práce je podstatné určit spíše rozsah energií plynoucích z energetických služeb, což je např. teplo, elektrická energie, či energie paliv pro dopravu. Energií z potravin, není dle názoru autora, pro tento účel vhodné počítat z důvodu, že cílem je co nejvíce realisticky zobrazit současnou situaci s energií, která je využívána obyvateli jako služba. Stejný přístup k problematice kvantifikace energií je zastáván i v pracích některých světových vědců (Smil, 2000). Zkrátka, i zde záleží na úhlu pohledu každého vědce. Viz. například věcná polemika

Baccini a Giampietro. V této práci jde tedy hlavně o zaznamenání těch druhů energií a paliv, která jsou podstatná pro fungování lidské civilizace, nikoli pro fungování jedince (pozn. nutriční hodnoty potravin).

1.1 Energie

Energie bude v této kapitole vysvětlena z obecně fyzikálního pohledu, ale také tak, aby se její význam více blížil tématu práce. Energie je v této práci představována hlavně jako nosič energie využitelné k energetickým službám. To znamená např. svícení, vytápění, pohon atd.

Ač je energie zdánlivě jednoduchý pojem, o které se učí již na základní škole, dokáže zamotat hlavu mnoha učeným osobnostem. Zde bych rád citoval z knihy V. Smila *Energy in world history*. Richard Feynman (1988), což byl jeden z největších světových fyziků odpověděl na otázku co je energie takto: „It is important to realize that in physics today, we have no knowledge of what energy is. We do not have a picture that energy comes in little blobs of a definite amount“. (Pozn. nepřeloženo z důvodu přesnosti znění originálu)

Nejprve tedy k tomu, jak energii definovat. Tento pojem se nalézá takřka ve všech výkladových slovnících, jež se liší jen v drobnostech. Na podstatě energie se slovníky shodují. Uvedu tedy pouze dva příklady. První z nich definuje energii jednoduše takto: „účinná, mocná síla schopná vykonávat práci a k tomu využívaná“, ale také „jedna z forem pohybu hmoty projevující se jako schopnost konat práci“ (Klimeš, 1983). Druhá je přesnější. Praví, že: „ve fyzice a v ostatních vědách, energie E (z řeckého ενεργός, energos, „aktivní, pracující“) je pojem, měřitelná vlastnost fyzikálního systému. Nejedná se o předmět, ani o látku, ale je měřitelná v ohledech, které nemohou být vytvořeny, ani zničeny. Samotné přírodní vědy rozlišují několik desítek, či stovek druhů energií, dle účelu, zdroje, či její formy. (Wikipedia, 2007).

Pro využívání energie společností je důležité, že jedna forma energie se mění v jinou. Člověk této její vlastnosti využívá za pomoci určitého zařízení, např. baterie, z chemické energie na energii elektrickou, nebo např. přehrada: gravitační potenciální energie vody se mění na energii kinetickou, která dále přes vrtule turbíny a elektrický generátor na energii elektrickou (Robert P. Crease, 2006).

Jak bylo výše napsáno, pro společnost je důležité rozdělení energií na dobře transformovatelné a omezeně transformovatelné. Dobrá transformovatelnost energie znamená

nízké ztráty při její přeměně na jiný druh energie. Mezi dobře transformovatelné patří elektrická energie nebo kinetická energie. Tato transformovatelnost je důsledkem druhé věty termodynamické. Neomezeně transformovatelné formy energie lze vratnými procesy navzájem zcela transformovat, např. mechanickou energii na energii elektrickou a opačně, přičemž jako přechodná forma vystupuje energie jako práce. Nevratnými procesy se neomezeně transformovatelná energie přeměňuje také na energii omezeně transformovatelnou, např. na teplo nebo na vnitřní energii (Baehr, 1968). Tyto neomezeně transformovatelné energie zaujímají tedy přednostní postavení. Jsou technicky, a také ekonomicky cennější, než formy energie, jejichž transformovatelnost citelně omezuje druhá věta termodynamiky (Baehr, 1968).

Další a asi častější dělení energií je podle druhu. Tím se myslí energie elektrická, tepelná, energie chemických vazeb, energie jaderná, ale také energie gravitační, kinetická a potenciální atd.. Autor této práce se snaží vyjmenovat mnohé druhy energií, ale i přesto se v následujících odstavcích některé druhy neobjeví. Nicméně vyjmenování a popis druhů energií není cílem této práce, vyjmenované energie mají sloužit čtenářům hlavně k orientaci v problematice.

Kinetická energie je energie, která se projevuje pouze změnou rychlosti tělesa. Potenciální energie se naopak projevuje změnou polohy tělesa v silovém poli (např. změna polohy náboje v silovém poli) (Kubeš a Kyncl, 2003).

Energii chemických vazeb rozumíme energii vazeb mezi jednotlivými atomy v molekulách. Tato energie je stavebním kamenem tělesných schránek našich i dalších živých organismů, kteří ji přes svůj metabolismus zpracovávají do forem nutných ke svému životu (chemická energie samozřejmě přítomna i v anorganických sloučeninách). Díky těmto metabolickým procesům si například savci udrží stálou tělesnou teplotu, pohybují se, či vytvářejí tkáň. Člověk, jako každý heterotrofní organismus využíval nejdříve biomasu pouze jako potravu. Později ji začal používat jako zdroj tepla a světla, a to zprostředkovaně, transformací, přeměnou na tepelnou energii. Od té doby uplynulo tisíce let a využití je téměř stejné. Chemická energii se většinou uvolňuje oxidací vazeb atomů spalovaných látek. V současnosti je využívána nejvíce při spalování chemická energie fosilních paliv a biomasy.

Gravitace je jednou ze základních sil vesmíru. Lidstvo se naučilo během svého vývoje využívat gravitační sílu ke svému prospěchu. Asi nejvýznamnější příklad je výroba elektrické energie na vodních elektrárnách, kde se právě využívá gravitační potenciální energie vodního

sloupce nad přehradou. V tomto bodě se setkáváme s energetickou transformací. Z původně gravitační energie, přes kinetickou, se dostáváme k energii elektrické.

Další druh energie je energie jaderná. Jaderná energie je energie jádra atomu, energie, která „drží“ (působí mezijadernými interakcemi) jádro prvků pohromadě. Tato energie se uvolňuje, když dojde k rozpadu jádra, nebo naopak ke sloučení s jiným jádrem.

V nitru hvězd dochází k procesu zvanému fúze, sloučení atomů, jež uvolňuje energii, která je vyzářena ve formě elektromagnetického záření. Lidstvo naopak využívá pro výrobu elektrické energie proces opačný, což je štěpení. Nutno poznamenat, že elektrická energie je až výstup z jaderné elektrárny, nejdříve je jaderná energie přeměněna na tepelnou, a teprve poté na energii kinetickou, jež skrze turbínu a generátor vyrábí elektřinu. Pro výrobu elektrické energie v jaderných elektrárnách se využívá štěpení těžkých jader uranu. Do budoucna lze doufat, že se vědcům podaří proces fúze stabilizovat pro energetické účely.

Elektrická energie je schopnost elektromagnetického pole konat elektrickou práci. Její podstatou je tok volných elektronů při vodivém spojení míst s rozdílným elektrickým potenciálem. Je nejužívanější sekundární energií. Její velká nevýhoda je skladování.

2. Metodika a data

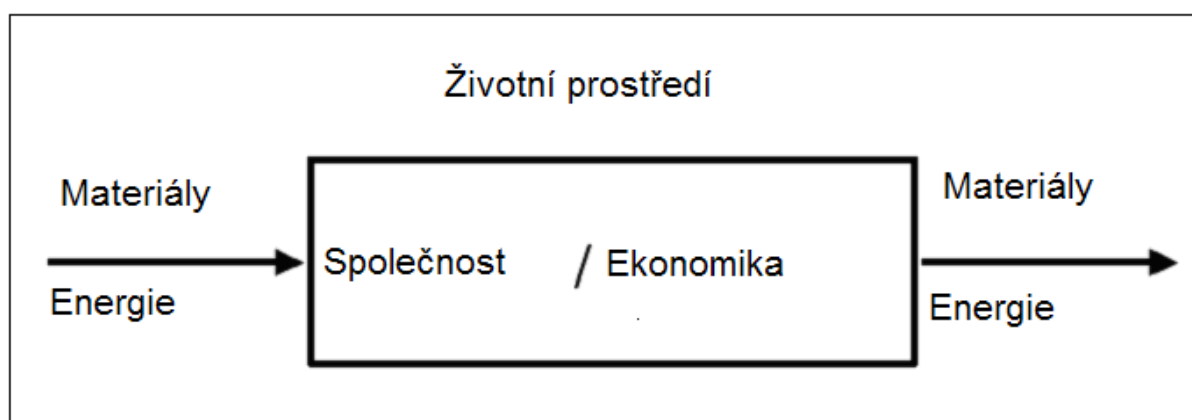
Pro tuto práci bylo vybráno město, neboť se zdá, že vzorce chování obyvatelstva žijícího na území města více homogenní, než na úrovni státu, či např. kraje. Ve větších celcích je větší heterogenita sídel, z čehož plyne i větší odlišnost chování lidí ve vztahu k životnímu prostředí, energiím atd. Z tohoto důvodu vidím jako lepší variantu použít příkladu města, než se snažit o zprůměrování hodnot např. krajů. V těchto větších celcích by totiž mohlo dojít k nepřesné interpretaci výsledků, právě snahou o jejich zobecnění. V krajích je situace taková, že obyvatelé malé vesnice budou mít vzorce spotřeby odlišné od obyvatelů větších měst, která se na území daného kraje také vyskytují.

Některá data byla přejata z již existujících studií, protože byla použitelná okamžitě, a to bez jakýchkoliv úprav. Samozřejmostí je uvádění citací těchto zdrojů.

2.1 Socio-ekonomický metabolismus

Pro dobré pochopení a znázornění toho, jak je vzájemně propojeno životní prostředí se socio-ekonomickým subsystémem, poslouží koncept metabolismu společnosti („society's metabolism“, Fischer-Kowalski, Haberl, 1993) viz. Obrázek 2.

Základ tohoto konceptu spočívá v jednoduchém modelu interakce životní prostředí-ekonomika, ve kterém je ekonomický systém uvnitř životního prostředí, čímž se stává jednou z jeho součástí. Ekonomika je v tomto případě otevřený systém, který komunikuje se životním prostředím skrze přenos materiálů a energií (Jamek, 2003).



Obrázek 1 Socio-ekonomický metabolismus

Zdroj: Haberl, upraveno 2008

Pojem metabolismus původně pochází z biologie. Jedná se o slovo, jenž vyjadřuje fyziologický proces výměny látek organismu s okolím, spojených s jejich přeměnou.

Pojem metabolismus společnosti popisuje výměnu energií, látek a materiálů ve společnosti, jakoby se jednalo o živý organismus (Schandl a Schulz, 2000). Metabolický profil je charakterizován množstvím energie, látek a materiálu, které jsou do socio-ekonomického systému vtaženy ze životního prostředí a jakým způsobem a na co jsou přeměněny (Amman a kol., 2002).

2.2 Popis metody použité pro tuto práci

V této práci je předmětem zájmu hlavní město Praha, čili prostorové hranice systému se budou shodovat s administrativními hranicemi hlavního města. Jednotlivé kroky energetického metabolismu a celé schéma je popsáno níže. Viz. Obrázek 3.

Energie, která vstupuje do systému (v tomto případě do Prahy), je označována jako celkový vstup primární energie (Total primary energy supply). Ta zahrnuje kromě energie, která vstupuje do systému z vnější, i energii, která je získána uvnitř hranice systému. Vzhledem k nemožnosti dobývání fosilních paliv ve městě, připadá okrajově v úvahu spíše biomasa, bioplyn či jiné obnovitelné zdroje energie. Toto je tedy první krok v energetickém metabolismu města.

Primární energie je označení pro substanci, či materiál, který je po vytěžení používán pro výrobu elektřiny, ropných derivátů či plynu pro průmyslové i domácí použití. Primárními energiemi je uhlí, ropa, zemní plyn, vodní energie, energie biomasy, a také například uran. Detailnější návod, jak počítat indikátor „Primární energetické zdroje“ (PEZ nebo též Primární zdroje energie), nabízí Mareš a kol. (2000). Výpočet dle těchto autorů je následující:

Do primárních zdrojů energie jsou zahrnovány:

- tuzemské přírodní energetické zdroje
- dovoz a vývoz paliv a energie
- změna zásob paliv a energie a jiné zdroje (úbytky)

1. Za tuzemské přírodní energetické zdroje jsou pokládány: těžba paliv na úrovni tzv. odbytové těžby; elektrická energie vyrobená z hydraulické energie, tzn. na vodních elektrárnách, měřená na

svorkách generátorů; tepelná energie vyrobená z jaderné energie; tepelná energie vznikající v exotermických chemických reakcích, která je dále využita; obnovitelné zdroje energie, využívané pro výrobu elektrické a tepelné energie

2. Dovoz paliv a energie zahrnuje dovoz všech druhů paliv a energie i ve formě meziproductů,

U dovozu elektřiny se vychází z naměřených údajů v předacích místech. Údaje o dovozu zemního plynu reprezentují dovoz plynu do plynofikační tuzemské soustavy. Údaje o dovozu nezahrnují tranzitní dodávky paliv a energie.

3. Vývoz paliv a energie zahrnuje vývoz všech druhů paliv a energie včetně meziproductů. Vývoz elektřiny se uvádí stejně jako dovoz na základě naměřených údajů. Údaje o vývozu nezahrnují rovněž tranzitní dodávky paliv a energie a ztráty spojené s tranzitem.

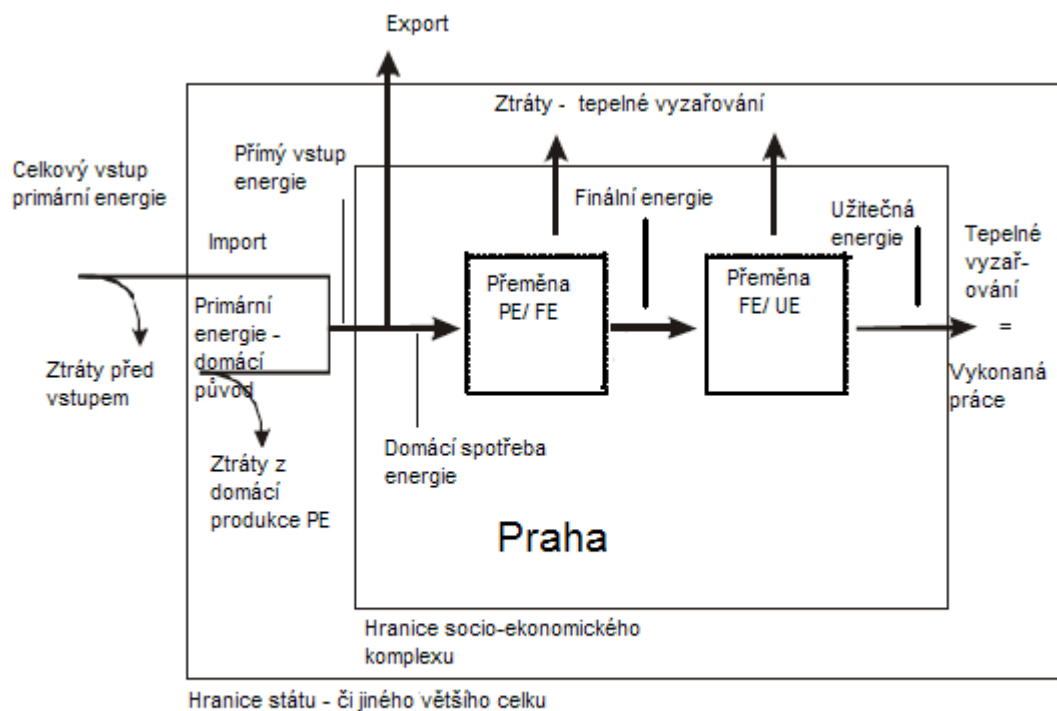
4. Čerpání (+), doplnění (-) zásob dodavatelů

Čerpání ze zásob, resp. snížení zásob zvyšuje disponibilní zdroje a je proto označeno (+), doplnění zásob, resp. zvýšení zásob omezuje tyto zdroje a je proto označeno (-).

5. Čerpání (+), doplnění (-) zásob spotřebitelů

6. Jiné zdroje (+), jiné úbytky (-)

První část nazvaná „Primární zdroje energie celkem“ je pak dána součtem uvedených položek, tj. tuzemské přírodní energetické zdroje, dovoz (+) a vývoz (-) paliv a energie, změna stavu zásob dodavatelů (+/-) a spotřebitelů (+/-) a jiné zdroje (+/-).



Životní prostředí

Obrázek 2 Energetický metabolismus

Zdroj: Haberl, upraveno 2008

Dalším mezistupněm je přeměna primární energie na energii finální („final energy“), nazývanou též konečná spotřeba energie (KSE). Při této přeměně dochází samozřejmě vlivem konverzí a účinnosti, ale i jiných okolností ke snížení energetické hodnoty finální energie („final energy“).

Tato energie je popisována jako energie prodaná (účtovaná) koncovému zákazníkovi. Tedy všem uživatelům, kteří využívají energii k poskytování energetických služeb (míněno „sobě, svému domu, své továrně ...“), nikoliv pro její další prodej. V některých případech je ale možné dále prodávat energii, která byla již předtím koupena. Ta se ale pro tento model počítá jako část přeměny z primární na konečnou energii. Příkladem může být papírna, která používá plyn či elektřinu jako finální energii, ale zároveň v kogeneraci energeticky spaluje zbytky z výrobního procesu a následně tuto energii prodává, což je přeměna primární energie na finální (Haberl, 2002).

Finální energie je například koks a jiné uhelné produkty, ropné deriváty (benzín, nafta, LTO), zemní plyn, elektřina a teplo.

Kolektiv již zmiňovaných autorů kolem Mareše (2000) nabízí také popis výpočtu tohoto indikátoru. Konečná spotřeba energie je v podstatě spotřeba paliv a energie evidovaná před vstupem do spotřebičů, ve kterých se využije k tomu, aby vznikl žádoucí finální užitečný efekt, nikoli tedy pro výrobu jiné formy energie k dalšímu využití pro finální užitečný efekt, s výjimkou druhotných energetických zdrojů.

Konečná spotřeba energie celkem je pak dána součtem: prvotní energetické zdroje celkem + druhotné energetické zdroje - vsázka do energetických procesů celkem + výroba z energetických procesů - provozovací spotřeba - ztráty + bilanční rozdíly.

Důležitou součástí konečné spotřeby je spotřeba pro neenergetické účely, zahrnující paliva použitá pro neenergetické účely, zejména chemické. Jde např. o zemní nebo koksárenský plyn použitý pro výrobu amoniaku a dalších chemických výrobků, syntézní plyn pro výrobu metanolu, apod. Tato položka není v současné době sledována.

Dalším stupněm tohoto metabolismu je přeměna finální energie na energii užitečnou. Užitečná energie představuje skutečný energetický přínos spojený s konečným užitím energie. Vypočítávána je vynásobením množství konečné energie využití jednotlivými přístroji nebo procesy efektivitou těchto procesů (Dlouhý, 2005).

Užitečná energie je zastoupena v nejvíce případech mechanickou energií (Haberl, 2003). Dále je užitečnou energií také umělé osvětlení, ukládání a skladování dat, a také teplo, které se v podobných analýzách dělí na nízkoteplotní (<100°C) a vysokoteplotní.

2.3 Hlavní město Praha

Město Praha bylo vybráno z několika níže uvedených důvodů. Praha je hlavní město České republiky. Je obcí a současně vyšším územním samosprávným celkem (de facto krajem), členěným na 57 městských částí a 112 katastrálních území. Je spravována orgány samosprávy a státní správy.

Tabulka 1 Praha v číslech, 2006

PARAMETR	PRAHA
Rozloha	496 km ²
Počet obyvatel	1 184 075 (30.6.2006)
Administrativní dělení	22 správních obvodů

Parky a zahrady	870 ha
Nadmořská výška	235 m průměrná
Podnebí	9,0 °C průměrná roční teplota 19,0°C v letním období -0,9°C v zimním období
hustota obyvatel na 1 km ²	2 371
Domy, byty	
počet domů	88 200
počet bytů	551 243
obytná plocha v trvale obydlených bytech [m ²]	21 157 895

Zdroj: PIS, 2007

Krom toho, že se jedná o hlavní město České republiky, je Praha také největším městem v ČR a zároveň krajem, kterých je v ČR celkem 14. Na rozdíl od Prahy se v případě ostatních krajů jedná o území, která nejsou sídelně homogenní. Kraje, kromě Prahy, jsou tvořeny vždy městy, městy i malými obcemi. Oproti tomu, Praha má na celém území charakter města, což je také jeden z důvodů, proč byla vybrána jako objekt studia. Tento homogenní charakter osídlení lépe poslouží např. při sběru dat, ale také k interpretaci výsledků.

Další důvod, proč byla vybrána Praha, je, že na rozdíl od většiny krajů má jedno „mikroklima“. V ostatních krajích je situace heterogennější i v této oblasti. Tak například na území Ústeckého kraje se nachází hned několik typů „mikroklimatu“, které se střídají od okresu Litoměřice až po okres Chomutov, či Karlovy Vary (Krušné hory). Charakter klimatu má velký vliv na spotřebu energií. Proto se zdá volba Prahy pro tuto práci i z tohoto důvodu ideální.

Tabulka 2 Dlouhodobé průměrné teploty vzduchu (°C) naměřené v meteorologických stanicích na území

ROK													ROK CELKEM
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	
Praha, Karlov (261 m n.m.)													
1999	1,8	0,5	6,5	10,5	15,6	16,9	20,8	19,1	18,2	10,0	3,7	2,3	10,5
2000	0,3	4,5	5,4	12,9	17,1	19,7	17,1	20,8	14,9	12,1	6,5	2,2	11,1
2001	0,1	2,7	5,2	8,7	16,3	16,1	19,9	20,3	12,8	13,0	3,6	-1,0	9,8
Normál	-0,9	0,8	4,6	9,2	14,2	17,5	19,1	18,5	14,7	9,7	4,4	0,9	9,4
Praha, Ruzyně (364 m n.m.)													
1999	0,5	-1,3	4,9	9,0	14,2	15,3	18,8	17,3	16,8	8,4	2,1	0,7	8,9
2000	-1,1	3,1	4,1	11,0	15,6	17,9	15,6	19,0	13,5	10,6	5,2	0,8	9,6
2001	-1,6	0,9	3,8	7,2	14,4	14,3	18,3	18,6	11,7	11,8	2,3	-2,1	8,3
Normál	-2,4	0,9	3,8	7,2	12,7	15,9	17,5	17,0	13,3	8,3	2,9	-0,6	7,9

Zdroj: ČHMÚ, 2008

Tabulka 3 Klimatické podmínky teploty vzduchu (°C) naměřené v meteorologických stanicích na území Prahy v letech 1992 až 2001

ROK	PRŮMĚRNÁ TEPLOTA BĚHEM OTOPNÉHO OBDOBÍ [°C]	DĚLKA TOPNÉHO OBDOBÍ [DNY]
1992	4,68	224
1993	4,62	235
1994	5,75	235
1995	4,56	238
1996	3,10	248
1997	4,17	239
1998	5,13	233
1999	4,64	219
2000	5,57	224
2001	4,40	237

Zdroj: ČHMÚ, SEVE n 2004

Praha má oproti jiným krajům i městům velkou hustotu obyvatel. Z toho samozřejmě v podmínkách ČR vyplývá i velká koncentrace a spotřeba energií. Hustota osídlení je v Praze nejvyšší ze všech krajů (i měst) v ČR. Praha má 2387 obyvatel na kilometr čtvereční. Např. Plzeňský kraj má hustotu obyvatel 72,7 obyvatel na km². Český průměr je kolem 131 osob na km². V porovnání s těmito čísly se může Praha zdát přelidněná. Ale opak je pravdou, srovnáme-li ji s jinými světovými městy. V Berlíně dosahuje hustota zalidnění 3800 obyvatel na kilometr čtvereční, v Bombaji žije na stejné ploše 49 160 lidí.

Praha má na plochu méně než 500 kilometrů čtverečních přes jeden milion obyvatel, plus další stovky tisíc pak na území města každodenně přijíždějí dočasně za zaměstnáním, jako turisté či v rámci tranzitní dopravy (PIS, 2007).

Praha je metropolí s vysoce rozvinutou technickou infrastrukturou. Distribuční sítě elektrické energie jsou dostupné na celém území města, rozvody zemního plynu ve výhledu pokryjí prakticky rovněž celé území města, sítě dálkového vytápění jsou dostupné pro téměř polovinu obyvatel (Územní energetická koncepce hl. m. Prahy, 2004).

Pro tuto práci je nutné si vymezit časové a prostorové hranice. Jako časovou hranici je nejlépe použít jeden celý rok. Kvůli dostupnosti většiny hlavních údajů pak bude tato práce vztažena

na rok 2001, kdy probíhalo zpracování pražské energetické koncepce společností SEVEN. Navíc v roce 200 proběhlo v České republice celorepublikové sčítání lidu, bytů a domů, což přinese také některé užitečné informace. Prostorová hranice je tvořena administrativní hranicí hlavního města Prahy.

Stejně jako lidský metabolismus, fyzické a biologické procesy ve městě jsou charakterizovány rozsáhlým požadavkem po energii, potravinách a dalších zdrojích, ale také výstupy výrobků, služeb a odpadů (Wolman, 1965). Pochody na území města jsou svázány termodynamickými zákony. Tyto pochody mohou být konstruovány jako schéma vstupů a výstupů energií/materiálů do/z města (Shu-Li Huang a Chia-Wen Chen, 2005). Studie, které se zabývají touto problematikou se objevují poprvé na začátku 60. let. Důvod nebyl jiný než zjistit souvislosti a důsledky urbanizace na stav životního prostředí (za zmínku stojí např. Wolman, 1965; Douglas, 1983; Girardet, 1996). Jejich podstatou byla kvantifikace metabolických procesů v městech.

2.4 Energetická charakteristika Prahy

Jedním z důležitých období (nejen) z hlediska energetiky byl počátek 90. let. V této době totiž došlo k útlumu činnosti některých, na spotřebu energie velmi náročných průmyslových odvětví (např. strojírenství). S tím souvisí také změna využívání bývalých průmyslových objektů na území hlavního města Prahy. Jako příklad mohou sloužit např. Vysočany či Holešovice. V těchto objektech průmyslové výroby byla zejména velká spotřeba tepelné energie, ať již pro vytápění, nebo jako procesní teplo. Do současné doby se mnoho těchto výrobních podniků nedochovalo, a tím došlo vlastně k „nechtěnému“ snížení spotřeby energií.

Dalším důvodem je také zavádění mnohých energeticky úsporných opatření v bytové sféře. Bytová družstva, ale i samostatní vlastníci bytů a domů přistupují postupně ke zlepšování tepelně technických vlastností domů. Nejviditelnější formou je vnější kontaktní zateplování polystyrenem nebo minerální vatou. Zčásti jsou tyto rekonstrukce financovány ze soukromých zdrojů, ale významnou měrou se na financování podílí také stavební spoření a Státní fond rozvoje bydlení, a to prostřednictvím programu PANEL.

Ruku v ruce převodu majetku ze státních rukou do soukromého vlastnictví byla také modernizace stávajících energetických zařízení. V Praze se toto týká hlavně tepelné energie.

S ještě s větší dynamikou však klesalo množství paliv spalovaných na území Prahy; zejména je to díky odstavení centrálních zdrojů tepla na území města a využívání elektrárny Mělník pro jeho zásobování dálkovým teplem, a dále pak přepojováním odběratelů, jež dříve využívaly vlastní zdroje tepla, na soustavy CZT (ÚEK, 2004).

Emise znečišťujících látek ze stacionárních spalovacích zdrojů na území hl. m. Prahy, tak zaznamenaly významný pokles; z části vlivem přísnějších zákonů na ochranu životního prostředí, hlavně ale také právě vymístěním spalování paliv mimo město (Mělník I) a vlivem ekologizace některých významných zdrojů znečištění v Praze (teplárna Malešice II). Pokles emisí je nevýraznější u emisí oxidu siřičitého (pokles za 10 let o více ne. 90% původních hodnot) a u emisí tuhých látek (pokles na 13%). Pokles je relativně nejmenší u oxidů dusíku - pokles o 64% (SEVEN, ÚEK, 2004).

Z hlediska spotřeby energií se dá Praha rozdělit na tyto sektory:

- **spotřeba průmyslu včetně energetiky**
- **spotřeba obyvatelstva**
- **spotřeba nevýrobního sektoru**
- **doprava**

2.4.1 Spotřeba energií průmyslovou sférou včetně energetiky

Výroba tepla patří v Praze mezi nejvýznamnější konverze energie. Tradiční energeticky náročná odvětví prodělala v Praze silný hospodářský pokles. V průběhu 90. let došlo k zániku řady tradičních strojních výrobních podniků (ČKD, Škoda Praha), čímž dnes toto průmyslové odvětví na území města prakticky vymizelo (snad jen s výjimkou budoucího rozvoje průmyslového areálu ČKD Dopravní systémy, a.s., ve Zličíně) (ÚEK, 2004).

Podobné tendence můžeme postupně očekávat v budoucnu i u lehčích výrobních zpracovatelského průmyslu. Důvodem je nejen vyšší cena práce v Praze, než např. na venkově, či v zahraničí, ale také lukrativní pozemky na území Prahy. Na místech, kde stávaly průmyslové objekty jsou, nebo se staví bytové či jiné projekty.

Za veliký díl spotřebované energie je zodpovědná cementárna Radotín. Tento objekt prvovýroby se zcela atypicky nachází na území hlavního města Prahy. Tím také výrazně zasahuje do její energetické bilance.

Radotínský závod na výrobu cementu je tak energeticky náročnou výrobou, že sám spotřebovává téměř třetinu veškerých paliv celého současného průmyslu v Praze, pomineme-li zdroje CZT spalující paliva za účelem výroby tepla k dodávce do sítě (ÚEK, 2004).

Níže jsou uvedeny nejvýznamnější průmyslové objekty, co se spotřeby energie týče:

- PT, a. s. teplárna Malešice
- Cementárna závod Králův Dvůr – Radotín, provozovna Radotín
- Pražské služby, a. s. Spalovna Malešice
- PVK, a. s. – UČOV Bubeneč
- PT, a. s. teplárna Holešovice
- PT, a. s. teplárna Veleslavín
- PT, a. s. teplárna Michle
- PT, a. s. teplárna Juliska
- TEDOM, s. r. o. – kogenerační teplárna areál Daewoo – Avia
- Mitas, a. s.
- OMNICON – ÚVN Praha
- Česká správa letišť, s. p

zdroj: Praha - životní prostředí 2006

Tabulka 4 Počet podniků podle OKEČ (více než 100 zaměstnanců)

ODVĚTVÍ	2003	2004	2005
Průmysl celkem	232	226	225
z toho:			
D Zpracovatelský průmysl	218	210	208
DA výroba potravinářských výrobků	31	32	31
DB výroba textilií, textilních	13	8	10
DE výroba vlákniny, papíru a výrobků	28	30	26
DG výroba chemických látek,	14	15	14

DH výroba pryžových	6	5	7
DI výroba ostatních nekovových	18	17	19
DJ výroba základních kovů,	15	14	17
DK výroba a opravy strojů	21	19	19
DL výroba elektrických optických	33	30	29
DM výroba dopravních	20	21	17
DN zpracovatelský průmysl	11	12	13

Zdroj: Statistická ročenka 2006

2.4.1.1 Průmysl skla, keramiky, porcelánu a stavebních hmot

Tento průmyslový sektor reprezentuje akciová společnost Českomoravský cement, která je současným vlastníkem závodu na výrobu cementu v Radotíně. Cementářská výroba je velice energeticky náročný provoz. Spotřeba energie na výrobu cementu může dosahovat až 3500 MJ/tunu (Claypolymers, 2008).

Další elektrická energie je pak potřeba na přípravu a dopravu surovin a paliv a finalizaci konečných produktů (pohony mlýnů, drtičů, ventilátorů), čímž se celková elektro-energetická náročnost zvyšuje na 324 až 432 MJ v přepočtu na 1 tunu cementu (při průměrném podílu slínku 75 %). (ÚEK, 2004)

Jiríček a Rábl (2005) udávají spotřebu energie na 1 tunu materiálu až 5950 MJ.

Cementárna v Radotíně dnes ročně vyrábí 650 až 730 tisíc tun cementářské suroviny různých druhů, přičemž výroba slínku se pohybuje na úrovni asi 500 tis. tun/rok.

2.4.1.2 Potravinářský průmysl

Potravinářský průmysl tvoří v Praze třetí nejvýznamnější průmyslový sektor. Na celkové spotřebě primárních paliv se v roce 2005 podílel zhruba 20 % (Statistická ročenka Praha, 2006). Stejně jako výše uvedené sektory, postihla i tento sektor stagnace. Kromě řady podniků, které svoji činnost ukončily v počátku 90. let, v průběhu let 2002 až 2007 došlo ke zrušení, či přestěhování minimálně dvou velkých výrobních závodů.

Jednou z nich je cukrovar v Praze 12 Modřanech (v roce 2001 spotřeboval cca 300 tisíc GJ zemního plynu). Ten byl zcela zrušen, a na jeho místě má vyrůst multifunkční centrum.

Druhým příkladem je také modřanský závod – Orion. Ten byl specializován na výrobu čokoládových cukrovinek. Jeho výroba byla přesunuta do Olomouce. Na jeho místě nyní vyrostla kancelářská budova společnosti Nestlé (vlastníka Orionu).

Jedinými významnějšími výrobci potravin a nápojů jsou v současné době Pražské pivovary, a.s., které mají výrobu koncentrovanou do závodu Smíchov. Výroba jejich dceřiného pivovaru Braník byla roku 2006/07 přesunuta do výroby Smíchov.

Dalšími výrobci jsou ještě Coca-Cola Beverages v Kyjích, PepsiAmericas / General Bottlers CR s.r.o. ve Vysočanech, společnost Odkolek, a.s. (dvě pekárny v Praze) a Michelské pekárny.

2.4.1.3 Průmysl výroby a rozvodu elektřiny, plynu a tepla

Tento sektor je (nejen) na území Prahy energeticky nejnáročnějším. Existují tři hlavní společnosti, které tento sektor na území Prahy reprezentují.

Jsou to:

- Pražská energetika, a.s. (PRE), licencovaný distributor elektrické energie na území Prahy a přiléhajících Rožtok
- Pražská plynárenská, a.s. (PP), držitel licence na distribuci zemního plynu v Praze
- Pražská teplárenská, a.s. (PT), vlastník a provozovatel systémů centralizovaného zásobování teplem

2.4.2 Praha ve službách a nevýrobní sféře

Značnou část spotřeby energie představuje v Praze nevýrobní sféra, tzv. terciární sektor.

školy, zdravotnická zařízení, obchody, kancelářské budovy a veřejné instituce ročně spotřebují téměř 40 % veškerého zemního plynu a více než čtvrtinu dodávek tepla z CZT.

Vezmeme-li v úvahu další spotřebu v podobě elektrické energie, představuje tento sektor téměř 30 % celkové spotřeby energie v Praze (ÚEK, 2004).

Tabulka 5 Počet školských zařízení v Praze od roku 2003 do 2006

Druh zařízení	Školní rok		
	2003/2004	2004/2005	2005/2006
Mateřské školy	310	307	302
Základní školy	229	219	215
Střední školy	206	204	205
Speciální školy	135	137	.
Vyšší odborné školy	34	36	36
Vysoké školy	26	29	29

*Zdroj: Statistická ročenka 2006***Tabulka 6 Počet kulturních a sportovních zařízení v Praze od roku 2003 až 2005**

	2003	2004	2005
Kultura			
Stálá kina a multikina	38	34	34
Veřejné knihovny vč. poboček	85	84	86
Muzea	81	74	74
Galerie	120	160	160
Divadla	70	84	84
Přírodní amfiteátry	-	-	-
Sport			
Koupaliště a bazény	51	51	53
z toho kryté bazény	30	30	32
Hřiště	253	253	260
Tělocvičny	191	191	191
Stadiony včetně krytých	24	24	27
Zimní stadiony včetně krytých	10	10	12

*Zdroj: Statistická ročenka 2006***Tabulka 7 Počet zdravotnických zařízení v Praze za 2003, 2004, 2005**

DRUH ZAŘÍZENÍ	2003	2004	2005
Zařízení lékárenské péče¹⁾	302	317	324

Sdružená ambulantní zařízení	62	63	65
Střediska a lékařské stanice	26	15	16
Zařízení lékárenské péče	302	317	324
Ústavy celkem	12	13	14
Léčebny pro dlouhodobě	5	6	7
Kojenecké ústavy a dětské	3	3	3
Dětské stacionáře	3	3	3
Jesle	8	8	9
Nemocnice	26	25	26
Domovy důchodců			20

Zdroj: Statistická ročenka 2006

2.4.3 Bytový sektor a obyvatelstvo

V Praze je více než osmdesát tisíc bytových objektů a téměř půl milionu bytů. Žije v nich více než jeden milión obyvatel. Sektor bydlení se podílí na spotřebě více než třetiny veškerého zemního plynu dodávaného do Prahy, dále téměř 20-ti % spalovaných tuhých paliv, dvou třetinách celkových dodávek tepla z CZT a více než 30-ti procent veškeré elektřiny. To představuje téměř 15 000 TJ primárních energetických zdrojů a 26 000 TJ spotřeby energie konečné (ÚEK, 2004).

Domovní fond v podstatě rovnocenně rozděluje období výstavby do a po roce 1945. Domy postavené před rokem 1945 jsou většinou zděné, u domů po roce 1945 pak převažuje panelová výstavba. Panelových domů postavených do roku 1990 je v Praze asi 8 tisíc a jejich bytový fond čítá celkem 186 000 bytů. Ve městě je téměř 60 sídlišť, od malých až po statisícové městské celky jako je Severní Město a Jižní Město (M.hl.m. Prahy, 2007).

U domů stavěných po roce 1990 převažují rodinné domy stavěné na rozvojových plochách na okraji města a nízkopodlažní bytové objekty či komplexy lokalizované v dopravní dostupnosti linek MHD, zejména metra. Výstavba nových bytů v současnosti dosahuje tempa tři až čtyři tisíce ročně a díky koupěschopnosti poptávky lze předpokládat, že v následujících letech bude tento roční přírůstek bytového fondu v Praze minimálně zachován, po určité omezenou dobu může dojít ještě k jeho akceleraci (ÚEK, 2004).

Průměrná podlahová plocha bytu dnes u stávající zástavby činí cca 40 m² v případě bytů

v bytových domech, a více než 60 m² v domech rodinných.

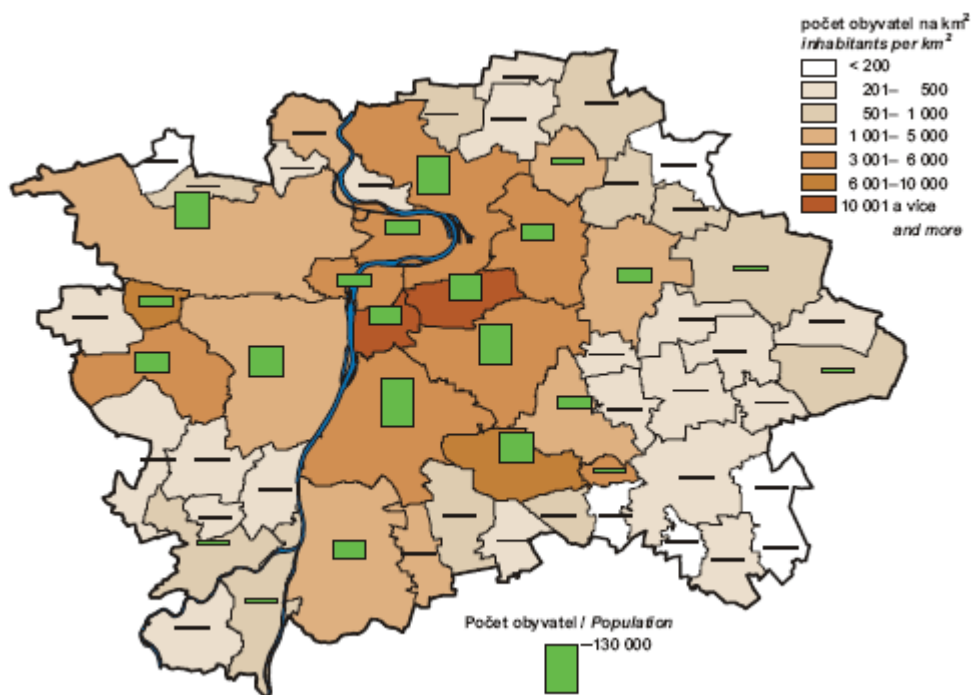
Nová výstavba z posledních let vykazuje průměrnou podlahovou bytu mnohem vyšší, překračující 60, respektive více než 100 metrů čtverečních v případě bytového, resp. rodinného domu.

Tabulka 8 Obyvatelstvo, domy a byty v Praze, 2001

Městská část	Rozloha [ha]	Obyvatelstvo	Domy (SLBD 2001)	Byty (SLBD 2001)
Název		Počet obyvatel k 31.12.2005	trvale obydlené	Trvale obydlené
Celkem	49 613	1 181 610	82 160	496 940

Zdroj: ČSÚ, 2008

Hustota zalidnění na území hlavního města Prahy je dokumentována přiloženým obrázkem.



Obrázek 3 Hustota osídlení – Praha 2005

Zdroj: Životní prostředí Praha 2006

3. Výsledky - Spotřeba energie v Praze

Tato kapitola bude rozdělena na čtyři hlavní podkapitoly. První z nich pojednává o spotřebě primárních paliv a energií v území. Druhá se zabývá spotřebou energií po přeměnách v území. Následující podkapitola se zaměřuje na spotřebu elektřiny, plynu a tepla. V této podkapitole jsou tyto energie použity jako ukazatel energetické náročnosti. Poslední, čtvrtá, podkapitola je zaměřena na konverzi energií v území.

Spotřeba paliv v území představuje úhrn všech paliv, spotřebovaných na území hl. m. Prahy. Tato kategorie v následujících tabulkách zahrnuje spotřebu tuhých, kapalných a plyných paliv, elektrickou energii, teplo z CZT a spotřebu paliv pro dopravu v území.

Spotřeba energie po přeměnách udává spotřebu tepla a energie (poptávku po energii) bez ohledu z jakého zdroje je získána. Ze spotřeby paliv v území byla spočítána pomocí celkové účinnosti, která je dána účinností spalování, rozvodu a účinností koncových zařízení. Zohledňuje tedy druh spalovaného paliva, účel spalování, typ spalovacího zařízení a jeho technické parametry (ÚEK, 2004).

Konečná spotřeba energie je dle definice spotřeba paliv a energie, zachycená před vstupem do spotřebičů, ve kterých se využije pro finální užitný efekt, nikoliv pro výrobu jiné energie (s výjimkou druhotných energetických zdrojů). De facto konečná spotřeba energie udává poslední měřenou (fakturovanou) energii. Ve srovnání s výše uvedenou spotřebou energie po přeměnách je konečná spotřeba u většiny paliv a forem energie o cca 10-20% vyšší, u elektrické energie shodná (ÚEK, 2004).

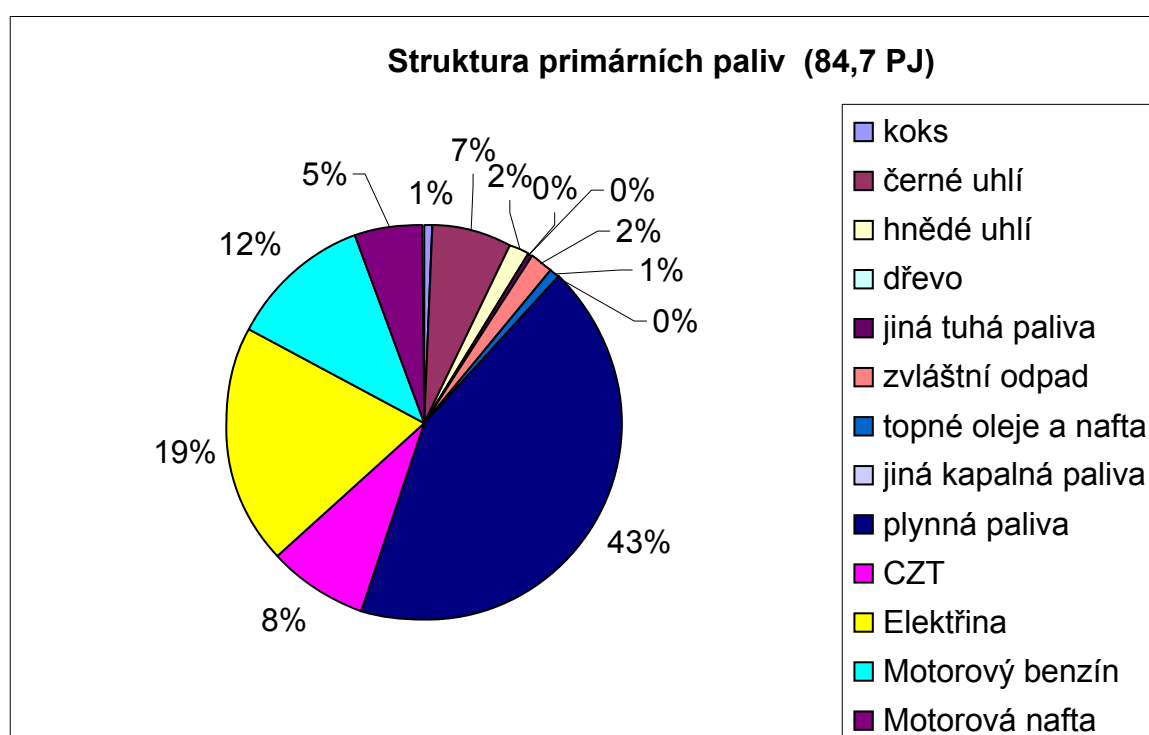
3.1 Spotřeba paliv v území (Primární energetické zdroje PEZ)

Do Prahy vstupuje celá škála primárních paliv, které se liší v poměrném zastoupení. Paliva a energie vstupující do území lze nejlépe rozdělit dle skupenství.

- Tuhá paliva – koks, černé uhlí tříděné, černé uhlí prachové, hnědé uhlí tříděné, brikety hnědouhelné, dřevo, dřevní odpad, jiná tuhá paliva a zvláštní odpad
- Kapalná paliva – těžký topný olej, střední topný olej, lehký topný olej, extralehký topný olej, nízkosirnatý topný olej, vyjetý olej, nafta a jiná kapalná paliva

- Plynná paliva – zemní plyn,propan-butan, bioplyn
- Teplo
- Elektrická energie
- Paliva pro dopravu

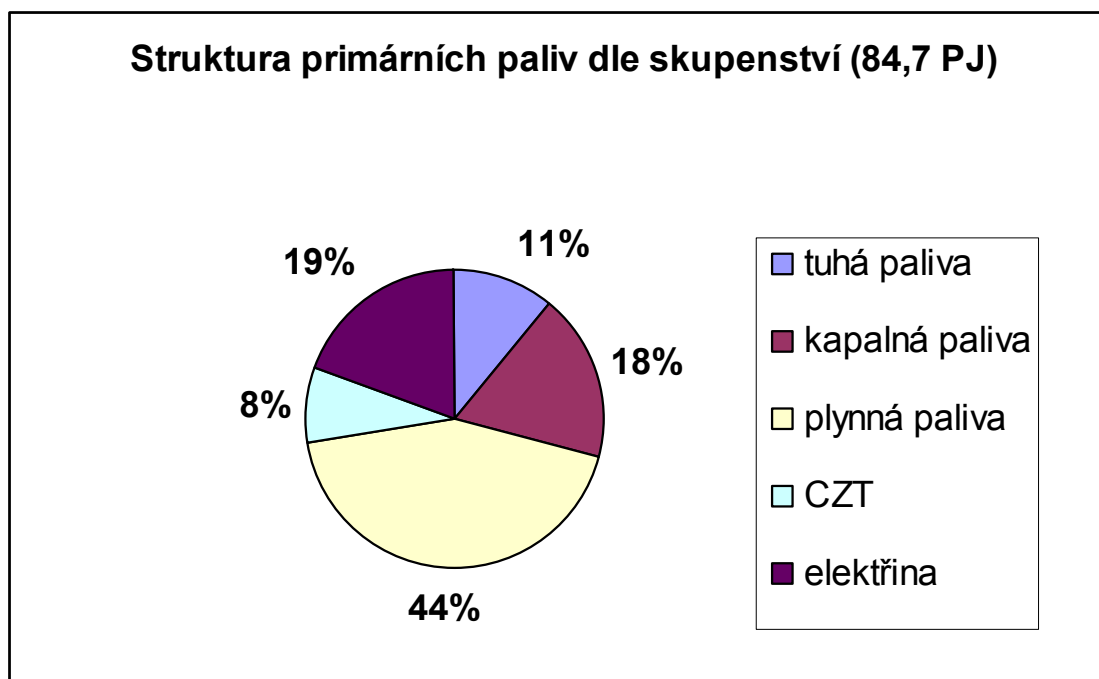
Celkový součet energie primárních paliv, která vstoupí za rok do Prahy, činí 84,7 PJ. Tato kapitola pojednává o celkové spotřebě primárních paliv, a hlavně o podílech používaných paliv dle skupenství a druhu. Nejlépe strukturu primárních paliv ukáže graf, do kterého jsou zahrnuta primární paliva dle druhu.



Graf 1 Struktura primárních paliv, Praha, 2001

3.1.1 Paliva dle skupenství (bez CZT a elektřiny)

Ve spotřebě dominují plynná paliva. Jejich procentuální zastoupení je znázorněno na grafu viz. níže. Ta tvoří 44% všech spotřebovávaných primárních paliv a energií. Tato plynná paliva jsou zastoupena převážně zemním plynem. 19 % podíl má na struktuře primárních paliv elektrina. Dále následují s 18 % kapalná primární paliva (mezi nimi mají největší podíl paliva pro dopravu). Menší podíl mají s 11% tuhá paliva. 8 % podíl na celkovém množství 84,7 PJ energie primárních paliv má teplo z CZT.



Graf 2 Struktura primárních paliv dle skupenství, Praha, 2001

3.1.1.1 Tuhá paliva

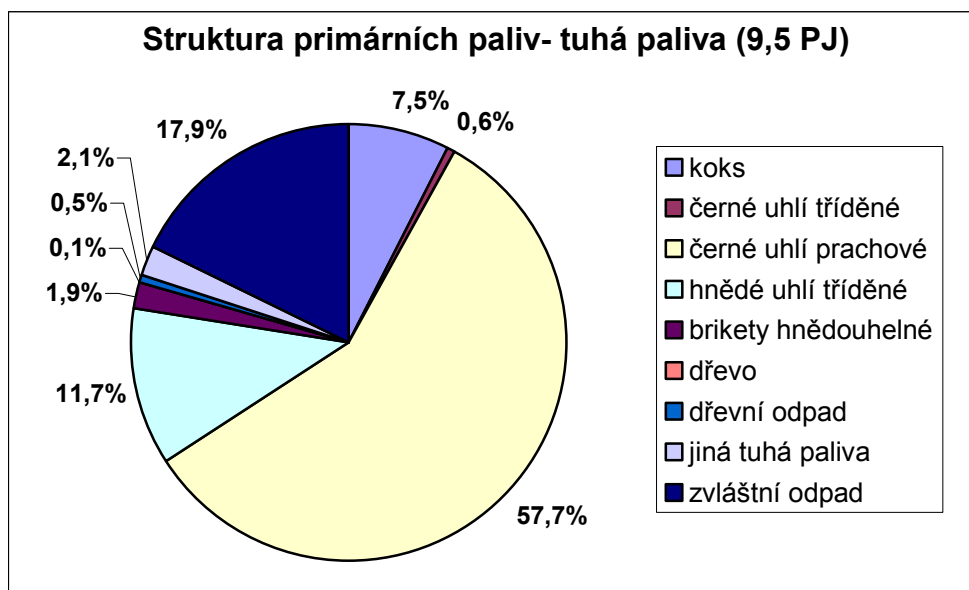
Součet energií primárních tuhých paliv činí dohromady 9 452 891 GJ/rok. Největším zdrojem energie je černé uhlí prachové, které představuje více jak polovinu energie tuhých paliv. Druhý největší podíl zaujímá hnědé uhlí tříděné. Ostatní složky, až na zvláštní odpad, představují pouze doplňkové zdroje energie.

Tabulka 9 Bilance primárních paliv

Palivo	Celkový součet (GJ)
koks	710 835
černé uhlí tříděné	55 281
černé uhlí prachové	5 458 814
hnědé uhlí tříděné	1 103 153
brikety hnědouhelné	182 116
dřevo	7 814
dřevní odpad	44 425
jiná tuhá paliva	196 872
zvláštní odpad	1 693 580
Celkem za tuhá paliva	9 452 891

Zdroj: ÚEK, 2001

Grafické znázornění této tabulky je vyjádřeno níže ve výšečovém grafu.



Graf 3 Struktura primárních paliv – tuhá paliva, Praha, 2001

Zdroj: ÚEK, 2004

Zvláštním odpadem je myšlen komunální odpad, který je využit pro energetické účely. Na území Prahy plní tento účel energetického využití odpadu Malešická spalovna, která se kromě redukce odpadu podílí i na výrobě tepla. V tomto případě lze takovéto zařízení označit jako víceúčelové. Také je vidět, že ačkoli se v případě komunálního odpadu jedná o „běžný odpad“, je tento i významným nosičem energie, kterou lze pro energetické účely využívat. V případě Prahy se jedná dokonce o celých 1,7 PJ.

3.1.1.2 Kapalná paliva

Součet energií primárních kapalných paliv činí dohromady 15,4 PJ/rok. Oproti pevným (a také kapalným) primárním palivům je jasně patrné jejich nižší využití, které je dáno převážně chybějícím produktovodem na území hl.m. Prahy v případě plynu, a také malou tradicí používání těchto paliv v porovnání s tuhými palivy. Největší podíl zaujímají pohonné hmoty pro dopravu, tj. motorová nafta a benzín. Využití ostatních druhů kapalných primárních paliv je minimální. Bilanci kapalných primárních paliv ukazuje tabulka 2.

Tabulka 10 Bilance primárních kapalných paliv

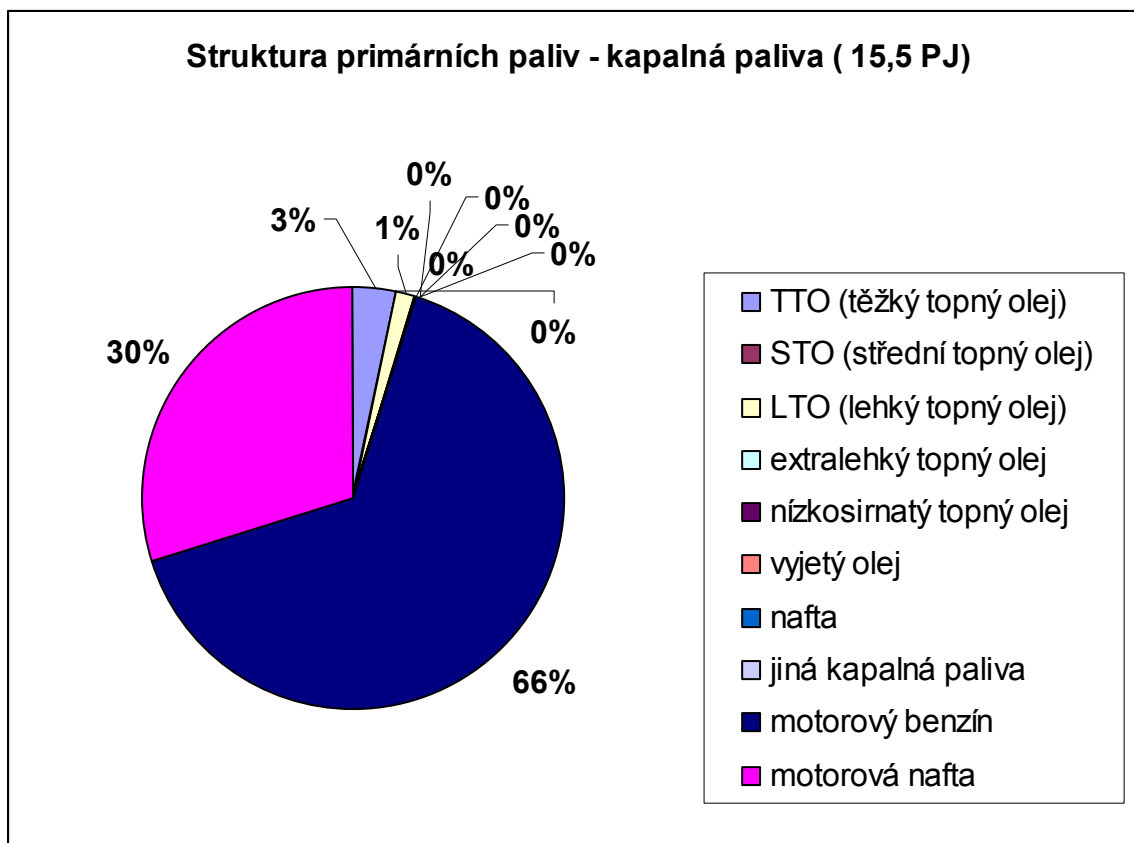
Palivo	Celkový součet (GJ)
TTO (těžký topný olej)	519 704
STO (střední topný olej)	820
LTO (lehký topný olej)	224 035
extralehký topný olej	5 946
nízkosímatý topný olej	5 596
vyjetý olej	82
nafta	1 126
jiná kapalná paliva	14 176
motorový benzín	9 964 155
motorová nafta	4 617 242
Celkem za kapalná paliva	15 352 882

Data pro dopravní sektor byla získána s využitím databáze Centra dopravního výzkumu (CDV) v Brně. CDV poskytla modelové údaje, vzniklé distribucí celkové spotřeby paliv v ČR do jednotlivých krajů (včetně Prahy) podle dopravního výkonu daného regionu. Tyto spotřeby jsou v časové řadě pro roky 2002 - 2006 (před rokem 2002 se tyto výpočty neprováděly). Pro Prahu v roce 2002 připadají následující údaje za silniční dopravu:

benzín: 233,4tis.tun.

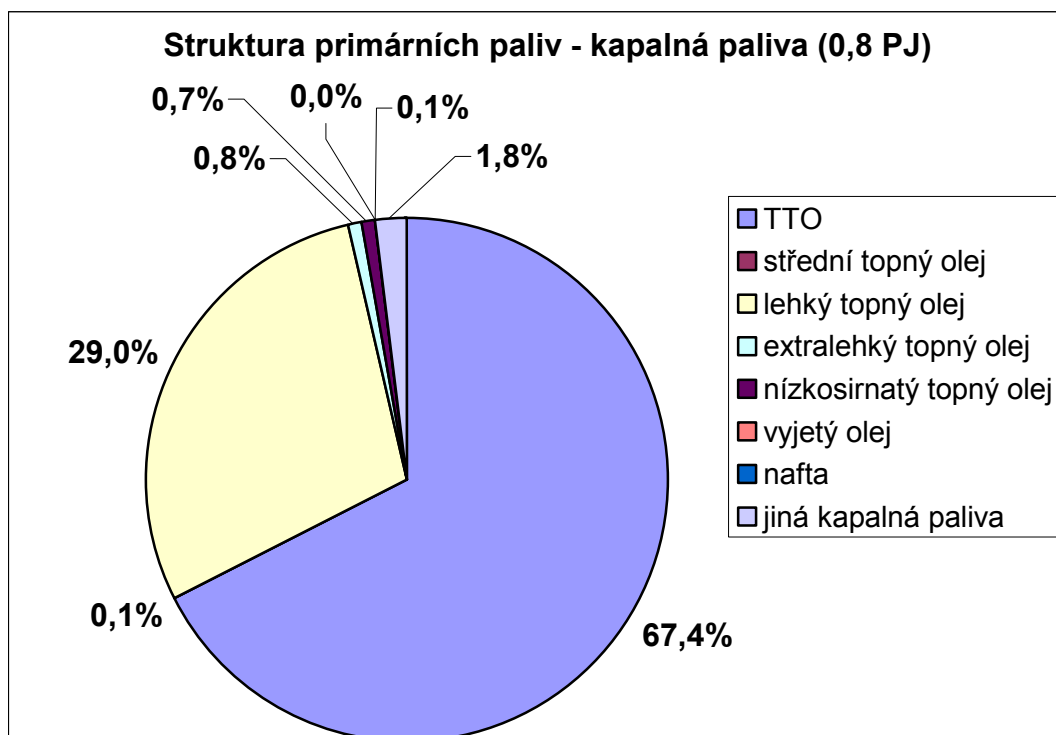
nafta: 112,5tis.tun.

Vzhledem k absenci relevantního údaje pro rok 2001, bylo nutné přistoupit na korekci dat z roku 2002 na rok předcházející. K tomu byl použit údaj o vozokilometrech na území hlavního města Prahy, který činil pro rok 2001 a 2002 5,65, resp. 5,85 mldr. vozokilometrů. Díky těmto údajům, které jsou dostupné na internetových stránkách Ústavu dopravního inženýrství (www.udl-praha.cz), bylo možné vypočítat přes poměry obou hodnot orientační údaj pro rok 2001.



Graf 4 Struktura primárních paliv - kapalná paliva, Praha, 2001

Takto tedy vypadal graf, který vyjadřoval celkovou strukturu kapalných paliv. Pokud ovšem budeme chtít ukázat pouze kolik primárních paliv se spotřebuje na výtop a jiné technologické procesy, je nutné z grafu vyčlenit motorová paliva (tj. motorový benzín a naftu). Tato paliva dohromady činí 0,8 PJ.



Graf 5 Struktura primárních paliv - kapalná paliva

Zdroj: ÚEK, 2004

Dominantními kapalnými palivy (bez motorového benzínu a nafty) jsou tedy těžký a lehký topný olej. Ostatní druhy jsou používány pouze lokálně. Nejlepším důkazem je vyjetý olej, který je spalován výhradně v provozovnách, které s takovýmto olejem pracují (např. autodílny).

3.1.1.3 Plynná paliva

Součet energií primárních plynných paliv činí dohromady 36,3 PJ/rok. Největším zdrojem energie je zemní plyn, který představuje téměř 99 % veškeré energie z plynných paliv. Ostatní složky, představují pouze doplňkové zdroje energie viz. tabulka 1.

Tabulka 11 Bilance primárních plynných paliv

Palivo	Celkový součet (GJ)
zemní plyn	35 790 439
propan butan	2 598
bioplyn	543 787
Celkem za plynná paliva	36 336 824

Zdroj: ÚEK, 2004

Grafické znázornění této tabulky není z důvodu zřetelné dominance zemního plynu potřebné.

Dominantním palivem je zde zemní plyn, který je do Prahy samozřejmě dovážen. Jiná situace je u bioplynu, který je v Praze vyráběn. Jako příklad může být bioplynová stanice, která je součástí odpadového hospodářství čistírny odpadních vod v Praze Tróji.

Jak je patrné z výše uvedených bilancí a grafů, zemní plyn zaujímá výsostné postavení mezi primárními palivy. Této pozice dosáhl nejen díky dřívější veliké podpoře ze strany státu, ale také díky svému snadnému transportu. Tato schopnost přenosu energie na velké vzdálenosti relativně „levně“ bude hrát velice důležitou roli i v budoucnu.

Perspektivním primárním zdrojem energie se jeví také bioplyn. Jeho osud (či trend) bude ovšem záviset i na pokračujících změnách v odpadovém hospodářství. Již na této bilanci primárních energetických zdrojů je vidět, jak důležité se pro oblast energetiky jeví odpadové hospodářství a s ním spojená legislativa.

3.1.2 Spotřeba primárních paliv a energie podle účelu spotřeby – členěno dle skupin OKEČ

V této části bude prezentováno rozdělení primární spotřeby paliv na území hl.m. Prahy dle kategorií OKEČ. Rozdělení podle OKEČ (Odvětvová klasifikace ekonomických činností) je pro tuto práci důležité proto, aby byla jasně vyjádřena (dis)proporcionalita spotřeby energií a paliv mezi jednotlivými uživateli (odběrateli).

Jedním z hlavních požadavků statistické práce je existence systému, který umožňuje vhodně zpracovat široký rozsah statistických dat za účelem jejich prezentace a analýzy. Společným jazykem pro sběr dat i zveřejňování statistických přehledů jsou klasifikační systémy.

Jednou ze základních statistických ekonomických klasifikací je Odvětvová klasifikace ekonomických činností (OKEČ). Je vypracována pro kategorizaci údajů, které souvisí s organizační jednotkou - ekonomickým subjektem. Poskytuje základnu pro přípravu statistických údajů o různých vstupech, výstupech, tvorbě kapitálu a finančních transakcích ekonomických subjektů.

S ohledem na informační závazky vůči OSN, Mezinárodnímu měnovému fondu a vzhledem k připravovaným dohodám s Evropskými společenstvími (ES) bylo při přípravě OKEČ rozhodnuto plně vycházet ze statistické klasifikace ekonomických činností ES - NACE revize 1 (ČSÚ, 2003).

Díky tomuto systému odvětvové klasifikace ekonomických činností je možné nejen na evropské, ale i na světové úrovni porovnávat výsledky, či bilance jednotlivých ekonomických odvětví.

Základní jednotkou rozdělení dle OKEČ jsou sekce, ty jsou dále členěny na subsektory, oddíly, skupiny, třídy a podtřídy činností. Klasifikace obsahuje tedy celkem 17 sekcí, 16 subsekcí, 62 oddílů, 224 skupin, 513 tříd a 663 podtříd činností.

Vzhledem k tomu, že nebylo možné nastřádat dostatečné množství potřebných dat vztahujících se k posledním rokům (tj. 2007, 2006), byla použita hlavně data z roku 2001. To ovšem znamená i mírnou odlišnost ve členění OKEČ. Pro tuto práci tedy bylo použito 20 skupin OKEČ. 18 skupin je vyčerpávajících. Zbylé dvě skupiny jsou zahrnuty do skupiny „ostatní“, které ve skutečnosti zahrnují minoritní podílníky na spotřebě energií a paliv v hl.m. Praze.

Do těchto 20 ti kategorií tedy patří:

- Zemědělství
- Dobývání ostatních nerostných surovin
- Průmysl potravinářský a tabákový
- Chemický a farmaceutický průmysl
- Papírenský a polygrafický průmysl, vydavatelské činnosti
- Gumárenský a plastikařský průmysl
- Průmysl skla, keramiky, porcelánu a stavebních hmot
- Výroba strojů a zařízení
- Výroba elektrických a optických přístrojů
- Výroba kovů a kovodělných výrobků
- Výroba dopravních prostředků
- Výroba a rozvod elektřiny, plynu a vody
- Stavebnictví
- Ostatní průmysl
- Doprava, skladování, pošty a telekomunikace
- Veřejná správa, obrana, sociální pojištění
- Školství
- Zdravotnictví

- Ostatní terciér
- Obyvatelstvo

Pro větší zpřehlednění spotřeby dle skupin OKEČ bylo použito následující dělení do sektorů spotřeby (dle ÚEK hl.m.P, 2004). Tyto sektory jsou 3: Průmysl, Nevýrobní sféra a Obyvatelstvo.

Do kategorie nevýrobní sféra patří: - doprava, skladování, pošty a telekomunikace

- veřejná správa, obrana, sociální pojištění,
- školství,
- zdravotnictví
- ostatní terciér

Do kategorie průmyslu patří zbytek kromě obyvatelstva, které logicky patří do sektoru Obyvatelstvo.

Motorový benzín a motorová nafta nebyly do rozdělení dle OKEČ zařazeny, protože nepodléhají statistickému výkaznictví dle OKEČ.

Spotřeba jednotlivých primárních paliv těmito třemi sektory je vystižena v následující tabulce:

Tabulka 12 Spotřeba primárních paliv a energií dle sektoru

[PJ/rok]	Průmysl	Nevýrobní sféra	Obyvatelstvo	Celkem	Podíl
koks	0,0	0,2	0,5	0,7	1,01%
černé uhlí	5,5		0,1	5,5	7,86%
hnědé uhlí	0,0	0,0	1,3	1,3	1,83%
dřevo	0,1	0,0		0,1	0,07%
jiná tuhá paliva	0,2			0,2	0,28%
zvláštní odpad		1,7		1,7	2,41%
topné oleje a nafta	0,6	0,2	0,0	0,8	1,08%
jiná kapalná paliva	0,0	0,0		0,0	0,02%
plynná paliva	11,8	11,5	13,0	36,3	51,81%
CZT	7,2			7,2	10,24%
elektrina	16,4			16,4	23,38%
Celkový součet	41,7	13,6	14,8	70,1	100,00%

Zdroj: ÚEK, 2004

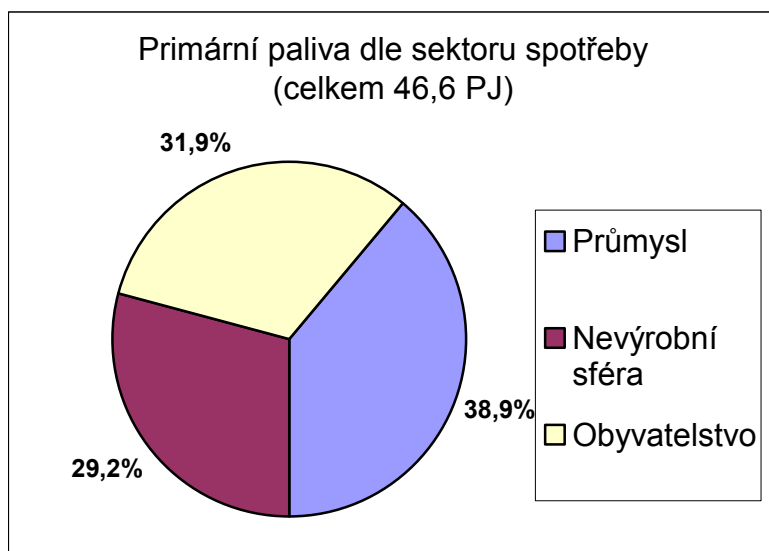
Z tabulky jsou patrné disproporce zejména u černého uhlí, jehož největším spotřebitelem je průmysl. Naopak jiná situace nastává u hnědého uhlí, které je nejvíce spotřebováno obyvatelstvem. Stejná disproporce platí i u koksu. Zvláštní odpad, který je spotřebováván

nevýrobní sférou, je komunální odpad, který je spalován v malešické spalovně a následně přeměněn na tepelnou energii pro CZT.

Za zmínku stojí rovnoměrná spotřeba plyných paliv napříč všemi sektory, což je dáno zejména dostupností zemního plynu v hlavním městě.

CZT a elektřina jsou dodávány do Prahy ve formě primárních paliv pouze společností, které je poté dále prodávají, proto nejsou v žádném jiném sektoru než v průmyslu.

Grafické vyjádření podílu jednotlivých sektorů je v následujícím grafu. Do tohoto grafu nebyla zahrnuta CZT a elektrická energie, neboť tato paliva se vyskytují pouze v průmyslovém sektoru, a tudíž nejsou zastoupena v nevýrobní sféře a obyvatelstvu.



Graf 6 Primární paliva dle sektoru spotřeby Zdroj: ÚEK, 2004

Obdobně jako u plynu je i na celkovém poměru spotřeb jednotlivými sektory vidět malá rozdílnost ve spotřebě sektorů.

3.1.2.1 Spotřeba jednotlivých primárních paliv a energií je u dílčích skupin OKEČ

Tabulka 13 Spotřeba primárních paliv dle skupin OKEČ (TJ/rok)

Typ spotřeby (skupina OKEČ)	koks	černé uhlí	jiná tuhá paliva a odpad	topné oleje a jiná kap.pal.	plynná paliva	CZT	Elektřina	Celkový součet
Zemědělství	4			1	39			43

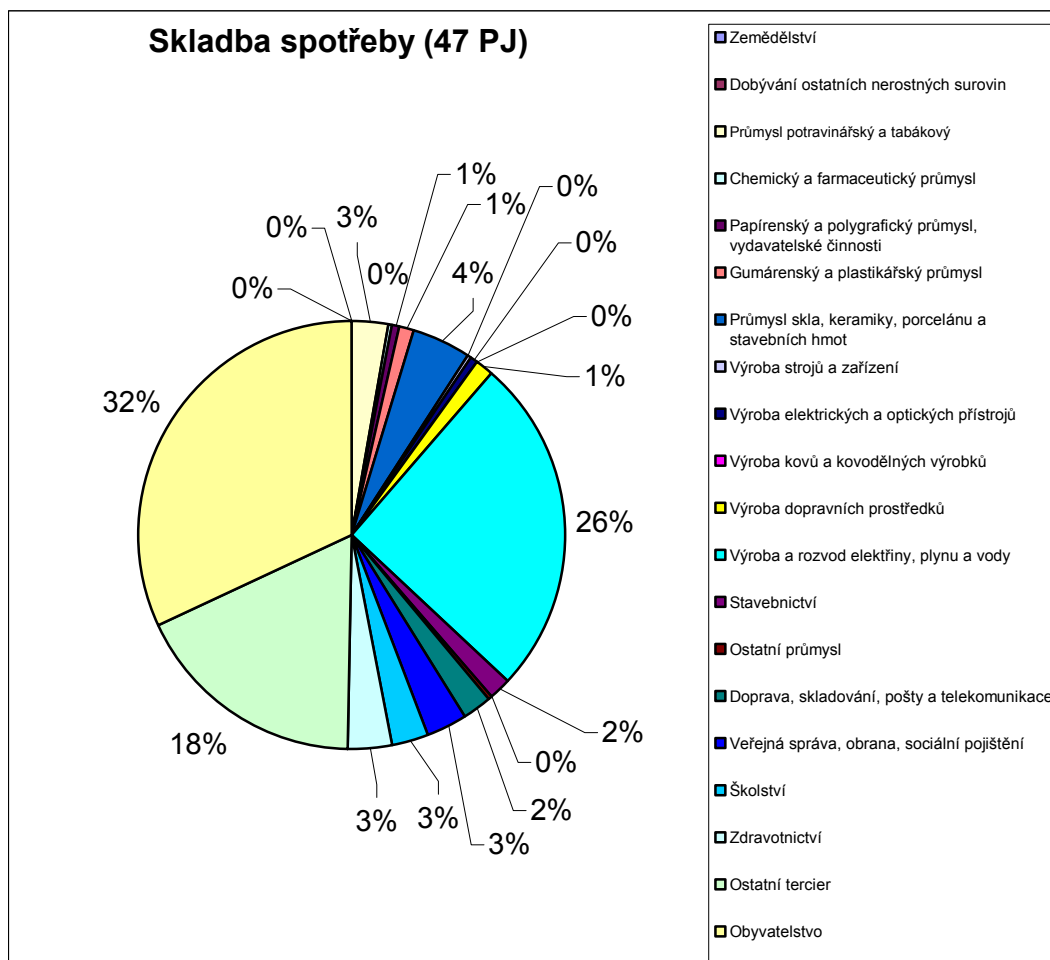
Dobývání ostatních nerostných surovin					2			2
Průmysl potravinářský a tabákový	1				1 230			1 231
Chemický a farmaceutický průmysl				7	184			191
Papírenský a polygrafický průmysl, vydavatelské činnosti	6				231			238
Gumárenský a plastikařský průmysl	3				541			544
Průmysl skla, keramiky, porcelánu a stavebních hmot		1 631	197	57	112			1 997
Výroba strojů a zařízení				3	172			175
Výroba elektrických a optických přístrojů	4				175			178
Výroba kovů a kovárenských výrobků	1				85			87
Výroba dopravních prostředků				2	603			605
Výroba a rozvod elektřiny, plynu a vody	2	3 828		464	7 623	7 179	16 396	35 493
Stavebnictví	13			30	755			799
Ostatní průmysl	1		51	1	49			102
Doprava, skladování, pošty a telekomunikace	12			24	1 027			1 063
Veřejná správa, obrana, sociální pojištění	46			44	1 287			1 377
Školství	34			2	1 229			1 265
Zdravotnictví	9			5	1 613			1 627
Ostatní terciér	136		1 695	97	6 350			8 278
Obyvatelstvo	1 725	55		33	13 030			14 843
	1 996	5 514	1 943	771	36 337	7 179	16 396	70 137

Zdroj: ÚEK, 2004

Pozn. průmysl, nevýrobní sektor, obyvatelstvo

Z výše uvedené tabulky je pozorovatelný jeden důležitý fakt, a tím je, že plynná paliva jsou spotřebována všemi sektory. Tato informace je velmi důležitá zejména z hlediska úspor energie a otázek energetické bezpečnosti. Takováto vyrovnaná spotřeba skrze všechny sektory nebude samozřejmě ve všech krajích a regionech v ČR stejná, podobně jako v Praze tomu bude také u jiných velkých měst s bohatou infrastrukturou rozvodu plynu a bohatším obyvatelstvem ochotným si připlatit za „pohodlné“ a čisté palivo.

Narážkou na rovnoměrnou spotřebu plynu jsem chtěl poukázat na nutnost přistupovat k energetickým úsporám decentralizovaně a dle místních specifik. Spotřeba paliv (ať již primárních, či po přeměnách) bude jistě velmi záviset na místních zvyklostech a ekonomické situaci obyvatelstva – viz. české vesnice v zimním období dusící se pod kouřovou dekou ze spalování uhlí.



Graf 7 Skladba spotřeby dle skupin OKEČ (bez elektřiny a CZT)

Zdroj: ÚEK, 2004

Níže jsou uvedeny nejvýznamnější skupiny OKEČ, co se týče spotřeby primárních paliv a jejich podílu na spotřebě.

3.1.2.2 Výroba a rozvod elektřiny, plynu a vody

Největší spotřebu primárních paliv vykazuje skupina „Výroba a rozvod elektřiny, plynu a vody“. Její spotřeba dosahuje téměř 35,5 PJ. Nejvíce energie zde tvoří elektrická energie, a to 16,4 PJ. Opět i zde je velkou měrou spotřebováno zemního plynu, a to 7,6 PJ. O něco menší

spotřebu vykazuje CZT, čili teplo dodávané z elektrárny Mělník. To má hodnotu 7,2 PJ. Další spotřebovávaná kategorie paliva je černé uhlí. Jeho spotřeba touto skupinou OKEČ činí 3,8 PJ. Téměř 0,5 PJ je spotřebováno v topných olejích a naftě. Ostatní paliva jsou využívána v zanedbatelném množství.

3.1.2.3 Obyvatelstvo

Vysokou spotřebu vykazuje také skupina obyvatelstvo, jak již bylo uvedeno v grafu 4. Spotřeba primárních paliv obyvatelstvem je téměř 15 PJ, což tvoří 32% celkové spotřeby všemi skupinami.

Jak již bylo zmíněno, obyvatelstvo z primárních paliv nejvíce spotřebovává plyných paliv. Tato paliva jsou bez debat tvořena výlučně zemním plynem. Jeho spotřeba obyvatelstvem je mírně přes 13 PJ. Důvody vysokého využití plynu byly již výše popsány. Další důvody takovéto spotřeby budou pospány v kapitole věnující se spotřebě paliv po přeměnách. V této kapitole bude věnována část i výsledkům šetření ENERGO 2004, které do jisté míry zjistilo vybavení domácností spotřebiči.

Druhou nejčastěji spotřebovávanou skupinou primárních paliv obyvatelstvem jsou tuhá paliva (koks + černé uhlí + hnědé uhlí). Jejich celkové spotřebované množství obyvatelstvem činí téměř 1,8 PJ. Nejvíce je spotřebováno hnědé uhlí, a to skoro ze 75%. Hnědé uhlí je také specifické pro obyvatelstvo, protože jinými skupinami OKEČ není téměř používáno. Ostatní paliva tvoří zanedbatelnou část spotřeby primárních paliv.

3.1.2.4 Průmysl skla, keramiky, porcelánu a stavebních hmot

Další významnou skupinou z hlediska spotřeby primárních paliv je skupina „Průmysl skla, keramiky, porcelánu a stavebních hmot“. Její spotřeba primárních paliv je téměř 2 PJ. Tato skupina je na území hlavního města Prahy zastoupena hlavně cementárnou Radotín. Podle veliké potřeby energie resp. tepla pro tento sektor je samozřejmě převládajícím nosičem energie (z důvodu ceny) černé uhlí. To je v této skupině mnohem více využíváno jak plyná paliva.

Vyjádřeno množstvím, tak je spotřebováno celkem 1,6 PJ černého uhlí v primárním palivu. Dále je spotřebováno necelých 0,4 PJ je spotřebováno v jiných palivech (plyn a jiná tuhá paliva)

3.1.2.5 Průmysl potravinářský a tabákový

Ze sektoru průmyslu má ještě spotřebu primárních paliv nad 1 PJ skupina „Průmysl potravinářský a tabákový“. Její spotřeba je 1,2 PJ, a téměř celá je zajišťována zemním plynem. Tato skupina je reprezentována mnohými výrobními potravinářskými, ale hlavně nápojářskými podniky na území hlavního města Prahy. Z dosud fungujících je to například stáčírna firmy Coca-Cola Beverages Česká republika, spol. s r.o. na Praze 9, dále závod PepsiAmericas / General Bottlers ČR s.r.o., taktéž na Praze 9. Velkou část spotřeby také ukrajuje pivovar Staropramen na pražském Smíchově, patřící Pivovarům Staropramen.

V současné době bude spotřeba primárních paliv a jejich struktura zřejmě jiná, neboť v posledních 4 letech došlo zejména v Praze 4 a 12 ke zrušení několika potravinářských výrobních podniků. Namátkou můžeme jmenovat Branický pivovar, jehož výroba se zmodernizovala a přesunula na Smíchov. Další podniky byly zrušeny bez náhrady na území Prahy. Jedná se zejména o výrobu čokoládovny Orion (vlastník Nestlé a.s.) a modřanský cukrovar.

Na jejich místě byly/budou postaveny nové administrativní/bytové budovy, čili ke změnám ve spotřebě jistě dojde i v sektoru služeb (terciéru) a obyvatelstvu.

3.1.2.6 Průmysl – ostatní skupiny

Z ostatních skupin sektoru průmyslu se přes 0,5 PJ spotřebovaných primárních paliv dostává pouze skupina „Gumárenský a plastikářský průmysl“, „Stavebnictví“ a skupina „Výroba dopravních prostředků“ s 0,54, 0,8 resp, 0,6 PJ. Nejen u těchto tří skupin, ale i u zbytku ze sektoru průmyslu je dominantním primárním palivem zemní plyn. Dalšími hojně využívanými druhy primárních paliv jsou topné oleje spolu s naftou a koks. V malé míře je využíváno i dřevo jako primární palivo.

Ostatní skupiny ze sektoru průmyslu nemají podstatný vliv na spotřebu za průmyslový sektor. Tomu je hlavně díky útlumu průmyslové výroby na území hlavního města, která přišla spolu s ekonomickou transformací na začátku 90. let 20. století. Přesto lze ale konstatovat, že i na území našeho hlavního města se nachází celá pestrá škála průmyslových podniků, jež se stále podílejí na celkové spotřebě.

3.1.2.7 Nevýrobní sféra

Přestože sektor nazývaný nevýrobní sféra zahrnuje celkem 5 skupin, tak budou popsány z důvodu velice podobné struktury spotřeby společně. Do sektoru nevýrobní sféra patří „Doprava, skladování, pošty a telekomunikace“, „Veřejná správa, obrana, sociální pojištění“, „Školství“, „Zdravotnictví“ a skupina zahrnující zbývající nezahrnuté skupiny, zvaná jako „Ostatní terciér“. Jejich celková spotřeba je 13,6 PJ. Největší spotřebu primárních paliv (8,3 PJ) má „Ostatní terciér“. Spotřeba u zbývajících čtyřech skupin kolísá od 1 do 1,6 PJ. Opět dominantním primárním palivem je zde zemní plyn, který se podílí na spotřebě téměř 85% . Zbývající podíl primárních energií připadá na koks, topné oleje a naftu, a také na zvláštní odpad. Koks a topné oleje jsou spotřebovávány v množství kolem 0,4 PJ za oba druhy paliva. Zvláštním odpadem je myšlen komunální odpad určený a zpracováváný v malešické spalovně, kde je poté vyráběna tepelná energie (viz. energie po přeměnách).

Z výše popsané spotřeby je patrné, jak je Praha zřetelně orientována stále více na služby. Vždyť jen tento samotný sektor se podílí na spotřebě primárních paliv 29,2%. V jiných oblastech, orientovaných zejména na průmysl, je podobná rovnoměrnost u spotřeby primárních paliv průmyslem a nevýrobní sférou nemyslitelná.

3.1.3 Struktura spotřeby primárních paliv a energie podle typu zdroje

V této kapitole se budeme opět zabývat primárními zdroji energie. Tentokrát nebude spotřeba členěna dle účelu spotřeby – tedy dle OKEČ, ale podle typu zdroje. Ve statistikách se používají jako typy zdroje kategorie REZZO. Co to je REZZO? REZZO znamená „Registr emisních zdrojů znečištění ovzduší“. Hlavním cílem je vést registr měrných emisí znečišťujících látek, navíc členěných dle krajů. Pro potřeby veřejně dostupných registrů postačuje uvádět tuhé látky, oxid siřičitý, NOX, oxid uhelnatý a VOC. Správou databáze REZZO za celou Českou republiku je pověřen ČHMÚ. Mimo tyto látky/sloučeniny je důležitou vstupní informací pro registry REZZO informace o dalších technických údajích o zdrojích a jejich provozu (údaje o kotlích, palivu, technologiích a odlučovačích). Z těchto údajů se právě bude vycházet v této kapitole, kdy bude rozdělena spotřeba primárních zdrojů energie podle REZZO.

Jak vyplynulo z předchozího textu, ani v této kapitole se nebude počítat se spotřebou motorových paliv (tj. benzín a motorová nafta).

Zdroje znečišťování se člení na zdroje stacionární a mobilní. Zdroje stacionární jsou dále členěny podle tepelného výkonu, míry vlivu technologického procesu na znečišťování ovzduší nebo rozsahu znečišťování. Zdroje emitující do ovzduší znečišťující látky jsou celostátně sledovány v rámci tzv. Registru emisí a zdrojů znečišťování ovzduší (REZZO). Stacionární zdroje jsou zahrnuty v dílčích souborech REZZO 1 - 3, mobilní zdroje jsou začleněny v dílčím souboru REZZO 4.

Kategorie REZZO 4 nebudou pro tuto práci použity, neboť dopravu, či přepravu osob a materiálu nelze pevně připoutat pouze k jednomu místu, či městu. Jak už vyplývá z názvu, jedná se o zdroje mobilní, čili těžko je přiřadit k místu. Přehled kategorií zdrojů a jejich základních charakteristik je uveden v následující tabulce.

Tabulka 14 Rozdělení stacionárních zdrojů znečišťování ovzduší

Druh zdroje		
Velké zdroje znečišťování	Střední zdroje znečišťování	Malé zdroje znečišťování
REZZO 1	REZZO 2	REZZO 3
stacionární zařízení ke spalování paliv o tepelném výkonu vyšším než 5 MW a zařízení zvláště závažných technologických procesů	stacionární zařízení ke spalování paliv o tepelném výkonu od 0,2 do 5 MW, zařízení závažných technologických procesů, uhelné lomy a plochy s možností hoření, zapaření nebo úletu znečišťujících látek	stacionární zařízení ke spalování paliv o tepelném výkonu, nižším než 0,2 MW zařízení technologických procesů, nespádajících do kategorie velkých a středních zdrojů, plochy, na kterých jsou prováděny práce, které mohou způsobovat znečišťování ovzduší, skládky paliv, surovin, produktů a odpadů a zachycených exhalátů a jiné stavby, zařízení a činnosti, výrazně znečišťující ovzduší
bodový zdroj	bodový zdroj	plošné zdroje
Způsob evidence: zdroje jednotlivě sledované	Způsob evidence: zdroje jednotlivě sledované	Způsob evidence: zdroje hromadně sledované

Zdroj: ČHMÚ, 2008

Výchozím podkladem pro emisní bilanci látek znečišťujících ovzduší pro velké zdroje jsou údaje z Oznámení o poplatcích za znečišťování ovzduší ověřované Českou inspekcí životního prostředí (ČIŽP). (čerpáno ze zdrojů ČHMÚ) Ohledně spotřeby primárních paliv dle kategorií REZZO lze poznamenat několik faktů, které vycházejí z tabulky č.7 (Struktura spotřeby podle typu zdroje). Tato tabulka zahrnuje ještě kromě kategorií REZZO i další kategorie jako je „Zemní plyn Maloodběr“, „Zemní plyn Velkoodběr“, „Lokální topeniště obyvatelstvo“ a „Zemní plyn obyvatelstvo“.

Spotřeba primární energie je u průmyslových zdrojů REZZO (hlavně REZZO 3) vyšší na straně zdrojů centrálního zásobování teplem (CZT), než na straně ostatních zdrojů. U průmyslu je pro zdroje REZZO 1 CZT hlavně spotřebováváno černé uhlí a topné oleje s naftou. Mimo zdrojů REZZO 1 jsou pro průmyslové zdroje CZT velice důležitým palivem i plynná paliva. Pro zdroje CZT spotřebuje průmysl 11,6 PJ v primárních palivech. Pro zdroje ostatní 6,5 PJ. Celkem tedy spotřebuje průmysl pro zdroje kategorie REZZO a ZP Malo- a Velkoodběr 18,1 PJ energie v primárních palivech.

V sektoru nevýrobní sféry je pro zdroje REZZO CZT typická spotřeba zvláštního odpadu (viz. Spalovna Malešice). Ten tvoří téměř 1,7 PJ. Pro ostatní zdroje REZZO a ZP Malo- a Velkoodběr je spotřebováno v primárním palivu téměř 11,9 PJ. Celkem spotřebuje nevýrobní sféra v těchto zdrojích 13,6 PJ energie v primárním palivu. Oproti průmyslu je patrná diametrálně odlišná spotřeba mezi zdroji CZT a ostatními zdroji.

Obyvatelstvo samozřejmě žádnou primární energii ze zdrojů CZT nespotebovává (to až jako energii po přeměnách). Proto veškerá spotřeba v kategoriích REZZO připadá na ostatní zdroje. Zde je dominantním „Zemní plyn obyvatelstvo“ s 9,3 PJ. Z povzdálí je následován „Zemní plyn Maloodběr“, „Zemní plyn Velkoodběr“, „Lokální topeniště obyvatelstvo“. Z tyto tři kategorie vykazují každá spotřebu přes 1,5 PJ. Kategorie REZZO 2 a REZZO 3 mají pouze malý podíl na spotřebě obyvatelstva. Celkem je spotřebováno 14,8 PJ primárních paliv a energie za skupinu obyvatelstvo.

Tabulka 15 Struktura spotřeby podle typu zdroje

Primární spotřeba (PJ)		Zdroje CZT				Celkem z Zdroje CZT	Celkem z Ostatní zdroje	Celkový součet
Sektor spotřeby	Kategorie zdroje	černé uhlí	zvláštní odpad	topné oleje a nafta	plynná paliva			
Průmysl	REZZO 1	3,83		0,46		4,29	2,09	6,39
	REZZO 2						0,11	0,11
	REZZO 3						0,01	0,01
	Zemní plyn Maloodběr						0,28	0,28
	Zemní plyn Velkoodběr				7,36	7,36	3,96	11,32
Celkem z Průmysl		3,83		0,46	7,36	11,65	6,46	18,11
Nevýrobní sféra	REZZO 1		1,69			1,69	0,40	2,09
	REZZO 2						0,30	0,30
	REZZO 3						0,07	0,07

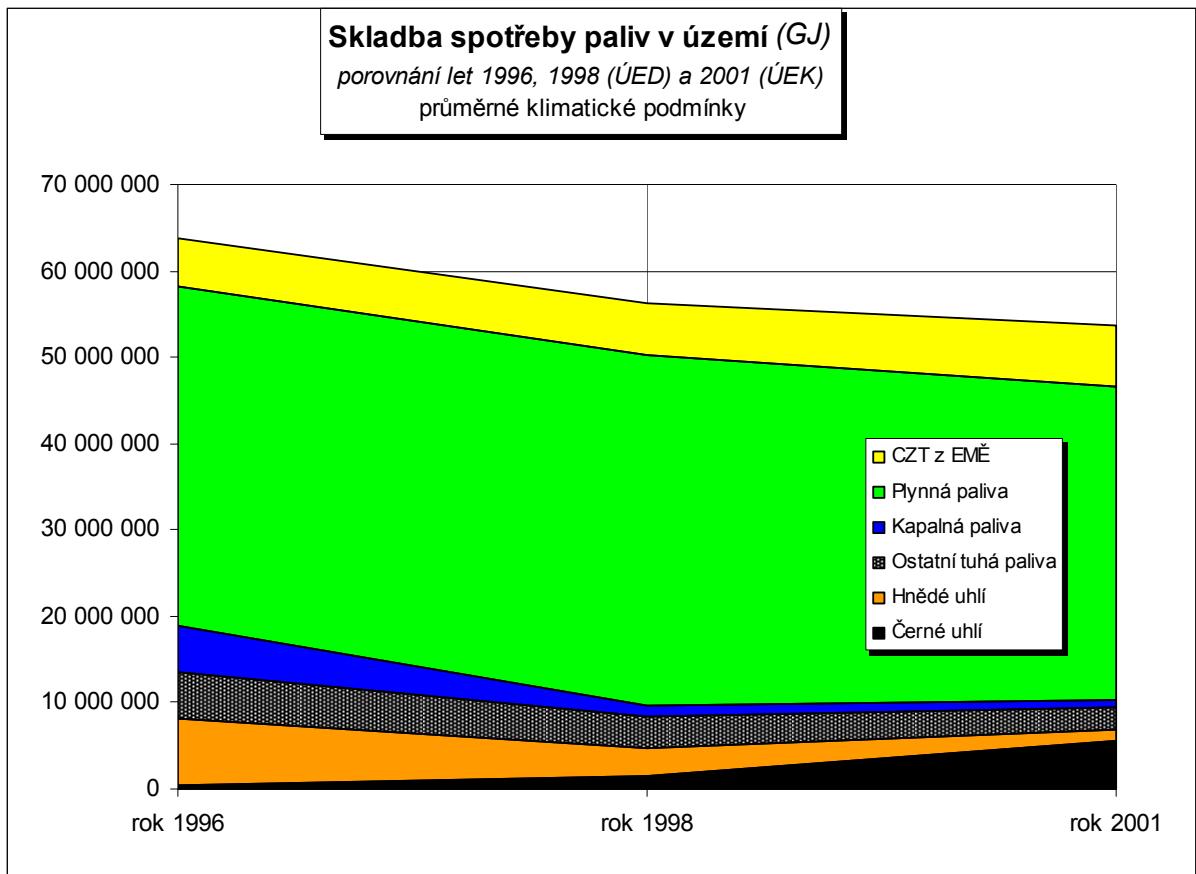
	Zemní plyn Maloodběř						3,26	3,26
	Zemní plyn Velkoodběř				0,02		7,87	7,90
Celkem z Nevýrobní sféra			1,69		0,02	1,72	11,89	13,61
Obyvatelstvo	REZZO 2						0,14	0,14
	REZZO 3						0,04	0,04
	Lokální topeniště obyvatelstvo						1,63	1,63
	Zemní plyn Obyvatelstvo						9,30	9,30
	Zemní plyn Maloodběř						1,75	1,75
	Zemní plyn Velkoodběř						1,98	1,98
Celkem z Obyvatelstvo							14,84	14,84
Celkový součet		3,83	1,69	0,46	7,38	13,37	33,19	46,56
Z celkové spotřeby primárních paliv dle zdrojů							28,70%	71,30%
							100%	

Pozn. - do zdrojů REZZO není započteno CZT a elektrická energie

Zdroj: ÚEK, 2004

3.1.4 Vývoj spotřeby primárních paliv na území hl.m. Prahy

Spotřeba paliv v území hlavního města Prahy má minimálně od roku 1996 sestupný charakter. Z grafu patrný pokles spotřeby kapalných paliv, hnědého uhlí a ostatních tuhých paliv. Naopak je v grafu patrný nárůst spotřeby černého uhlí. Nárůst spotřeby černého uhlí je možné přičíst i stále dokonalejší evidenci primárních paliv. V každém případě je jasně patrný trend ve stále větším používání zemního plynu na území hlavního města Prahy na úkor tuhých paliv. To má za následek nejen zlepšení stavu ovzduší na území Prahy, ale také nižší produkci emisí zejména oxidu uhličitého. (Pozn. do grafu nebyla přidána motorová nafta a benzín, neboť pro tato paliva neexistuje v daném časovém rozmezí datový zdroj)



Graf 8 Skladba spotřeby paliv v území, Praha

Zdroj: SEVEn, 2004

3.2 Spotřeba paliv po přeměnách v hlavním městě Praze

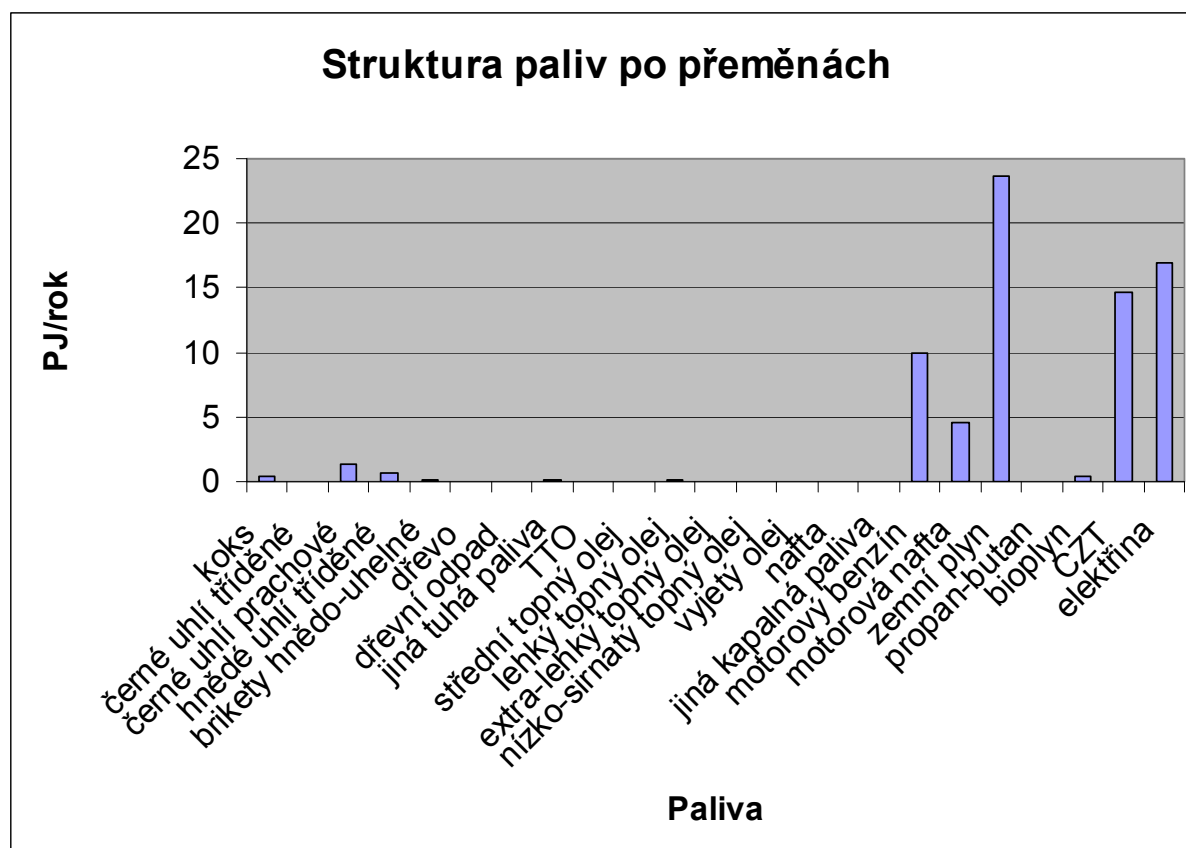
Opět pro lepší a přehlednější rozdělení jsou tato paliva roztríděna do kategorií podle skupenství.

- Tuhá paliva – koks, černé uhlí tříděné, černé uhlí prachové, hnědé uhlí tříděné, brikety hnědouhelné, dřevo, dřevní odpad, jiná tuhá paliva
- Kapalná paliva – těžký topný olej, střední topný olej, lehký topný olej, extralehký topný olej, nízkosirnatý topný olej, vyjetý olej, nafta a jiná kapalná paliva
- Plynná paliva – zemní plyn,propan-butan, bioplyn
- CZT
- Elektřina
- Paliva pro dopravu

Počet kategorií paliv po přeměnách nám oproti primárním palivům mírně stoupl. Stejně tak stoupla i jejich spotřeba. Ohledně zvýšení počtu kategorií paliv a energií je nutné zdůraznit roli elektřiny a CZT (centrální zásobování teplem). Tyto dvě kategorie patří spolu se zemním plynem k hlavním palivům a energiím po přeměnách, které jsou využívány v hlavním městě Praze. O elektrické energii a hustotě elektrických přípojek se není snad ani třeba rozepisovat. Zato teplo (CZT) je nosičem energie, který není ve zdaleka obvyklý ve všech sídlech v ČR. Kromě zásobování teplem průmyslových podniků již z doby před světovými válkami, zažilo CZT na území Prahy veliký rozvoj spojený zejména s masovou výstavbou bydlení sídlištního typu (panelová sídliště). S tím souvisí i nejvyšší koncentrace teplovodů a přípojek CZT v okolí pražských sídlišť.

3.2.1 Paliva dle typu a skupenství

Celkový součet paliv a energie po přeměnách, vstoupivších za rok do Prahy, činí 73,3 PJ. Jejich poměrné zastoupení je vyjádřeno sloupcovým grafem. Z pohledu na graf jasně vyplývá dominantní postavení zemního plynu. Naopak je patrný zanedbatelný podíl tuhých paliv. Opět je patrný vysoký podíl na spotřebě motorové nafty a benzínu. CZT i elektřina jsou spotřebovávány téměř v rovnováze.



Graf 9 Struktura paliv po přeměnách, Praha, 2001

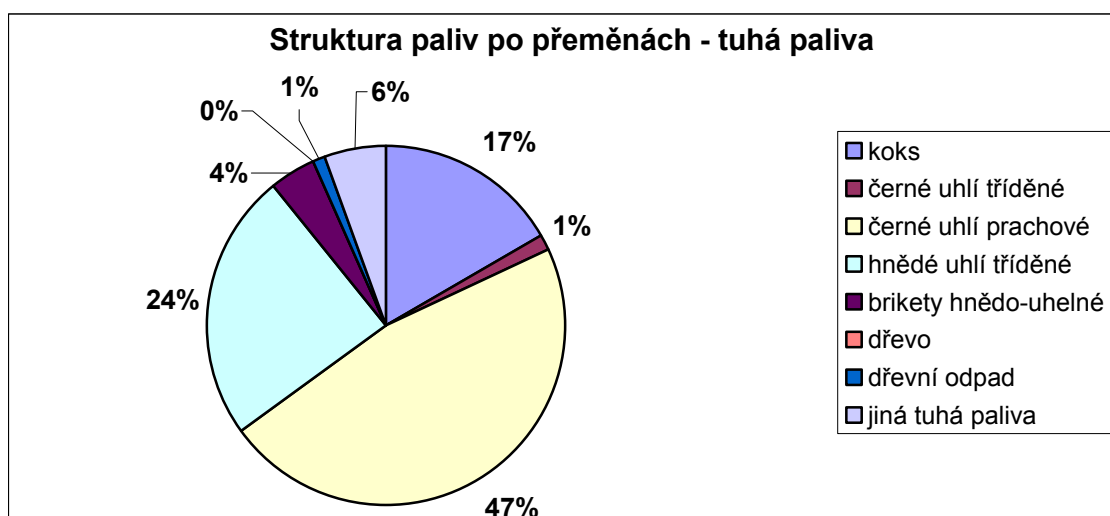
3.2.1.1 Tuhá paliva

Součet energií tuhých paliv po přeměnách činí dohromady 2 779 079 GJ/rok. Největším zdrojem energie je černé uhlí prachové, které představuje téměř polovinu energie tuhých paliv. Druhý největší podíl zaujímá hnědé uhlí tříděné. Třetí místo patří koksu. Ostatní složky, až na jiná tuhá paliva, představují pouze doplňkové zdroje energie.

Tabulka 16 Spotřeba paliv po přeměnách - celkem

Palivo	Celkový součet (GJ)
koks	466 367
černé uhlí tříděné	33 721
černé uhlí prachové	1 304 723
hnědé uhlí tříděné	674 204
brikety hnědouhelné	111 091
dřevo	4 820
dřevní odpad	26 655
jiná tuhá paliva	157 498
Celkem za tuhá paliva	2 779 079

Toto číselné vyjádření je také znázorněno grafem (viz. Graf 10)



Graf 10 Struktura paliv po přeměnách - tuhá paliva, Praha, 2001

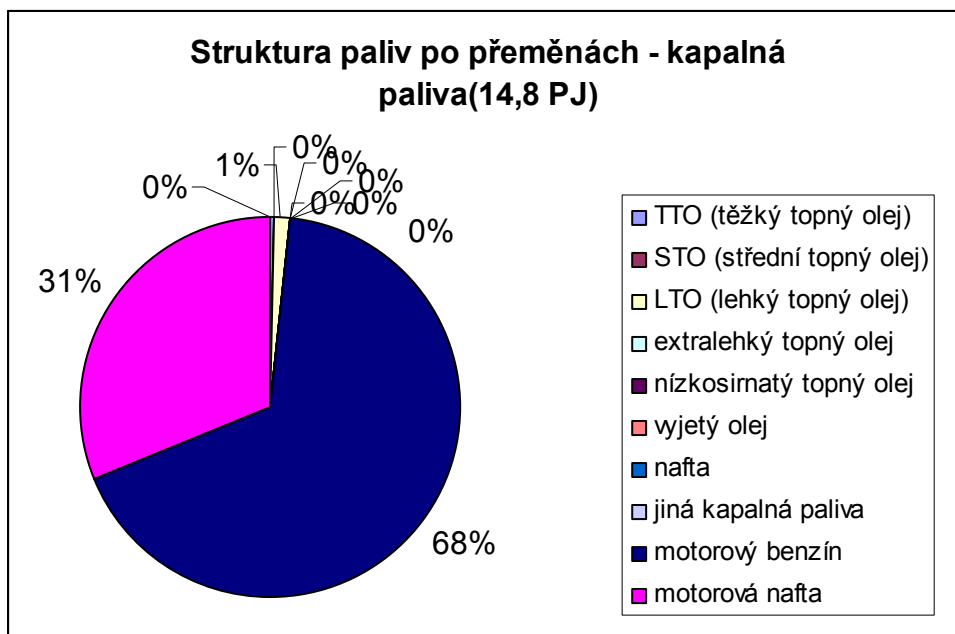
Zdroj: ÚEK, 2004

3.2.1.2 Kapalná paliva

Součet energií kapalných paliv činí dohromady 14,8 PJ/rok. Největší podíl zaujímají pohonné hmoty, tj. motorová nafta a benzín. Méně jsou spotřebovávány topné oleje, a to hlavně lehký topný olej a těžký topný olej. Využití ostatních druhů kapalných paliv je minimální. Bilanci a poměr kapalných paliv ukazuje tabulka, resp. graf.

Tabulka 17 Spotřeba kapalných paliv po přeměnách, Praha, 2001

Palivo	Celkový součet (GJ)
TTO (těžký topný olej)	44 281
STO (střední topný olej)	656
LTO (lehký topný olej)	184 371
extralehký topný olej	4 995
nízkosírný topný olej	4 701
vyjetý olej	68
nafta	919
jiná kapalná paliva	11 516
motorový benzín	9 964 155
motorová nafta	4 617 242
Celkem za kapalná paliva	14 832 904



Graf 11 Struktura paliv po přeměnách - kapalná paliva, Praha, 2001

3.2.1.3 Plyná paliva

Součet energií plyných paliv činí dohromady 24 120 443 GJ/rok. Největším zdrojem energie je zemní plyn, který představuje 98% veškeré energie z plyných paliv. Ostatní složky, představují pouze doplňkové zdroje energie viz. tabulka.

Tabulka 18 Bilance plyných paliv po přeměnách, Praha, 2001

Palivo	Celkový součet (GJ)
zemní plyn	23 649 748
propan butan	2 222
bioplyn	468 473
Celkem za plyná paliva	24 120 443

Zdroj: ÚEK, 2004

Grafické znázornění této tabulky není z důvodu jasného dominantního zastoupení zemního plynu potřebné.

3.2.2 Spotřeba energie a paliv po přeměnách podle účelu spotřeby – členěno dle skupin OKEČ

V této části bude prezentováno rozdělení spotřeby energie a paliv po přeměnách na území hl.m. Prahy dle kategorií OKEČ. Rozdělení podle OKEČ, jeho kategorie a důležitost takového rozdělení byla již popsána v kapitole o primárních palivech. Motorový benzín a motorová nafta nebyly do rozdělení dle OKEČ zařazeny, protože nepodléhají statistickému výkaznictví dle OKEČ.

Počet kategorií byl pro energie a paliva po přeměnách rozšířen o kategorii „Elektrina velkooběr“.

Přehled jednotlivých spotřeb paliv a energie je v následující tabulce, která udává spotřebu paliv a energie dle hospodářských sektorů.

Tabulka 19 Spotřeba paliv a energií po přeměnách dle hospodářských sektorů, Praha, 2004

[GJ/rok]	Průmysl	Elektrina velkooběr	Nevýrobní sféra	Obyvatelstvo	Celkem	Podíl
koks	19 151		158 529	288 687	466 367	0,8%
černé uhlí	1 304 723			33 721	1 338 444	2,3%
hnědé uhlí	4 291		5 563	775 441	785 295	1,3%
dřevo	30 830		645		31 475	0,1%
jiná tuhá paliva	157 498				157 498	0,3%
topné oleje a nafta	74 066		139 066	26 858	239 990	0,4%
jiná kapalná paliva	7 851		3 665		11 516	0,0%
plynná paliva	3 813 349		9 959 843	10 347 250	24 120 443	41,1%
CZT	1 274 578		4 146 227	9 285 777	14 706 583	25,0%
elektrina	630 297	8 835 807	2 101 545	5 328 693	16 896 343	28,8%
Celkový součet	7 316 633	8 835 807	16 515 084	26 086 428	58 753 952	100,0%

Zdroj: ÚEK, 2004

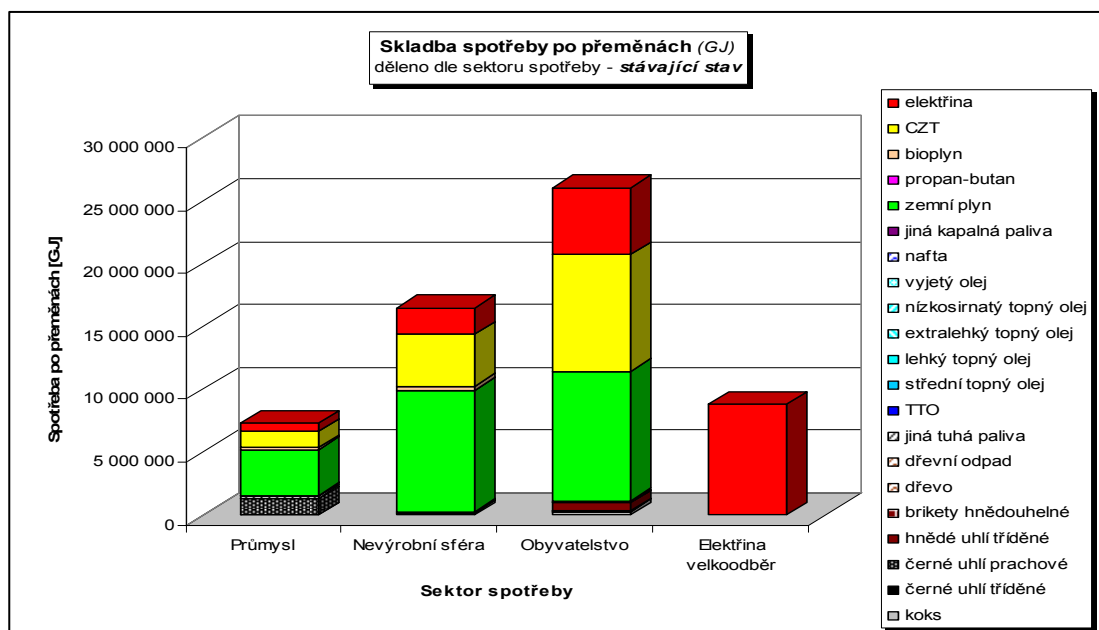
Přehled o spotřebě energie a paliv jednotlivými sektory a skupinami nabízí tabulka. Pro potřeby vysvětlení postačí sloupcový graf, který zobrazuje spotřebu jednotlivých paliv zvlášť sektory. Z tohoto grafu je patrný zejména pokles spotřeby u skupiny „Výroba a rozvod elektřiny, plynu a vody“. Tento pokles oproti spotřebě primárních paliv je dán samozřejmě velikou energetickou náročností samotné výroby. Z průmyslového sektoru vyčnívají svojí vysokou spotřebou tyto tři skupiny: „Průmysl potravinářský a tabákový“ s 1,18 PJ, „Průmysl

skla, keramiky, porcelánu a stavebních hmot“ se spotřebou 1,65 PJ a skupina „Stavebnictví“. Tato posledně jmenovaná skupina má spotřebu energie a paliv téměř stejnou jako skupina první, tj. 1,18 PJ. Průmysl má celkovou spotřebu rovnu 7,3 PJ.

Skupina „Elektrina velkooběr“ vykazuje spotřebu 8,8 PJ.

V hlavním městě Praze je nevýrobní sféra zastoupena opravdu velmi hustě, což dokumentuje její celková spotřeba (zejména v porovnání s průmyslem). Skupina reprezentující zejména dopravu a spoje dosahuje 1,5 PJ. Skupina skoupě nazvaná „Ostatní terciér“ má spotřebu 9,2 PJ. Zbývající tři skupiny shodně dosahují spotřeby okolo 2 PJ. Celková spotřeba za nevýrobní sféru je 16,5 PJ.

U obyvatelstva je ale spotřeba energie a paliva ze všech sektorů absolutně nejvyšší. Spotřeba obyvatelstva je přes 26 PJ. Takto vysoká spotřeba u obyvatelstva je i v porovnání s ostatními sektory logická, neboť si každý dokáže udělat zhruba pro představu poměr mezi počtem obyvatel a ostatními sektory (např. výrobní závody atd.).



Graf 12 Skladba spotřeby po přeměnách (SEVEN, 2004)

3.2.3 Struktura spotřeby energie a paliv po přeměnách podle typu zdroje

Tato kapitola se bude věnovat spotřebě energie a paliv po přeměně dle zdroje spotřeby. Členění jednotlivých zdrojů bude opět podobné jako v kapitole zabývající se primárním palivům. Z tohoto důvodu není již dále nutné vysvětlovat co jsou zdroje REZZO. Vysvětlení se nachází v kapitole o primárních palivech.

Jak vyplynulo z kapitoly o primárních palivech, ani v této kapitole se nebude počítat se spotřebou motorových paliv (tj. benzín a motorová nafta).

Pohledem na tabulku, která zahrnuje hodnoty spotřeby pro všechny zdroje je patrné, že zdroje REZZO v kategorii energie a paliv po přeměnách hrají velmi malou roli (oproti primárním palivům). Dominantní roli kromě CZT a elektřiny hraje odběr zemního plynu pro jiné potřeby než pro zásobování zdrojů REZZO.

Kromě elektřiny a CZT, jejichž spotřeba se pohybuje kolem 15 PJ, je velkým odběratelem nad 10 PJ ještě „Zemní plyn Velkoodběr“. Ostatní zdroje, kromě „Zemní plyn Maloodběr“ (7,1 PJ), nespotřebují více než 2 PJ.

Tabulka 20 Spotřeba paliv a energií po přeměnách dle typu zdroje, Praha, 2001

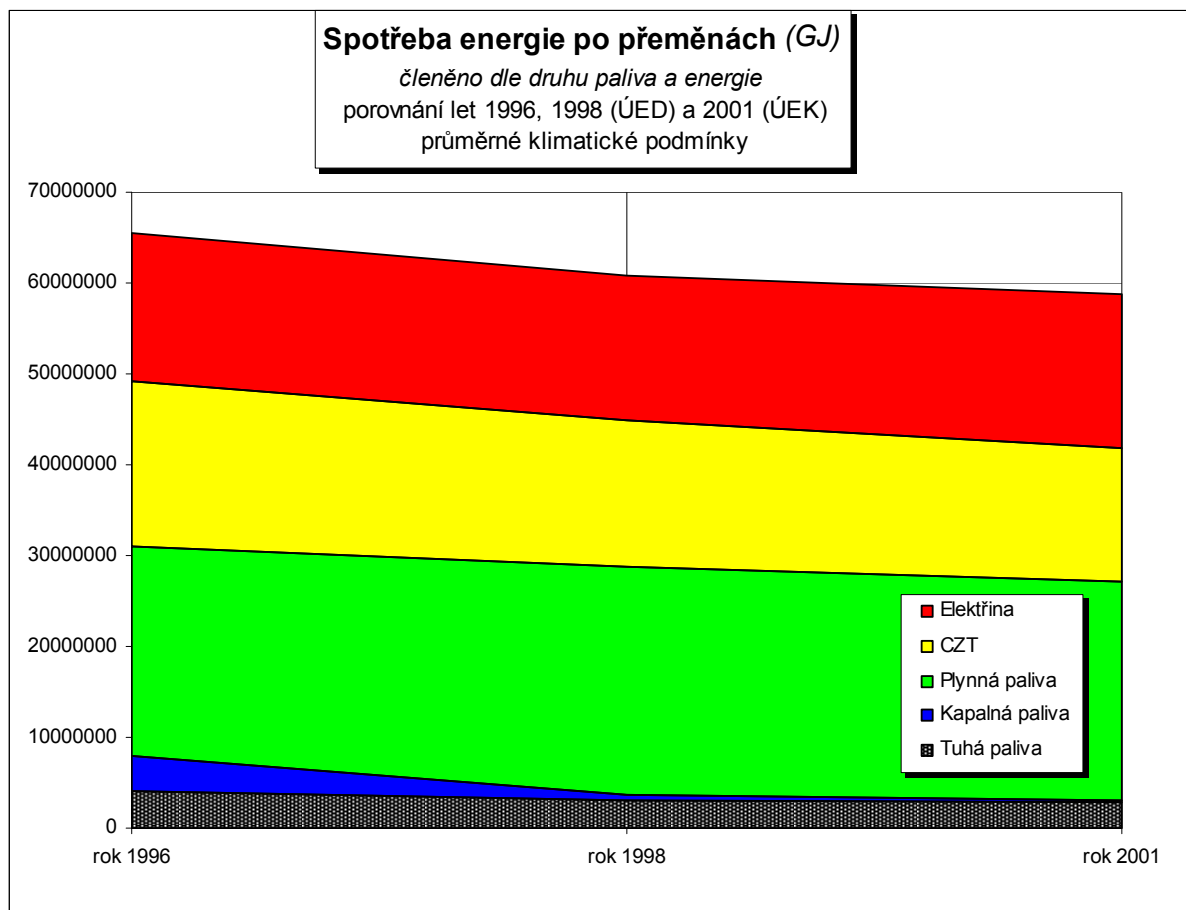
Zdroj	Palivo/energie	Celkem
CZT	CZT	14706583
Elektřina	elektřina	16896343
Lokál obyvatelstvo		994725
Zemní plyn Maloodběr	zemní plyn	4597934
Zemní plyn Obyvatelstvo	zemní plyn	7102690
Zemní plyn Velkoodběr	zemní plyn	11949124
REZZO 1		2016626
REZZO 2		410067
REZZO 3		79861
Celkový součet		58753952

Zdroj: ÚEK, 2004

3.2.4 Vývoj spotřeby energie a paliv po přeměnách na území hl.m. Prahy

Spotřeba energie a paliv po přeměnách na území hlavního města Prahy má minimálně od roku 1996 sestupný charakter. Celkově je z grafu patrný pokles spotřeby energie a paliv po přeměnách za zobrazované období. Jediný razantní pokles je vidět ve spotřebě kapalných

paliv. Ten je spojitelný s plynofikací do té doby neplynofikovaných pražských oblastí. Jistý pokles spotřeby se týká i CZT, rovněž související s plynofikací, ale jistou měrou související i s energeticky úspornými opatřeními, jako je například zateplování panelových domů a instalace termostatických ventilů. Zejména do budoucna lze tedy počítat s velkým potenciálem úspor u CZT. (Pozn. do grafu nebyla přidána motorová nafta a benzín, neboť pro tato paliva neexistuje v daném časovém rozmezí datový zdroj)



Graf 13 Spotřeba energie po přeměnách, Praha, 2001

Zdroj: (SEVEN, 2004)

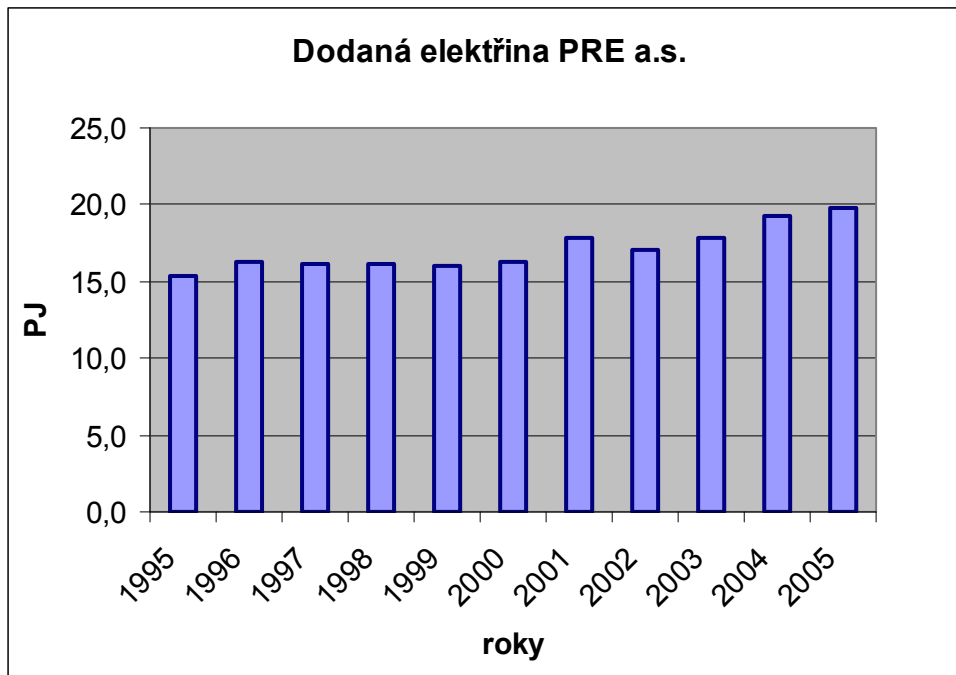
3.3 Spotřeba elektřiny, plynu a tepla jako ukazatel energetické náročnosti

Tato kapitola bude zaměřena na hlavní tři druhy energie/paliva, která se v Praze spotřebovávají. Tato paliva jsou, jak vyplývá z grafu nacházejícího se na konci předchozí kapitoly, elektřina, CZT a zemní plyn. Z důvodu potřeby časové řady byla vybrána data z jiného zdroje, tedy mírně se lišící metodikou, ale pro potřebu takovéto práce zcela dostačující, neboť důležité je zachycení trendů či jejich vývoje. (Pro vysvětlení: jedná se v celkovém součtu o nepatrné rozdíly – v jednotkách procent oproti jiným zdrojům) Data pro tuto kapitolu jsou tedy data o prodané komoditě zákazníkům. Tato data jsou také mimo jiné využívána ve Statistické ročence hlavního města Prahy. Hlavním důvodem proč byla vybrána tato data je tedy časová souvislost, a to od roku 1995 do roku 2005. (Pozn. do této kapitoly nebylo počítáno s vývojem spotřeby motorové nafty a benzínu, neboť pro tato paliva neexistuje v daném časovém rozmezí datový zdroj)

Z důvodu přehlednosti budou podkladová data v přílohové části. Pro vysvětlení a zobrazení časové řady a trendu bude použit plošný graf.

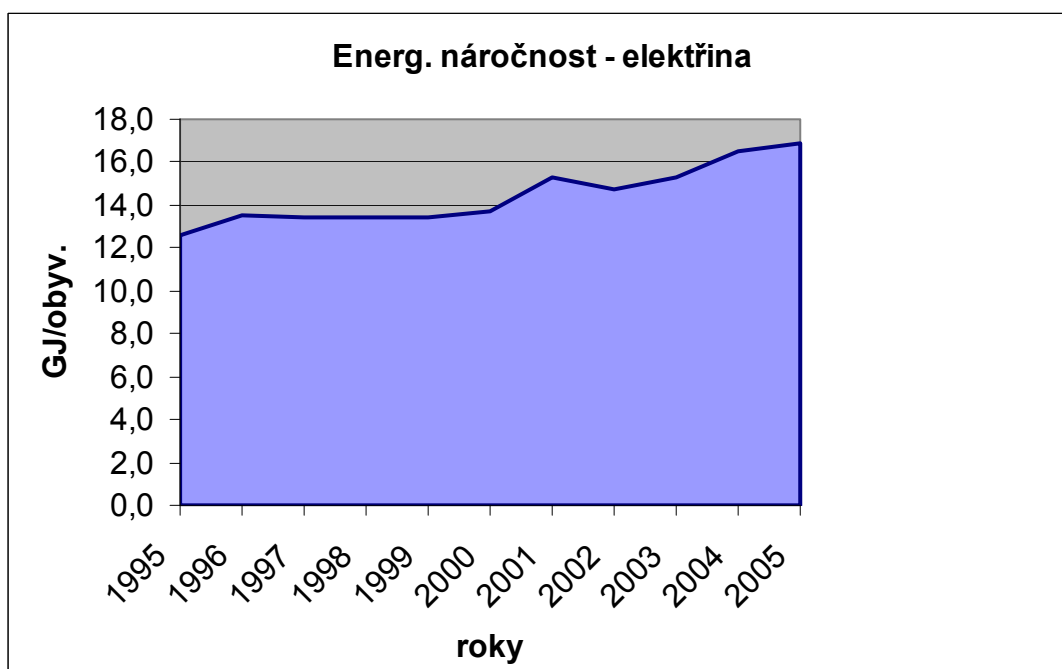
3.3.1 Elektrická energie

Množství elektrické energie dodané společností PRE a.s. Pražská energetika má minimálně od roku 1995 stoupající trend. V roce 1995 bylo prodáno pražským zákazníkům 15,3 PJ elektrické energie, v roce 2005 to bylo již 19,8 PJ. Nárůst prodeje (spotřeby) je tedy za desetileté období téměř 30 %. Což je z hlediska současné snahy o snižování emisí skleníkových plynů a celkové energetické náročnosti nelichotivé zjištění. (Pozn. autora: možná právě na energie se stoupající spotřebou je třeba se v boji proti snižování emisí více zaměřovat).



Graf 14 Dodaná elektřina PRE a.s., Praha Zdroj: Ročenka životního prostředí, 2007

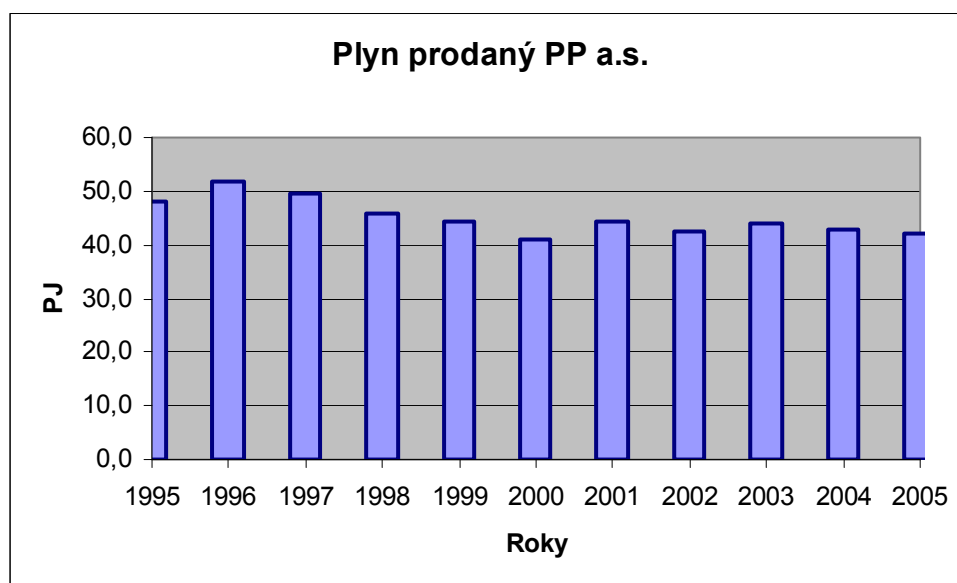
V souladu s nárůstem prodeje/spotřeby koreluje indikátor nazvaný „energetická náročnost“, který je utvořen jako podíl prodané energie a počtu obyvatel na území Prahy. Velká strmost zobrazená na grafu je kromě růstu spotřeby elektrické energie dána také snižujícími se stavy obyvatelstva v hl.m. Praze.



Graf 15 Energetická náročnost – elektřina, Praha Zdroj: Ročenka životního prostředí, 2007

3.3.2 Zemní plyn

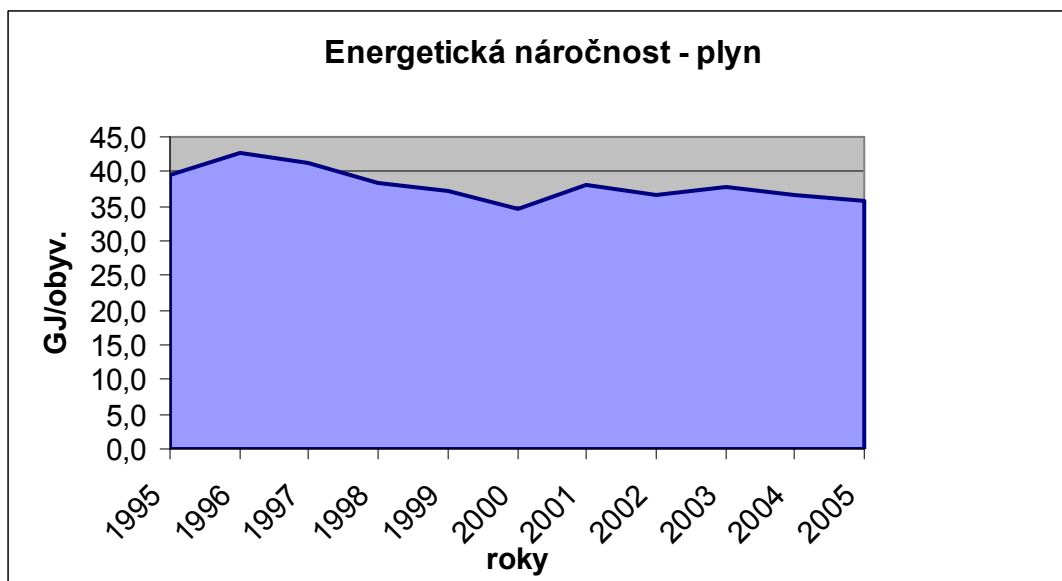
Výhradním dodavatelem zemního plynu v Praze je společnost Pražská plynárenská a.s.. Prodeje zemního plynu pražským zákazníkům od roku 1995 mírně klesají. Pro představu: v roce 1995 činil prodej zemního plynu pražským zákazníkům 47,9 PJ (přepočteno na energetickou hodnotu dle MPO), v roce 2005 to bylo již jen 42,1 PJ. Viditelný propad prodeje zemního plynu v roce 2000 byl díky nadprůměrně teplému roku (Radim Tolasz, 2008). Přestože pokles prodeje, a tím de facto spotřeby, zemního plynu není nikterak dramatický, lze ho označit jako trvalý.



Graf 16 Plyn prodaný PP a.s., Praha

Zdroj: Ročenka životního prostředí, 2007

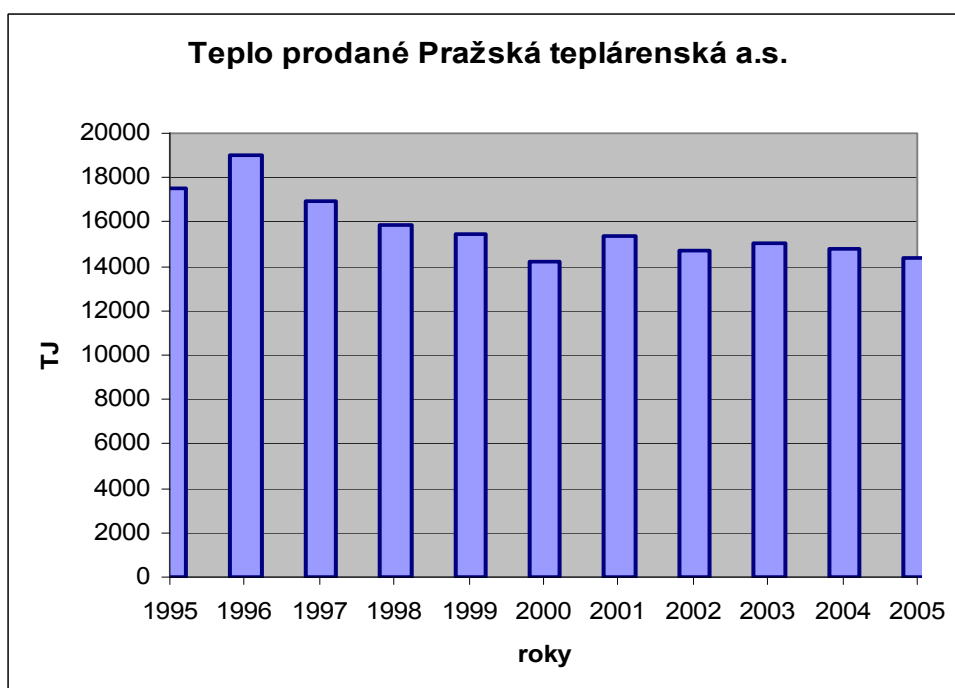
Energetická náročnost byla i v tomto případě vztažena na počet obyvatel. Přestože energetická náročnost vztažená na obyvatele neklesá příliš rychle, lze i vzhledem k současné legislativě (legislativa o hospodaření energiemi, ekologické daně...) očekávat do budoucna sestupný vývoj i tohoto indikátoru.



Graf 17 Energetická náročnost - zemní plyn, Praha Zdroj: Ročenka životního prostředí, 2007

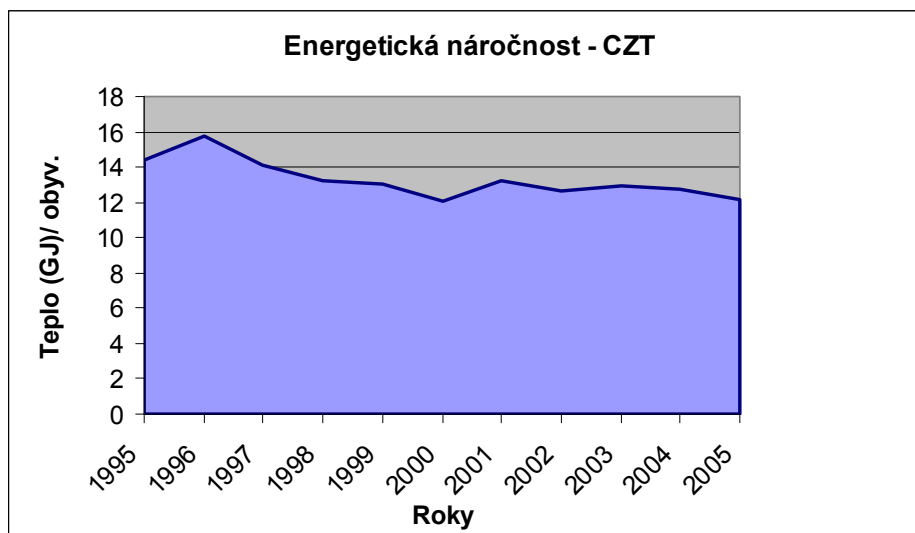
3.3.3 CZT

Opět i u CZT lze pozorovat patrný pokles prodaného tepla pražským zákazníkům. Hlavním dodavatelem tepla na území hlavního města Prahy je Pražská teplárenská a.s. Prodeje tepla pražským zákazníkům klesaly od roku 1995 z 17509 TJ až na hodnotu 14 346 TJ. Propad v roce 2000 nebyl opět způsoben ničím jiným než nadprůměrně teplým rokem.



Graf 18 Teplu prodané Pražská plynárenská a.s., Praha Zdroj: Ročenka životního prostředí, 2007

I zde byla opět energetická náročnost vztažena na počet obyvatel. I u tohoto indikátoru je patrný pokles, který je dán jednak nižší spotřebou, nižším počtem obyvatel a postupným naplňováním legislativních požadavků na hospodaření s energiemi.



Graf 19 Energetická náročnost – CZT, Praha Zdroj: Ročenka životního prostředí, 2007

3.3.4 Vývoj a struktura spotřeby domácnostmi

Vzhledem k dokreslení vývoje výše uvedených spotřeb energií, by bylo vhodné ukázat také jejich strukturu, a to jak jsou spotřebovávány v čase jednotlivé druhy energií uvnitř sektorů. Bohužel, takovéto rozložení vývoje spotřeby energií není z důvodu absence vhodných dat možné. Takováto data nejsou dostupná pro Prahu ani pro celou Českou republiku. Data, podrobně dokumentující spotřebu uvnitř průmyslového a nevýrobního sektoru nejsou ve vhodné formě dostupná. U průmyslového sektoru je na krajské úrovni například evidována spotřeba pouze u podniků s počtem zaměstnanců 20 a více. Jiná je situace u sektoru domácností. Zde, pro účely práce využitelný pramen, je representován statistickým šetřením ENERGO.

Statistické šetření ENERGO

Statistické šetření ENERGO proběhlo na území celé České republiky v letech 1997 a 2004. Sbírané údaje se týkaly vždy minulého roku, tj. 1996 a 2003. Cílem obou šetření, bylo při daných možnostech dosáhnout co nejpodrobnějšího zmapování situace hospodaření energiemi

v domácnostech. Dále se šetření zabývalo rozlohou bytů a domů, vybaveností spotřebiči a jejich stářím, ale také i případným vlastnictvím automobilu. Protože se jednalo o statistické šetření zaměřené na obyvatelstvo, byl výběrový soubor zvolen na úrovni cca 1 % trvale obydlených bytů, tj. přibližně 40000. Jeho struktura odpovídala struktuře základního souboru 3 668 360 trvale obydlených bytů v ČR v roce 2003 (pro ENERGO 2004). Zpracování výběrového souboru bylo provedeno náhodným dvoustupňovým výběrem podle cíleně zadaných kritérií: lokality městská/venkovská, typ domu rodinný/ bytové domy, způsob vytápění dálkové/městské a ústřední/lokální, při dodržení podílu používaných paliv a energie. Tyto podíly byly stanoveny podle výsledků SLDB 2001 (ČSÚ).

Pro tuto diplomovou práci jsou samozřejmě nejdůležitější data vztažená k hlavnímu městu Praha. Naštěstí sběr dat probíhal v jednotlivých krajích odděleně, takže máme pro Prahu solidní zdroj „očistěných“ dat.

V rámci šetření ENERGO 2004 bylo dotazníky prošetřeno celkem 111 963 osob. Nutno poznamenat, že takovéto množství dotazníků nebylo odesláno, ale že se jedná o počet lidí, kteří žijí, či se jiným způsobem podílejí na šetřených domácnostech. V Praze bylo celkem prošetřeno 15 786 lidí. Počet nazpět odeslaných dotazníků činil na celostátní úrovni 39 957. V Praze bylo vyplněno a odesláno 5 441 dotazníků. Počet prošetřených bytů na území České republiky byl 39 930. Na území Prahy bylo prošetřeno celkem 5435 bytů. Jejich struktura na území hl.m. Prahy a celé České republiky je patrná z tabulky č. 13.

Tabulka 21 ENERGO 2004 - Počet prošetřených bytů, Praha, 2004

Kraj	Počet bytů			
	městská lokalita			
	rodinné domy		bytové domy	
	jednobytové	vícebytové	do 10 bytů	nad 10 bytů
Hl. město Praha	1 294	891	319	2 931
ČR celkem	5 603	3 550	4 693	16 695

Zdroj: ČSÚ, 2005

Šetřením ENERGO 2004 byla zjištěna spotřeba energií a paliv dotazovaných domácností. Jejich spotřebu energií a paliv dokladuje tabulka 14. Nutno poznamenat, že uvedená spotřeba je vztažena opravdu jen na dotazované domácnosti.

Tabulka 22 Spotřeba paliv domácnostmi, Praha, 2004

Kraj	Elektřina	ZP	LPG	Koks	Paliv. dřevo	Ost. paliva	Teplo	TUV
	MWh	MWh	kg	tuny	kg	tuny	TJ	tis. m ³
Hl. město Praha	21 824,579	51 901,829	14 078	489,5	735 719	297,4	78,307	70,516
ČR celkem	134 100,523	335 362,488	211 527	1 474,4	29 776 430	3 148,7	550,955	509,103

Zdroj: ČSÚ, 2005

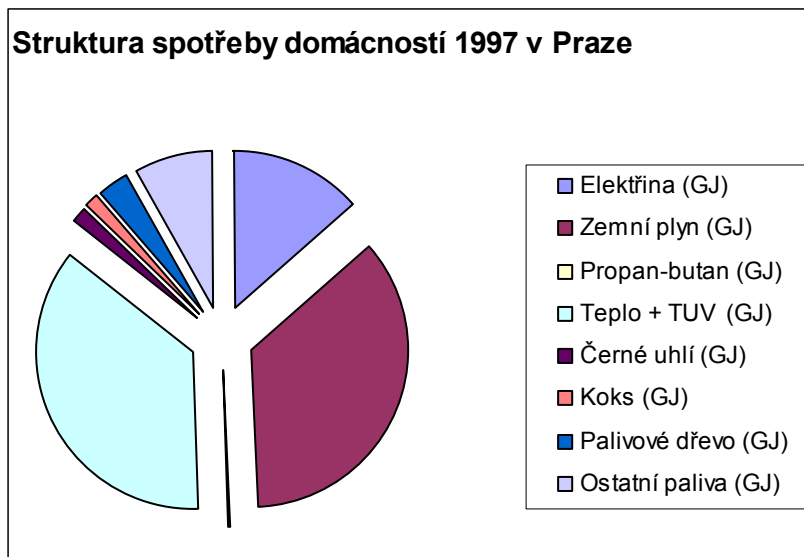
3.3.5 Srovnání spotřeby domácností v letech 1997 a 2004

Po přepočtení spotřeby energií domácnostmi na hlavu vyplynulo, že se spotřeba během 8 let nijak dramaticky nezměnila. Tato zjištění je nejlépe dokumentovat níže položenou tabulkou. Ještě viditelnější je situace po vynásobení stavem obyvatelstva. Celkově je viditelný drobný pokles spotřeby energií celkem. Větší změna, více jak dvojnásobný úbytek, je u propanbutanu. Tento pokles ve spotřebě je ale vzhledem k celkové výši spotřeby energií zanedbatelný. Další úbytek oproti roku 1996 je patrný u černého uhlí. To lze přisoudit zvýšenému množství plynových přípojek na území hl.m. Prahy. Stejná situace jak u černého uhlí je i u koku. Úbytek ve spotřebě tepla a TUV není vzhledem k výše uvedené kapitole zabývající se vývojem spotřeby CZT překvapivý.

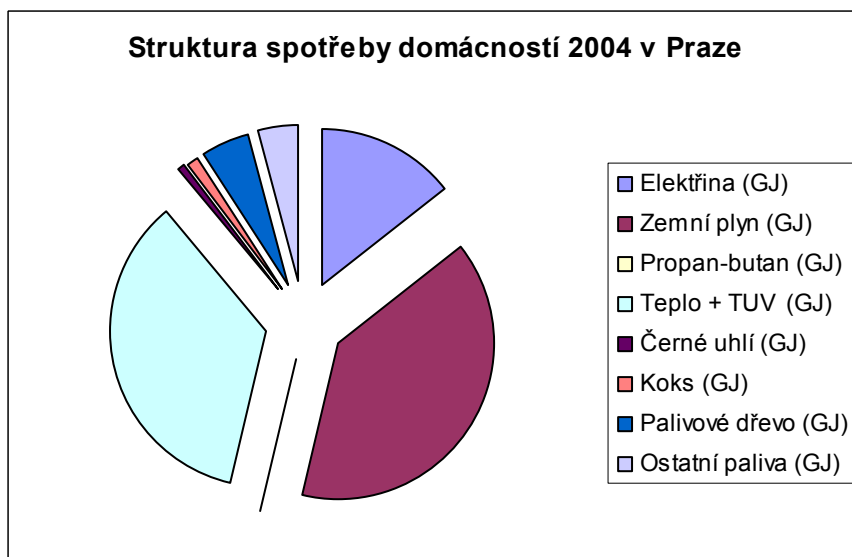
Tabulka 23 Srovnání spotřeby domácností v letech 1997 a 2004, Praha

	GJ/Cap-GJ/hlavu	Stav obyv. k 1996	GJ/Cap-GJ/hlavu	Stav obyv. k 2004
		1204953		1165581
TOTAL - CELKEM	28,39	34 211 404	27,09	31 581 282
Elektřina (GJ)	3,87	4 666 389	3,95	4 605 098
Zemní plyn (GJ)	10,06	12 120 621	10,57	12 321 393
Propan-butan (GJ)	0,08	101 555	0,04	44 020
Teplo + TUV (GJ)	10,28	12 392 079	9,51	11 080 209
Černé uhlí (GJ)	0,46	551 118	0,28	323 037
Koks (GJ)	0,39	471 431	0,30	347 884
Palivové dřevo (GJ)	0,95	1 143 894	1,29	1 507 680
Ostatní paliva (GJ)	2,29	2 764 317	1,16	1 351 960

Taktéž struktury spotřeby domácností v letech 1996 a 2004 vyjádřené graficky se velmi podobají, viz graf. 20 a 21.



Graf 20 Struktura spotřeby domácností v Praze, 1997 Zdroj: ČSÚ, 2005



Graf 21 Struktura spotřeby domácností v Praze, 2004 Zdroj: ČSÚ, 2005

Nutno poznamenat, že šetření ENERGO 2004 representovalo pouze 1% obydlených bytů. Na území hl.m. Prahy pak dokonce pouze 1,35% obyvatel. Tato malá čísla naznačují, že při převádění těchto čísel na spotřebu cca 1 milionu lidí se lze snadno dopustit většího či menšího zkreslení.

3.4 Konverze energií

Vzhledem ke struktuře průmyslu v Praze a zároveň díky téměř absenci výroby elektřiny na území Prahy, je zájmem této kapitoly konverze energií, které se odehrávají ve spojitosti zejména s CZT. Právě CZT je v Praze na rozdíl od elektrické energie vyráběn v nezanedbatelném množství. Rozdíl mezi primární spotřebou, která je zajišťována dodávkami z elektrárny Mělník, a spotřebou po přeměnách, která je doplněna výrobou tepla z Pražských tepláren, je 7,5 PJ. U elektrické energie činí rozdíl pouze 0,5 PJ.

Rozhodující pro tuto kapitolu je pohled na níže uvedenou tabulku, ze které je možné vyčíst, jaká primární paliva a energie se spotřebovávají, a která se naopak po konverzích vyrábějí. Z pohledu na tabulku je patrné, že energie, na která jsou převážně spotřebovávány ostatní paliva a energie jsou převážně teplo z CZT a již méně elektrická energie.

Tabulka 24 Spotřeba v Praze, 2001

Skupiny OKEČ	Primární spotřeba (PJ)	Spotřeba po přeměnách (PJ)	Konečná spotřeba (PJ)
koks	0,7	0,5	0,6
černé uhlí	5,5	1,3	1,6
hnědé uhlí	1,3	0,8	0,9
dřevo	0,1	0,0	0,0
jiná tuhá paliva	0,2	0,2	0,2
zvláštní odpad	1,7	chybí	chybí
topné oleje a nafta	0,8	0,2	0,3
jiná kapalná paliva	0,0	0,0	0,0
plynná paliva	36,3	24,1	26,5
CZT	7,2	14,7	18,9
elektřina	16,4	16,9	16,9
motorový benzín	10	10	10
motorová nafta	5	5	5
Celkový součet	84,7	73,3	80,5

Údaje ve sloupci, který vyjadřuje konečnou spotřebu energie vychází z jednoduché úvahy, že konečná energie je v průměru o 10 – 20 % vyšší než energie po přeměnách. U elektrické energie, stejně jako u motorových paliv neexistuje mezi těmito dvěma kategoriemi rozdíl. U plyných paliva bylo počítáno s 10 % navýšením z důvodu nižších ztrát a vyšší účinnosti při

využívání. U CZT bylo počítáno s navýšením o 28% z důvodu naopak vyšších ztrát a nižší účinnosti.

3.4.1 Centrální zásobování teplem

Centrální zásobování teplem je zastoupeno na vstupu téměř z poloviny teplem pocházejícím z tepelné elektrárny Mělník. Zbytek je obstaráván primárními palivy, která jsou spalována v některé z pražských tepláren. Téměř celé pravobřeží Prahy je napojeno na CZT pocházející z elektrárny Mělník. Celková energie pocházející z elektrárny Mělník dosahuje téměř 7,2 PJ. Oproti tomu druhá strana Prahy je vytápěna převážně ostrovními systémy, což znamená, že stávající teplárny a rozvody tepla nejsou navzájem propojeny. Právě většinou v těchto lokálních teplárnách jsou spalovány primární energie, z nichž je poté vyráběno teplo již jako další produkt.

Co se týče spotřeby primárních paliv pro účely CZT je třeba vycházet z dostupných dat členění spotřeby primárních paliv dle zdroje REZZO. Z těchto údajů je možné vyčíst, kolik z celkového množství primárních energií je použito pro výrobu tepla.

Nejvýznamnějším zdrojem (pokud nepočítáme již teplo z Mělníka) pro CZT jsou plynná paliva. Ta do procesu výroby tepla přispívají celkem 6,5 PJ energie. Další výraznou skupinou paliv je černé uhlí, které se podílí na výrobě tepla 3,1 PJ. Také kategorie zvláštní odpad tvoří nezanedbatelnou položku ve výrobě tepla. Jeho spotřeba je 1,7 PJ. Pro zajímavost stojí poznamenat, že tento zvláštní odpad, který je spalován v teplárně Malešice, slouží stejně jako teplo z Mělníka k zásobování pravobřežní části Prahy. A konečně poslední skupinou paliv, která se podílí na výrobě tepla jsou topné oleje a nafta. Tato skupina paliv se podílí téměř 0,5 PJ. Celkem, tedy i včetně tepla z Mělníka, vstupuje do výroby tepla pro CZT 18,8 PJ v různých palivech.

Pokud budeme uvažovat pro přeměnu černého uhlí na teplo účinnost tepláren 80%, vyjde z tohoto procesu přeměny uhlí 2,5 PJ energie v teple dodávaného do sítí CZT v Praze.

Při přeměně zvláštního odpadu na teplo byla také zamýšlena 80 % účinnost. Z tohoto poté vyplývá, že množství energie v teple, pocházející ze zvláštního odpadu je 1,4 PJ. Stejná účinnost byla uvažována taktéž u spalování topných olejů a nafty sloužící pro výrobu tepla. Výstupem z tohoto procesu je tedy 0,4 PJ energie v teple do CZT. Rovněž u plyných paliv bylo počítáno s 80 % účinností. Výstupem je tedy 5,1 PJ energie v teple do CZT.

Účinnost pro převod tepla z elektrárny Mělník byla uvažována 78%. Tato účinnost byla vypočítána ve studii SEVEN (Voříšek, 2004). Z této účinnosti tedy plyne, že z původních 7,2 PJ energie v teple z Mělníka, je po započtení ztrát a účinnost 5,6 PJ energie. Celková energie v teple, které je dodáváno do sítě CZT v Praze, je tedy 14,9 PJ.

3.4.2 Výroba elektrické energie v Praze

Jak vyplývá ze statistik vedených Energetickým regulačním úřadem (ERÚ), je na území hlavního města Prahy vyrobeno přibližně 0,5 PJ elektrické energie. Ačkoli je v Praze na Vltavě několik menších vodních elektráren (např. Štvanice, Modřany aj.), tak převážné množství vyrobené elektřiny pochází z kogeneračních jednotek v pražských teplárnách.

Skladba paliv je v tomto případě tedy podobná té, jaká byla u vyrobeného tepla. K výrobě elektřiny se nepoužívá pouze zvláštní odpad a topné oleje a nafta. Hlavními palivy pro výrobu elektřiny na území hlavního města Prahy se tedy stává černé uhlí a zemní plyn. Celkové množství primárních paliv pro výrobu elektrické energie bylo zpětně prokalkulováno na základě znalosti účinnosti výroby elektrické energie a jejího vyrobeného množství. Pro výrobu elektrické energie se v podmínkách ČR běžně počítá s 30 % účinností. Z té se tedy vycházelo i v této práci. Po rozpočtení z celkového množství energie, která vstoupila do procesu výroby tepla a elektrické energie, vyšlo, že na výrobu elektrické energie je použito 0,7 PJ energie v černém uhlí a 1 PJ energie v zemním plynu.

Po započtení účinnosti výroby elektrické energie tedy vychází 0,2 PJ elektrické energie vyrobené z černého uhlí a 0,3 PJ elektrické energie vyrobené ze zemního plynu.

3.4.3 Konverze ostatních paliv a energií

Pokud odečteme zbývající primární paliva a energie, které nebyly použity pro výrobu tepla pro CZT a elektřiny, zbývá nám k vysvětlení ještě téměř 50 PJ.

Koks, který slouží hlavně pro vytápění menších celků a budov, je dodáván jako 0,7 PJ v primárním palivu. Vzhledem k uvažované účinnosti při spalování 75%, je po přeměnách tedy celkem 0,5 PJ energie v koksu. Dále je také pro stejné účely, se stejnou účinností využíváno černé uhlí. To je mimo spalování v teplárnách pro výrobu CZT a elektrické energie

dodáváno ve výši 1,7 PJ. Po přeměnách (s 75 % účinností) tedy dosahuje energetické hodnoty 1,3 PJ. U hnědého uhlí, které se převážně používá opět na výtop, je ovšem nutno počítat z důvodu určité „zastaralosti“ spalovacích zařízení s nižší účinností cca 60%. Po primárních 1,3 PJ hnědého uhlí tedy vznikne 0,8 PJ energie po přeměnách. U dřeva jsou vzhledem k jeho malým hodnotám u primárních paliv konverze takřka zanedbatelné. Stejná je situace i u kategorie jiná zvláštní paliva. Tyto dvě kategorie tvoří v primárních palivech 0,3 PJ energie. Po přeměnách již jen 0,2 PJ. U obou kategorií je počítáno přibližně s účinností 70%. Topné oleje spolu s naftou a jinými kapalnými palivy jsou na vstupu primárních paliv zastoupeny 0,8 PJ energie. Vlivem nízké účinnosti je na straně energie a paliv po přeměnách zastoupena tato kategorie paliv pouze 0,2 PJ energie. Plynná paliva jsou na bilanční straně primárních paliv zastoupena celkem 36,3 PJ. Z nich je ovšem 7,4 PJ odebráno na výrobu tepla pro CZT a výrobu elektřiny. Zbývá tedy téměř 29 PJ. Tato energie je použita opět pro lokální topeniště, průmyslové procesy a vaření. Malá část je používána i v dopravě. Po přeměnách, kdy se počítalo s 80 % účinností, je tedy v plynném palivu 23 PJ energie. Součtem energií po přeměnách těchto kategorií dosáhneme na 26,1 PJ. Pokud k nim bude ještě připočtena elektrická energie, tak výsledná hodnota dosahuje 42,5 PJ. Dále, pokud k této hodnotě bude připočtena 0,5 PJ v elektřině, 14,9 PJ v CZT a 15 PJ v motorových palivech, vyjde téměř 73 PJ energie.

4. Diskuze

Vzhledem k celkové spotřebě primárních energetických zdrojů na území Prahy byla spočtena spotřeba primárních energetických zdrojů na osobu (per capita). Tato spotřeba měla v roce 2001 hodnotu 61 GJ primárních energetických zdrojů na osobu. Srovnání dále v textu s jinými městy by bylo velmi obtížné, protože takovéto údaje nejsou zcela běžně dostupné, či vůbec neexistují. Užitečná data o spotřebě primárních energetických zdrojů nabízí World Resources Institute, což je organizace spadající pod OSN. Pro srovnání byla vybrána data z roku 2000. Tyto statistiky jsou totiž zveřejňovány po 5 letech, takže se nabízí pro rok 1995, 2000 a 2005.

Ze statistiky vyplývá pro Českou republiku spotřeba primárních energetických zdrojů na osobu ve výši 165 GJ. Diferenci oproti Praze lze celkem snadno vysvětlit absencí těžkého průmyslu a energetiky na území hlavního města. Nicméně srovnání se státy světa je proto velmi obtížné a těžko použitelné. Pro příklad je zde uvedeno několik zemí, které mají podobnou spotřebu na osobu jako Praha. Jedná se například o Chorvatsko (72 GJ/os.), Lotyšsko (69 GJ/os.), Makedonii FYR (57 GJ/os.), Rumunsko (69 GJ/os.). Z mimoevropských se jedná například o Ázerbajdžán (59 GJ/os.). Srovnání s těmito zeměmi není, nejen z důvodu stavu národního hospodářství, možné. Tyto země mají také naprosto jinou strukturu energetiky a lze je s jistými výjimkami označit jako rozvojové, či méně rozvinuté. Tato domněnka je podpořena například zprávou CIA o stavu energetiky, ale i ekonomické situace v dané zemi, která je pravidelně publikována a přístupna na internetu.

Zatím žádná mezinárodní organizace nevede statistiku na spotřebu paliv a energií na úrovni města (World Energy Institute, 2008), proto je velmi vzácné, když se tyto informace objeví. Navíc třídění paliv a energií nemá doposavad jednotnou metodiku, takže výsledky se mohou často lišit (Decker a kol., 2000). Naštěstí je téměř vždy známo alespoň přibližné proporcionalní zastoupení hlavních paliv. Podle hlavních paliv tedy dělíme hlavní města na ta, která dominantně využívají ropu: Jakarta a Manila, města, kde dominuje zemní plyn: Bangkok, Bombay, Londýn, Mexico City a Moskva. V Pekingu, Šanghaji, Kalkatě a Soulu je majoritním palivem uhlí. Elektřina pocházející z vodních elektráren je zase hlavním palivem v Sao Paulu a Los Angeles. (WHO/UNEP, 1992)

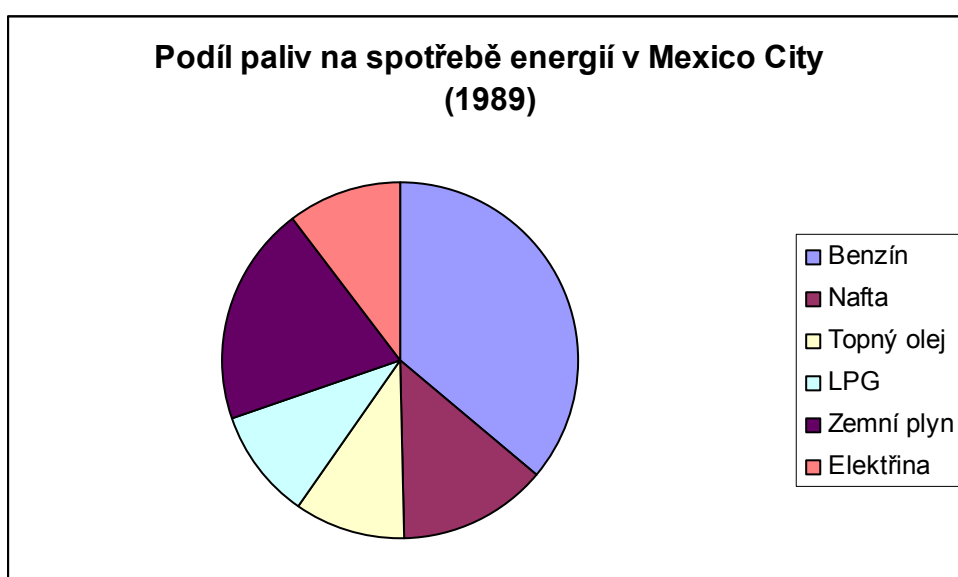
V zásadě tyto statistiky nikdy neobsahují pohonné hmoty, které mohou tvořit významný podíl na spotřebě města. Např. v Bangkoku, se podíl pohonných hmot podílí na celkové spotřebě mezi 43 a 56% (Setchell, 1995).

Ve spotřebě uhlí dominuje Čína a její velká města. Samotný Peking spotřebuje ročně kolem 21 Megatun uhlí, což pokrývá téměř 70% veškeré spotřeby paliv a energií v tomto městě (Los Alamos Natl. Lab. a Pacific Northwest Natl. Lab., 1996). Šanghaj spotřebuje dokonce 38 Mt uhlí ročně. Vzhledem ke tlaku, který je vyvíjen na zvýšení čistoty ovzduší ve velkých čínských městech, se předpokládá, že tuto dominanci postupně přebere uhlí zemní plyn (Elliott a kol., 1999).

V Sao Paulu je 95 procent elektrické energie generováno ve vodních elektrárnách. Kromě hlavních paliv je zde hojně zastoupen alkohol, dřevo, LPG i petrolej (Decker a kol., 2000).

V rozvojových státech/městech bývá velmi vysoké zastoupení biopaliv a dřevěného uhlí. Důvodem je jejich podstatně nižší cena oproti zemnímu plynu a elektřině. Odhady říkají, že např. v Jakartě je přes 25% spotřeby zajištěno biopalivy (Panther a kol., 1999).

Např. v Mexico City je doprava sektor, který spotřebovává nejvíce energie. Její náročnost ukrajuje z celkového koláče spotřeby kolem 50% fosilních paliv (Garfias a kol., 1992). Pro ilustraci, jak se Mexico City liší ve spotřebě např. od Prahy je uveden níže graf. Z toho grafu vyplývá, že spotřeba, resp. struktura spotřeby velice závisí na vyspělosti města, jeho klimatických podmínkách, dostupnosti paliv a jejich infrastruktuře. Bohužel, i vlivem ne zcela jednotné metodiky a nejednotných roků sběru dat, nelze studie na urbánní metabolismus přímo porovnávat (Sahely a kol., 2003).



Graf 22 Podíl paliv na spotřebě Mexico City

Zdroj: Garfias a kol., 1992

Londýn

V roce 2000 čítala populace Londýna 7,4 milionu obyvatel. V témže roce spotřeboval Londýn 556 PJ energie. Z nosičů energie byl nejvíce zastoupen zemní plyn. Jeho spotřeba činila 308 PJ. Druhým nejčastějším palivem byla kapalná paliva, kterých se spotřebovalo 129 PJ. Spotřeba elektrické energie činila v témže roce 118 PJ. Do této elektřiny není započítána elektřina pro dopravu (tj. metro apod.). Z toho byly 4 PJ elektřiny původem z obnovitelných zdrojů energie. Spotřeba ropy byla 17 PJ. Tuhého odpadu bylo spotřebováno 0,5 PJ (převáděno na energetické jednotky). (Chartered Institution of Wastes Management Environmental Body, 2002). V roce 2000 byla tedy v Londýně spotřeba 75 GJ/per capita.

Sydney

Největší australské město Sydney bylo podrobena analýze energetických toků v roce 1970 a 1996. Autory těchto prací byl Newmanův kolektiv. Populace Sydney vyrostla od roku 1970, kdy počet obyvatel činil 2,8 milionu, na hodnotu 3,7 milionu v roce 1990. Energie byla nejvíce v roce 1996 spotřebována průmyslovým odvětvím 196 PJ, dále pak dopravou 159 PJ, 38 PJ domácnostmi a 25 PJ sektorem služeb. Spotřeba na osobu činila 89 GJ v roce 1970, resp. 114 GJ v roce 1996 (Newman, 1999).

Hong Kong

Urbánní metabolismus byl ze všech měst nejpodrobněji vypracován právě pro Hong Kong. Pro Hong Kong byly vypracovány dvě studie, jejichž společnými autory jsou Kimberley Warren-Rhodes a Albert Koenig. Tito autoři zpracovali obě studie pro roky 1971 a 1997, což činí jejich práci velmi cennou v souvislosti s možností porovnání a pozorování změn.

Hong Kong je stejně jako všechna světová města závislý na dodávkách energie z vnější. V roce 1997 byla celková primární spotřeba paliv a energie (TPES) 472 PJ. V roce 1971 činila TPES 125 PJ. Hlavním primárním zdrojem byla v Hong Kongu v obou sledovaných letech kapalná paliva (ropa, LPG, topné oleje, aj.). Jejich spotřeba byla v letech 1997, resp. 1971 154 PJ, resp. 54 PJ. Na druhém místě ve spotřebě TPES byla elektrická energie, a to s hodnotami 116 PJ, resp. **18 PJ**. Tento velký nárůst lze přičíst hlavně výstavbě jaderné elektrárny Daya Bay v Guangdongu. V roce 1997 byla spotřeba plynu **24 PJ**, v roce 1971 jen **1 PJ**. Značný ústup zaznamenala tuhá paliva, kterých se v roce 1997 spotřebovalo pouze **0,4 PJ**. V roce 1971 to bylo dokonce **2,4 PJ**. Pro celkový obraz o stavu energetické náročnosti

Hong Kongu, a možnosti porovnání s ostatními městy, je důležité uvést spotřebu TPES na osobu. V roce 1971 činila spotřeba per capita **32 GJ**. V roce 1997 to bylo už **71 GJ**.

Přes polovinu TPES (60%) je spotřebováno kanceláři a sektorem bydlení. 16% TPES je spotřebováno průmyslem a 24% místní dopravou. Vzhledem k tomu, že Hong Kong patří mezi největší světové přístavy, nebyla započítávána spotřeba TPES pro mezinárodní dopravu (Warren-Rhodes a Koenig, 2001).

Toronto

Stejně jako u výše uvedených velkoměst, byla dělána analýza materiálových a energetických toků i pro město Toronto a jeho přilehlé okolí (GTA) (Sahely a kol., 2003). Nicméně tato analýza byla zaměřena spíše na materiál, proto je energetická stránka popsána velmi zevrubně. Toronto (city) mělo na přelomu tisíciletí 2,4 milionu obyvatel. Ve stejném časovém období mělo širší okolí Toronta (GTA) 5 milionu obyvatel.

Spotřeba elektrické energie byla na přelomu tisíciletí 89 PJ v city a 166 PJ v GTA. Zemního plynu se v city spotřebovalo 156 PJ. Čili je patrné, že v TPES jasně vede zemní plyn nad elektřinou (Kennedy a kol., 2003).

4.1 Nejistoty

Vzhledem k tomu, že použitá data pocházejí z více zdrojů, bylo nutné ustanovit u každé kategorie hladinu nejistot, které provázejí výši vyčíslených hodnot. Výše nejistot byla ustanovena na základě expertního odhadu, který vycházel ze znalosti sběru použitých čísel, odhadu a zkušenosti v oboru používání paliv.

V rámci všech kategorií paliv a energií došlo k rozdělení do několika skupin, které se liší právě výší nejistoty.

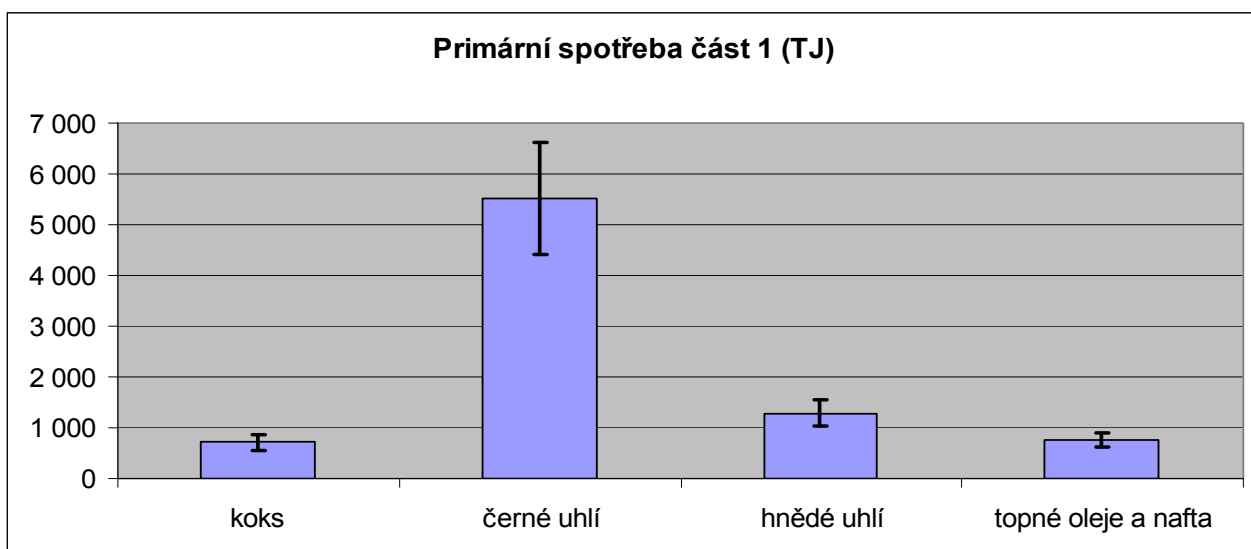
První kategorii (graf 1), kterou reprezentuje 20 % výše nejistot, tvoří paliva koks, černé a hnědé uhlí, topné oleje a nafta (ne motorová). Tato paliva jsou na území Prahy stále ještě místy využívána (hlavně černé uhlí). Ke 20 % výši nejistot bylo přikročeno z důvodu, že kromě víceméně evidovaných zdrojů, není příliš prostor pro využití takovýchto paliv na území hl. m. Prahy.

Druhou kategorii (graf 2), kterou reprezentuje nejvyšší tj. 100 % nejistota, tvoří paliva s velmi malým zastoupením na celkové bilanci paliv. Jedná se o kategorie dřevo, jiná tuhá paliva a jiná kapalná paliva. Je nutné poznamenat, že se výše nejistot v tomto případě bude pohybovat pouze směrem vzhůru. Důvod je ten, že tyto kategorie jsou velmi obtížně statisticky zachytitelné, čili je předpoklad, že spíše více, než méně skutečného množství je zachyceno ve statistikách. Vzhledem k tomu, že tato paliva hrají v celkové bilanci zanedbatelnou roli, tak ani 100 % výše nejistoty výslednou bilanci nijak neovlivní.

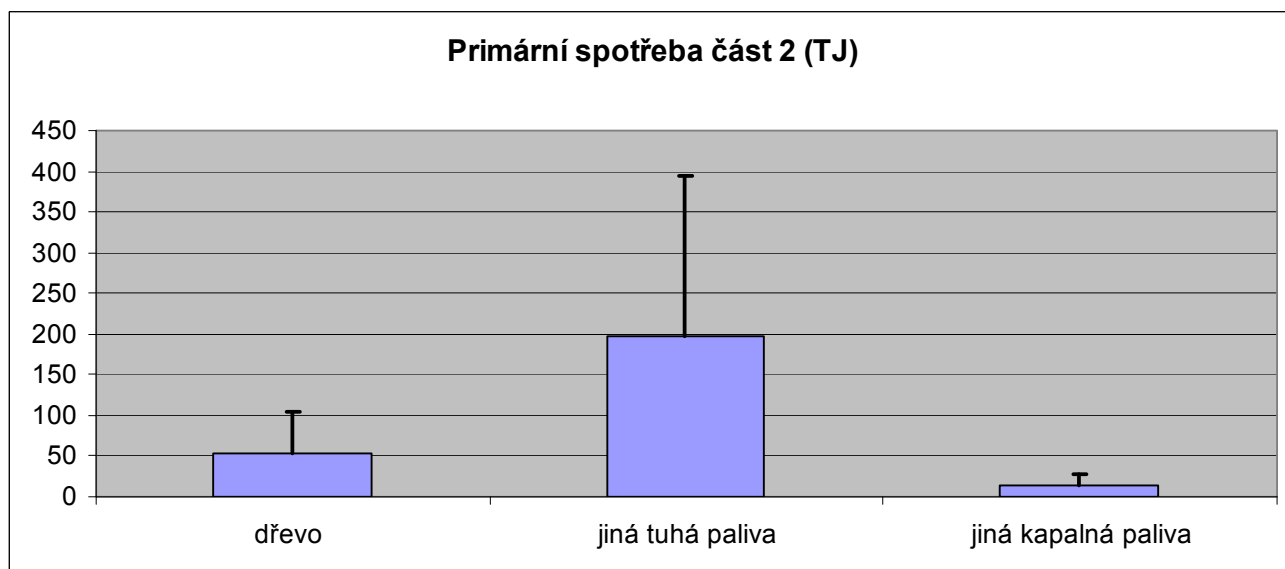
Třetí kategorie (graf 3) je zastoupena zvláštním odpadem, plynými palivy a centrálním zásobováním teplem. Nejistoty se v tomto případě pohybují na úrovni 10 %. Oproti předchozím skupinám jsou nižší zejména kvůli poměrně přesnému sběru dat, kdy bylo využito údajů od distributorů, kteří vedou přesné výkazy (jednotkové, finanční). Jedná se zejména o společnosti Pražská plynárenská, a.s., Pražské služby, a.s. a Pražská teplárenská, a.s. (Pozn. z důvodu spolehlivého způsobu výkaznictví u elektroenergetiky (tj. Pražská energetika, a.s.), nebylo nutné zjišťovat nejistoty u elektřiny).

Čtvrtou kategorii (graf 4) tvoří motorový benzín a motorová nafta. Výše nejistot byla u této kategorie stanovena na 15 %. Důvodem byl způsob získání těchto informací, které zajistilo Centrum dopravního výzkumu se sídlem v Brně (CDV).

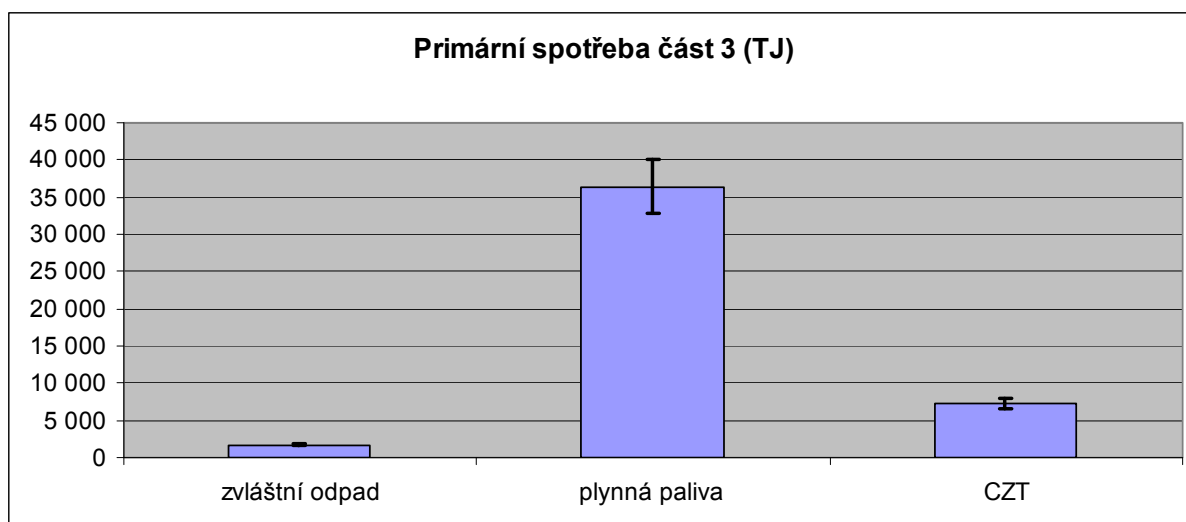
Vzhledem k tomu, že míra nejistot u paliv a energií po přeměnách vychází z primárních paliv, není potřeba ji dále zobrazovat v grafech. Výše nejistot bude totiž u shodných kategorií stejná, ať se jedná o primární spotřebu, anebo spotřebu po přeměnách.



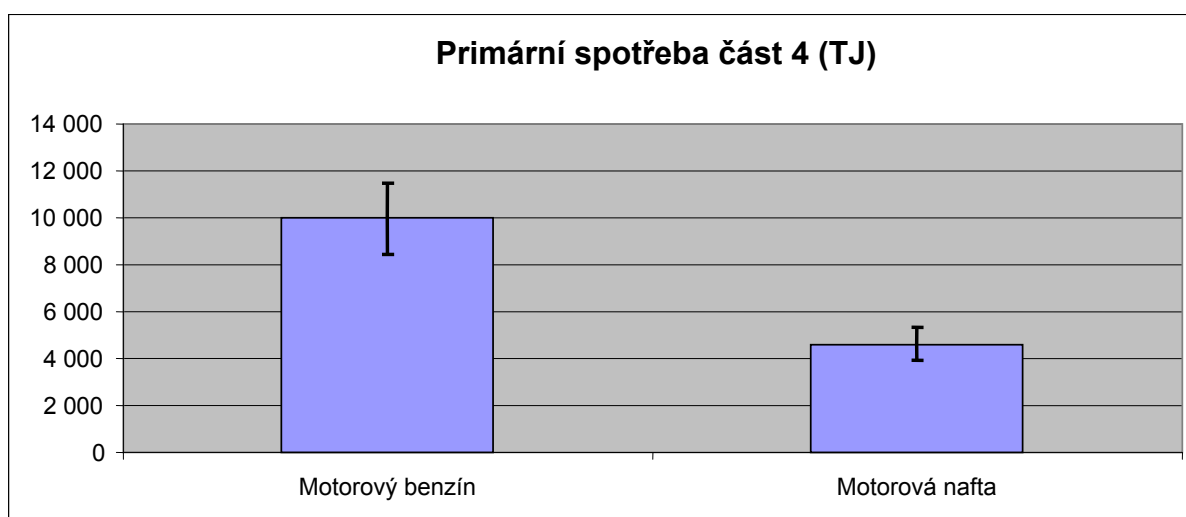
Graf 23 Primární spotřeba část 1, Praha, 2001



Graf 24 Primární spotřeba část 2, Praha, 2001



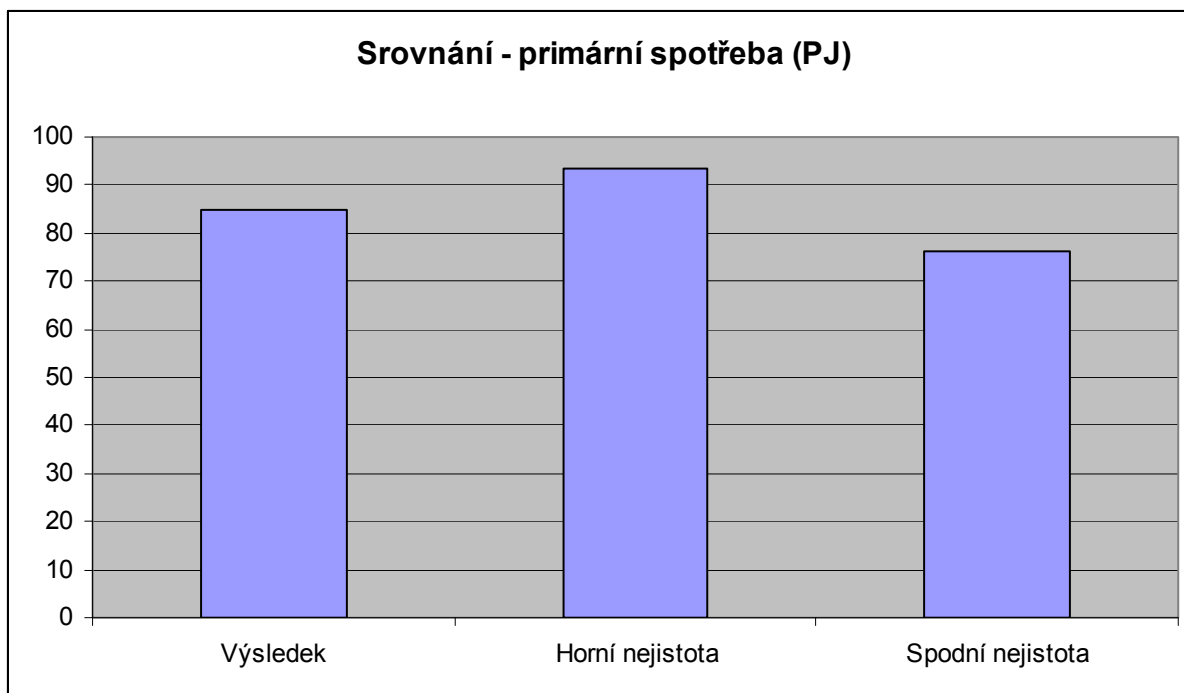
Graf 25 Primární spotřeba část 3, Praha, 2001



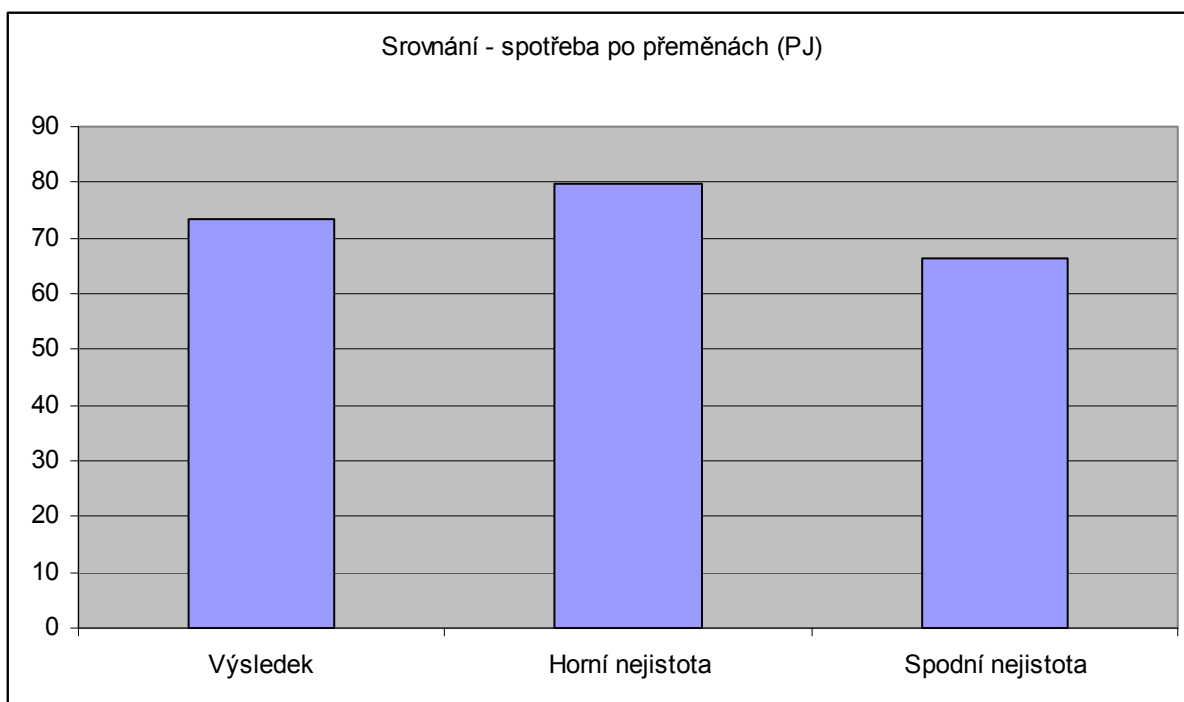
Graf 26 Primární spotřeba část 4, Praha, 2001

Vzhledem k výši nejistot, které se vztahují k využitým datům, byly vypočteny horní a dolní možné hodnoty u jednotlivých kategorií. Odhad výše nejistot u jednotlivých kategorií byl již pospán. Následně byly všechny kategorie paliv a energií vynásobeny příslušnou nejistotou, resp. její velikostí. V závěru byly sečteny všechny kategorie paliv již se započtenou nejistotou. U primárních paliv a energií byla vypočtena horní hranice celkové spotřeby na úrovni 93 PJ. Naopak spodní hranice byla dána hodnotou 76 PJ.

Paliva po přeměnách by při horní hranici nejistoty dosahovali hodnoty 80 PJ. Spodní hranice by byla dána hodnotou 66 PJ.



Graf 27 Nejistoty srovnání- primární spotřeba, Praha, 2001



Graf 28 Nejistoty srovnání - spotřeba po přeměnách, Praha, 2001

Slabší stránkou této práce se mohou zdát příliš stará data. Ohledně výběru roku 2001 bych rád zmínil, že kromě důvodů, které jsem již popsal, nebylo v autorových silách vyhledat celistvější a relevantní data pro žádný nadcházející rok. Tato otázka byla mnohokrát konzultována s odborníky dokonce i v průběhu závěrečné části této práce, a vždy se stejným výsledkem. Některá novější data mi byla poskytnuta panem Ing. Koudelkou z ČSÚ, nicméně po jejich hlubším prozkoumání jsem se rozhodl je nepoužít, neboť postrádala správnost, a to jak po stránce metodické, tak po stránce faktické. Tato moje domněnka mi byla posléze potvrzena Ing. Koudelkou (ČSÚ, 2008, osobní sdělení). Z jeho vyjádření vyplývá, že sehnat tyto údaje je skutečně v současné době nemožné, a ČSÚ se plánuje do budoucna zaměřit na sběr dat z krajů. V současné době je energostatistika na krajské úrovni vedena hlavně pro podniky nad 20 zaměstnanců, anebo dle sídla podniku, což je pro účel této práce nedostačující.

Jako důkaz, že toto počínání není ojedinělé, lze uvést jako příklady podobné práce na energetický metabolismus světových velkoměst (Sydney, Vídeň, Hong Kong, Tokyo, Toronto, aj.). V těchto studiích byla použita data taktéž mírně staršího data (oproti studii samotné).

Další slabší stránkou, které si je autor vědom, může být příliš malá spotřeba pohonných hmot. V Praze tvoří 20% na konečné spotřebě energie. Spotřeba pohonných hmot se může zdát nízká z důvodu jejího vyššího zastoupení v jiných světových velkoměstech. (viz. Bangkok kolem 50% energie v pohonných hmotách). Skutečná spotřeba tedy může být odlišná, a to např. nekompletností dat, poskytnutých CDV. Na druhou stranu může být tato relativně nižší spotřeba způsobena odlišným energetickým mixem a strukturou spotřeby v různých světových (velko)městech.

Navíc, do celkového energetického metabolismu by bylo možné také počítat energii obsaženou např. v potravinách, lidské práci apod. Na toto téma nepanuje jednotný názor, zdali tuto energii do energetického metabolismu města počítat, či nikoliv. Proč nebyla tato energie započítána do této studie bylo již popsáno v začátku práce.

Příloha A. Primární energetické zdroje, Praha, 2001

Primární spotřeba (GJ)		Druh paliva													
Sektor spotřeby	Typ spotřeby (skupina OKEČ)	koks	černé uhlí	hnědé uhlí	dřevo	jiná tuhá paliva	zvláštní odpad	topné oleje a nafta	jiná kapalná paliva	plynná paliva	CZT	Elektrina	Motorový benzín	Motorová nafta	Součet za sektor
Průmysl	Zemědělství	3 554						703		39 202					43 459
	Dobývání ostatních nerostných surovin									1 933					1 933
	Průmysl potravinářský a tabákový	568						95		1 230 139					1 230 802
	Chemický a farmaceutický průmysl							166	7 167	183 566					190 899
	Papírenský a polygrafický průmysl, vydavatelské činnosti	6 424						229		231 322					237 975
	Gumárenský a plastikařský průmysl			2 577						541 439					544 016
	Průmysl skla, keramiky, porcelánu a stavebních hmot		1 630 904			196 872		56 550	561	111 689					1 996 576
	Výroba strojů a zařízení							2 720		171 786					174 506
	Výroba elektrických a optických přístrojů			3 585						174 760					178 346
	Výroba kovů a kovodělných výrobků	973						263		85 394					86 630
	Výroba dopravních prostředků								2 085	602 780					604 866
	Výroba a rozvod elektřiny, plynu a vody	2 064	3 827 911					464 353		7 622 919					11 917 246
	Stavebnictví	13 392		10	201			29 933		755 103					798 639
	Ostatní průmysl	736			50 963			964		49 269					101 932

Celkem z Průmysl		27 711	5 458 814	6 172	51 164	196 872		555 976	9 813	11 801 302					18 107 823
Nevýrobní sféra	Doprava, skladování, pošty a telekomunikace	10 792		1 278				24 117		1 027 126					1 063 312
	Veřejná správa, obrana, sociální pojištění	45 981		200				44 330		1 286 781					1 377 292
	Školství	33 986						2 402		1 228 949					1 265 337
	Zdravotnictví	9 045						3 374	1 290	1 613 107					1 626 816
	Ostatní tercie	129 327		6 702	1 075		1 693 580	94 357	3 073	6 349 939					8 278 054
Celkem z Nevýrobní sféra		229 131		8 180	1 075		1 693 580	168 580	4 363	11 505 901					13 610 812
Obyvatelstvo	Obyvatelstvo	453 992	55 281	1 270 918				32 754		13 029 621					14 842 566
Celkem z Obyvatelstvo		453 992	55 281	1 270 918				32 754		13 029 621					14 842 566
Celkový součet		710 835	5 514 095	1 285 270	52 239	196 872	1 693 580	757 310	14 176	36 336 824	7 179 000	16 396 343	9 964 155	4 617 242	84 717 940

Příloha B. Spotřeba paliv po přeměnách

Sektor spotřeby	Typ spotřeby (skupina OKEČ)	koks	černé uhlí	hnědé uhlí	dřev o	jiná tuhá paliva	topné oleje a nafta	jiná kapalná paliva	plynná paliva	CZT	elektrina	benzín	motorová nafta	Celkový součet
Průmysl	Zemědělství	2 452					576		34 106	5 396	11 645			54 175
	Dobývání energetických surovin										433			433
	Dobývání ostatních nerostných surovin								1 667		154			1 822
	Průmysl potravinářský a tabákový	411					78		1 043 848	100 961	34 691			1 179 988
	Chemický a farmaceutický průmysl						135	5 734	155 767	91 335	3 391			256 361
	Papírenský a polygrafický průmysl, vydavatelské činnosti	4 432					188		201 243	99 936	27 688			333 488
	Gumárenský a plastikařský průmysl			1 847					459 445	1 494	4 132			466 917
	Průmysl skla, keramiky, porcelánu a stavebních hmot		1 304 723			157 498	45 254	448	94 775	40 750	5 166			1 648 614
	Výroba strojů a zařízení						2 285		149 453	79 232	13 330			244 300
	Výroba elektrických a optických přístrojů			2 438					152 041	140 473	23 595			318 547
	Výroba kovů a kovodělných výrobků	682					215		73 236	58 260	18 334			150 728
	Výroba dopravních prostředků							1 668	519 797	165 375	3 111			689 951
	Výroba a rozvod elektřiny, plynu a vody	1 424							228 272	219 958	137 837			587 491
	Stavebnictví	9 241		7	121		24 545		656 931	168 112	320 192			1 179 148
	Ostatní průmysl	508			30 709		790		42 767	103 297	26 597			204 668
Elektřina velkoodběr	Elektřina velkoodběr										8 835 807			8 835 807
Nevýrobní sféra	Doprava, skladování, pošty a telekomunikace	7 447		869			19 937		893 596	391 238	150 076			1 463 164
	Veřejná správa, obrana, sociální pojištění	31 727		136			36 846		1 119 483	553 610	203 681			1 945 483
	Školství	23 451					1 978		1 069 173	887 450	126 779			2 108 830
	Zdravotnictví	6 394					2 810	1 083	1 386 024	379 769	36 893			1 812 973

	Ostatní tercier	89 510		4 558	645		77 495	2 582	5 491 567	1 934 160	1 584 116			9 184 633
Obyvatelstvo	Obyvatelstvo	288 687	33 721	775 441			26 858		10 347 250	9 285 777	5 328 693			26 086 428
Celkový součet		466 367	1 338 444	785 295	31 475	157 498	239 990	11 516	24 120 443	14 706 583	16 896 343	9 964 155	4 617 242	73 335 349

Přehled citované literatury:

Amman, Ch./ Bruckner W./ Fischer-Kowalski M./ Grünbühel C. (2002): Material Flow Accounting in Amazonia A Tool for Sustainable Development. Social Ecology Working Paper 63

Ayres, R. U. (1978): Resources, environment, and economics: Applications of the materials/energy balance principle. New York: John Wiley and Sons.

Baccini P. 1996. Understanding regional metabolism for a sustainable development of urban systems. Environ. Sci. Pollut. Res. 3:108–11

Baccini P, Brunner PH. 1991. Metabolism of the Anthroposphere. Berlin: Springer-Verlag

Brunner PH, Daxbeck H, Baccini P. 1994. Industrial metabolism at the regional and local level: a case-study on a Swiss region. In Industrial Metabolism: Restructuring for Sustainable Development, ed. RU Ayres, UE Simonis, pp. 163–93. Tokyo: UN Univ. Press

Brunner, P. H. and H. Rechberger. 2004. Practical handbook of material flow analysis. BocaRaton, FL: CRC Press.

Decker EH, Elliot S, Smith FA et al. (2000) Energy and material flow through the urban ecosystem. Annual Review of Energy and the Environment, 25, 685–740.

Elliott S, Blake DR, Hanson HP, Rowland FS. 1999. Fueling Asian modernization. Environ. Sci. Policy 2:5–8

Fischer-Kowalski M, Haberl H. 1998. Sustainability problems and historical transitions—a description in terms of changes in metabolism and colonization strategies. In Sustainable Development and the Future of Cities, ed. B Hamm, PK Muttagi, pp. 57–76. London: Intermed. Technol.

Fischer-Kowalski, M. and H. Haberl. 1997. Tons, joules, and money: Modes of production and their sustainability problems. Society and Natural Resources 10(1): 61–85

Garfias J, Gonzalez R. 1992. Air quality in Mexico City. In The Science of Global Change: The Impact of Human Activities on the Environment, ed. DA Dunnette, RJ O'Brien, pp. 149–61. Washington, DC: Am. Chem. Soc.

Gasson B. (2002), The ecological footprint of Cape Town: Unsustainable resource use and planning implications. National Conference of the South African Planning Institution

Haberl, H. 2001. The energetic metabolism of societies, Part I: Accounting concepts. Journal of Industrial Ecology 5(1): 11–34.

Hanya T, Ambe Y (1976) A study on the metabolism of cities. In: Science for a Better Environment, pp. 228–233. Kyoto.

Hendriks C., Obernosterer R., Muller D., Kytzia S., Baccini P., Brunner P.H. (2000), *Material Flow Analysis: A Tool to Support Environmental Policy Decision Making. Case Studies on the City of Vienna and the Swiss lowland. Local Environment* 5, pp.311-328.

Chartered Institute of Wastes Management (2002) *A Resource Flow and Ecological Footprint Analysis of Greater London. Best Foot Forward, London.*

Jamek, K. 2003. *Quantification and analysis of the material dimension of socio-economic systems. Wien*

Los Alamos Natl. Lab., Pac. Northwest Natl. Lab. 1996. *China's Energy: A Forecast to the Year 2015. Rep. LA-UR-96-2972. Los Alamos, NM: Los Alamos Natl. Lab.*

Los Alamos Natl. Lab. 1994. *The Mexico City Air Quality Research Initiative. Rep. LA-12699. Los Alamos, NM: Los Alamos Natl. Lab.*

Newcombe K, Kalina JD, Aston AR (1978) *The metabolism of a city: the case of Hong Kong. Ambio*, 7, 3–15.

Newman PWG (1999) *Sustainability and cities: extending the metabolism model. Landscape and Urban Planning*, 44, 219–226.

Panther BC, Hooper MA, Tapper NJ. 1999. *A comparison of air particulate matter and associated polycyclic aromatic hydrocarbons in some tropical and temperate urban environments. Atmos. Environ.* 33:4087–99

Sahely, H. R., S. Dudding, and C. A. Kennedy. 2003. *Estimating the urban metabolism of Canadian cities: GTA case study. Canadian Journal for Civil Engineering* 30: 468-483.

Setchell CA. 1995. *The growing environmental crisis in the world's mega-cities. Town Plan. Rev.* 17:1–18

Smil V. 1994. *Energy in World History. Boulder, CO: Westview*

Schandl H./Grünbühel C.M./Haberl H./Weisz H. (2002): *Handbook of Physical Accounting. Measuring biophysical dimensions of socio-economic activities. MFA-EFA-HANPP. Version 1.0. Social ecology working paper 67. Vienna.*

Warren-Rhodes K, Koenig A (2001) *Escalating trends in the urban metabolism of Hong Kong: 1971–1997. Ambio*, 30, 429–438.

WHO/UNEP. 1992. *Urban Air Pollution in Megacities of the World. Oxford: Blackwell*

Wolman, A. (1965) *The metabolism of cities. Scientific American* 213:3 , pp. 179-190.

Wolman, A. 1965. *The metabolism of cities. Scientific American* 213(3): 179–190.

Další publikace a dokumenty:

Kalvova, J., Moldan, B.: *Klima a jeho změna v důsledku emisí skleníkových plynů. Praha; Karolinum, 1995. ISBN 80-7184-315-6, 160 s.*

Moldan, B. (Ne)udržitelný rozvoj, Nakladatelství Praha : Karolinum 2001

Lumír Klimeš: Slovník cizích slov, vydalo SPN v roce 1983

Kubeš P., Kyncl Z., FYZIKA I, ČVUT Praha, 2003, třetí vydání

Ročenka životního prostředí 2007

Ročenka životního prostředí 2007

Statistická ročenka 2002

Statistická ročenka 2006

Územní energetická koncepce hlavního města Prahy (2003-2022)

Interní materiály SEVEN, o.p.s.

Principy a zásady stanovení územní energetické bilance, ČEA (2000)

Internet:

www.chmi.cz (Český hydrometeorologický ústav)

www.cdv.cz (Centrum dopravního výzkumu)

www.cia.gov (The Central Intelligence Agency)

www.czso.cz (Český statistický úřad)

www.mpo.cz (Ministerstvo průmyslu a obchodu)

www.praha-mesto.cz (Magistrát hlavního města Prahy)

www.timur.cz (Týmová iniciativa pro místní udržitelný rozvoj)

www.un.org (United Nations)

www.udi-praha.cz (Ústav dopravního inženýrství – Technická správa komunikací)

www.wikipedia.org (Wikipedia)

www.unesco.org (UNESCO)

www.wri.org (World Resources Institute)

