Univerzita Karlova v Praze

Přírodovědecká fakulta

Ústav pro životní prostředí

Studijní program: Ekologie a ochrana prostředí

Studijní obor: Ochrana životního prostředí

Bakalářská práce

Vytápění domácností - pilotní analýza ČR a vybraných států Evropy

Household heating - pilot analysis in the Czech Republic and in selected European countries

Zpracovatel: Jana Kozáková

Školitel: Doc. RNDr. Martin Braniš, CSc.

srpen 2008

Prohlašuji, že jsem předloženou bakalářskou práci vypracovala samostatně a že jsem uvedla veškerou použitou literaturu.

V Praze 28. srpna 2008

Jana Kozáková

Děkuji Doc. RNDr. Martinu Branišovi, CSc. za cenné rady, připomínky a odborné vedení během mé práce.

Abstrakt

Znečištění vnitřního ovzduší z vaření a topení v domácnostech způsobuje závažné nemoci převážně v rozvojových zemích. Postiženy jsou hlavně ženy, které tráví mnoho času v blízkosti jednoduchých kamen nebo otevřeného ohně. Malé děti jsou často při vaření nošeny na matčiných zádech a tudíž jsou také vysoce exponovány nebezpečnými zplodinami.

Bylo zjištěno mnoho nemocí, které souvisí se spalováním biomasy a uhlí v rozvojových zemích. Jsou to např. různá respirační onemocnění, rakovina plic, chronická obstruktivní plicní nemoc, oslabení imunitního systému a snížená funkce plic. Mezi další nemoci můžeme zařadit otravu arsenem a fluorem, tyto látky mohou být obsaženy v uhlí, díle pak otrava CO.

V Evropě se zdá být tento problém menší.V tomhle ohledu se ale západní Evropa liší od východní. Domácnosti v západní Evropě jsou více napojené na zemní plyn než domácnosti východní Evropy. V chudších státech se využívá mnohem více pevných paliv (dřeva a uhlí) a také více lokálních kamen.
Klíčová slova: znečištění vnitřního ovzduší, vytápění domácností, typy paliv, kamna, biomasa

Abstract

Indoor air pollution from cooking and heating in households significant ill health in developing countries. Women are most exposed to the indoor air pollution because they are responsible for cooking. By cooking women care for their children who are most exposed too.

Many studies established that biomass and coal combustion in developing countries causes many diseases – for example: various respiratory illness, lung cancer, chronic obstructive pulmonary disease, immune system impairment, lung function reduction and other. As- and F-poisoning can be caused of coal combustion with arsenic and fluorine.

In Europe this problem seems to be smaller. But East Europe is different from West Europe. Households in West Europe are more connected with natural gas. In poorer countries households use much more solid fuels (wood and coal) and local stoves.
Key words: indoor air pollution, household heating, types of fuels, stove, biomass

Obsah

1. Úvod 6

2. Znečištění vnitřního ovzduší v rozvojových zemích, jeho příčiny a důsledky 7
2.1 Faktory způsobující vysoké expozice 7
2.2 Zdroje znečištění 9
2.3 Látky obsažené v kouři 9
2.4 Vliv znečištění vnitřního ovzduší na zdraví lid 10

3. Topení biomasou v Evropské unii 15
3.1 Nejčastěji používaná „moderní" paliva z rostlin 15
3.1.1 Brikety a pelety 15
3.1.2 Rychle rostoucí dřeviny 18
3.2 Látky vznikající při hoření biomasy 20

4. Výsledky pilotní analýzy – způsoby vytápění 23
4.1 Česká republika 23
4.2 Vybrané státy západní a severní Evropy 28
4.3 Vybrané státy východní Evropy 33

5. Závěr 39

Seznam použité literatury 40

1. Úvod

Znečištění vnitřního ovzduší je velmi závažný problém, o kterém se málo mluví narozdíl od venkovního znečištění ovzduší.

V této práci jsem se zaměřila na znečištění vnitřního ovzduší, které je způsobeno vnitřními zdroji znečištění. Těmi to zdroji jsou hlavně vaření a topení v domácnostech.
V rozvojových zemích převážně na venkově se na tyto činnosti používají velmi jednoduchá kamna a někdy jen otevřené ohniště. Vliv na kvalitu ovzduší mají samozřejmě i požívaná paliva. V Evropě se tento problém zdá být menší.

Ve své analýze jsem se soustředila na vytápění domácností v České republice, západní a východní Evropě. Zajímalo mě především, jaká paliva jsou používána a jakým způsobem jsou byty vytápěny.

2. Znečištění vnitřního ovzduší v rozvojových zemích, jeho příčiny a důsledky

2.1 Faktory způsobující vysoké expozice

Dostupné studie ukazují, že znečištění vnitřního ovzduší z vaření a topení v domácnostech způsobuje závažné nemoci především v rozvojových zemích, kde se používají lokální topeniště (otevřená ohniště) a kamna hlavně na tuhá paliva (uhlí, biomasa-dřevo, zbytkové zemědělské plodiny a trus). Nejvíce postiženou skupinu obyvatelstva v chudých oblastech představují ženy a malé děti, které jsou nejčastěji vystavovány expozici zdrojů vnitřního znečištění ovzduší. Vysoké expozice jsou výsledkem těchto faktorů *(Smith 2002)*:

- Přibližně polovina domácností světa používá nezpracovaná pevná paliva při vaření a více než 80% se na tom podílí rozvojové země jako Čína, Indie a subsaharská Afrika.

- V jednoduchých kamnech, která se běžně vyskytují v domácnostech těchto zemí, mají pevná paliva vyšší míru emisí se vzdušnými polutanty poškozujícími zdraví včetně polétavého prachu, CO, desítek druhů polycyklických aromatických uhlovodíků (PAH) a toxických uhlovodíků. Při čemž také záleží na samotném procesu spalování a na složení paliva (dusík, oxidy síry...).

- Velká část takových kamen nemá ventilaci (žádný komín ani provzdušnění). To znamená, že kamna nemají tah a tedy žádné odsávací zařízení, které by odvádělo znečištění ven.

- Kamna na vaření jsou nezbytná a využívají se každý den v přítomnosti lidí. Jejich expoziční účinnost je vysoká, mnohem vyšší než ve venkovním prostředí.

- Nejvyšší a střední hodnoty naměřených znečišťujících látek v takovém prostředí jsou vysoké ve srovnání se směrnicemi Světové zdravotnické organizace (WHO) a národními normami jednotlivých zemí.

- Protože velice mnoho domácností je tímto negativně ovlivněno, výsledné ohrožení v celosvětovém měřítku je též vysoké. Podstatné je to, že se do vnějšího ovzduší dostává několik významných znečišťujících látek, včetně polétavého prachu.

- Venkovské ženy v chudých oblastech často tráví mnoho času hledáním topiva, tím zavrhují možnost chodit do práce, která může zlepšit životní úroveň rodiny *(Anonymus 2006)*.

Přibližně polovina světové populace a až 90 % venkovských domácností v rozvojových zemích se stále spoléhá na nezpracovanou biomasu ve formě dřeva, živočišného trusu a zbytkových zemědělských plodin. Ty jsou spalovány uvnitř domů v otevřených ohništích nebo špatně funkčních kamnech. Výsledkem je velká úroveň znečištění vzduchu, ve kterém ženy vaří a starají se o své děti, které jsou také těžce exponovány.

V rozvinutých zemích byla modernizace doprovázena posunem od biomasy k produktům z ropy (petrolej, nafta) a elektřině. V rozvojových zemích, ačkoliv jsou dostupná lepší a čistší paliva, domácnosti často pokračují v užívání prosté biomasy. I když hodnoty celosvětové energie vyrobené z biomasy v rozmezí let 1990 až 2000 klesly z 50 % na přibližně 13 %, je zde ale důkaz, že se zvýšilo její užívání převážně mezi chudými *(Bruce a kol. 2000)*.
Chudoba je jedna z hlavních příčin malého užívání „čistých" paliv. Pomalé tempo vývoje v mnohých zemích naznačuje, že biomasa jako palivo bude dále používána v chudých oblastech po mnoho desetiletí.

2.2 Zdroje znečištění

Biomasa je materiál, který je odvozen z rostlin nebo zvířat. Dřevo je nejběžnější příklad, ale užívání živočišného trusu a zemědělských plodin je také rozšířené. Čína, Jihoafrická republika a jiné země ale také používají uhlí pro své domácí potřeby.
Mezi hlavními typy používaných paliv od nejméně preferovaných po nejvíce byl lidmi vytvořen palivový žebříček. Zvířecí trus zůstal na posledním místě, dále následují podle pořadí zbytkové zemědělské plodiny, dřevo, uhlí, petrolej, plyn a elektřina. Je tedy vidět, že lidé inklinují k lepšímu socioekonomickému stavu.

Jiné zdroje znečištění vnitřního ovzduší v rozvojových zemích zahrnují kouř ze sousedních domů, lesní požáry, zemědělská pole, odpadky z domácnosti, používání petrolejových lamp, průmyslové a dopravní emise. Můžeme zde očekávat i zvýšení znečištění z tabákového kouře. Oheň v otevřených ohništích a kouř má i několik praktických výhod jako například odpuzování hmyzu, svícení, sušení jídla a topiva. Mimo jiné dodává jídlům příchuť.

2.3 Látky obsažené v kouři

Mnoho látek v kouři z hoření biomasy může poškodit lidské zdraví. Nejdůležitější sloučeniny jsou CO, NO_x, SO_2 (případně i z uhlí), formaldehyd a polcyklické aromatické uhlovodíky zahrnující karcinogeny např. benzo(a)pyren. Částice s aerodynamickým průměrem pod 10 μm (PM_{10}) a částice s aerodynam. průměrem menším než 2,5 μm ($PM_{2,5}$) mohou pronikat hluboko do plic a zdá se, že mají velký vliv na poškození zdraví *(Pope a Dockery 2006)*.

Většina domácností v rozvojových zemích spaluje biomasu v otevřených ohništích, vytvořených z tak jednoduchých úprav jako jsou 3 kameny s jámou vyhrabanou v hlíně ve tvaru písmene U nebo prostě jáma v zemi a dále málo funkční hliněná či železná kamna.
Hoření v těchto typech kamen je velmi nedokonalé, to má za následek produkci velmi znečištěných emisí., které v přítomnosti slabé ventilace, obsahují velmi vysoké koncentrace znečišťujících látek. Tyto koncentrace obvykle překračují nejen evropské směrnice: 24 hodinová průměrná hodnota PM_{10} je typicky v rozsahu 300-3 000 μg / m^3 ,ale mohou dosáhnout hodnot až 30 000 μg / m^3 a pro $PM_{2,5}$ je to 65 μg / m^3 *(Bruce a kol. 2000)*. Průměrné 24 hodinové hodnoty

CO v domech v rozvojových zemích, kde se používá biomasa jako palivo, jsou v rozsahu 2-50 ppm, během vaření hodnota vzroste na 10-500 ppm. Naproti tomu Americká agentura pro ochranu životního prostředí (USEPA) doporučuje 8 hodinovou průměrnou hodnotu CO 9 ppm nebo 10 mg / m^3.

Vliv na zdraví není podmíněn jen úrovní znečištění, ale také časem, který lidé stráví ve znečištěném prostředí, to je doba expozice. Expozice poukazuje na koncentraci znečišťujících látek v přímém prostředí pro dýchání během určitých časových period. Může být měřena buď přímo pomocí osobního monitoringu nebo nepřímo pomocí kombinace informací ohledně koncentrace znečišťujících látek v každém prostředí, kde lidé tráví čas s informacemi o charakteru aktivit. Takové informace jsou velmi důležité pro porozumění dynamického vztahu mezi úrovní znečištění a chováním.

Lidé v rozvojových zemích jsou obvykle exponovány velmi vysokými hodnotami znečištění po dobu 3-7 hodin denně mnoho let. Během zimy, v chladných dnech a horských oblastech může expozice probíhat až 24 hodin denně. Protože se obvykle vaření účastní ženy, jsou tedy vystaveny mnohem větší expozici než muži. Malé děti jsou při vaření často nošeny na matčiných zádech a tudíž tráví mnoho hodin dýcháním zplodin (*Bruce et al., 2000).*

2.4 Vliv znečištění vnitřního ovzduší na zdraví lidí

V nejlidnatějším státě světa, Číně, je problém znečištění vnitřního prostředí velmi aktuální. Ačkoliv se mnohé oblasti Číny stávají městskými, více než 60% obyvatelstva žije stále na venkově. Většina z nich používá uhlí a biomasu, hlavně dřevo a zbytkové zemědělské plodiny. V roce 2003 přibližně 80% energie na venkově pocházelo z biomasy a asi 10% z uhlí. Přestože čínští představitelé měst se snaží eliminovat používání uhlí v domácnostech, stále se ho ještě mnoho užívá. Spalování tuhých paliv, tedy biomasy a uhlí, je dominantním zdrojem znečištění vnitřního prostředí v zemi a významně přispívá k celkové nemocnosti obyvatelstva. Současné studie WHO zabývající se hlavními rizikovými faktory, které mají vliv na zdraví, zjistily, že pevná paliva používaná v čínských domácnostech způsobují přibližně 420 000 předčasných úmrtí ročně. To je o 40% více než asi 300 000 předčasných úmrtí přisuzovaných znečištění venkovního prostředí v čínských městech s populací větší než 100 000. Pro domácnosti

používající tuhá paliva je zjištěno, že je to jediný největší rizikový faktor a řadí se na 6. místo mezi všemi rizikovými faktory ovlivňující lidské zdraví.

Pevná paliva obtížně hoří v jednoduchých spalovacích zařízeních, jako jsou domácí kamna na vaření a topení kvůli nedostatečnému přísunu vzduchu. Vznikají tak produkty nedokonalého spalování a další sloučeniny. Spalováním biomasy v domácích kamnech na vaření vznikne více než 10% produktů nedokonalého spalování a z uhelných paliv je to až 38%. To je typické pro jednoduchá domácí kamna v rozvojových zemích. Některé produkty nedokonalého spalování jsou obvykle stabilizované vzdušné polutanty jako například CO, NO_2 a polétavý prach (PM). Ve studiích, které se prováděly v Číně v 90. letech 20. století, charakterizující produkty nedokonalého spalování se z 28 kombinací palivo/kamna obvykle našlo více než 60 druhů uhlovodíků a 17 druhů aldehydů a ketonů, byly naměřeny ve větším množství v kouři ze spalování pevných paliv. Je to více než v kouři z kamen na kapalná nebo pevná paliva.

Byly identifikovány další sloučeniny, které jsou karcinogenní (benzen, formaldehyd), pravděpodobné karcinogeny (1,3-butadien) a možné karcinogeny (styren). Je známo, že polycyklické aromatické uhlovodíky (PAU) jsou formovány během nedokonalého spalování pevných paliv, včetně dřeva a uhlí. Nízkomolekulární (s 2-4 aromatickými jádry) se nachází převážně v plynné fázi, PAU s vyšší molekulární hmotností se vyskytují hlavně jako částice. Tyto látky a jejich deriváty nalezené v uhelném kouři jsou též prokázané mutageny, nejsilnější jsou alkylové PAU s 3 až 5 aromatickými jádry. Bylo zjištěno, že při spalování dřeva vzniká méně druhů s nižší koncentrací methylovaných PAU než při spalování uhlí.

Narozdíl od biomasy, mnohé uhlí obsahuje vlastní znečišťující látky jako síru a její oxidy, arsen, fluor, olovo a rtuť. Během hoření se tyto látky uvolňují do prostředí ve své oxidované formě. Protože uhlí hoří za podstatně vyšší teploty než biomasa, uvolňují se i vyšší emise NO_2 než při spalování biomasy.

Studie provedené v Číně ještě ukazují, že uhlí a následně jeho kouř může být znečištěné ještě niklem, chromem a jemnými vlákny křemene.

Expozice uhelným kouřem může být spojena s různými respiračními chorobami. Byly vedeny studie v některých čínských oblastech, v nichž se ukázalo, že převládají nemoci v oblasti hrudníku, kašel, zvětšená tvorba hlenu a zrychlený dech opět u žen nekuřaček, užívající uhlí k vaření. Průzkum 10 892 obyvatel z čínské oblasti Xuanwei ukázal, že poměr odhadnutý pro uživatele kouřícího uhlí byl ve srovnání s uživateli bezdýmého uhlí 1,73 pro zrychlený dech, 3,3 pro kašel a 4,23 pro zvýšenou tvorbu hlenu. Poměr vypočtený pro uživatele bezdýmého uhlí a dřeva byl 1,35 pro kašel a 1,67 pro zvýšenou tvorbu hlenu. Studie 5 051 žáků 7. ročníků z 22 náhodně vybraných škol ve větší metropolitní oblasti Wuhan zjistila, že spalování uhlí na vaření

nebo topení zvyšuje riziko sípání *(Zhang and Smith, 2007)*. Vnitřní používání uhlí je spojeno také se zvýšením rýmy a rizika faryngitidy (zánět hltanu) a angíny u dětí žijících v Taiyan city v provincii Shanxi.

Chronická obstruktivní plicní nemoc je velmi závažnou nemocí, v Číně způsobuje více než 1,3 milionů úmrtí ročně. Průzkum 21 648 venkovských obyvatel v provincii Anhui ukazuje, že počet jedinců s touto nemocí je výrazně vyšší v domácnostech, kde se používají kamna na uhlí. Vliv uhelného kouře na funkci plic byl zkoumán v několika studiích. V jedné z nich měření probíhalo na školních dětech žijících ve městech Chendge a Shanghai, provádělo se v zimě a ukázalo snížení vitální kapacity plic o 1,5 až 10,7%. Toto snížení je přisuzováno užívání uhlí při vaření a topení *(Zhang and Smith, 2007)*.

Přímá expozice uhelného kouře byla zkoumána pro potenciální vliv na lidský imunitní systém. Studie 624 kojenců a mladších dětí ukázala, že obsah Ig G byl významně nižší v domácnostech používajících uhlí než v tam, kde se používá jako palivo plyn. Toto významné zjištění ukazuje, že expozice uhelným kouřem oslabuje lidský imunitní systém a tím více jsou jedinci citliví na jiné nemoci.

V Číně je přibližně 100 oblastí, které jsou považovány za „endemické", protože uhlí, které se v nich nachází má vysoký obsah toxických látek. Nejčastější otrava související s používáním uhlí v domácnostech je otrava fluorem a arsenem. Spalováním uhlí bohatého na arsen se je ovlivněno přibližně 300 000 obyvatel Číny. Je známo, že vysoké množství arsenu v pitné vodě způsobuje rakovinu močového měchýře a kůže. Dosud ale nebyly prováděny studie vlivu arsenu obsaženého v uhlí na rakovinu.

Přibližně 10 milionů lidí v čínské provincii Guizhou a okolních oblastech trpí dentální (zubní) a kostní fluorózou, jako výsledek zvýšeného příjmu fluoru z jídla sušeného na ohni. V těchto oblastech skoro všechny děti základní školy měli zubní fluorózu a osteosklerózu. Kromě toho byla v určitých oblastech zjištěna i otrava selenem a rtutí při používání uhlí. Bylo zaznamenáno nespočet akutních otrav CO. Zahrnují i smrtelné příklady zvláště v topných sezónách, kdy se spaluje uhlí s malou ventilací vzduchu. Otrava je způsobena zvyšováním karboxihemoglobinu (CO-Hb) v krvi, dokonce bylo zjištěno, že větší míra CO-Hb je u jediců, v jejichž domácnosti se spaluje uhlí, než osobám vystaveným cigaretovému kouři. CO je známý také tím, že může ovlivnit prenatální a postnatální (poporodní) úmrtnost a nižší vzrůst u dětí, jejichž matky byly během těhotenství exponovány. Tyto efekty jsou patrně kvůli nedostatku kyslíku.

Spojení mezi rakovinou plic a vystavením kouři ze spalování uhlí bylo nalezeno v četných epidemiologických studiích vedených v Číně, jedním z důvodů tomu bylo zjištění neobvykle

vysoké míry rakoviny plic u žen nekuřaček používajících uhlí v otevřených ohništích. Různé analýzy prezentují tvrzení, že expozice kouřem z uhlí významně zvyšuje riziko vzniku rakoviny plic. Současně Mezinárodní agentura pro výzkum rakoviny (IARC) klasifikuje tyto emise jako karcinogenní pro lidi i zvířata. Je také pravděpodobné, že při časté kontaminaci jídla uhelným kouřem, se může vyskytnout u lidí rakovina jícnu, hlavy a krku *(Zhang and Smith, 2007)*.

Jedna ze studií prováděná v Indii byla zaměřena především na měření koncentrace polycyklických aromatických uhlovodíků. Je zde totiž rozšířené spalování kravského trusu smíchaného převážně se slámou *(Bhargava A. a kol. 2004)*.

Zjistilo se, že celková vnitřní úroveň PAU byla během spalování biomasy zvýšena 4-8 × než říkají normy. Při porovnání dvou typů biomasy, byla koncentrace PAU vyšší při spalování kravského trusu než dřeva. Nejnižší úroveň PAU byla během spalování LPG. Tento trend byl zachován v obou ročních obdobích, v zimě i v létě. V zimě byly ale koncentrace PAU větší ve srovnání s létem. Tento jev může být způsoben zadržováním emisí v monitorovací zóně díky vysoké atmosférické vlhkosti během chladných dnů, kdy teploty dosahují 5-10°C. Naopak nižší úroveň v létě, může být následkem disperze suspendovaného polétavého prachu, na který jsou PAU vázány, nad úroveň měřící zóny. Převládá nízká vlhkost a teploty se pohybují kolem 40-45°C. Voda, která je obsažena v palivovém dřevě, může mít podobný účinek.

Ve studiích o městském znečištění ovzduší, na kterém spolupracoval United Nations Environmental Program (Program OSN pro životní prostředí), byla zjištěna úroveň PAU na venkově 100 × větší než v oblastech zatížených dopravou nebo v zakouřeném prostředí. Byla měřena množství jednotlivých PAU (chrysenu, di-benzen(a,h)anthracenu, benzo(k)fluoranthenu). Jejich koncentrace byla 1-3 × vyšší než benzo(a)pyrenu. Maximální koncentrace benzo(a)pyrenu (1,86 $\mu g/m^3$) byla naměřena v zimě při spalování kravského trusu. Směrnicová hodnota koncentrace ve vzduchu je ale podle WHO 1 ng/m^3. Indie zatím nemá žádné nařízení pro maximální hodnoty karcinogenních PAU ve vnitřním prostředí. Běžná expozice těmito látkami, zvláště vyšší, může být ovlivněna faktory jako je například náchylnost populace k plicním chorobám. To může mít za následek akutní zdravotní problémy plic, zvláště pak rakovinu plic.

Dlouhodobá expozice karcinogenních PAU v kombinaci s četnými chemickými a biologickými nákazami v suspendovaném polétavém prachu mohou být příčinou akutních nebo chronických plicních nemocí, astmatu, plicní tuberkulózy, chronické obstruktivní plicní nemoci a rakoviny plic u indických žen. Okolo půl miliónu žen a dětí zemře v Indii každý rok kvůli znečištěnému vnitřnímu ovzduší.

Používání LPG a elektriky je na indickém venkově stále neobvyklé. Vysoká cena a omezená dostupnost jsou hlavní překážky pro přístup k čistějším palivům *(Bhargava A. a kol. 2004)*.

3. Topení biomasou v EU

EU už od osmdesátých let minulého století podporuje obnovitelnou energii prostřednictvím politiky, legislativy,finančních prostředků a výzkumu. K opatřením, která už byla přijata, patří zákony o obnovitelné elektřině a biopalivech a možné osvobození od daně nebo daňové úlevy pro obnovitelné zdroje energie *(Internet 1)*.

Česká republika začala s touto podporou teprve před několika lety. V roce 2006 vyhlásilo Ministerstvo životního prostředí „Dotace pro domácnosti na ekologické vytápění" *(Internet 2)*. Je určena těm, kdo vymění kotel či kamna na fosilní paliva za moderní kotel na spalování biomasy nebo si pořídí tepelné čerpadlo či solární systém.V roce 2007 snížila vláda u biomasy daň z 19 % na 9 %. V lednu 2008 zavedla EU, tedy i u nás, povinou ekologickou daň na fosilní neobnovitelné zdroje. Tím se dostaly ceny například dřevěných briket blíže k cenám hnědého uhlí. Jak sazba DPH tak ekologická daň jsou pro zvýšení spotřeby ekopaliv především na venkově velmi důležité *(Internet 3)*.

V České republice je biomasa stále tradiční palivo převážně na venkově, nejčastěji jako polenové dřevo. Ročně se ale v domácnostech zvyšuje počet kotlů na pelety s automatickým dávkováním a kotlů na spalování dřevní štěpky či pilin. Také najdeme kombinaci spalování pevných paliv s elektrickým vytápěním *(Internet 4)*.

3.1 Nejčastěji používaná „moderní" paliva z rostlin

3.1.1 Brikety a pelety

V poslední době se topení stále více prodražuje. Po několikerém zvýšení cen plynu i elektřiny se lidé začínají vracet k tradičnímu dřevu, nebo uhlí. Návrat k uhlí je obecně velmi nežádoucí, protože se tak znečišťuje ovzduší. Tradiční dřevo není rovněž jednoznačné řešení, protože palivového dřeva začíná být pomalu citelný nedostatek *(Internet 5)*. Dalšími možnostmi jsou brikety a pelety.

Brikety jsou druh ekologického paliva, vyráběného z biomasy, nejčastěji z kvalitních čistých dřevěných pilin, hoblin nebo oprané kůry, které vznikají jako vedlejší produkt dřevozpracujícího průmyslu. Dřevní odpady se nejprve podrtí na jemnou frakci, dále se vysuší na minimální vlhkost a nakonec se většinou bez jakéhokoliv pojiva lisují za vysokého tlaku a vysoké teploty do válcových nebo hranatých výlisků o vysoké hustotě. Brikety válcového tvaru mohou být připravovány s dírou uprostřed. Výjimečně se lisují brikety speciálních tvarů.

Briketami lze topit ve všech typech kamen, kotlů na tuhá paliva, krbů a zahradních grilů, apod. Vysoké energetické hodnoty umí nejlépe využít kotle na dřevoplyn, ve kterých se palivo nejprve zplyňuje a teprve potom se plyn spaluje s účinností až 90 %. Mezi výhody briket patří mimo jiné i velmi nízký obsah popele.

Pelety jsou zpravidla granule kruhového průřezu, které se vyrábějí na protlačovacích matricových lisech pod vysokým tlakem. Tím se dosahuje vysoké hustoty paliva, což je velmi důležité pro minimalizování jeho objemu na jednotku energetického obsahu. Pelety jsou sypkým palivem s vysokou výhřevností, nízkým obsahem popelovin, nízkým obsahem vody, odolným proti nárazu, s nízkými nároky na skladovací prostory a umožňujícím automatizaci procesů spalování. Nejčastěji se vyrábí z měkkého dřeva z čistých suchých hoblovaček; z čisté směsi vlhkých katrových pilin z měkkého i tvrdého dřeva; z kůry stromů a z lesní štěpky. Pro spalování pelet jsou vyvinuty zvláštní kotle. Vyrábějí se nejen automatické kotle pro provoz po celou sezónu, ale i krbová kamna se zásobníkem, která hoří na jedno naplnění i několik dní.

Typy briket a pelet *(Internet 6)* **:**

- **Dřevní brikety** - mechanicky velkým tlakem zpracovaný suchý dřevní prach, drť nebo piliny (6-12 % vody) zpravidla do tvaru válečků, hranolů nebo šestistěnů, o průměru 40 až 100 mm, délky do 300.

- **Dřevní pelety (peletky)** - mechanicky velkým tlakem zpracovaný suchý dřevní prach, drť nebo piliny, 6-12 % vody, zpravidla do tvaru válečků o průměru 6 až 25 mm (výjimečně do 40 mm), délky do 50 mm.

- **Brikety ze stébelnin** - mechanicky velkým tlakem zpracované suché, drcené nebo nakrátko řezané stébelniny (sláma obilovin a olejnin, traviny a energetické byliny), 8-14 % vody, do tvaru válečků, hranolů nebo šestistěnů o průměru 40 až 100 mm (výjimečně do 40 mm), délky do 300 mm.

- **Pelety ze stébelnin** - mechanicky velkým tlakem zpracované suché, drcené nebo nakrátko řezané stébelniny (sláma obilovin a olejnin, traviny a energetické byliny), 8-14 % vody, do tvaru válečků o průměru 10 až 25 mm (výjimečně hranolů do 40 mm), délky do 50 mm.

- **Typické rostlinné pelety a brikety Ekover** - palivo je tvořeno ze 100 % rostlinnými pletivy:

  a) Ekover

  Rostlinné materiály jsou tvořeny převážně odpadem z čištění semen zemědělských plodin. Obsahují hlavně: zlomky semen, povrchové vrstvy semen, nestandardní semena, plevy, pluchy, osiny, kousky ostatních částí rostlin, semena plevelů a nekulturních rostlin, biologický odrol. Jako doplňkovou surovinu lze použít i otruby, sladové plevy, sladový prach, mouky nevhodné k potravinářským nebo krmným účelům, semena rostlin nevhodná k potravinářským nebo krmným účelům.

  b) Ekover S

  Rostlinné materiály jsou tvořeny převážně senem, slámou obilnin a slámou olejnin. Jako doplňkovou surovinu lze použít i otruby, sladové plevy, sladový prach, mouky nevhodné k potravinářským nebo krmným účelům, semena rostlin nevhodná k potravinářským nebo krmným účelům.

  b) Ekover T

  Rostlinné materiály jsou tvořeny celými nadzemními částmi žitovce (Triticale, kříženec žita a pšenice) slámou a klasy včetně zrna.

  c) Ekover O

  Rostlinné materiály jsou tvořeny celými nadzemními částmi obilovin a olejnin pěstovaných pro nepotravinářské využití, slámou a klasy včetně zrna či semenem.

- **Ostatní pelety a brikety z rostlinných materiálů** (tzv. alternativní) – z krmného šťovíku (Rumex OK-2), konopí a dalších energetických rostlin .

Výhřevnost pelet a briket je velmi dobrá, většinou se neliší od palivového dřeva. Cena se v dnešní době vyrovnává ceně hnědého uhlí. Na rozdíl od uhlí jsou brikety z biomasy mnohem

PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA UK KNIHOVNA PROSTŘEDÍ

čistší, nezatěžují okolí škodlivými emisemi a mají oproti uhlí velmi nízký obsah popele. Tento popel lze použít jako hnojivo na zahradu nebo na pole.*(Internet 5)*.

3.1.2 Rychle rostoucí dřeviny (RRD)

Termín rychle rostoucí dřeviny se v odborné lesnické literatuře poprvé objevil v první polovině 20. století, takto evropští lesníci označovat skupinu dřevin, která výrazně dosahovala nadprůměrného výškového přírůstku a objemovou produkci.

Základní vlastnosti těchto dřevin jsou:

- Vysoká objemová produkce dřeva přes 10 m^3/ha/rok což odpovídá přibližně 4,5 t (sušiny)/ha/rok v průměru za životnost porostu (kritérium IUFRO, International Union of Forest Research Organisations). V pozdější literatuře se uvádí i výrazně více např. minimálně 22 m^3/ha/rok což odpovídá přibližně 10 t (sušiny)/ha/rok.

- Rychlý terminální růst v prvních letech po výsadbě, což v podmínkách ČR znamená v prvním roce přes 0,5 metru/rok. V dalších letech přes 1 metr/rok.

- Snadné zakládání porostů zejména vegetativním způsobem např. řízky či pruty u většiny topolů a vrb, ale i generativně zejména sazenicemi jako např. u olše, některých vrb a topolů (Salix caprea– vrba jíva a topoly sekce Leuce – bílé topoly a osiky).

- Hospodářské porosty jsou pěstovány z lesnického pohledu v tzv. krátkém obmýtí 15–30 let v některých případech i méně.

V dostupných odborných publikacích byly nejčastěji doporučovanými rychle rostoucími dřevinami v našich klimatických podmínkách taxony z čeledě vrbovitých (*Salicaceae*) a to zejména topoly (včetně osiky – rod *Populus*), vrby (rod *Salix*) a dále olše (rod *Alnus*) a bříza (*Betula*) z čeledě břízovitých (*Betulaceae*).

V posledních letech dochází v rámci výzkumu k rozšiřování sortimentu RRD i na další druhy a rody. Podle různých autorů můžeme v našich podmínkách mezi RRD zařadit také pajasan

žlaznatý (*Ailanthus altissim*), lísky (*Corylus sp.*). V teplejších a sušších oblastech ČR by připadal v úvahu trnovník akát (*Robinia pseudoacacia L.*). Mimo ekologické podmínky střední Evropy jsou nejvýznamnějšími druhy RRD blahovičníky (*Eucalyptus sp.*), které jsou pěstovány ve v subtropických oblastech celého světa např. v Portugalsku (na vlákninu), Etiopii, Angole a na Novém Zélandu. V Indii jsou testovány například akácie (*Acacia tortilis , A. nilotica*), kasie (*Cassia siamea*) a mimóza (*Albizzia aculeata L.*). V podmínkách subtropické Číny se testuje pro produkci biomasy například paulovnie plstnatá (*Paulownia tomentosa*) jako energetická meziplodina.

V posledních desetiletích se v Evropě a v také v některých oblastech Severní Ameriky začíná na stále větší a větší rozloze zemědělské půdy využívat nový systém hospodaření, který je v češtině nejčastěji označován jako výmladkové plantáže rychle rostoucích dřevin, případně energetické plantáže. Výmladkové plantáže na zemědělské půdě jsou sklízeny ve velmi krátkém obmýtí (obvykle 2-5 let), kterou je možné opakovat několikrát po sobě bez nutnosti nové výsadby. Jejich produktem je biomasa využívaná hlavně jako palivo (vytápění, sdružená výroba tepla a elektřiny), ale perspektivně i jako průmyslová a chemická surovina (výroba pevných a kapalných biopaliv, biochemických a konstrukčních materiálů).

Od roku 1993 začaly být rychle rostoucí dřeviny zvláště topoly a vrby u nás zkoumány také jako tzv. energetická plodina pro produkci dřevní biomasy (hlavně štěpky a palivového dřeva) pro energetické využití.

Od roku 2000 jsou poskytovány dotace na zakládání produkčních porostů RRD k energetickému využití – tzv. výmladkové plantáže. Tento způsob pěstování RRD stejně jako pěstování dalších převážně nedřevnatých energetických plodin se rozvíjí pod vlivem aktuálních priorit zemědělské, energetické a rozvojové politiky EU.

Hlavními důvody pro podporu pěstování energetických plodin v hospodářsky vyspělých zemích jsou:

a) Efektivní využití zemědělské půdy s nižším produkčním potenciálem (tzv. LFA, méně příznivé oblasti a oblasti s ekologickými omezeními) pro nepotravinářskou produkci a současně zajištění mimoprodukčních funkcí zemědělství (péče o krajinu).

b) Rozvoj zemědělských oblastí (nová pracovní místa, posílení místní ekonomiky – peníze za energii zůstávají v regionu, přicházejí investice do nových technologií).

c) Snížení znečištění ovzduší a produkce skleníkových plynů náhradou fosilních paliv (snížení pokut za emise, splnění mezinárodních dohod).

d) Strategické snížení závislosti na dovozu fosilních paliv a zlepšení obchodní bilance státu respektive celé EU.

Ve výzkumu i v praxi bylo ověřeno, že výmladkové plantáže RRD mohou působit pozitivně na okolní krajinu a životní prostředí člověka (např. na regeneraci orné půdní, zvyšování biodiverzity krajiny, stabilizaci hydrologického režimu) *(Internet 7)*.

3.2 Látky vznikající při hoření biomasy

Zahraniční i české studie, zjistili, že při spalování biomasy vznikají organické látky polychlorované dibenzodioxiny a dibenzofurany (PCDD a PCDF) *(Internet 9)*. Jsou to chemické sloučeniny obsahující ve svých molekulách atomy uhlíku, vodíku, kyslíku a chloru. Je možné identifikovat stovky různých struktur těchto látek. Některé z nich jsou vysoce toxické již při nízkých koncentracích. PCDD a PCDF obecně vznikají při nekontrolovaném hoření rozličných materiálů. Zdroje emisí těchto látek můžeme rozdělit na antropogenní a přírodní.
Mezi přirozené emise můžeme tedy zařadit činné sopky a lesní požáry.
Antropogenních zdrojů, které mají potenciál uvolňovat PCDD a PCDF, je celá řada.
Můžeme jmenovat zejména následující:

1. nekontrolované spalování rozličných materiálů, například odpadů ze zemědělství;
2. veškerý další průmysl, kde probíhají spalovací procesy, jako jsou například ocelárny, železárny, teplárny, elektrárny;
3. tyto látky také vznikají v průmyslu papíru a celulózy.
4. V neposlední řadě je třeba zmínit vznik PCDD a PCDF během spalování paliv v motorových vozidlech.
5. Největší nebezpečí představují především procesy spalování materiálů s obsahem chloru.

6. Mezi nejvýznamnější zdroje dříve patřily spalovny odpadů. Dnes je většina spaloven odpadů vybavena moderním řízením spalovacích procesů a kvalitním systémem čištění spalin, popřípadě technologií dopalování, a tak dosahují limitu 0,1 ng dioxinů na m3 kouřových plynů *(Internet 25)*.

PCDD/F jsou tepelně stabilní do 900°C a vznikají snadno při zahřívání chlorovaných organických látek na teplotu 300°C. Tyto látky tedy mohou vznikat i při spalování pevných paliv v domácích kamnech *(Internet 8)*.
Jak ukazují výsledky měření, není emise těchto látek příliš závislá na typu paliva. Tabulka č. 1 ukazuje hodnoty PCDD/F při spalování tří různých druhů pevných paliv. Podstatné snížení emise těchto látek bude s největší pravděpodobností možné hlavně úpravou spalovacích podmínek a konstrukcí spalovacího zařízení *(Internet 9)*.

Tabulka č. 2 ukazuje přehled polutantů a jejich hodnoty, které vznikají při spalování různého typu biomasy.

Tab. 1: Emise PCDD/F při lokálním vytápění bytů různými palivy *(Internet 9)*

Palivo	Počet měření	ng TEQ[1] / m^3	ng TEQ / MJ
dřevo	8	0,1 - 2,0	0,32
uhlí	8	8,0 - 41,8	7,74
koks	4	0,9 - 4,6	1,47

[1] *Toxický ekvivalnent (TEQ) je hodnota koncentrace jednotlivých sledovaných látek přepočtená na ekvivalentní množství 2,3,7,8-tetrachlordibenzo-p-dioxinu.*

Při spalování biomasy se zpravidla dosahuje pozoruhodně nízkých hodnot škodlivých emisí. Spalování tuhých fytopaliv v rozmezí teploty plamene 900 až 1100°C při dostatečném přívodu spalných vzduchů s přebytkem kyslíku a s dostatečně velkým a neochlazovaným dohořívacím prostorem plamene se obsah CO často blíží k nule. Emise oxidu siřičitého jsou rovněž zanedbatelné. Stopy síry se u fytopaliv vyskytují výjimečně, např. v kůře dřevin. Emise oxidů dusíku (NOx) dosahují cca polovinu povolených limitů, ale mohou se zvýšit při překročení teploty plamene 1200°C. Rovněž fytopalivo obsahující vyšší obsah dusíku než 1,5% v sušině může překročit emisní limit NOx. K tomu může dojít při spalování sena z mladé trávy.

Fytopalivo z energetických rostlin hnojených průmyslovými hnojivy s obsahem chloru se mohou ve spalinách objevovat emise chlorovodíku. Ekologický význam výměny sirnatého hnědého uhlí biomasou je především hodnocen minimalizací emisí včetně emisí toxických kovů. *(Internet 9)*.

Tab. 2 Emise PCDD/F a dalších polutantů při spalování různých biopaliv *(Internet 9)*

Palivo	**Cl** (mg. kg	**HCl** (mg. Nm^{-3})	**CO** (mg. Nm^{-3})	**PAH** (mg. Nm^{-3})	**PCDD** (ng TEQ. Nm^{-3})	**PCBz** (ng.Nm^{-3})	**PCPh** (ng. Nm^{-3})
Smrková štěpka	120	0.9	625	37	0.063	60	580
Topolová štěpka	16	0.13	2880	74	0.003	70	220
Pelety z pšeničné slámy	2056	74	733.5	247	1.822	2000	10 800
Řezanka z pšeničné slámy	1500	89	165.5	33	0.631	1300	3000
Pelety ze sena	2890	173	325.5	69.5	0.835	600	2800
Řezanka ze sena	1681	50	534	134	1.909	2000	32 000
Pelety z tritikale	575	72	81.5	105	0.078	-	1380
Řezanka z tritikale	1390	45	461	26	0.082	-	1200
Pokrutiny ze semene řepky	194	17	697	115	0.365	230 000	3280

4. Výsledky pilotní analýzy-způsoby vytápění

Hlavním zdrojem informací pro tuto analýzu byly převážně poslední censy jednotlivých států Evropy a jejich statistické úřady.

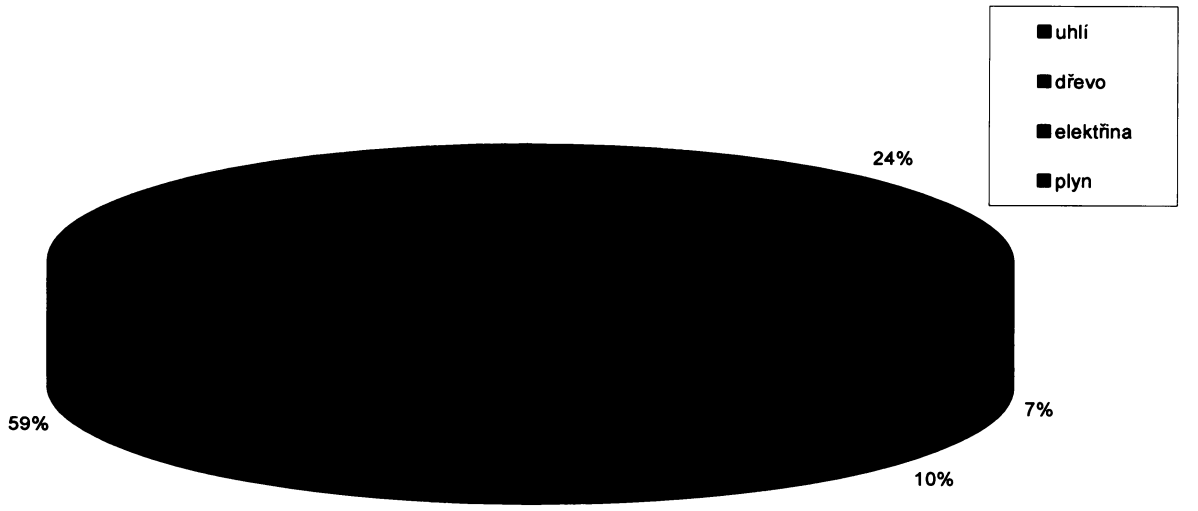
Sčítání je zvláštní statistické zjišťování, při němž jsou k jednomu okamžiku zjištěny údaje o obyvatelstvu, jeho demografických, sociálních a ekonomických charakteristikách, domácnostech, úrovni bydlení, struktuře domovního a bytového fondu na území státu.

Sčítání patří k nejstarším statistickým akcím vůbec. Na našem území se soupisy obyvatel nebo některých vybraných skupin obyvatelstva, uskutečnily již ve středověku. V historii byly prováděny především k vojenským a daňovým účelům. Zpočátku tedy zahrnovaly pouze část populace. Rokem 1869 začíná období tzv. "moderních sčítání" vyznačujících se dodržováním hlavních zásad vytyčených mezinárodními statistickými kongresy a na podkladě konkrétního zákona. Na sčítání v Rakousku-Uhersku pak navazují sčítání v době první republiky a postupně i další sčítání prováděná až do dnešní doby *(Internet 10)*.

4.1 Česká republika

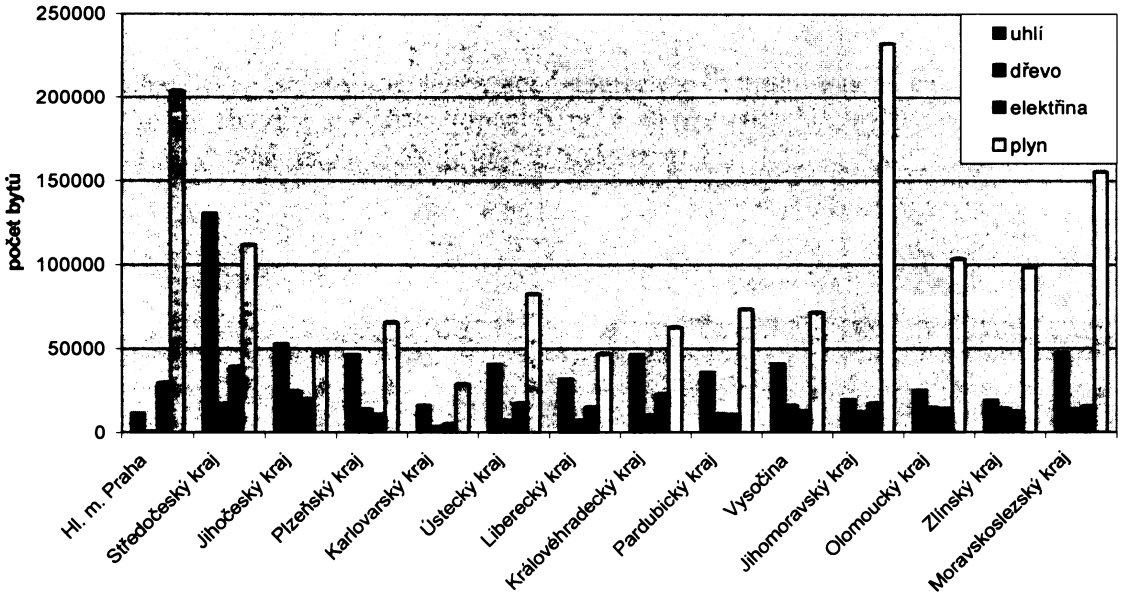
Z posledního sčítání lidu, domů a bytů v roce 2001 vyplývá, že přibližně 59 % domácností v České republice používá k vytápění zemní plyn, asi 31 % topí pevnými palivy, z toho více než 2/3 uhlím a 1/3 dřevem. 10 % bytů či domů je vytápěno elektřinou (Graf č. 1)
(Internet 11).

Graf č. 1: Obydlené byty podle energie používané k vytápění v ČR



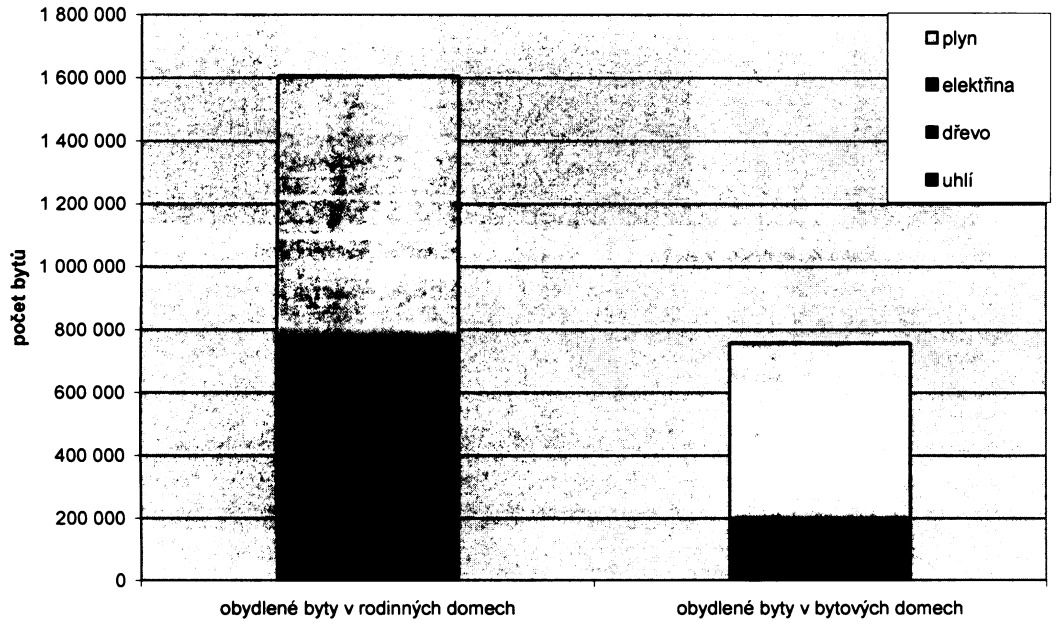
V jednotlivých krajích také dominuje vytápění plynem, kromě kraje Středočeského a Jihočeského, kde převažuje vytápění uhlím. V Jihočeském kraji existuje nejvíce bytů vytápěných dřevem (Graf č. 2) *(Internet 11)*.

Graf č. 2: Obydlené byty podle způsobu vytápění v krajích v ČR



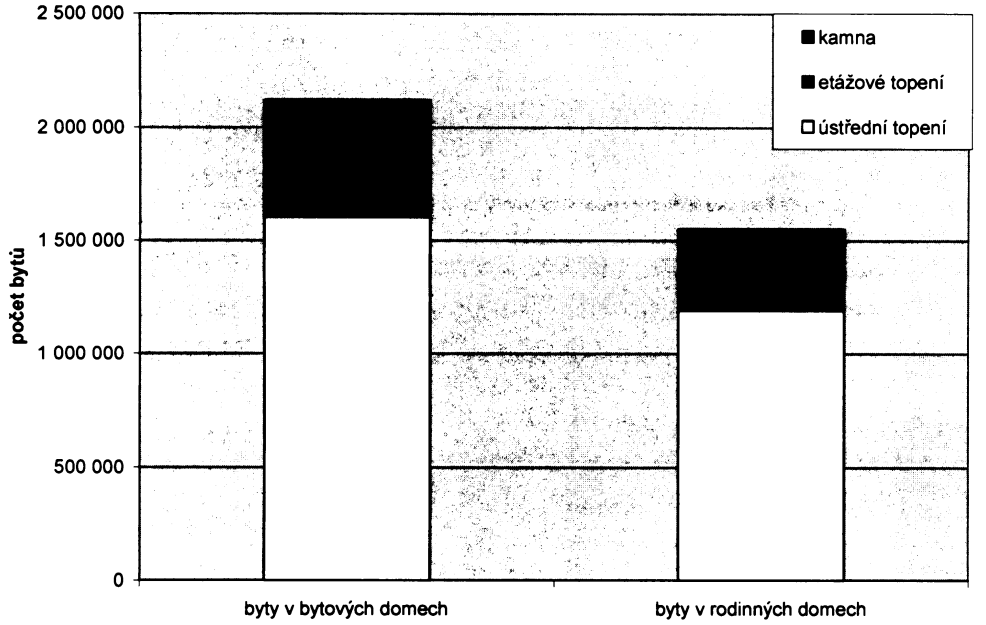
Přibližně v polovině rodinných domů převládá vytápění plynem, druhý nejčastější způsob vytápění je pomocí uhlí a na dalších příčkách se vyskytuje elektřina a zemní plyn. V bytech bytových domů jednoznačně převládá topení plynem a nejméně se zde užívá dřevo (Graf č. 3) *(Internet 11)*.

Graf č. 3: Obydlené byty podle energie používané k vytápění v ČR

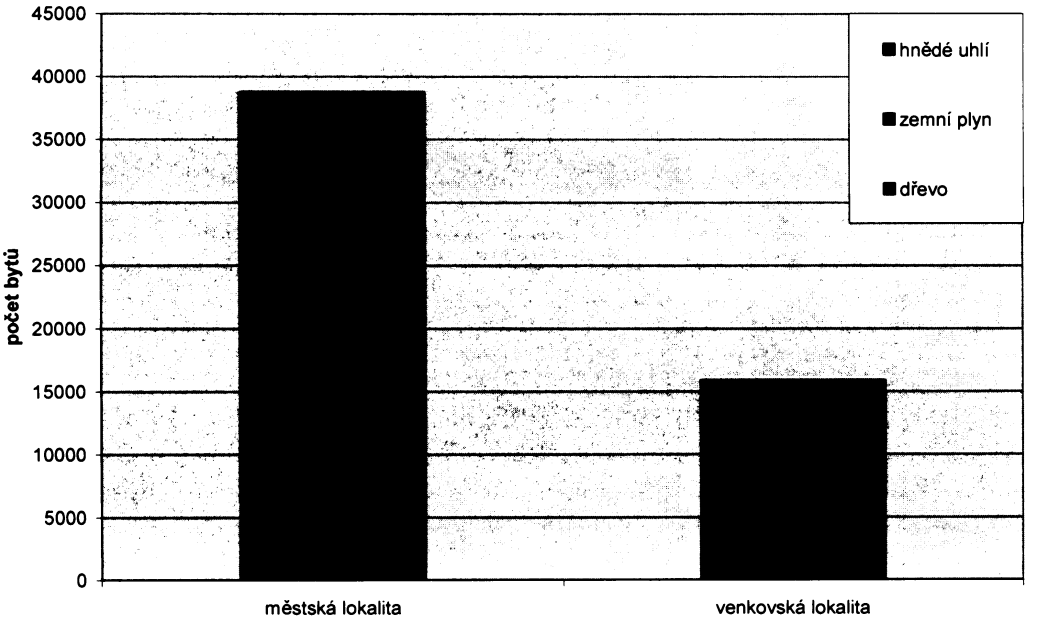


Nejrozšířenější způsob vytápění v bytech i domech je centrální topení, pak následují kamna a nejméně obvyklé je etážové topení (Graf č. 4) *(Internet 12)*. Vybavenost bytů spotřebiči na 3 vybraná paliva ukazuje graf č. 5 *(Internet 13)*.

Graf č. 4: Byty podle způsobu vytápění a druhu domu v ČR

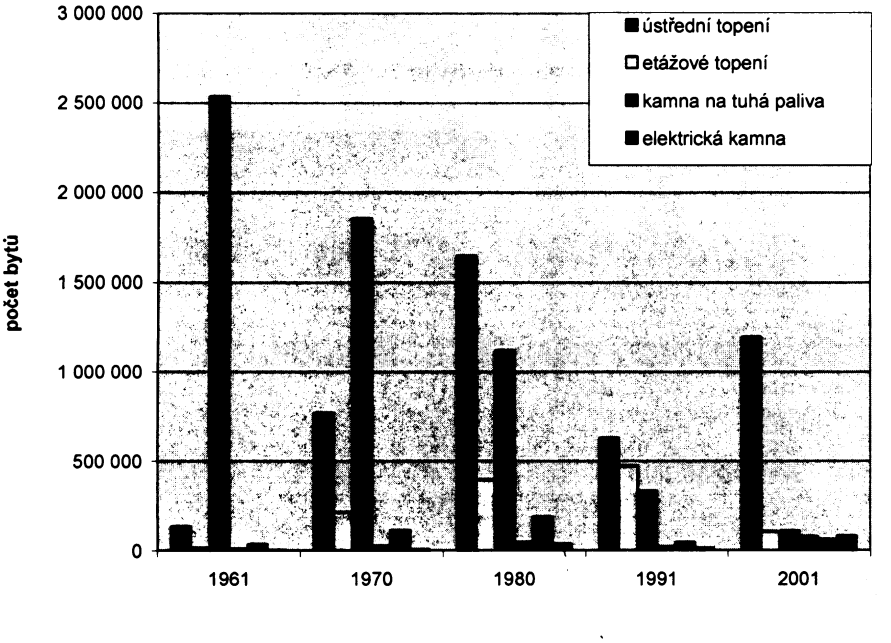


Graf č. 5: Vybavenost bytů se spotřebiči na vybraná paliva v ČR



Od 60. let 20. století můžeme zjistit pomocí censu způsob vytápění bytů v ČR. Nejdříve jasně převládalo používání lokálních kamen na tuhá paliva. Postupem času se ale dostala do pozadí (Graf č. 6) *(ČSÚ 1961,1970,1980,1991; Internet 12).*

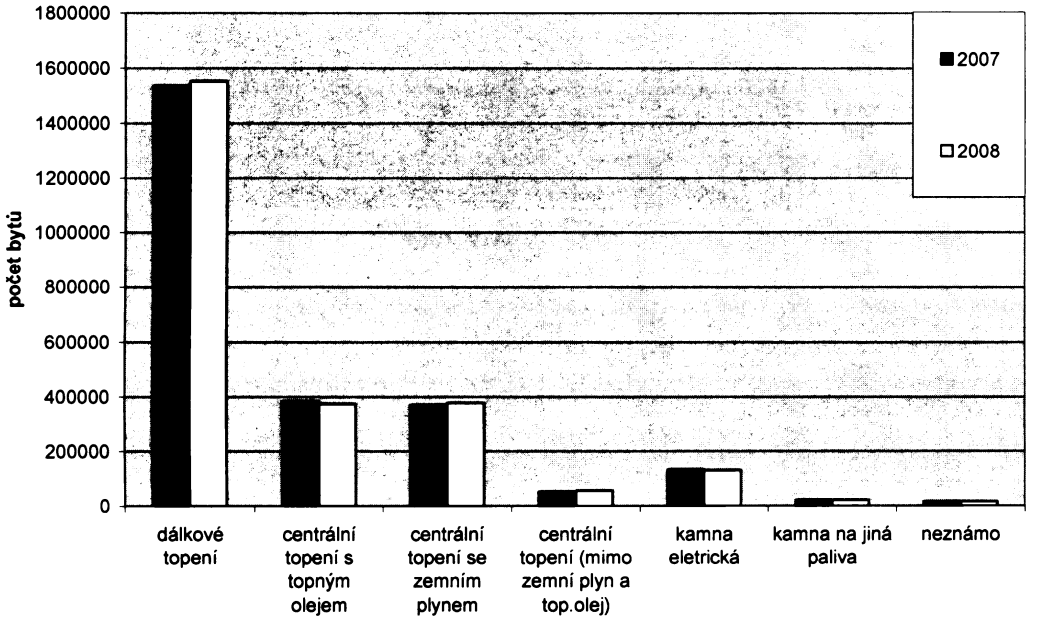
Graf č. 6: Vývoj způsobu vytápění bytů v ČR



4.2 Vybrané státy západní a severní Evropy

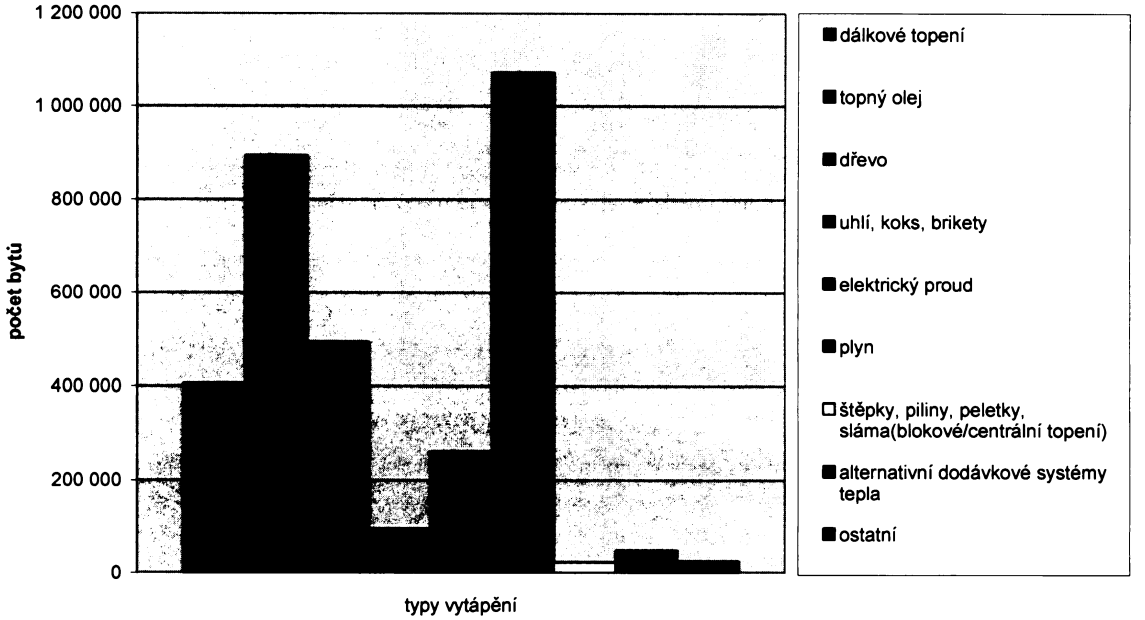
V Dánsku převládá blokové topení. Druhou příčku společně obsazují centrální topení s topným olejem a centrální topení se zemním plynem. Další místo patří elektrickým kamnům (Graf č. 7) *(Internet 14)*.

Graf č. 7: Typy vytápění v Dánsku

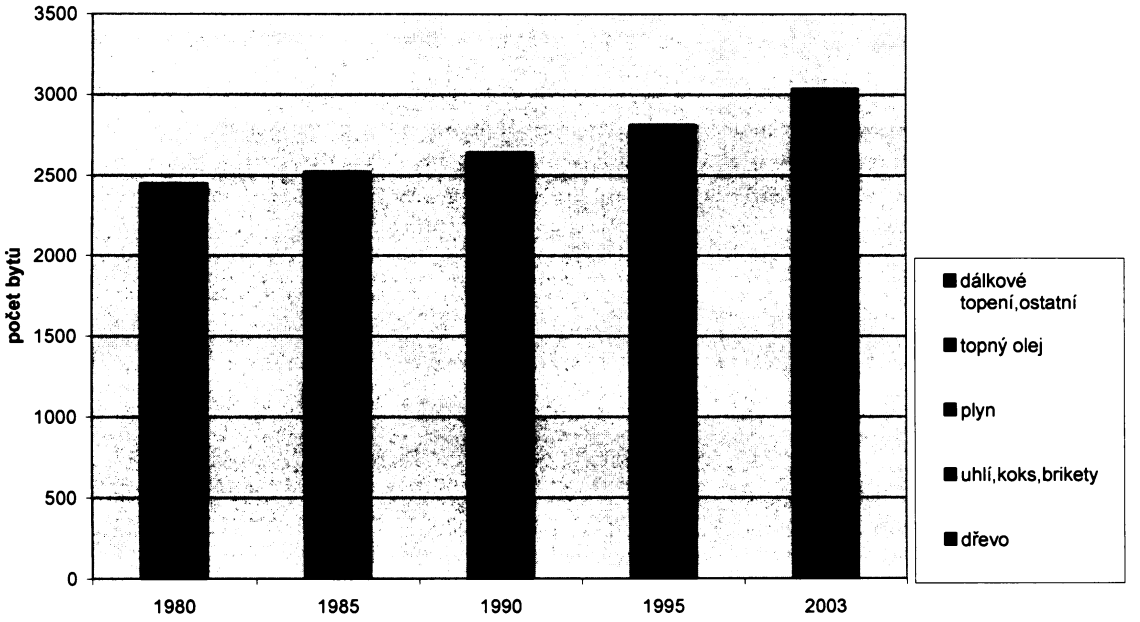


V Rakousku existuje nejvíce bytů vytápěných plynem, hned za nimi následuje topný olej, dále pak dřevo (Graf č. 8). Jestliže mají domácnosti lokální kamna, pak jich je nejvíce na dřevo. Graf č. 9 ukazuje vývoj požívání paliv v domácnostech od 80. let 20. století až do současnosti *(Internet 15)*.

Graf č. 8: Způsob vytápění v Rakousku

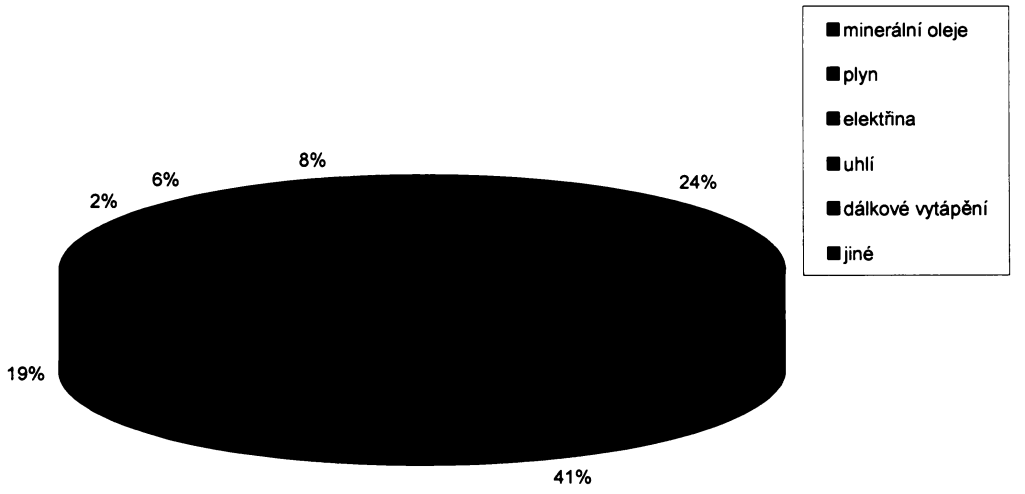


Graf č. 9: Vývoj používání paliv v rakouských domácnostech



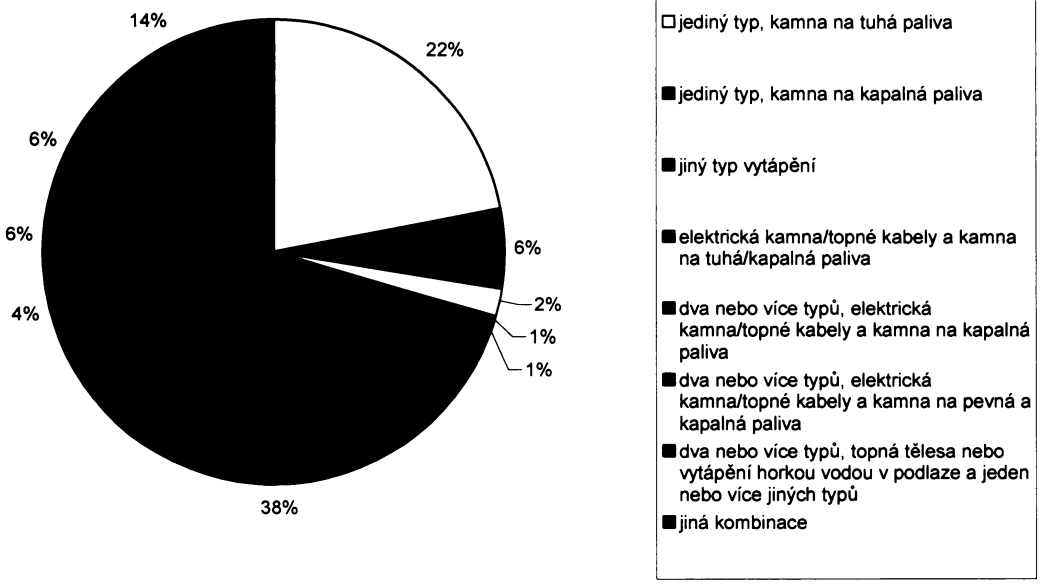
Největší spotřeba energie v německých domácnostech je spotřeba zemního plynu, dále pak různých typů minerálních olejů (např. topného oleje) a elektřiny (Graf č. 10) *(Internet 16)*.

Graf č. 10: Spotřeba energie v německých domácnostech



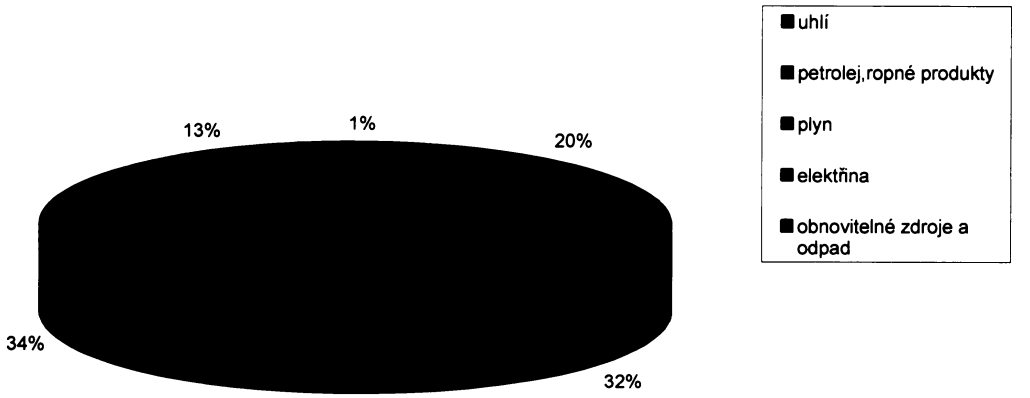
Norský statistický úřad zjišťuje různé kombinace způsobů vytápění v domácnostech. Největší podíl představují byty s elektrickými kamny, popř. topnými kabely a kamny na tuhá či kapalná paliva. Více typů vytápění je uvedeno v grafu č. 11 *(Internet 17)*.

Graf č. 11: Typ vytápění v Norsku



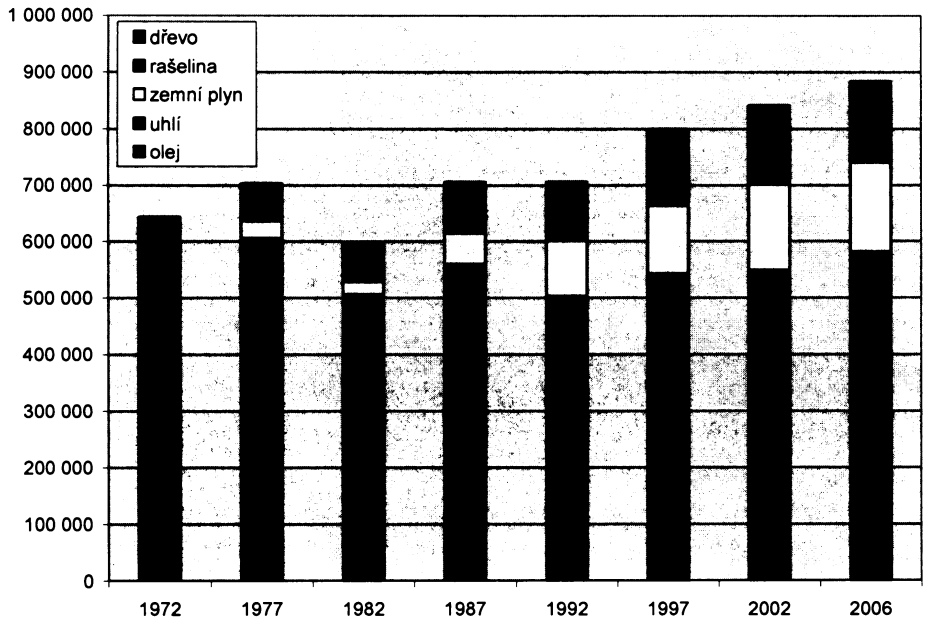
Ve Francii je celková spotřeba energie největší ve formě energie elektrické, kromě topení je zde zahrnuto veškeré používání elektrických spotřebičů, druhé místo náleží plynu a za ním následují ropné produkty. Energie u obnovitelných zdrojů a odpadu je na čtvrtém místě s 13 % . Uhlí na topení se využívá jen v malém množství (Graf č. 12) *(Internet 18)*.

Graf č. 12: Spotřeba energie v bytech podle druhu paliva ve Francii



Graf č. 13 ukazuje vývoj energetické spotřeby různých druhů paliv ve Finsku od 70. let 20. století po současnost *(Internet 19)*.

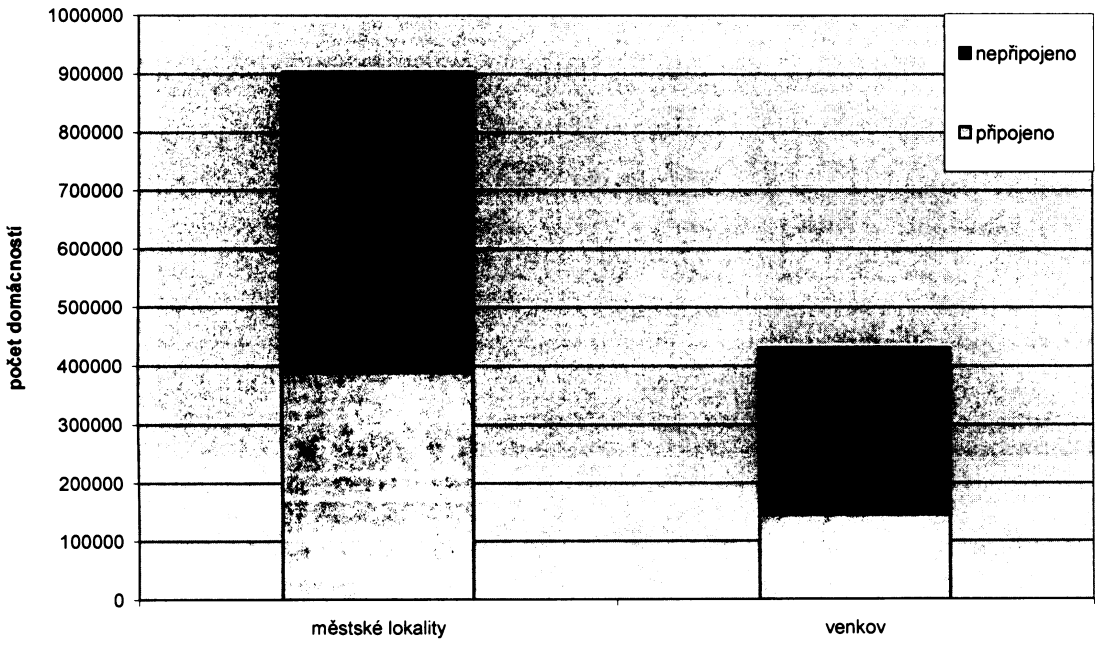
Graf č. 13: Spotřeba energie z vybraných paliv ve Finsku (TJ)



4.3 Vybrané státy východní Evropy

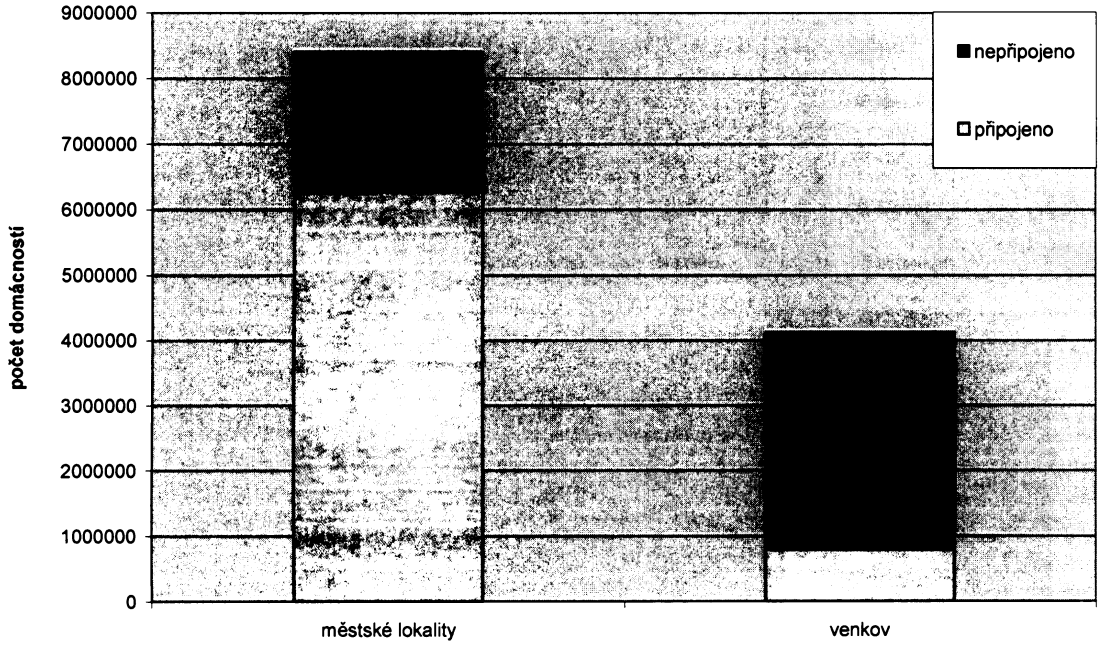
V Estonsku je 40 % domácností připojeno na plyn. Z toho městské domácnosti jsou připojeny ze 43 % a venkovské přibližně z 34 % (Graf č. 14) *(Internet 20)*.

Graf č. 14: Připojení domů na zemní plyn v Estonsku



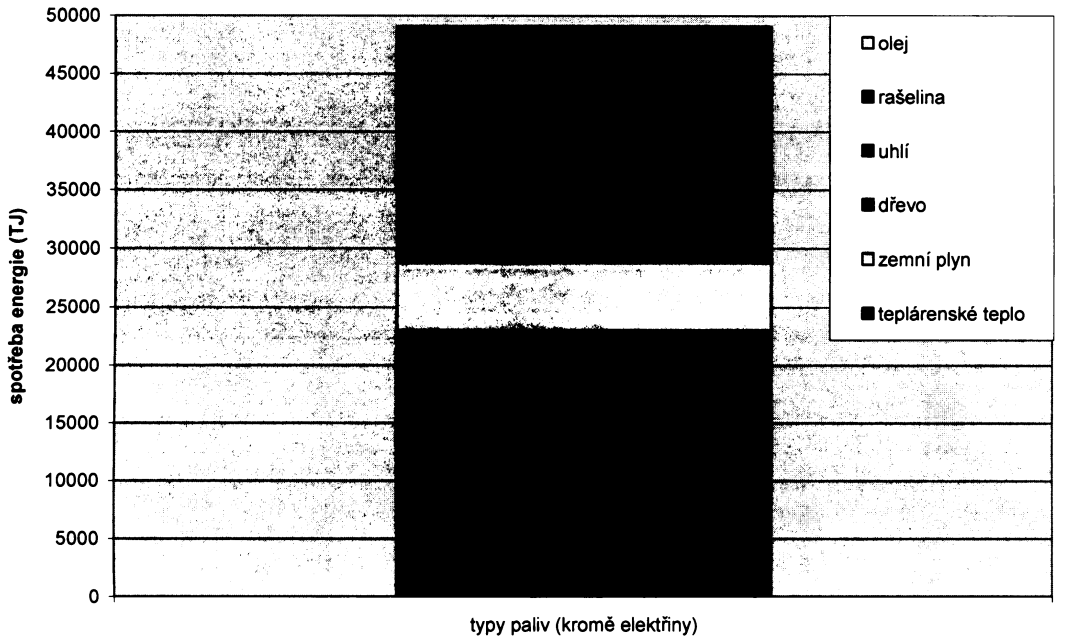
V Polsku je napojeno na plyn asi 56,5 % domácností. Liší se zde poměrně hodně připojení v městských oblastech a na venkově. Ve městech není připojeno jen 25% domácností, na venkově je to více než 80 % (Graf č. 15) *(Internet 21)*.

Graf č. 15: Připojení domů na plyn v Polsku



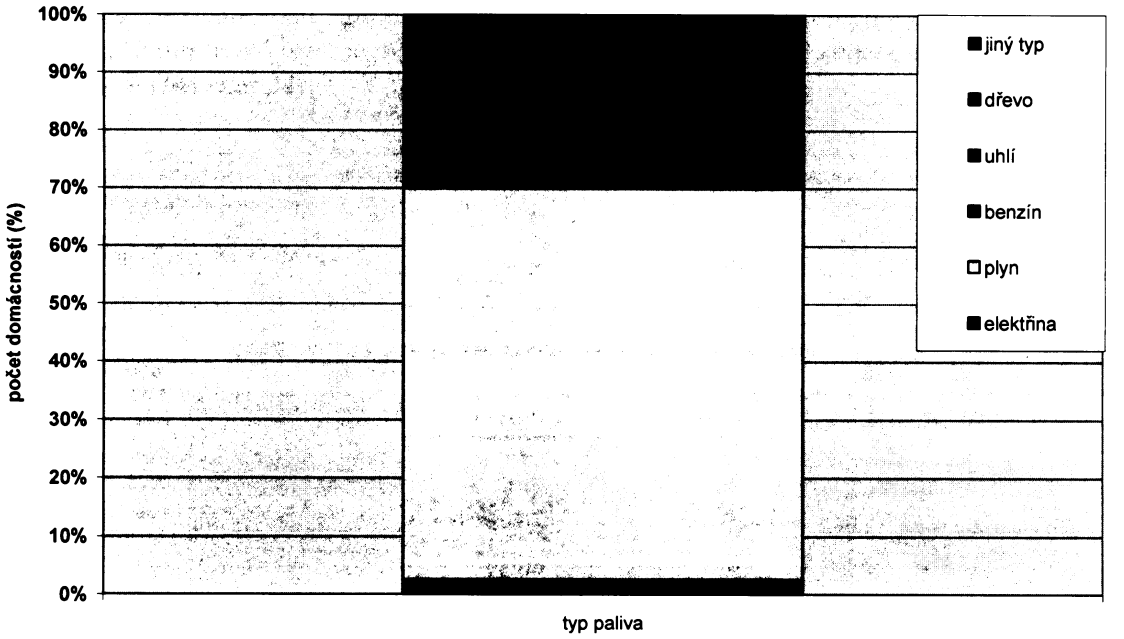
Litevské domácnosti spotřebují nejvíce energie na vytápění ve formě tepla z tepláren a to činí přibližně 43 %. Hned na druhém místě se 37 % je energie ve formě dřeva. Pouze 12 % spotřebované energie je ze zemního plynu (Graf č. 16) *(Internet 22)*.

Graf č. 16: Spotřeba energie v litevských domácnostech

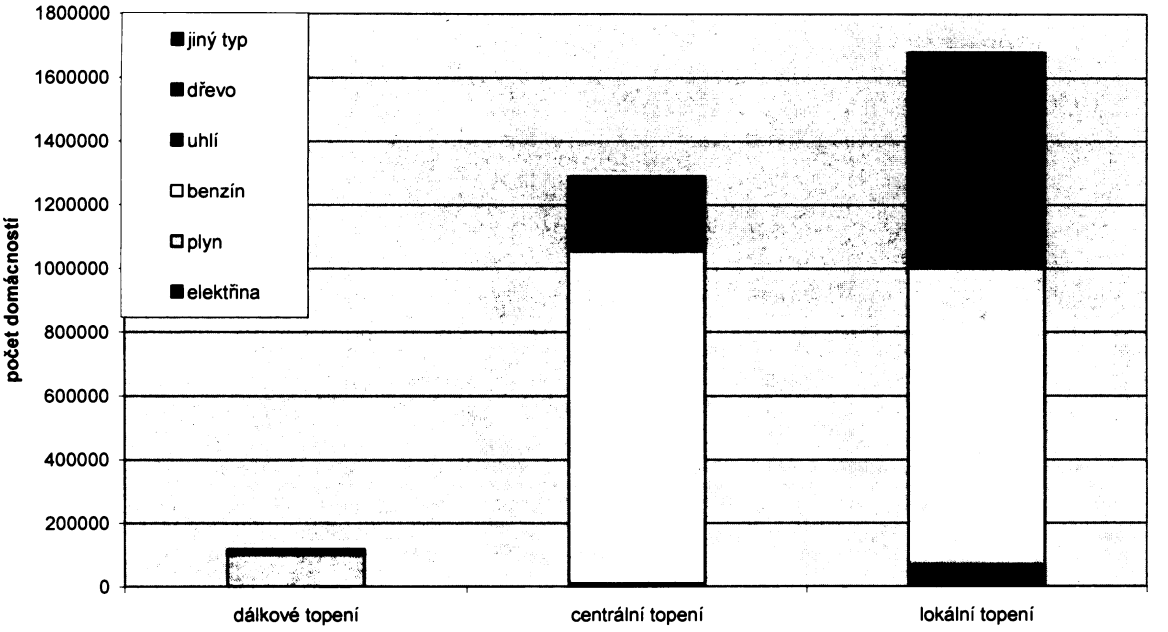


V Maďarsku používá přes 65 % domácností zemní plyn, více než 20 % dřevo, přibližně 7 % domácností vytápí uhlím a méně než 2,5 % elektřinou (Graf č. .17). Blokovým topením je vytápěno jen přibližně ve 4 % bytů, centrálním topením 42 % bytů a jednotlivým vytápěním prostoru (lokálními kamny) se vytápí v 54 % bytů (Graf č. 18) *(Internet 23)*.

Graf č. 17: Typ vytápění v maďarských domácnostech

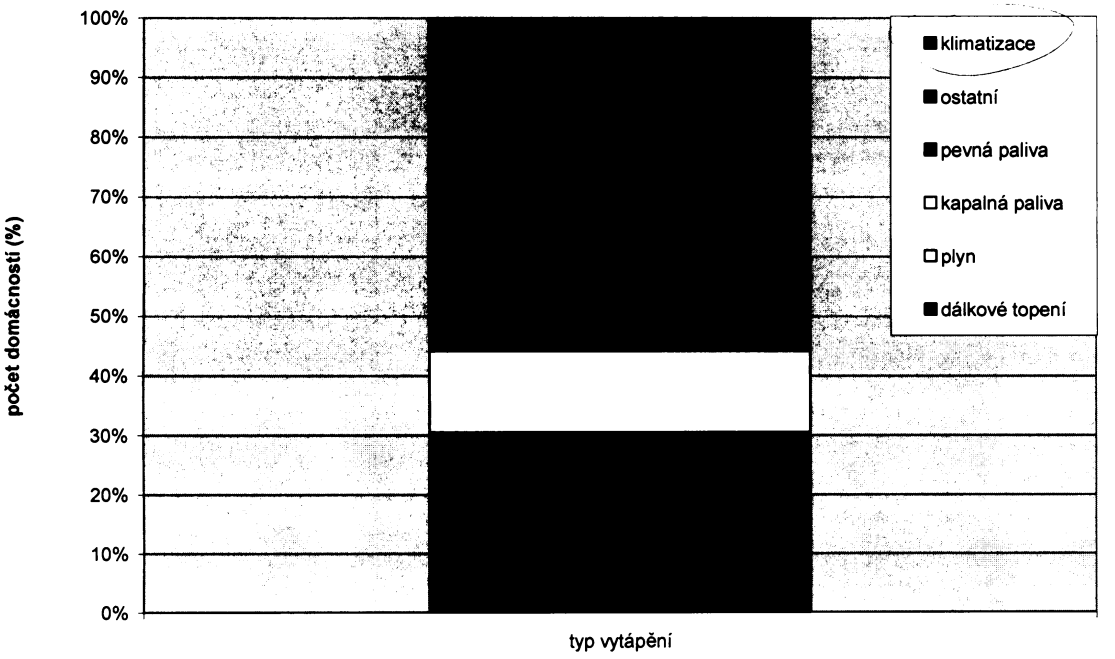


Graf č. 18: Typ vytápění podle druhu paliva a typu vytápění v Maďarsku

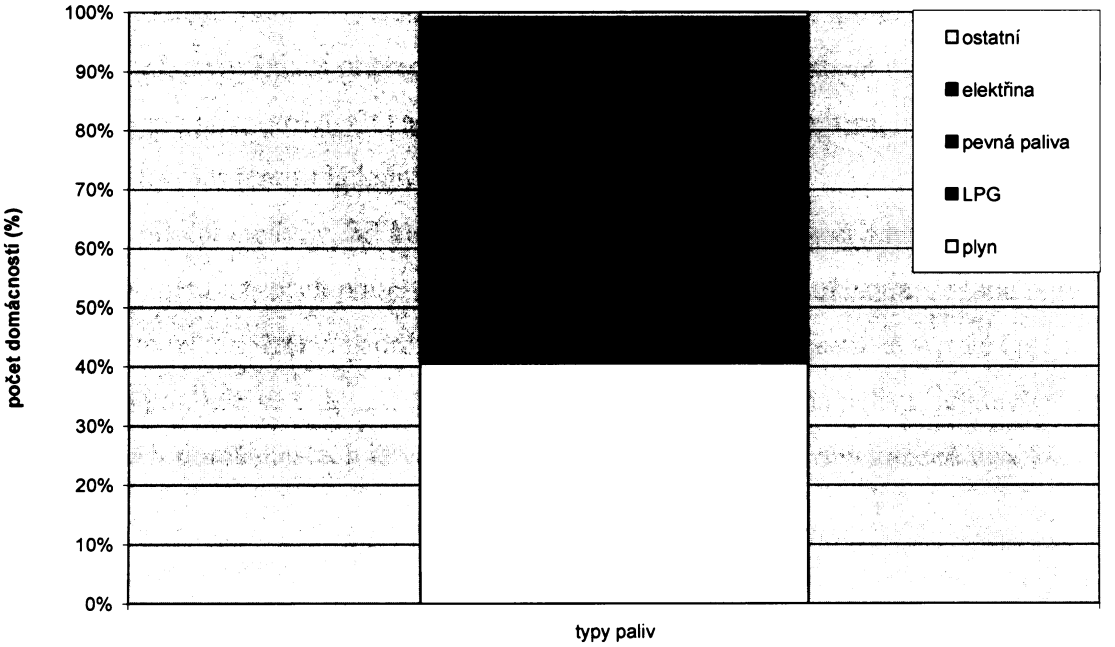


Přes 30 % domácností v Rumunsku používá k vytápění teplárenské teplo. Nejvíce jsou však používána pevná paliva a to z 53 %. Plyn je k topení používán jen ve 13,5 % domácností (Graf č. 19). Na vaření ale rumunské domácnosti používají nejvíce plyn a LPG (společně přes 70 %), na třetím místě jsou pevná paliva, která tvoří přibližně 25 % energie použité k vaření (Graf č. 20) *(Internet 24)*.

Graf č. 19: Typy paliv používaných k vytápění v Rumunských domácnostech



Graf č. 20: Typy paliv používaných na vaření v rumunských domácnostech



5. Závěr

Ve své bakalářské práci jsem chtěla poukázat na to, že vytápění domácností není zdaleka vyřešený problém. V rozvojových zemích se používají na vaření a topení jednoduchá kamna nebo otevřená ohniště. Paliva jsou především tuhá – dřevo, uhlí, zvířecí trus a zbytkové zemědělské plodiny. Takové vytápění a vaření způsobuje mnohá respirační onemocnění, chronické plicní obstruktivní onemocnění, snížení funkce plic, oslabení imunitního systému,rakovinu plic, otravu CO a při používání uhlí s obsahem arsenu a fluoru může docházet i k otravám těmito látkami.

Výsledky pilotní analýzy, při které jsem hledala v censech vybraných států Evropy údaje o způsobech vytápění a typech používaných paliv v domácnostech , ukázala, že jsou poměrně velké rozdíly mezi zeměmi západní a východní Evropy. Zaměřila jsem se v prvé řadě na Českou republiku, kde se v domácnostech ještě často používají tuhá paliva, především uhlí, jehož spotřeba v domácnostech je ve srovnání se státy západní Evropy značně vysoká.

Seznam použité literatury:

Smith K.R. (2002) Indoor air pollution in developing couties: recomemendations for research; Indoor air, 12: 198-207

Anonymus (2006) Deadly household pollution: A call to action; Indoor Air, 16: 2 - 3

Bruce N., Perez-Padilla R., Albalak R. (2000) Indoor air pollution in developing countries: a major environmental and public health challenge; Bulletin of the World Health Organization, 78: 1078-1092

Pope C.A., Dockery D.W. (2006) Health effects of fine particulate air pollution: lines that connect; Journal of the Air and Waste Management Association; 56: 709–742

Zhang J. and Smith K.R. (2007) Household air pollution from coal and biomass fuels in China: Measurements, health impact, and intervention; Environmental health perspectives, vol.:115, 6: 848-855

Bhargava A., Khanna R.N., Bhargava S.K., Kumar S. (2004) Exposure risk to carcinogenic PAHs in indoor-air during biomass combustion whilst cooking in rural India; Atmospheric Environment 38: 4761-4767

Český statistický úřad (1965) Sčítání lidu, domů a bytů v Československé socialistické republice k 1. březnu 1961; Ústřední komise lidové kontroly a statistiky, Praha, str. 371

Český statistický úřad (1975) Sčítání lidu, domů a bytů 1970: ČSR; český statistický úřad, Praha, str. 337

Český statistický úřad (1982) Sčítání lidu, domů a bytů 1980; Český statistický úřad, Praha, str. 303

Český statistický úřad (1995) Sčítání lidu, domů a bytů 1991; Český statistický úřad, Praha, str. 470

Internet 1: Piebalgs A.: Obnovitelné zdroje mají význam [online] 2008 <http://ec.europa.eu/energy/climate_actions/doc/brochure/2008_res_brochure_cs.pdf> [16.8.2008]

Internet 2: Dotace pro domácnosti na ekologické vytápění [online] <http://www.sfzp.cz/sekce/94/narodni-programy/> [16.8.200]

Internet 3: ČERNÝ Z.: Máme dostatek dřeva, dřevěných briket a pelet pro český venkov? [online] 21.7.2008 <http://biom.cz/index.shtml?x=2104634> [18.8.2008]

Internet 4: HABART J.: Biomass utilization in Czech Republic and recent legislative condition. [online] 15.11.2005 <http://biom.cz/index.shtml?x=823784> [17.8.2008]

Internet 5: PETŘÍKOVÁ V.: Palivo z rostlin - brikety, pelety [online] 4.1.2007 <http://biom.cz/index.shtml?x=1954593> 18.8.2008

Internet 6: Bufka A.: Brikety a pelety z biomasy v roce 2006 [online] 5.9.2007 <http://www.mpo.cz/dokument34351.html> 15.8.2008

Internet 7: Weger J. a kol.: Pěstování rychle rostoucích dřevin pro produkci biomasy k energetickému použití na zemědělské půdě [online] 1.7.2005 < http://www.vukoz.cz/vuoz/biomass.nsf/pages/a.html> [15.8.2008]

Internet 8: KOUTSKÝ M. a kol.: Emise při spalování biomasy [online] 7.8.2002 <http://biom.cz/index.shtml?x=97816> [18.8.2008]

Internet 9: VÁŇA J.: Spalování biomasy a tvorba PCDD/F [online] 21.2.2002 <http://biom.cz/index.shtml?x=71291> [18.8.2008]

Internet 10 : O sčítání lidu [online] 19.9.2007 http://czso.cz/sldb/sldb.nsfli/home [20.8.2008]

Internet 11 : Obydlené byty v rodinných a bytových domech podle energie používané k vytápění [online] 24.7.2007 http://vdb.czso.cz/vdbvo/tabdetail.jsp?cislotab=OB081+%28kraje%29&stranka=6&kapitola_id=20 [20.2.2008]

Internet 12 : Obydlené byty podle způsobu vytápění a druhu domu [online] 24.7.2007 http://vdb.czso.cz/vdbvo/tabdetail.jsp?cislotab=OB079+%28kraje%29&stranka=15&kapitola_id=20 [20.2.2008]

Internet 13 : Vybavenost bytů spotřebiči na hnědé uhlí v krajích, Vybavenost bytů spotřebiči na zemní plyn v krajích, Vybavenost bytů spotřebiči na palivové dřevo v krajích [online] 22.4. 2005 < http://www.czso.cz/csu/2005edicniplan.nsf/p/8109-05> [20.2.2008]

Internet 14 : Occupied dweling by region, heating, tenure, type of dweling and time [online] http://www.statbank.dk/statbank5a/default.asp?w=1024 [9.8.2008]

Internet 15 : Statistisches Jahrbuch Österreichs 2008-Wohnungswesen [online] 12.6.2008 http://www.statistik.at/web_en/static/housing_statistical_yearbook_028743.pdf [29.4.2008]

Internet 16 : The use of environmental resources by the consumption activities of private households [online] 1.5.2007 http://www.destatis.de/jetspeed/portal/search/results.psml [10.8.2008]

Internet 17 : Dwelings, by year of construction and heating system (2001) [online] http://statbank.ssb.no/statistikkbanken/Default_FR.asp?Productid=02.01&PXSid=0&nvl=true&PLanguage=1&tilside=selecttable/MenuSelP.asp&SubjectCode=02j [12.6.2008]

Internet 18 : Bilan de l'énergie en France [online] http://www.insee.fr/fr/themes/tableau.asp?ref_id=nattef11316&id=528 [13.8.2008]

Internet 19 : Total energy consumption by energy source and carbon dioxide emission1990-2006 [online] 12.12.2007 http://tilastokeskus.fi/til/ekul/2006/index_en.html [9.8.2008]

Internet 20 : Conventional dwellings by presence of comfort characteristics and number of rooms [online] http://pub.stat.ee/pxweb.2001/Dialog/varval.asp?ma=PC717&ti=CONVENTIONAL+DWELLINGS+BY+PRESENCE+OF+COMFORT+CHARACTERISTICS+AND+NUMBER+OF+ROOMS&path=../I_Databas/Population_census/05Dwellings/&lang=1 [15.7.2008]

Internet 21 : Energy statistics 2005, 2006 [online] http://www.stat.gov.pl/cps/rde/xbcr/gus/PUBL_energy_statistics_2005-2006.pdf [15.7.2008]

Internet 22 : Fuel and energy in terajoule (TJ) by fuel and energy, year [online] http://db1.stat.gov.lt/statbank/SelectVarVal/Define.asp?MainTable=M8020303&PLanguage=1&PXSId=0 [15.7.2008]

Internet 23 : Percentage distribution of dwellings by the type of occupation and heating (2000-2006) [online] http://portal.ksh.hu/pls/ksh/docs/eng/xstadat/xstadat_annual/tabl2_02_02ie.html [15.7.2008]

Internet 24 : Dwellings and public utilities [online] <http://www.insse.ro/cms/files/pdf/en/cp5.pdf> [16.7.2008]

Internet 25: Látka: PCDD+PCDF (dioxiny+furany) [online] <*www*.irz.cz/latky/PCDDaPCDF> [17.8.2008]