

MALÉ ZDROJE ZNEČIŠŤOVÁNÍ

Pavel Noskievič, Jan Koloničný, Tadeáš Ochodek

MALÉ ZDROJE ZNEČIŠŤOVÁNÍ

Pavel Noskievič, Jan Koloničný, Tadeáš Ochodek

Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava
Výzkumné energetické centrum

Anotace

Zákon o ochraně ovzduší dělí stacionární zdroje znečišťování na zvláště velké, střední a malé. Podle technického a technologického uspořádání dále rozlišuje spalovací zdroje, spalovny odpadů a ostatní zdroje. V kategorii malých stacionárních zdrojů si zaslouží největší pozornost malé spalovací zdroje, které jsou limitovány tepelným výkonem nižším než 200 kW. Je tomu tak proto, že malé spalovny odpadů a další specifické zdroje malých výkonů jsou legislativně účinně omezovány v produkci škodlivin, zatímco malé spalovací zdroje, převážně malé zdroje pro vytápění, podobným způsobem postihnout nelze. Emisní koncentrace škodlivin z těchto zdrojů bývají často velmi vysoké a jejich soustředění v jedné lokalitě způsobuje v topném období vážné problémy. Jejich postupné řešení musí být rovněž lokální záležitostí a pracovníci kompetentních institucí k tomu potřebují celou řadu technických, ekonomických, environmentálních a legislativních informací. Tato příručka, určená především pro municipální sféru, se pokouší podstatné informace shrnout na zhruba sto stranách, v přílohách uvádí příklady jednoduchých relevantních výpočtů a další významné údaje a představuje tak první pokus o užitečné a použitelné shrnutí této široké a velmi sledované oblasti. Zejména v technické části se příručka vyhýbá propagaci konkrétních výrobků a věnuje se především výkladu technických principů. Autoři jsou si vědomi obtížností situace zejména v obcích, kde se střetávají hlediska ekonomická a environmentální a rádi by touto příručkou napomohli k jejímu zlepšení. Jsou také přesvědčeni, že bez znalosti problematiky lze dosáhnout jen málo a že zlepšení životního prostředí je věcí občanů a není zadarmo.

Publikace je určena přednostně pracovníkům municipální sféry. Jejím cílem je přiblížit zejména pracovníkům obecních úřadů problematiku malých zdrojů znečišťování, tj. malých spalovacích zdrojů, z pohledu současných požadavků technických, ekonomických i legislativních.

Ostrava 2004

Obsah

1. Úvod	6
2. Paliva	8
2.1 Druhy paliv	9
2.1.1 Tuhá paliva	10
2.1.2 Plynná paliva	15
2.1.3 Kapalná paliva	16
2.1.4 Elektrická energie	17
2.2 Porovnání jednotlivých druhů paliv	18
3. Spalovací zařízení	19
3.1 Kamna a sporáky	19
3.2 Krby a krbová kamna	20
3.3 Kachlová kamna	22
3.4 Kotle pro ústřední vytápění	23
3.5 Moderní trendy ve vytápění	32
4. Ekonomika malých zdrojů pro vytápění	36
4.1 Účinnost kotlů	37
4.2 Faktory ovlivňující účinnost	38
4.3 Cena energie	39
4.3.1 Metoda prosté návratnosti	40
4.3.2 Metoda kapitálové hodnoty	40
4.3.3 Metoda vnitřního výnosového procenta	41
4.3.4 Cash flow	41
4.4 Náklady na výrobu jednotky tepla	42
5. Škodliviny	44
5.1 Vývoj množství emisí z malých zdrojů	44
5.2 Látky znečišťující ovzduší	45
5.3 Tuhé znečišťující látky	47
5.4 Oxidy síry	48
5.5 Oxidy dusíku	48
5.6 Oxid uhelnatý	49
5.7 Organické polutanty	49
5.8 Oxid uhličitý a skleníkový efekt	50
5.9 Zdravotní nebezpečí jednotlivých znečišťujících látek	52
5.10 Stanovení emisí škodlivin z vytápění rodinného domu	53
5.11 Legislativní požadavky na malé spalovací zdroje	54
5.12 Měření emisní koncentrace oxidu uhelnatého	55
5.13 Účinnost malých zdrojů z pohledu Nařízení vlády [33]	58
5.14 Stanovení komínové ztráty	59
6. Legislativa	62
6.1 Zákon o ochraně ovzduší	62

6.2	Ustanovení zákona o ochraně ovzduší a kompetence obcí	63
6.3	Povinnosti provozovatelů malých stacionárních zdrojů	68
6.4	Kontrola účinnosti spalování	69
6.5	Kontrola spalinových cest	70
6.6	Poplatky za znečišťování	70
6.7	Činnost obecního úřadu	71
6.8	Komentář k legislativě ČR a její návaznost na legislativu Evropské unie	72
6.9	Úřady a organizace	74
6.9.1	Ministerstvo životního prostředí České Republiky (MŽP ČR)	74
6.9.2	Kraje	76
6.9.3	Obce z rozšířenou působností	78
6.9.4	Český hydrometeorologický ústav (ČHMÚ)	78
6.9.5	Česká inspekce životního prostředí (ČIŽP)	80
6.9.6	Státní fond životního prostředí ČR (SFŽP ČR)	80
6.9.7	Česká energetická agentura ČR (ČEA ČR)	81
7.	Závěr	83
8.	Použitá literatura	84
9.	Další doporučená literatura	86

Seznam příloh:

- Příloha č. 1. Vysvětlení pojmů
- Příloha č. 2. Přehled jednotek
- Příloha č. 3. Přepočet spotřeby plynu
- Příloha č. 4. Statika spalování pro tuhá a kapalná paliva
- Příloha č. 5. Hmotnostní koncentrace CO ve spalínách
- Příloha č. 6. Přepočet hmotnostní koncentrace CO na referenční obsah kyslíku
- Příloha č. 7. Objemový tok suchých spalín za normálních a skutečných podmínek,
- Příloha č. 8. Objemový tok vlhkých spalín za normálních podmínek a hmotnostní tok CO
- Příloha č. 9. Měrné emise CO na vyrobený GJ, na vyrobenou kWh, na kg spáleného paliva
- Příloha č. 10. Koncentrace CO ve spalínách za normálních podmínek a přepočet na referenční stav při spalování plyných paliv
- Příloha č. 11. Výpočet přebytek vzduchu a objemový tok spalín za normálních podmínek
- Příloha č. 12. Účinnost kotle
- Příloha č. 13. Tmavost kouře, Ringelmannova stupnice
- Příloha č. 14. Tmavost kouře, Bacharachova stupnice
- Příloha č. 15. Příklad výpočtu palivových nákladů z portálu TZB-info

1. Úvod

Snad každý člověk by chtěl žít ve zdravém a čistém prostředí, jenže již pouhou svou existencí životní prostředí znečišťuje, poškozujeme a mění. Rozvoj civilizace se svými klady i zápory, rostoucí spotřeba a ve světovém měřítku také rostoucí populace vedou k racionálnímu závěru, že negativní vlivy člověka na životní prostředí lze pouze minimalizovat. Míra této minimalizace, dané všeobecným přáním a touhou, bude vždy daná aktuálním stavem poznání, technické úrovně a ekonomickými možnostmi. Ať se nám to líbí nebo nelíbí, chudák si zdravého a čistého prostředí užije méně.

Civilizovaná společnost má za povinnost chránit prostředí, ve kterém lidé žijí a prostřednictvím státní moci stanovuje nezbytně nutnou a obecně povinnou úroveň minimalizace negativních vlivů člověka na životní prostředí. Legislativními opatřeními tak eliminuje možné extrémní situace a zajišťuje přijatelnou míru znečišťování. O její úrovni se vedou a dlouho budou vést diskuse. Jednak proto, že legislativa nikdy nemůže být dokonalá a také proto, že tyto diskuse staví proti sobě hlediska environmentální a ekonomická. Zásadním úkolem příštích let bude obě tato hlediska sblížit, což nelze bez zvýšení obecné úrovně znalostí.

Je přirozené, že při sledování a hodnocení kvality životního prostředí je na prvním místě čistota ovzduší. Jeho největšími znečišťovateli jsou doprava a těžký průmysl. Systematický tlak na uhelnou energetiku přinesl zásadní zlepšení, což je dostatečně známo. Postupná modernizace vozového parku rovněž přispívá ke snížení produkce škodlivin do ovzduší a stejnou cestou se vydávají další podniky a obory. Náklady byly obrovské a nejinak tomu bude i nadále. Výrazné změny, které jsme všichni zaznamenali, se podařilo uskutečnit díky společnému zájmu stát se normální slušnou evropskou zemí a také díky profesionálním schopnostem odborníků a bude stále obtížnější a stále dražší zátěž životního prostředí škodlivinami minimalizovat.

Po „standardizaci“ velkých zdrojů se začala pozornost zaměřovat také na menší zdroje škodlivin. Jsou to zdroje lokálního významu, nepatrné z globálního pohledu, ale nezanedbatelné a často velmi obtížné pro ty, kteří v dané lokalitě žijí. Hovoříme o nich jako o malých zdrojích znečišťování (Zákon o ochraně ovzduší 86/2002 Sb.) a převážně se jedná o malé spalovací zdroje pro vytápění o tepelném výkonu do 200 kW. Není příliš obtížné stanovit pro tyto zdroje legislativně limity emisních koncentrací škodlivin podobně jako je tomu u zdrojů velkých. Nesrovnatelně obtížnější je však zajistit jejich respektování „provozovateli zařízení“, tj. občany v soukromých objektech, které v první řadě zajímají náklady na vytápění a své soukromí si budou vždy nekompromisně hájit. Povinné pravidelné měření emisí je zcela nereálné a ani autorizované zkoušení nových zařízení před zavedením na trh situaci, zejména v případě spalování tuhých paliv, neřeší. Ke zlepšení situace bude zapotřebí zejména více občanské ohleduplnosti a zodpovědnosti podpořené znalostmi a sociálním postavením.

Není pochyb o tom, že zlepšující se ekonomická situace napomůže snížení produkce škodlivin z malých zdrojů. Při volbě způsobu vytápění jde vždy o hledání kompromisu mezi náklady a uživatelským komfortem a najde se asi jen málo takových, kteří dají přednost pravidelnému přikládání do kotle před možností otočit kolečkem termostatu. A zájem o problematiku vytápění bude určitě trvalý, už jen kvůli jistotě růstu cen energie, který má charakter přírodního zákona.

Energetika jako celek se v poslední době dynamicky vyvíjí. Dosti věrohodně se rozšířila falešná zpráva o hrozbě brzkého vyčerpání zásob fosilních paliv, objektivně narůstá globální disproporce mezi produkcí a spotřebou energie a významně roste závislost Evropy na dovozu energetických surovin. Stále častěji se hovoří o potřebě změnit energetický systém, stále více se uplatňuje oprávněný požadavek využívání všech dostupných zdrojů energie a především roste úsilí o racionální hospodaření s energií a zvyšování účinnosti systémů. V případě individuálního vytápění to například znamená, že nestačí použít kotel s vysokou účinností, ale že je také zapotřebí snížit tepelné ztráty domu a vytápět pouze tehdy, když je to zapotřebí. Nezvratný růst ceny energie a obecně respektovaný požadavek minimalizace negativních vlivů lidské činnosti na životní prostředí představují jistotu trvalého zájmu o efektivitu všech energetických systémů, malých i velkých. A nejobjektivnějším měřítkem efektivity je koruna.

V současné době existuje široká nabídka paliv, kotlů, vytápěcích systémů, úsporných opatření, objevují se zcela nové systémy, využívající dosud nepoužitých principů a není vůbec snadné se v nabídce vyznat. Pro každého, kdo se zabývá náklady na vytápění, pro každého

investora, je nutností spolehlivá orientace v problematice, bez které snadno učiní chybné rozhodnutí. K tomuto účelu je užitečné vzít na vědomí, že:

- Energie je zboží, nikoliv dar od státu, jehož cena dlouhodobě poroste a úkolem Energetického regulačního úřadu je pouze eliminace extrémů,
- Náklady na vytápění sestávají z nákladů investičních a provozních, do těch druhých patří náklady na palivo, které se budou vyvíjet v čase a budou se také lišit místně – neexistuje tady žádná jistota a bude vždy záležet na individuálním rozhodnutí, dobrém či špatném,
- Volba způsobu vytápění bude ve většině případů hledáním kompromisu mezi uživatelským komfortem a náklady, nutné je také brát v úvahu provozní spolehlivost,
- Nižších nákladů na vytápění lze spolehlivě dosáhnout snížením spotřeby paliva (energie). Je to nejefektivnější řešení a nemusí znamenat zhoršení tepelné pohody,
- Současná nabídka způsobů vytápění umožňuje volbu podle individuálních potřeb, či zájmů a ekonomických možností, vždy je však nutné respektovat požadavky ochrany životního prostředí a občanského soužití.

Technický rozvoj a zvolna se měnící názory na koncepci energetiky přinášejí stále nová řešení. Snaha o využívání obnovitelných zdrojů energie vyvolala rozvoj solárních systémů, podnítila zájem o využívání geotermální energie s použitím tepelných čerpadel a znovu oživila dřevo jako vhodné, dostupné a relativně levné palivo. Požadavek vysoké účinnosti využití energie paliva vyvolal potřebu systémů kogenerace, současné produkce (a také spotřeby) elektřiny a tepla a dnes jsou již k dispozici kogenerační jednotky se spalovacím motorem na zemní plyn schopné zásobovat objekt nejen teplem, ale i elektřinou. Existují také kogenerační jednotky, vhodných výkonů, používající spalovací turbínu a bude-li palivem vodík, nebo metanol, lze ke kogeneraci použít palivové články. Vývoj v této oblasti je velmi intenzivní a pro dobrou orientaci je nezbytné sledovat odborné časopisy a všechny možné další zdroje aktuálních informací, technických i ekonomických (rádi doporučíme server www.tzb-info.cz).

Proto si tato příručka neklade za cíl poskytnout čtenáři všechny informace, potřebné k definitivnímu rozhodnutí o způsobu vytápění. Dříve než by vyšla, byla by řada informací zastaralých. Příručka má poskytnout základní informace pro vytvoření uceleného názoru na celý rozsah této problematiky počínaje palivy, přes spalovací zařízení až po tvorbu škodlivin a odpovídající legislativu. Naším cílem bylo pokusit se připravit příručku, která by byla užitečná občanům a pracovníkům obecních úřadů, kteří se problematikou malých zdrojů znečišťování, nebo jinak malých zdrojů pro vytápění, bezprostředně zabývají.

Tomuto záměru odpovídá členění obsahu do jednotlivých kapitol, které jsou seřazeny tak, aby postupovaly od primárních otázek (paliva, spalovací zařízení, ekonomika provozu) k záležitostem sekundárním (škodliviny) a legislativním. Věříme, že čtenáři najdou v příručce to, co hledají a pro ty, kteří potřebují hlubší informace, uvádíme v textu i přílohách odkazy na další prameny.

2. Paliva

Zcela dominantním zdrojem energie jsou paliva. Zhruba osmdesát pět procent světové spotřeby energie se získává spalováním různých druhů paliv, zbytek poskytuje jaderná energetika, vodní energie a obnovitelné zdroje, z nichž opět asi osmdesát procent má původ ve spalování biomasy a odpadů. Spalování paliv je tedy převládajícím způsobem výroby elektřiny a tepla a každý spalovací proces produkuje celou řadu odpadních látek, plyných i tuhých, z nichž mnohé jsou považovány za škodliviny.

Podíváme-li se blíže na složení spalin, zjistíme, že je určeno druhem a složením použitého paliva. Při spalování vodíku, což je krásná vize budoucnosti, uskutečnitelná snad koncem století, bude produktem spalování pouze voda. Jestliže použijeme jako palivo metan nebo jiné uhlovodíky, které tvoří základ zemního plynu a kapalných paliv, budou spaliny obsahovat vodu (ze spáleného vodíku) a oxid uhličitý (ze spáleného uhlíku). A podobně tomu bude při spalování tuhých paliv, tj. uhlí a dřeva, jejichž hlavními hořlavými složkami jsou uhlík a vodík.

Jenže žádné přírodní palivo neobsahuje pouze uhlí a vodík a každé z nich obsahuje další látky. Těžený zemní plyn obsahuje například jisté množství sirovodíku, jehož spálením vznikne oxid siřičitý, tedy přísně sledovaná škodlivina. Proto se surový zemní plyn čistí rovnou v místě těžby a přepravuje se již vyčištěný s minimálním (a garantovaným) obsahem síry. Síra je rovněž přirozenou součástí ropy a při jejím zpracování přechází v různé míře do konečných produktů. Většina jí skončí v mazutu, ale najdeme ji také v motorové naftě a ve velmi malém množství i v benzínu. Jde tedy o to, v jaké míře je palivo znečištěno dalšími látkami. Síra je uvedena jako příklad.

Nejhůře je na tom uhlí. Je doprovázeno popelovinou, která může mít velmi proměnlivé složení podle druhu a těžební lokality. Všechny tyto doprovodné látky procházejí při spalování různými fyzikálními a chemickými procesy, přecházejí do spalin, nebo popela a řada z nich je považována za škodliviny. Jejich množství, produkované při spalování, pak závisí zejména na původním obsahu v palivu.

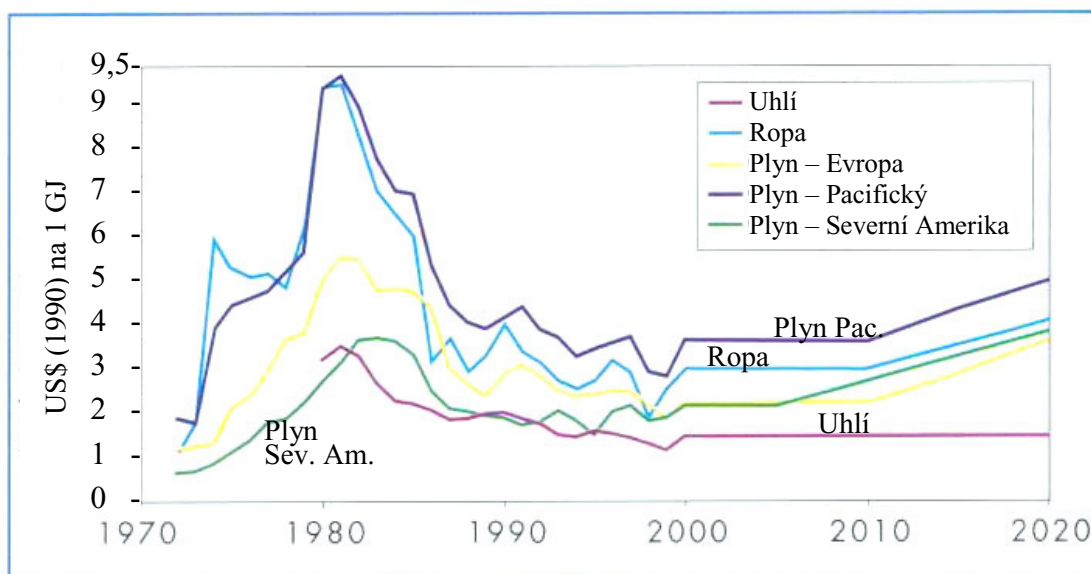
K hojně užívaným tuhým palivům patří také dřevo, případně šířeji biomasa. Její složení je víceméně konstantní, s výjimkou obsahu vody, a byť popelovina obsahuje rovněž nejrozličnější látky, podobně jako uhlí, je její podíl velice malý a nepředstavuje větší problémy.

Popsaná stručná charakteristika nejběžněji používaných paliv ukazuje, že existují velké rozdíly jejich složení a skupenství a to přirozeně také znamená, že také existují velké rozdíly ve způsobu jejich spalování. Je jistě snazší spalovat zemní plyn, než vysokopopelnaté hnědé uhlí. A logicky také platí, že energetická hodnota zemního plynu bude vyšší, než hnědého uhlí, které obsahuje navíc popelovinu a vodu.

Energetická hodnota paliva se vyjadřuje výhřevností, která udává, kolik chemicky vázané energie je obsaženo v hmotové jednotce paliva. Nejčastěji se udává v MJ (megajoule) na kilogram – MJ/kg. Protože by bylo nepraktické udávat množství plynu v kilogramech, používá se u plyných paliv jednotky MJ/m³ a aby to nebylo tak jednoduché, byla u nás zavedena další jednotka a to kWh/m³. (V příloze lze nalézt přepočtové tabulky energetických veličin.) Pro běžného uživatele není jednoduché se ve všech těchto jednotkách orientovat, navíc jej zajímá zejména další, dosud nejmenovaný parametr, kterým je cena.

Bylo by jistě dokonalé, kdyby se palivo prodávalo na megajoule, protože když si kupuji palivo, kupuji si vlastně energii. Jenže množství uhlí se měří na váze na kilogramy, množství plynu plynoměrem na krychlové metry, množství benzínu na litry atd. Rovněž s cenou dřeva to není jednoduché, protože množství dřeva sice lze udávat v kilogramech, ale častěji se udává v krychlových metrech, anebo v prostorových metrech. Nezbyvá tedy než zavedený systém zvládnout a dobře se v něm orientovat. Existuje jistota, že prodávající bude chtít prodat co nejdraž a zákazník koupit co nejlevněji. Je to v jejich individuálním zájmu.

Další významnou jistotou je trvalý růst ceny paliv. Tento nepotěšitelný fakt je dán zejména tím, že nedostupnější a nejspíše vytěžitelné zásoby se postupně vyčerpávají a rostou náklady na těžbu v nových nalezištích, která jsou obtížněji dostupná a vyžadují nákladnější technologie. Ceny také samozřejmě ovlivňuje poptávka a tak si lze z grafů na Obr. 2.1 udělat představu o budoucím vývoji podle prognózy Mezinárodní energetické agentury [23].



OBR. 2.1 PROGNOZA CENOVÉHO VÝVOJE FOSILNÍCH PALIV

Tržní zákonitosti se markantně projeví u nás i v celé Evropě v souvislosti s rostoucím zájmem o spalování dřeva a z odvozených dalších paliv, jako jsou brikety, pelety, štěpky. Všeobecný růst ceny energie obrátil pozornost ke dřevu jako levnému a dostupnému palivu. Rostoucí poptávka z občanské sféry (dřevo pro vytápění) byla mnohonásobně umocněna průmyslovou poptávkou (zelená, dotovaná elektřina) a ceny se v krátké době výrazně zvýšily. Jedinou rozumnou reakcí na tento vývoj je snižovat spotřebu paliva. Lze používat kotle s vyšší účinností, lze snížit tepelné ztráty budov a lze se také v zimě tepleji oblékat. Je to realita a energie je zbožím. Stále vzácnější.

2.1 Druhy paliv

Základní dělení paliv se provádí podle kritérií uvedených v Tab. 2.1. Poskytuje obecný celkový přehled, nicméně běžného uživatele budou zajímat praktičtější informace.

Dělení paliv dle:	
stáří	fosilní (vzniklá ve vzdálenějších geologických obdobích)
	recentní (vznikající v současné době, např. dřevo)
skupenství	tuhá
	kapalná
	plynná
původu	přírodní (např. paliva fosilní, recentní)
	umělá (jako produkt průmyslové technologie, např. svítiplyn)

TAB. 2.1 ZÁKLADNÍ ROZDĚLENÍ PALIV

Nejběžnější je rozlišovat paliva podle skupenství, což má i praktický význam, protože stejně se dělí spalovací zařízení. Hovoříme tedy o tuhých, kapalných a plynných palivech a protože máme na zřeteli vytápění, musíme vzpomenout také ostatní zdroje, jako například solární či geotermální. Zdrojem energie pro vytápění může být také elektřina, což je řešení s pokaženou pověstí z počátku devadesátých let, která však nemůže zůstat, vzhledem k pravděpodobnému technickému a cenovému vývoji, stranou pozornosti.

Je nutné vzít na vědomí, že současná nabídka způsobů vytápění je mimořádně široká a zahrnuje celou škálu možností od řešení s vysokým uživatelským komfortem a tomu odpovídající cenou, až po řešení levná a pracná. Rozhodnutí, volba je individuální, musí však respektovat obecné požadavky legislativy a občanské slušnosti. Pro každé individuální řešení lze doporučit zabezpečení náhradního zdroje vytápění pro havarijní situace (diverzifikace zdrojů).

2.1.1 Tuhá paliva

Do této skupiny patří všechny druhy uhlí a biomasa, z níž pro vytápění především dřevo a z nich vyrobená umělá paliva, jako koks, brikety apod. Při nejjednodušším energetickém hodnocení tuhých paliv vycházíme z předpokladu, že jsou složena z hořlaviny, popeloviny a vody. Hořlavina představuje aktivní složku, neboť je nositelem chemicky vázané energie a je tvořena zejména uhlíkem, vodíkem a sírou. Z praktických důvodů se do hořlaviny zahrnuje také dusík a kyslík. Popelovina a voda jsou složky pasivní, nejsou nositeli energie, naopak energetickou hodnotu paliva snižují. Rozdíl mezi nimi je v tom, že zatímco obsah popeloviny, která je z části rozptýlena v uhelné hmotě, nelze jednoduchým způsobem ovlivnit, obsah vody lze poměrně snadno snížit sušením, viz. Tab. 2.2. Je logické, že vysušení paliva má za následek zvýšení jeho výhřevnosti, což má velký praktický význam zejména v případě dřeva.

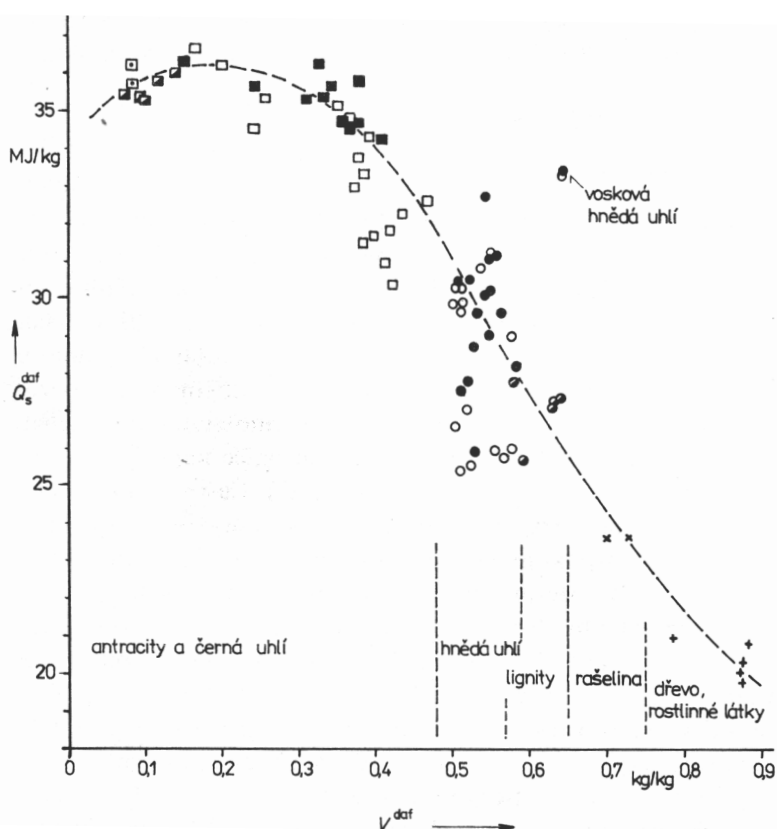
Původní palivo	Po vysušení
0,3 kg vody	0,1 kg vody
0,2 kg popeloviny	0,27 kg popeloviny
0,5 kg hořlaviny	0,63 kg hořlaviny
Celkem 1 kg	Celkem 1 kg

TAB. 2.2 SLOŽENÍ TUHÝCH PALIV PŘED A PO VYSUŠENÍ

Zvýšení obsahu hořlaviny vysušením paliva zvýší ve stejném poměru jeho výhřevnost. Palivo s nižším obsahem vody a vyšší výhřevností se lépe spaluje, což má malý význam ekonomický, ale velký význam ekologický: při spalování vzniká méně škodlivin.

Významným parametrem tuhých paliv je obsah prchavé hořlaviny (V^{daf}). Tímto názvem jsou označovány hořlavé plyny, které se z paliva uvolňují při jeho zahřátí na cca 850 °C (existuje norma-

tivní postup stanovení V^{daf} , viz. [6]). Čím více prchavé hořlaviny palivo obsahuje, tím snáze se zapaluje, protože od hořících plynů se odplyněný tuhý zbytek (koks, dřevěné uhlí) zapálí celkem spolehlivě. Obsah prchavé hořlaviny v palivech klesá s jejich geologickým stářím a protože jsou starší druhy uhlí více prouhelnatělé a obsahují více uhlíku, roste s jejich stářím výhřevnost [39]. Názorně to popisuje graf na Obr. 2.2, kde je na svislé ose uveden energetický obsah paliva (spalné teplo). Klasifikace černých a hnědých uhlí těžných v ČR je uvedena v příslušných normách [7]. U černých uhlí V^{daf} dovoluje poměrně jasně rozlišit jednotlivé typy nebo původ uhlí, u hnědých uhlí je tento znak skoro nevýznamný [22].



OBR. 2.2 ENERGETICKÝ OBSAH PALIVA A PRCHAVÁ HOŘLAVINA

Při spalování uhlí v malých ohništích pro vytápění, lokální i centrální, hraje obsah prchavé hořlaviny důležitou roli. Přiložíme-li najednou větší množství paliva, začnou se brzy poté v důsledku jeho zahřátí uvolňovat horké hořlavé plyny. Ty potřebují k tomu, aby vyhořely, dostatek spalovacího vzduchu, vhodnou teplotu a také čas. Pokud je ohniště malé, plyny jím rychle protéčou do komína a nestačí vyhořet. Výsledkem je hustý, tmavý, silně aromatický kouř, který kazí pověst uhlí jako dobrého paliva. Řešením je správná volba spalovacího zařízení (kamen, kotle), přičemž platí, že čím větší je objem ohniště, tím lépe. Potíže lze také zmírnit častějším přikládáním a pomůže samozřejmě používání vhodného, tj. doporučeného paliva. Každé spalovací zařízení je určeno pro konkrétní palivo a univerzální ohniště většinou zklame. V některých případech nestačí pro posouzení vhodnosti paliva základní charakteristiky a je nutné se zaměřit také na detailnější charakteristiky paliva [38].

V této souvislosti se často hovoří o tzv. bezdýmném palivu. Je to vždy palivo s velmi nízkým obsahem prchavé hořlaviny, při jehož spalování se popsané potíže objeví pouze v minimálním rozsahu. Klasickým příkladem takového paliva je koks, který však dnes zřídka připadá v úvahu pro jeho citelný nedostatek a vysokou cenu.

Kvalita uhlí (a také jeho cena) je významně ovlivněna obsahem síry. Ne všechna síra, v uhlí obsažená, je spalitelná. Po spalování část síry zůstane v popelu, větší část však shoří a vytvoří oxid siřičitý, který ve spalínách odchází do ovzduší. Protože neexistuje efektivní způsob, jak síru z paliva odstranit, řeší se u velkých zařízení odsíření navázáním oxidu siřičitého ze spalín na oxid vápenatý. Existuje několik technologií, jejichž společným znakem je vysoká investiční náročnost a proto se tato zařízení uplatní pouze u velkých energetických zdrojů. V případě malých zdrojů pro vytápění je jediným použitelným řešením spalování nízkosíratého uhlí. Zákon o ochraně ovzduší předepisuje pro tyto případy maximální obsah celkové, tj. spalitelné i nespalitelné síry u hnědého uhlí 1,07 g/MJ, u černého uhlí 0,78 g/MJ a u briket 0,6 g/MJ.

To nečiní problémy u domácích černých uhlí a ani nabízená hnědá uhlí nemají se splněním tohoto zákonného limitu potíže. Například hnědá uhlí nabízená Mosteckou uhelnou společností vykazují tzv. síratost od 0,53 do 0,66 g/MJ [11].

Snaha o využití uhelných zásob s vyšším obsahem síry vedla k vytvoření nabídky tzv. aditivovaných paliv. Aditivace uhlí je jeho technická úprava podporující proces vazby vzniklého oxidu siřičitého na aditivum přimíchané do uhlí. Používá se buď mokrá aditivace uhlí vápenným hydrátem nebo suchá, kdy se do uhlí přimíchává mletý vápenec. Odsířovací efekt aditivovaných uhlí se plně uplatní ve fluidních kotlech, účinnost odsíření v roštových ohništích není příliš vysoká díky méně vhodným fyzikálně-chemickým podmínkám. V kotlech pro vytápění lze očekávat snížení emisní koncentrace oxidu siřičitého o cca 20-30%. Parametry paliv (průměrné) a jejich ceny jsou uvedeny v tabulkách Tab. 2.3, Tab. 2.4, Tab. 2.5 a Tab. 2.6, viz. [1], [26].

Druh uhlí	Zrnitost (mm)	Výhřevnost (MJ/kg)	Obsah popela (%)	Obsah síry (%)	Cena Kč/100kg
kostka	40-100	18,7	10,2	1,0	184
ořech 1	20-40	19,1	9,5	1,1	167
ořech 2	10-20	18,3	11,5	1,2	138
h (pecka)	20-100	19,0	8,8	1,1	125

TAB. 2.3 KVALITATIVNÍ PARAMETRY A CENY TŘÍDĚNÉHO HNĚDÉHO UHLÍ MUS, A.S.

Druh briket	Zrnitost (mm)	Obsah vody (%)	Obsah popela (%)	Výhřevnost průměrná (MJ/kg)	Obsah síry (%)	Střední měrná síratost (g/MJ)	Cena Kč/100kg
kostky 3,5	63-95	8	13	23,4	0,6	0,26	262

TAB. 2.4 KVALITATIVNÍ PARAMETRY A CENY HNĚDOUHELNÝCH BRIKET SU, A.S.

Druh koksu	Zrnitost (mm)	Výhřevnost (MJ/kg)	Obsah popela (%)	Obsah síry (%)	Obsah vody (%)	Vdaf (%)	Cena Kč/100kg
ořech 1	40-60	27,43	11,0	0,8	11,0	2,0	490
ořech 2	20-40	26,78	11,5	0,8	12,0	2,5	460

TAB. 2.5 KVALITATIVNÍ PARAMETRY A CENY OTOPOVÉHO KOKSU OKD, A.S.

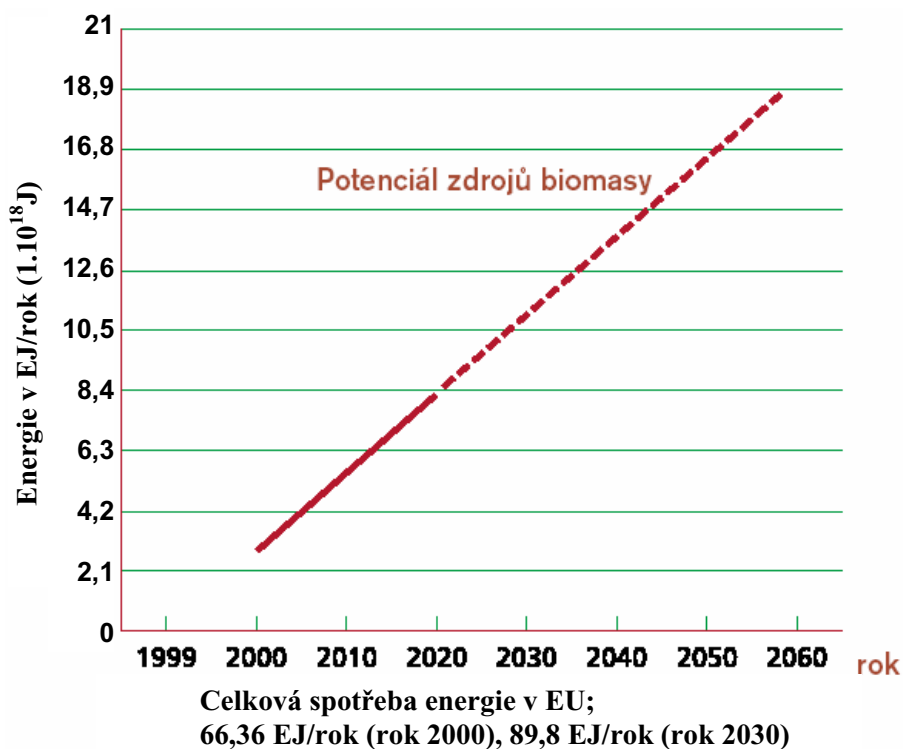
Druh uhlí	Zrnitost (mm)	Výhřevnost (MJ/kg)	Obsah popela (%)	Obsah síry (%)	Obsah vody (%)	Vdaf (%)	Cena) Kč/100kg
hrášek	10-18	29,0	6,0	0,65	4,0	36,0	330
oříšek	10-30	30,85	5,0	0,65	5,0	30,0	330
ořech 1	30-50	30,19	6,5	0,65	4,0	30,0	330
ořech 2	18-30	30,13	6,0	0,65	5,0		330

TAB. 2.6 KVALITATIVNÍ PARAMETRY A CENY ČERNÉHO UHLÍ OKD, A.S.

K tuhým palivům se řadí také biomasa, zdroj energie, který zcela jistě čeká velký rozvoj. Podle současné legislativy [31] je za biomasu považován rostlinný materiál, který lze použít jako palivo pro využití jeho energetického obsahu, pokud pochází ze zemědělství, lesnictví, nebo potravinářského průmyslu, z výroby surové buničiny a z výroby papíru z buničiny, ze zpracování korku, ze zpracování dřeva s výjimkou dřevního odpadu, který obsahuje halogenové organické sloučeniny nebo těžké kovy v důsledku ošetření látkami na ochranu dřeva nebo nátěrovými hmotami a dřevní odpad ze stavebnictví. Jednoznačně řečeno jde o veškeré palivo na rostlinné bázi, pokud není nebezpečně kontaminováno.

Uvedená definice neodpovídá zcela realitě zejména proto, že nezahrnuje nejružnější odpady z živočišné produkce. V nově připravovaném zákoně o obnovitelných zdrojích bude nepochybně změněna a lze očekávat, že se silně přiblíží definici použité ve směrnici 2001/77/EC Evropského parlamentu o podpoře výroby elektrické energie z obnovitelných zdrojů, která zní: „Za biomasu se považuje biologicky rozložitelná část výrobků, odpadů a zbytků z provozování zemědělství a hospodaření v lesích a souvisejících průmyslových odvětví, zemědělské produkty pěstované pro energetické účely a rovněž biologicky rozložitelná část vytríděného průmyslového a komunálního odpadu“.

Rostoucí význam biomasy jako zdroje energie, viz. Obr. 2.3 a (Tab. 2.7) [30] (upozornujeme na podceněný odhad růstu celkové spotřeby energie v EU), je dán snahou využít všechny dostupné zdroje a zmírnit tak rostoucí závislost evropských zemí na dovozu energetických surovin. Jedná se obvykle o domácí palivo a jeho pěstování a zpracování vytváří nové pracovní příležitosti a podporuje rozvoj podnikání. A protože se jedná o obnovitelný zdroj energie, přispívá spalování biomasy, pokud je náhradou za fosilní paliva, ke snížení produkce skleníkových plynů. V této souvislosti se obvykle uvádí, že spalování biomasy je z hlediska emisí oxidu uhličitého neutrální, neboť množství produkovaného oxidu uhličitého je srovnatelné s množstvím, spotřebovaným rostlinami při jejich růstu (fotosyntéza). Je to ovšem poněkud zjednodušený pohled, neboť stromy rostou desítky let a dřevo z nich se spálí okamžitě, navíc vznikají při spalování další škodliviny, některé velmi nebezpečné jako jsou polyaromatické uhlovodíky, případně dioxiny. I v tomto případě platí, že o množství škodlivých emisí rozhoduje především způsob spalování. Jinak řečeno: palivo za nic nemůže.



OBR. 2.3 POTENCIÁL ZDROJŮ BIOMASY V EU [15]

EU 15: Základní údaje				
	jednotka	stav v r. 1995	předpoklad 2010	předpoklad 2025
Spotřeba energie	EJ	55,02	55,02	55,02
Podíl biomasy	EJ	1,60	5,46	10,92
Podíl biomasy	%	2,9	10,0	20,0
Podíl biomasy				
Na produkci tepla	EJ	1,52	4,03	6,89
	%	8,4	22,3	38,0
Na produkci pohonných hmot	EJ	0,004	0,38	0,46
	%	-	4,0	5,0
Na výrobě elektrické energie	EJ	0,76	1,05	3,57
	%	0,4	4,9	16,0
	TWh	8,2	114,0	388,0

TAB. 2.7 PODÍL BIOMASY NA SPOTŘEBĚ ENERGIE V EU [20]

Značná pozornost se v poslední době soustřeďuje na možnosti pěstování energetických plodin, tj. plodin s velkými přírůstků hmoty, určených k energetickému využití. Mohou to být speciální druhy jako například vrba nebo energetický šťovík, ale může se jednat také o běžné plodiny jako je obilí.

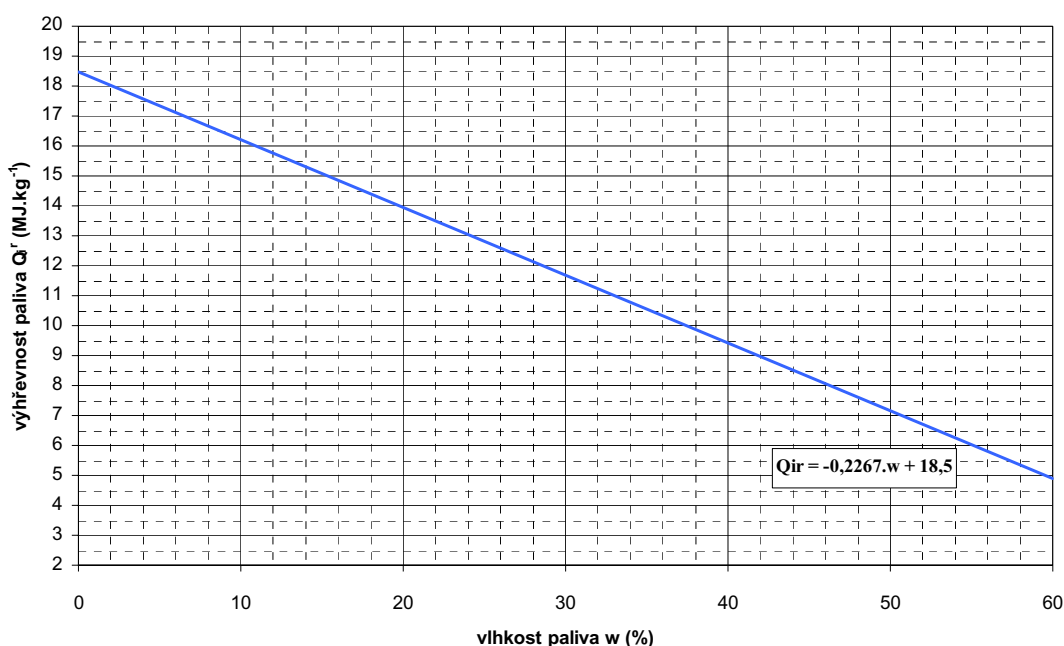
Pro vytápění malými zdroji půjde především o spalování dřeva a z něho odvozených paliv, případně o spalování upravených paliv, vyrobených z vhodných druhů energetických plodin, či zbytků ze zemědělské výroby. K dispozici dnes je kusové palivové dříví, štěpky, brikety a pelety [27].

Složení biomasy jako paliva se vyjadřuje stejně jako je tomu v případě uhlí. Záležitost je však podstatně jednodušší, neboť složení hořlaviny je víceméně konstantní (Tab. 2.8) a obsah

popelovin velmi nízký, cca kolem 1%. Proto můžeme považovat biomasu za směs hořlaviny a vody, tzn. že s rostoucím obsahem vody klesá její výhřevnost tak, jak to ukazuje Obr. 2.4.

Složka hořlaviny [%]	Druh dřevní hmoty			Průměrné složení dřevní hmoty	Hnědé uhlí
	Jehličnaté dřevo	Listnaté dřevo	Kůra		
Uhlík	51,0	50,0	51,4	50,8	69,5
Vodík	6,2	6,15	6,1	6,15	5,5
Kyslík	42,2	43,25	42,2	42,55	23,0
Dusík	0,6	0,6	0,3	0,5	1,0
Síra	-	-	-	-	1,0
Popel [%]					
v sušině	1,0	1,0	2,3	1,4	25,0
v palivu	0,7	0,7	0,3	0,9	16,3
Voda [%]					
v palivu	30,0	30,0	35,0	32,0	32,2
Výhřevnost [MJ.kg⁻¹]					
hořlaviny	18,4	18,4	18,4	18,4	26,8
paliva	12,0	12,0	10,8	11,6	12,9
Měrný obsah [g.kWh⁻¹]					
síry	-	-	-	-	1,45
dusíku	1,25	1,25	0,63	1,17	1,45
popela	2,1	2,1	4,97	2,6	45,42

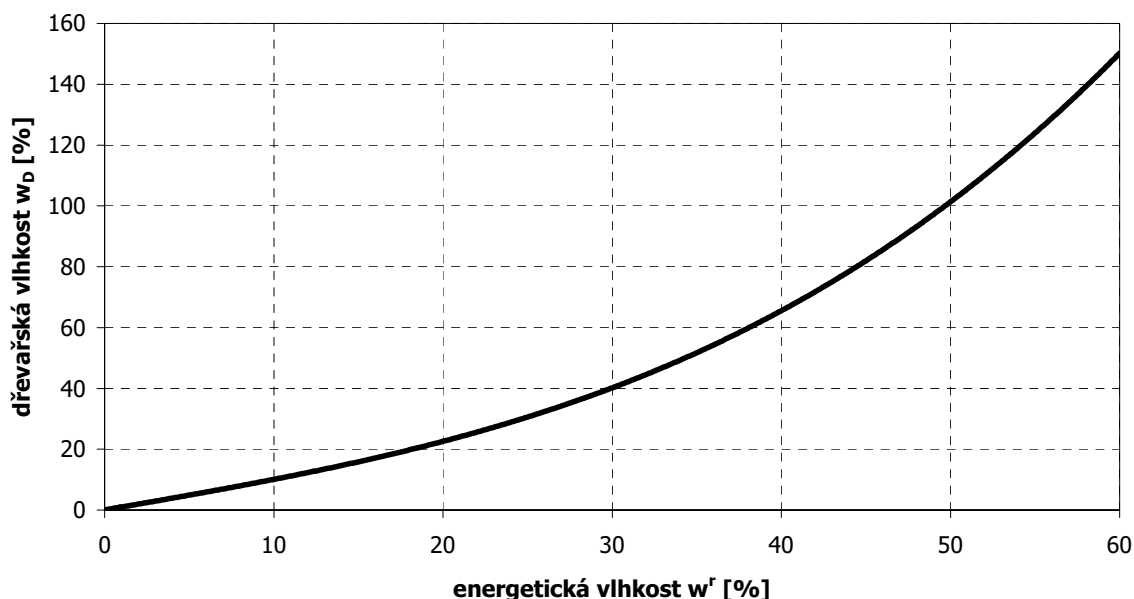
TAB. 2.8 SLOŽENÍ HOŘLAVINY A VÝHŘEVNOST



OBR. 2.4 ZÁVISLOST VÝHŘEVNOSTI BIOMASY NA OBSAHU VODY

Je důležité v této souvislosti připomenout, že existují dva způsoby udávání obsahu vody v dřevu, energetický a dřevařský. Zatímco energetici udávají jakou část paliva představuje voda, dřevaři uvádějí poměr množství vody v palivu k množství sušiny, tj. hořlaviny a popeloviny.

Jestliže bude dřevo obsahovat polovinu vody a polovinu sušiny, udá energetik obsah vody jako 50%, zatímco pro dřevaře to bude 100 %. Srovnání obou způsobů umožňuje graf na Obr. 2.5.



OBR. 2.5 ENERGETICKÝ A DŘEVAŘSKÝ OBSAH VODY

Rozhodujeme-li se pro vytápění dřevem (biomasou), měli bychom vzít na vědomí několik významných skutečností:

- Cenová nabídka se pohybuje v širokém rozsahu, přičemž cena pelet a briket v některých případech převyšuje cenu uhlí.
- Z důvodu provozní spolehlivosti, vysoké účinnosti a zejména environmentální přijatelnosti je nutné spalovat dostatečně vysušené dřevo, doporučený obsah vody je cca 20% (energeticky), což vyžaduje nejméně roční skladování na dobře větraném místě.
- V případě briket a pelet není nutné tuto otázku řešit, obsah vody bývá kolem 10 %. Je však nutné věnovat pozornost jejich mechanické pevnosti. Během skladování a manipulace s nimi by se neměly rozpadat.
- Biomasa má vždy menší hustotu, než uhlí. Stejný energetický obsah bude představovat podstatně větší objem paliva a rovněž bude nutné, v případě kotle s automatickým příkládáním, použít složitější, rozměrnější a drahější zařízení pro dopravu paliva do kotle.
- Při úvahách o spalování pěstovaných energetických plodin je nutné zodpovědně posoudit reálné roční výnosy a tomu odpovídající potřebné pěstební plochy. Oficiálně uvážené údaje bývají často až příliš optimistické.
- Instalace jakéhokoli moderního systému vytápění nemůže přivést dostatečný efekt bez racionálních opatření na straně spotřeby tepla.

2.1.2 Plynná paliva

Plyn patří k nejrozšířenějším palivům používaným pro vytápění, ohřev vody, vaření a k mnoha dalším účelům. V současnosti se v domácnostech používá zemní plyn a propan-butan. V průmyslu se využívají i jiné druhy plynů. Z hlediska druhu plynu pro vytápění obytných domů a průmyslových budov je nejrozšířenější zemní plyn. V letech 1996 - 2002 probíhala na území ČR plynofikace. Do všech dobře přístupných míst s ekonomicky opodstatněným počtem odběratelů byl zaveden plynovod se zemním plynem. S rozvojem plynofikace vzrostla spotřeba zemního plynu díky zvýšení počtu plynových spotřebičů, hlavně automatických kotlů pro vytápění a ohřev vody pro užitkové účely.

Velkou výhodou zemního plynu je jeho vysoká výhřevnost a „ekologičnost“. Zemní plyn neobsahuje síru a tuhé částice, při spalování vzniká s porovnáním s tuhými i kapalnými palivy jen minimum emisí CO a uhlovodíků. U novějších typů kotlů je vyřešen problém s emisemi NO_x, které jsou dnes také na velmi nízké úrovni. Dalším důležitým faktorem je komfort obsluhy, neboť plynové kotle mají automatické řízení, odpadá nutnost skladovacích ploch, doplňování paliva do

zásobníku a vynášení popela, které jsou nezbytné u tuhých paliv. Regulace kotlů je jednoduchá a kotle dosahují vysoké účinnosti a množství odebraného plynu se jednoduše měří.

Nevyzpytatelnou vlastností zemního plynu je jeho cena, která je závislá na kurzu koruny k dolaru a jeho ceně na světových trzích. Ta zase úzce souvisí s cenou ropy. V posledních letech cena plynu neustále roste. Přibližně 99% zemního plynu se k nám dováží ze zahraničí.

Dalším plynem používaným pro vytápění je propan – butan (PB), který je také někdy označován zkratkou LPG (Liquid petroleum gas) – zkapalněné uhlovodíkové plyny. PB patří mezi plyny získané při zpracování ropy. Za normálního tlaku a teploty se jedná o směs plynou ovšem při zvýšení tlaku se mění v kapalinu a dochází k 260-ti násobnému zmenšení objemu. PB není jedovatý a při náhodném úkapu se vypaří. Proto lze velkou tepelnou kapacitu uskladnit v poměrně malém zásobníku. Spalováním propan butanu v moderních kotlích vznikají minimální emise jen minimálně vyšší než při použití zemního plynu. Dodává se vždy ve zkapalněném stavu.

Ve srovnání se zemním plynem má několik nevýhod. Musí být uskladněn v dostatečně velkém zásobníku, aby se nemusel často doplňovat. Pro velké rodinné domy se používají zásobníky o objemu 1,2 tuny zkapalněného PB. Pro dobře tepelně izolované domy stačí menší zásobník známý jako „polokoule“ [11]. Pořizovací i provozní náklady jsou v současné době u PB vyšší než u zemního plynu a proto se použití PB doporučuje jen tam, kde není přípojka zemního plynu a přesto existuje požadavek na co nejekologičtější a komfortní vytápění.

Novým řešením je spalování čistého butanu, který je výhřevnější a levnější než propan. Princip je v tom, že butan, který se velmi špatně odpařuje za normální teploty, je v malém výměníku umístěném na nádrži předehříván pouze v množství nezbytně nutném pro zásobování hořáků. Cena butanu je 70% vzhledem k ceně propanu a blíží se ceně zemního plynu, viz Obr. 2.6.

Rekapitulace cen za 1 kWh energie získané z plynu [1]:	
Butan	1,05 Kč
Zemní plyn	0,93 Kč
Propan	1,50 Kč
Výhřevnost:	
Butan	123,55 MJ/m ³
Zemní plyn	33,93 MJ/m ³
Propan-butan	106,00 MJ/m ³

OBR. 2.6 POROVNÁNÍ NÁKLADŮ A VÝHŘEVNOSTI JEDNOTLIVÝCH PLYNŮ

2.1.3 Kapalná paliva

V našich ekonomických podmínkách jsou zatím kapalná paliva znevýhodněna svou cenou, kterou však můžeme považovat za tržní. V zemích EU jsou ceny jednotlivých paliv více vyrovnané než u nás a vytápění kapalnými palivy je konkurenceschopné. V našich podmínkách je vhodné zvažovat jejich použití při větších výkonech nebo při absenci zemního plynu. Kapalná paliva nabízejí prakticky bezobslužný provoz.

Z topných olejů je pro domovní kotelny a rodinné domky vhodný pouze extra lehký topný olej ELTO. Základní vlastnosti ELTO jsou uvedeny v Tab. 2.9 [14].

Extra lehký topný olej s obsahem síry do 0,2% vyráběný v českých rafinériích od r. 1994 je vysoce výhřevné moderní palivo, které splňuje veškeré ekologické limity, není třeba jej předehřívát, čistit nádrže od úsad. Toto palivo je využíváno zejména v těch lokalitách, kde nebyla provedena plynifikace nebo připojení na centrální zdroj tepla. Topné oleje mají vysokou výhřevnost. Patří mezi paliva, jejichž spalováním vzniká poměrně malé množství škodlivin ve srovnání s hnědým nebo černým uhlím. Na spalování extralehkých topných olejů lze používat zařízení,

která dokáží toto ušlechtilé palivo efektivně využít, často jsou to plynové kotle s jiným hořákem. Tyto kotle umožňují bezobslužný provoz a snadnou automatickou regulaci. Účinnost kotlů na kapalné palivo je od 70 % u starších typů a do 92 % u moderních zařízení. V současnosti trh nabízí nízkoteplotní olejová topná zařízení s účinností porovnatelnou s účinností plynových kondenzačních kotlů. Tato zařízení vyžadují nižší teploty teplotnosného média 50 °C oproti klasickým teplotním spádům 70 až 90 °C. Podobně jako u plynových kotlů se TUV může připravovat v zásobníkových ohřivačích samostatných nebo integrovaných s kotlovým tělesem.

Mezi nevýhody patří to, že se ELTO vyrábí z ropy a při jejich výrobě (destilaci nebo rafinaci ropy) jsme plně závislí na zahraničních dodávkách této suroviny. Cena ELTO se odvíjí od světových cen ropy, je poměrně vysoká a navíc zatížena spotřební daní. Uživatelé a odběratelé ELTO musí budovat zásobníky paliva, které odpovídají přísným bezpečnostním, požárním a ekologickým předpisům.

Existují i další zdroje kapalných paliv jako uhlí (syntetické oleje) nebo bionafta (esterifikovaný rostlinný olej). Progresivním biopalivem je také etanol. Jeho použití pro vytápění však nelze ani v budoucnu očekávat. Rozvíjená výroba etanolu je určena pro přimíchávání do kapalných paliv pro spalovací motory.

Vlastnosti	Jednotky	ELTO
Hustota při 20 °C	kg/ m ³	max. 860
Kinematická viskozita	mm ² /s	při 20 °C max. 6
Obsah popela	hmotnostní %	max. 0,01
Obsah mechanických nečistot	hmotnostní %	max. 0,05
Bod vzplanutí	°C	56
Bod tuhnutí	°C	max. - 10
Obsah síry	hmotnostní %	max. 0,2
Destilační zkouška Do 350 °C predestiluje	objemová %	min. 85
Výhřevnost	MJ/kg	min. 42

TAB. 2.9 ZÁKLADNÍ VLASTNOSTI ELTO

2.1.4 Elektrická energie

Vytápění elektrickou energií prožívalo největší rozvoj v letech 1992 – 1995, kdy vláda ČR propagovala elektrické přímotopné konvektory a další elektrické spotřebiče určené pro vytápění. Od roku 1996 byl rozvoj vytápění elektřinou nahrazen rozvojem vytápění zemním plynem.

Vytápění elektrickou energií je čisté, bezpečné, ekologické, automaticky regulovatelné, s vysokou účinností zdroje. Nároky na obsluhu jsou minimální. U přímotopného vytápění kopíruje dodávka elektrické energie odběr tepla. Při akumulacím ohřevu kotel v době snížené sazby elektrické energie nabíjí – ohřívá topnou vodu v akumulacní nádrži. Náklady jsou u vytápění elektrickou energií vyšší než u jiných zdrojů vytápění, proto se často používá jako druhý zdroj energie nebo jako zásobní zdroj energie u tepelného čerpadla nebo solární energie.

Elektrické vytápěcí tělesa se dělí do dvou základních skupin. První skupinu tvoří přímotopná tělesa – konvektory a topné ventilátory, která jsou určena především pro rychlý ohřev místnosti. Druhou skupinu tvoří akumulacní tělesa – elektrická akumulacní kamna a podlahové vytápění, které mají výrazně větší tepelnou setrvačnost než přímotopná tělesa a tudíž dokáží lépe využívat elektrickou energii, neboť mohou být v činnosti pouze v době nízkého tarifu, čímž šetří náklady na vytápění.

Elektrická energie používaná pro vytápění se odebírá v některé ze sazeb D26, D35 a D46 [11]. Volba sazby závisí na počtu a výkonu elektrických zdrojů tepla a na časovém vymezení odběru elektřiny v době nízkého tarifu. Nízký tarif (NT) je u sazby D 25 minimálně 8 hodin denně, 16 hodin u sazby D35 a 20 hodin u sazby D45. Růst cen v těchto sazbách ukazuje Tab. 2.10.

Spotřeba elektrické energie elektrickými topnými spotřebiči je různá. Nejmenší spotřebu mají topné koberce, jejichž výkon se pohybuje v rozmezí 50 – 200 W. Konvektory, akumulacní kamna, radiátory a topné rohože podlahového vytápění mají výkon od 0,5 do 8 kW. Jejich výkon závisí na tepelné ztrátě vytápěné místnosti [11].

Sazba		Cena v Kč (NT/VT) za 1 kWh v roce				
dříve	dnes	2000	2001	2002	2003	2004
BV	D26	0,61/2,31	0,73/2,87	0,80/3,22	0,75/2,95	0,81/2,91
BH	D35	0,61/2,43	0,73/2,63	0,98/3,65	0,96/3,44	0,99/3,37
BP	D45	0,61/3,89	1,00/3,60	1,10/3,96	1,05/3,45	1,07/3,38

TAB. 2.10 CENY ELEKTRICKÉ ENERGIE PRO VYTÁPĚNÍ U SME, A.S.

Zvláštním typem vytápění jsou tepelná čerpadla. Tepelné čerpadlo převádí přírodní, tzv. nízkopotenciální, teplo na teplo vhodné pro vytápění, předehřev nebo ohřev TUV nebo větrání domu. Nízkopotenciální teplo je obnovitelným zdrojem energie. Je uloženo v zemi, podzemní nebo povrchové vodě nebo okolním vzduchu. Teplené čerpadlo pracuje jako chladicí zařízení, jehož hnacím prvkem je kompresor, poháněný elektromotorem. Topný výkon tepelného čerpadla je dán součtem nízkopotenciální energie a potřebné elektrické energie pro pohon. Teplo odebírané z vnějšího prostředí činí cca 50-75 % výkonu tepelného čerpadla [19].

2.2 Porovnání jednotlivých druhů paliv

Následující tabulka uvádí porovnání výhod a nevýhod jednotlivých nejčastěji používaných druhů paliva Tab. 2.11 [11].

Palivo	Výhody	Nevýhody
Zemní plyn	Automatická regulace kotle Velice nízké emise Vysoká účinnost	Růst ceny Nutná přípojka plynu
Propan-butan	Automatická regulace kotle Vysoká účinnost	Nutný zásobník Nutný dovoz paliva Cena závislá na vývoji ceny ropy a kurzu měny
Kapalná paliva	Vysoká účinnost Automatická regulace	Vysoká cena Nutný zásobník Nutný dovoz paliva
Uhlí	Nízká cena	Vysoké emise Dovoz a skladování paliva Vynášení popela
Dřevo	Nízká cena Obnovitelný zdroj energie	Dovoz a skladování paliva Možné problémy s regulací U neautomatických kotlů časté přikládání
Biomasa	Nízká cena Obnovitelný zdroj energie	Dovoz a skladování paliva
Elektrina	Snadná regulace Vysoká účinnost	Vysoká cena Nutná přípojka o dostatečné kapacitě

TAB. 2.11 POROVNÁNÍ VÝHOD A NEVÝHOD JEDNOTLIVÝCH DRUHŮ PALIV

3. Spalovací zařízení

Za spalovací zařízení považujeme v případě malých zdrojů pro vytápění lokální topeniště, kotle pro ústřední vytápění a teplovodní kotle pro lokální centralizované systémy.

Podle způsobu vytápění lze rozlišit:

- Přímotopná spalovací zařízení (lokální topeniště), která teplo uvolněné spalováním bezprostředně předávají do místnosti (kamna, krby),
- Kotlová zařízení, ve kterých se předává teplo uvolněné spalováním a obsažené ve spalínách pracovní látce (vodě), která je pak rozváděna do jednotlivých místností, prostor, či budov.

Lokální topeniště jsou téměř vždy určena pro spalování tuhých paliv (výjimku představují například plynové krby), nejčastěji uhlí či dřeva a jejich předností je možnost levného a efektivního vytápění jednotlivých místností. Nevýhodou je manipulace s palivem a popelem, potřeba periodického přikládání a s tím související zvýšená prašnost, znečištění. V poslední době se rozšiřující užívání oblíbených krbů a krbových a kachlových kamen posiluje tento způsob vytápění, nejčastěji jako doplňkové k zavedenému systému ústředního vytápění. Takové řešení umožňuje významně snížit náklady na vytápění, použije-li se dřevo jako náhrada dražšího paliva v přechodném období nebo v době extrémních nároků na spotřebu. Jeho nevýhodou je rovněž snížení rizika při náhlých výpadcích dodávky – diverzifikace zdrojů.

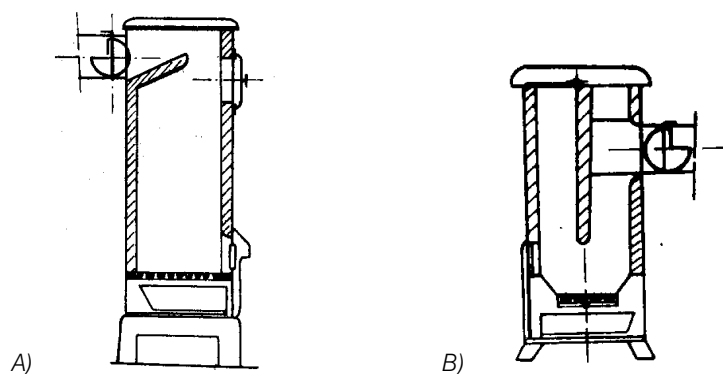
Systémy s ústředním (centrálním) vytápěním poskytují podstatně vyšší uživatelský komfort a nabízejí velké množství technických řešení jak na straně zdrojů, tak na straně spotřeby. Zdrojem tepla je palivo, spalované v teplovodním kotli a současná nabídka zahrnuje kotle pro spalování tuhých, kapalných i plyných paliv, dosahující vysoké účinnosti, zabezpečující svým konstrukčním řešením nízkou produkci škodlivin a umožňující automatickou regulaci provozu podle podmínek a potřeb. Lze si vybírat podle svých představ a možností a je rovněž k dispozici dostatečná poradenská síť. A poradit se s odborníky je vždy užitečné, protože současné environmentální požadavky a společenská očekávání jsou velice náročné a rovněž cenový vývoj není snadné odhadnout.

Protože cílem této publikace není představit současnou nabídku na trhu s kamny a kotle, v tomto směru lze doporučit návštěvu tematických výstav, prodejců a výrobců, případně vhodné publikace, např. [11], [35], [37], [29], [17], [27], [46], [48], [47], [19], [12], [25] apod., budou dále vysvětleny a popsány principy jednotlivých okruhů spalovacích zařízení a hodnoceny jejich individuální vlastnosti.

3.1 Kamna a sporáky

Kamna a sporáky představují nejjednodušší lokální topidla s ohništěm pro spalování tuhých paliv. Dno ohniště je tvořeno pevným roštem, kterým je k hořícímu palivu přiváděn spalovací vzduch, jehož množství lze regulovat dvířky popelníku, umístěným pod roštem. Takové ohniště klade pouze minimální nároky na kvalitu paliva, jinak řečeno lze v něm spálit téměř všechno. Je věcí uživatele, jakým způsobem bude kamna provozovat, což může být problém. Při spalování kvalitního tříděného uhlí, nebo kusového dřeva, se lze vyhnout nedokonalému spalování, projevujícímu se tmavým aromatickým kouřem, častějším přikládáním po malých dávkách. Zájem uživatele však bývá počet přikládání minimalizovat.

Je-li principu spalování na roštu použito u kamen, která jsou určena převážně pro vytápění, respektuje se požadavek minimální četnosti přikládání volbou velkého objemu ohniště, do kterého je možné najednou přiložit velké množství paliva. Taková ohniště lze v zásadě konstruovat dvojím způsobem a rozlišují se kamna s prohoříváním paliva a se spodním odhoříváním paliva. Rozdíl v provedení ohniště názorně ukazuje Obr. 3.1, na němž je vlevo znázorněn princip prohořívací a vpravo odhořívací.



OBR. 3.1 OHNIŠTĚ S PROHOŘÍVÁNÍM PALIVA (A) A SPODNÍM ODHOŘÍVÁNÍM PALIVA (B)

V prvním případě se násypná šachta naplní palivem, které se od žhavé vrstvy na roštu zapálí, žhavé spaliny prostupují vrstvou paliva nahoru a palivo tak postupně prohořívá. Je logické, že musí být kamna řešena tak, aby nemohlo dojít k zapálení celého objemu paliva najednou. To lze zajistit pouze regulací přívodu spalovacího vzduchu pod rošt. Regulační možnosti jsou velice široké a jejich použití záleží pouze na uživateli. Úplným otevřením dvířek popelníku lze dosáhnout hoření celého objemu paliva najednou, což představuje několikanásobek jmenovitého výkonu kamen se všemi negativními důsledky: nedokonalé spalování a výrazné snížení životnosti zařízení.

Ohniště se spodním odhoříváním je nesporně lepším řešením. Je rozděleno shora vedoucí svislou přepážkou na dvě části. Levá představuje násypnou šachtu, kterou lze zcela naplnit, pravá pak vlastní ohniště s dole umístěným pevným roštem. Z dolní části násypné šachty se palivo odsypává na rošt, kde se zapálí a hoří. Spaliny prochází vzhůru ohništěm a přitom v nich dohořívají hořlavé složky. Kamna s tímto ohništěm nelze neomezeně přetěžovat, což spolu s možností dohořívání spalin přispívá k podstatně nižší produkci škodlivin. Pro bezpečný provoz těchto kamen je nezbytný dostatečný tah komína a spolehlivá těsnost násypného otvoru, protože v případě ztráty tahu by mohlo dojít k zapálení paliva v násypné šachtě.

Předností obou druhů těchto kamen je jednoduchá konstrukce, snadná obsluha a nízká cena. Z pohledu kvality spalování a tvorby škodlivin lze s výhradou doporučit pouze pro spalování kvalitních paliv, nejvhodnějším palivem je koks, tříděné černé uhlí a dřevo. Běžný uživatelský provoz znamená vždy vysoké emisní koncentrace oxidu uhelnatého, polyaromatických uhlovodíků a dalších škodlivin.

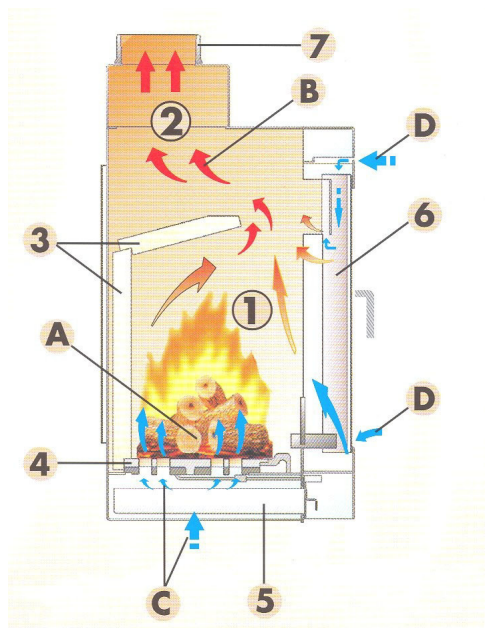
3.2 Krby a krbová kamna

Lokální vytápění dřevem, spalovaným v krbech a krbových kamnech, se těší veliké oblibě. Krby jako zdroj tepla mají dlouhou historii a tradici. Vytvářejí příjemnou atmosféru tím, že lze pozorovat plameny, létající jiskry a poslouchat praskání dřeva. Jediným nedostatkem tradičních krbů je extrémně nízká účinnost. U otevřených krbů zhruba devadesát procent energie paliva uniká bez užitku komínem. Současné technické možnosti dovolují uzavřít ohniště sklem a regulovat pak množství spalovacího vzduchu, a tak současné krby a krbová kamna dosahují špičkové účinnosti až osmdesát procent, tzn. že pouze dvacet procent tepla se nevyužije pro vytápění. Praktický význam této skutečnosti objasní následující příklad.

Moderní krbová kamna v kvalitním provedení mají účinnost při jmenovitém výkonu 80%. Pro tepelný výkon 7 kW a při použití dostatečně vysušeného dřeva je zapotřebí spálit cca 2 kg dřeva za hodinu. Abychom získali tentýž výkon z krbu s otevřeným ohništěm, musíme v něm za stejnou dobu spálit nejméně 16 kg dřeva. Jde tedy o to, nakolik si ceníme bezprostřední přítomnosti plamene a zda se přece jenom od něj neoddělíme sklem.

Dva a půl kilogramů dřeva je velice málo, dvě středně velká polena, a přitom jejich spálení dokáže poskytnout tepelný výkon 7 kW, což je srovnatelné s tepelnými ztrátami moderního rodinného domku. Podle obecných požadavků by měla ohniště krbů a krbových kamen zabezpečit pravidelné přikládání a vždy spolehlivé zapálení přiloženého paliva v hodinových intervalech.

To vede k následujícímu konstatování: je snadné spálit 2,5 kg dřeva, ale je umění přinutit 2,5 kg dřeva, aby hořely celou hodinu a přitom ještě nebyly ve spalinách nepříjemně vysoké koncentrace škodlivin. A to právě moderní krby a krbová kamna, viz. Obr. 3.2, umí.



Hlavní části kamen	
1	Spalovací komora (topeniště)
2	Kouřová komora
3	Vyměnitelná šamotová vyzdívka
4	Vyměnitelný litinový rošt
5	Popelník
6	Prosklená příkládací dvířka
7	Odvod spalin

Spalování	
A	Hořící palivo
B	Spaliny
C	Primární vzduch pro spalování
D	Sekundární vzduch pro odhoření plyných spalitelných složek (CO apod.) ve spalinách. Zároveň zabraňuje zašpinění skla.

OBR. 3.2 MODERNÍ KRBOVÁ KAMNA, KONSTRUKCE OHNIŠTĚ

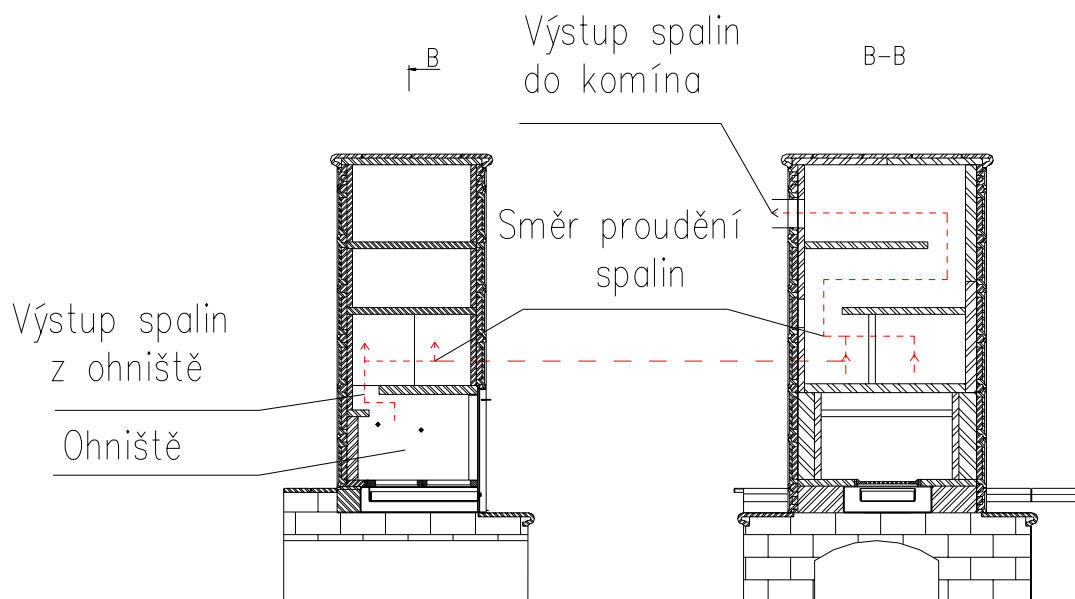
Zatímco otázky účinnosti kamen a efektivity vytápěcího systému vesměs chápeme jako individuální záležitost, v případě produkce škodlivin tomu tak není. Přestože patří dřevo k nejekologičtějším palivům a převládá názor, že je z hlediska emisí oxidu uhličitého neutrální, může jeho nevhodné používání silně poznamenat lokální ovzduší. Jedná se převážně o spalování nedostatečně vysušeného dřeva. Příliš vysoký obsah vody má za následek snížení teploty v sebelépe konstruovaném ohništi, hořlavé složky nestačí vyhořet a ve spalinách vycházejících z komína do ovzduší pak najdeme vysoké koncentrace oxidu uhelnatého, polyaromatických uhlovodíků a dalších produktů nedokonalého spalování. Pomoc je snadná. Spalované dřevo musí být dostatečně vysušené.

Oblíbenost a rostoucí využívání krbů a krbových kamen jako lokálních topenišť vedou ke snaze odvést část tepla do dalších místností, a to buď prostřednictvím teplého vzduchu nebo teplé vody. Technicky jsou taková řešení jednoduchá a jejich nabídka je dostatečná. Teplovzdušné krby a krbová kamna s výměníkem pro ohřev vody nabízí většina výrobců. Je však užitečné zamyslet se, zda bude některé z vybraných řešení opravdu přínosem, zda naopak nepřinese nové komplikace a jak hospodárny bude uvažovaný systém vytápění. Jakým směrem by se měly úvahy ubírat, naznačí nejlépe seznámení s vlastnostmi a způsobem využívání dalšího druhu individuálního topeniště – kachlových kamen.

3.3 Kachlová kamna

Vedle krbů je to nejstarší způsob vytápění, jehož předností je vysoká efektivita, daná možností využívat akumulace tepla. Z dnešního pohledu je jejich velikou předností také poměrně spolehlivé zabezpečení dokonalého spalování a proto nízká produkce škodlivin (samozřejmě lze i v dokonalých kachlových kamnech spalovat, zejména uhlí, způsobem zcela nepřijatelným).

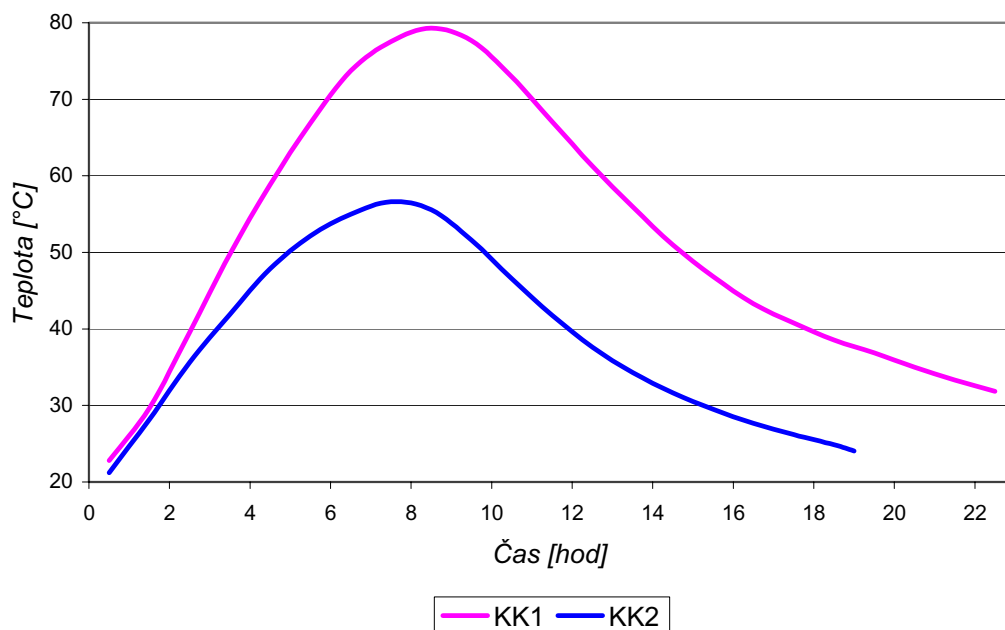
Klasická konstrukce kachlových kamen (viz. Obr. 3.3) je charakteristická velkou hmotností (několik set kilogramů) keramických hmot, které při spalování paliva akumulují uvolněné teplo a postupně, často máme pocit, že až příliš pomalu, se zahřívají. Teprve po nahřátí předávají teplo do místnosti a mohou vytápět místnost ještě dlouho poté, co palivo definitivně vyhaslo. Kachlová kamna této konstrukce jsou dnes označována jako kamna s těžkou vyzdívkou.



OBR. 3.3 KONSTRUKČNÍ SCHÉMA KACHLOVÝCH KAMEN

V ohništi kamen se spaluje palivo, dnes nejčastěji dřevo, při dostatečně vysoké teplotě, neboť stavba ohniště a použitý materiál zajišťuje velmi dobrou tepelnou izolaci. Díky vysoké spalovací teplotě vyhoří podstatná část hořlavých složek a dokonalému spalování napomáhá možnost spolehlivé regulace množství spalovacího vzduchu. Z ohniště vstupují horké spaliny do horní části keramického výměníku s přepážkami, značně prodlužujícími dráhu spalin a zabezpečujícími co možná nejintenzivnější přestup tepla ze spalin do veškeré keramické hmoty kamen. Zpočátku ještě vysoká teplota umožní dohoření hořlavých složek, postupně směrem nahoru teplota klesá a nakonec spaliny vstupují do komína. V průběhu spalování paliva roste teplota kamen a teplo se stále více akumuluje do jejich stěn. Možnost akumulovat další teplo ze spalin se postupně snižuje a teplota spalin na vstupu do komína roste. V tomto stadiu je spalování dalšího paliva zbytečné. Kamna se uzavřou, aby vzduch neproudil ohništěm v důsledku komínového tahu a nevychlazoval kamna zevnitř a kamna pak ještě dlouho předávají naakumulované teplo do místnosti.

K tomu, aby popsany jednoduchý, spolehlivý a efektivní způsob vytápění fungoval, je zapotřebí zvolit dobrou konstrukci kamen s dostatečně kapacitními stěnami a s možností zvolit dobrou konstrukci kamen s dostatečně kapacitními stěnami a s možností těsně uzavřít ohniště po posledním přiložení paliva. Je samozřejmé, že malá dvířka budou těsnější, na druhé straně možnost uzavřít ohniště velkými prosklenými dvířky představuje mnohem lákavější řešení. Při dnešní pestré a kvalitní nabídce kachlů a vzhledem k možnosti téměř neomezeného tvarového řešení zájem o kachlová kamna stále roste. Stále více se staví kamna tzv. lehké konstrukce, u kterých jsou spaliny z ohniště naváděny přímo do komína a horní prostor je pouze obestaven keramikou. Toto provedení má výrazně menší schopnost akumulace tepla, což ovšem uživateli nevadí, protože kamna nejsou hlavním zdrojem tepla. Jak ovlivní konstrukce kamen jejich provozní vlastnosti ukazuje Obr. 3.4, na kterém jsou uvedeny výsledky srovnávacích měření.



OBR. 3.4 SROVNÁNÍ PROVOZNÍCH VLASTNOSTÍ KACHLOVÝCH KAMEN TĚŽKÉ (KK1) A LEHKÉ (KK2) KONSTRUKCE – PRŮBĚH PRŮMĚRNÝCH POVRCHOVÝCH TEPLOT

Křivky popisují průběh průměrné povrchové teploty kamen při dlouhodobé zkoušce, kdy byla kamna prvních 8 hodin vytápěna dřevem na jmenovitý tepelný výkon cca 12 kW a po dosažení konstantní teploty spalin na vstupu do komína uzavřena. Srovnání ukazuje, že klasická kamna těžké konstrukce dosáhla při chladnutí povrchové teploty 40 °C o šest hodin později, než kamna lehká a to za srovnatelných podmínek pro jejich ochlazování.

3.4 Kotle pro ústřední vytápění

K vytápění rodinného domu je zapotřebí kotle o výkonu nanejvýš několika málo desítek kilowatt. Záleží to na klimatických podmínkách, lokalitě, celkové dispozici, konstrukci a způsobu využívání domu. Tepelné ztráty moderních domů se vyjadřují v jednotkách kilowatt. Při rozhodování o druhu paliva a typu kotle bude vždy stát na jedné straně uživatelský komfort a na straně druhé celkové, tj. investiční a provozní náklady.

Ze současné široké nabídky je nutné na prvním místě uvést plynové kotle pro spalování zemního plynu. Díky rozsáhlé plynofikaci je zemní plyn poměrně široce dostupný, jeho cena je stále poměrně příznivá a energetické a environmentální parametry jsou bezkonkurenční. K dispozici je široká škála kotlů, lišících se cenou i technickým provedením a protože není cílem této publikace představit aktuální sortiment, chceme pouze upozornit na význam provozní spolehlivosti, životnosti a dosažitelnosti servisu při rozhodování.

Snaha výrobců o dosažení co možná nejvyšší účinnosti plynových kotlů vedla k vývoji kotlů schopných částečně využít kondenzační teplo vodní páry, vždy obsažené ve spalinách. Je to technicky dokonalé řešení a při nabídce těchto kondenzačních kotlů výrobci argumentují mimořádně vysokou účinností, převyšující sto procent. To samozřejmě není možné. Taková argumentace pouze upozorňuje na to, že standardní metodika výpočtu v tomto případě selhává. Nicméně dosahují kondenzační kotle velmi vysoké účinnosti, blíží se 100%, jenže nic není zadarmo. Kondenzační kotle jsou vždy výrazně dražší a aby bylo možné využít jejich dobrých vlastností je nutné jim přizpůsobit systém vytápění. Pro maximální využití kondenzačního efektu musí být použito nízkoteplotní vytápění, nejlépe podlahové, protože jedině tak lze zajistit, že ve spalinách obsažená vodní pára bude ještě v kotli kondenzovat. Teplota rosného bodu, tj. teplota při níž začne vodní pára kondenzovat, je cca 42 °C. Část vodní páry bude pak kondenzovat v komíně, který proto musí být vybaven odvodem kondenzátu.

Účinnost kotle tedy není zdaleka jediným významným parametrem. Vzhledem k jistotě tr-

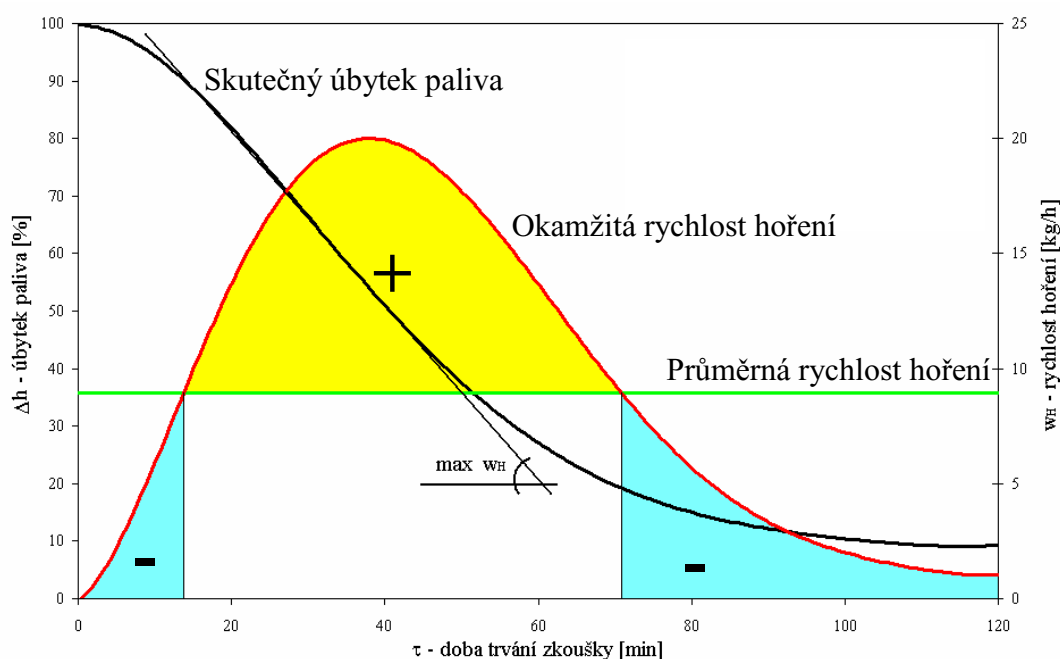
valého růstu cen všech paliv, nejen zemního plynu, je v zájmu snižování nákladů na vytápění zapotřebí věnovat pozornost celému systému vytápění a zejména tepelným ztrátám a způsobu vytápění budovy. Zde jsou k dispozici podstatně větší možnosti dosažení úspor, než nabízí pouhé použití kotle s vysokou účinností.

Vytápění zemním plynem představuje v dlouhodobém výhledu nejracionalnější řešení. Jistý cenový růst paliva lze výrazně kompenzovat hospodárnějším provozem a nakonec bude nutné vzít na vědomí, že energie bude stále vzácnějším zbožím.

Klasickým palivem pro ústřední vytápění bylo donedávna uhlí, případně obecněji tuhá paliva. I dnes se k němu mnozí obracují, zaskočení růstem nákladů na komfortnější způsoby vytápění. V zásadě nelze proti vytápění uhlím nic namítat. Jenže je nutné vzít na vědomí, že žijeme na počátku 21. století a systémy spalování z poloviny minulého století již nejsou přijatelné.

Klíčový problém představuje, samozřejmě vedle nákladů, nevhodná technologie spalování. Výrobci oprávněně vycházejí z toho, že kotle určené pro spalování jednoho z nejlevnějších paliv, musí být také levné a proto jednoduché. Klasickým a dosud nejrozšířenějším konstrukčním řešením je velkoobjemové ohniště (se spodním odhoříváním, nebo prohořívací), do kterého lze pro co možná nejdelší periodu přikládání přiložit najednou velké množství paliva. Čerstvě přiložené palivo se postupně zahřívá, vysušuje a poté se začíná uvolňovat prchavá hořlavina, jejíž zapálení představuje počátek hoření. Tento proces probíhá různou rychlostí, danou konstrukcí a kvalitou provedení kotle, vždy však je ve fázi zapalování a počátku hoření v ohništi nedostatek spalovacího vzduchu. Ten vede k nedokonalému spalování a tvorbě typických škodlivin, značně obtěžujících okolí. Na první pohled se zdá, že by věci pomohla regulace množství spalovacího vzduchu. Jde však o levné kotle a jednoduchý způsob regulace nebývá dostatečně účinný.

Celou záležitost objasňuje ve zjednodušené formě Obr. 3.5, popisující podstatná fakta o vyhořívání dávky uhlí, přiložené najednou do ohniště. V průběhu dvouhodinové zkoušky se spálilo 18 kg uhlí, průměrně tedy 9 kg za hodinu – viz. křivka průměrné rychlosti hoření. Z průběhu křivky skutečného úbytku paliva vidíme, že brzy po přiložení začíná palivo hořet, jeho spotřeba (tj. úbytek v ohništi) stále narůstá a teprve po čtyřicáté minutě začne, nejprve zvolna, klesat. Z křivky okamžité rychlosti hoření (spotřeby paliva) vyplývá, že okamžitá rychlost hoření (cca 20 kg/hod ve 40. minutě) je více než dvakrát větší, než průměrná. Rychlost hoření určuje tepelný výkon ohniště a měl by jí také odpovídat přívod spalovacího vzduchu. To není snadné zajistit a proto je obvykle na počátku a na konci příkladacího cyklu v ohništi přebytek vzduchu („+“ oblast grafu) a ve střední části („-“ oblast grafu), kdy je výkon kotle největší, jeho nedostatek.



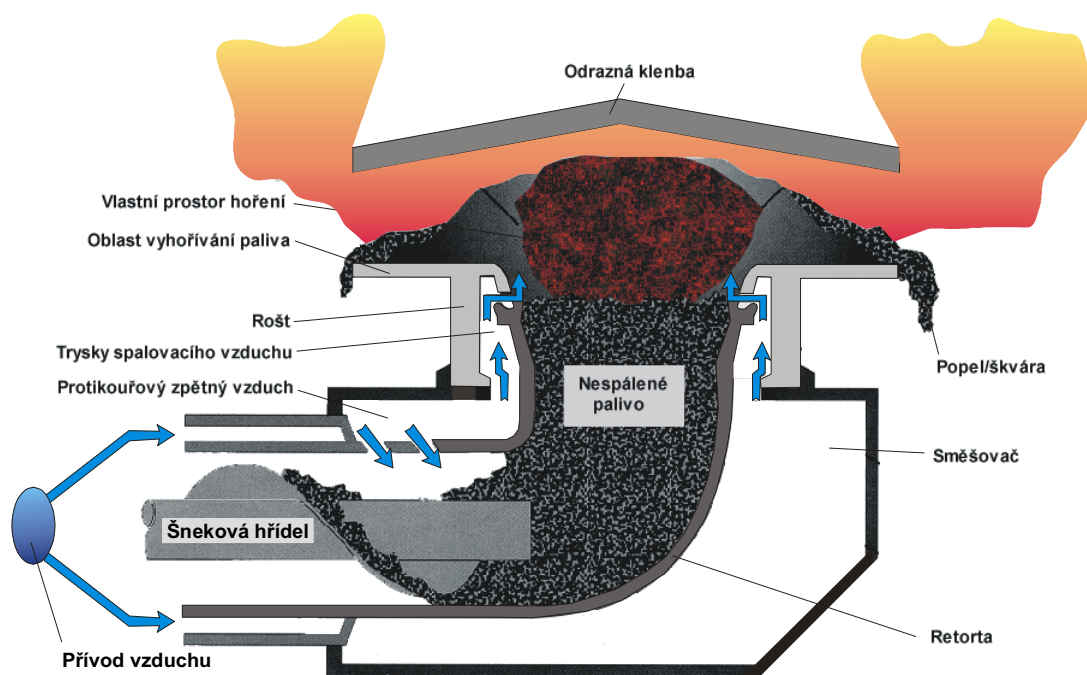
OBR. 3.5 VYHOŘÍVÁNÍ DÁVKY UHLÍ V OHNIŠTI

Není možné jednoduchou, spolehlivou a levnou regulací zajistit aktuálně potřebné množ-

ství spalovacího vzduchu do ohniště a proto budou kotle tohoto typu stále dělat ostudu uhlí a obtěžovat okolí. Samozřejmě a bohužel jsou stále nepoužívanější.

Moderní kotle na spalování uhlí používají systém kontinuálního přívodu paliva do ohniště. To musí být konstrukčně řešeno zcela jinak. Zůstaneme-li u předchozího příkladu s průměrnou spotřebou paliva 9 kg/hod znamená to, že budeme nepřetržitě přivádět do ohniště velmi malé množství uhlí, 150 g/min. Spalovací proces bude vyrovnaný, rovnoměrný, rovněž tak spotřeba spalovacího vzduchu a nebude činit potíže spalování optimalizovat k vysoké účinnosti a minimální produkci škodlivin. Technicky má takové řešení jeden háček. Čím menší množství uhlí je zapotřebí nepřetržitě dopravovat do ohniště, tím musí být jeho jednotlivé částice jemnější, menší. Je dosti obtížné představit si dopravní zařízení, které během minuty spolehlivě dopraví do ohniště pouhých 15 dkg uhlí. Je však možné palivo dopravovat přetržitě, periodicky a celý proces automatizovat tak, že impulsem k spuštění dopravníku bude výstupní teplota spalin, nebo vody. Příkladem takového řešení je ohniště, moderního kotle s (dis) kontinuálním přívodem paliva, jehož principiální schéma uvádí Obr. 3.6 a které bylo poprvé vyvinuto firmou CRE v Anglii.

Šnekový dopravník dopravuje tříděné uhlí velmi zvolna do retorty, kde horní vrstva paliva trvale hoří. Prostor nad vrstvou je kryt keramickou klenbou, která napomáhá udržení dostatečně vysoké teploty hoření. V horní vrstvě uhlí vyhořívá a nepřetržitým tokem paliva vypadává popel přes okraj vrstvy dolů do popelníku. Popsané řešení poskytuje uživateli podstatně vyšší komfort. V zásobníku palivo vydrží na více dní, provoz kotle lze regulovat podle potřebného tepelného výkonu a obsluha kotle se usnadní. Je pouze nutné občas doplnit zásobník a vyprázdnit popelník.



OBR. 3.6 SCHEMA OHNIŠTĚ KOTLE CRE

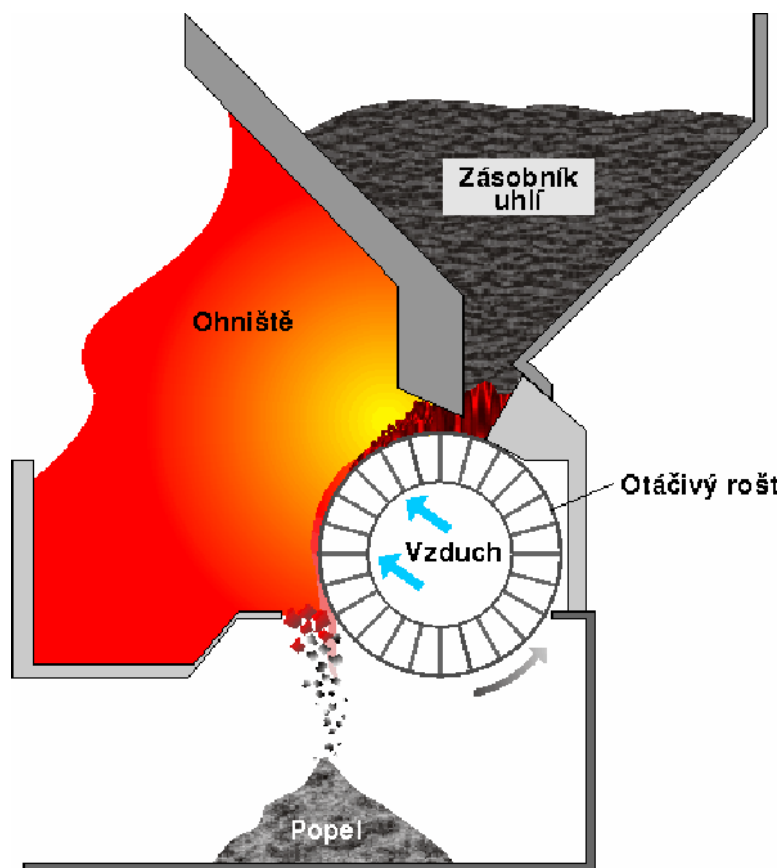
Podobné vlastnosti jako kotel se šnekovým dopravníkem a retortou má kotel, používající ohniště s otáčivým roštem podle Obr. 3.7.

Princip činnosti je velmi jednoduchý. Pomalu se otáčející bubnový rošt odebírá palivo ze zásobníku, palivo se poté zapálí a vyhoří a v poslední fázi vypadává popel do popelníku. Spalovací vzduch je přiváděn středem bubnového roštu a jeho množství, stejně jako otáčky roštu, lze regulovat podle požadovaného tepelného výkonu.

Oba popsané principy spalování dnes domácí výrobci kotlů nabízí. Z již uvedených důvodů nemůže být doprava paliva kontinuální, ale uskutečňuje se v častých a poměrně krátkých periodách, daných potřebným výkonem kotle. Z tohoto ohledu umožňuje ohniště se šnekovým dopravníkem a retortou podstatně větší regulační rozsah výkonů, neboť uhlí v retortě zůstává žhavé po velmi dlouhou dobu.

Provozní a uživatelské vlastnosti klasických velkoobjemových a moderních ohnišť jsou

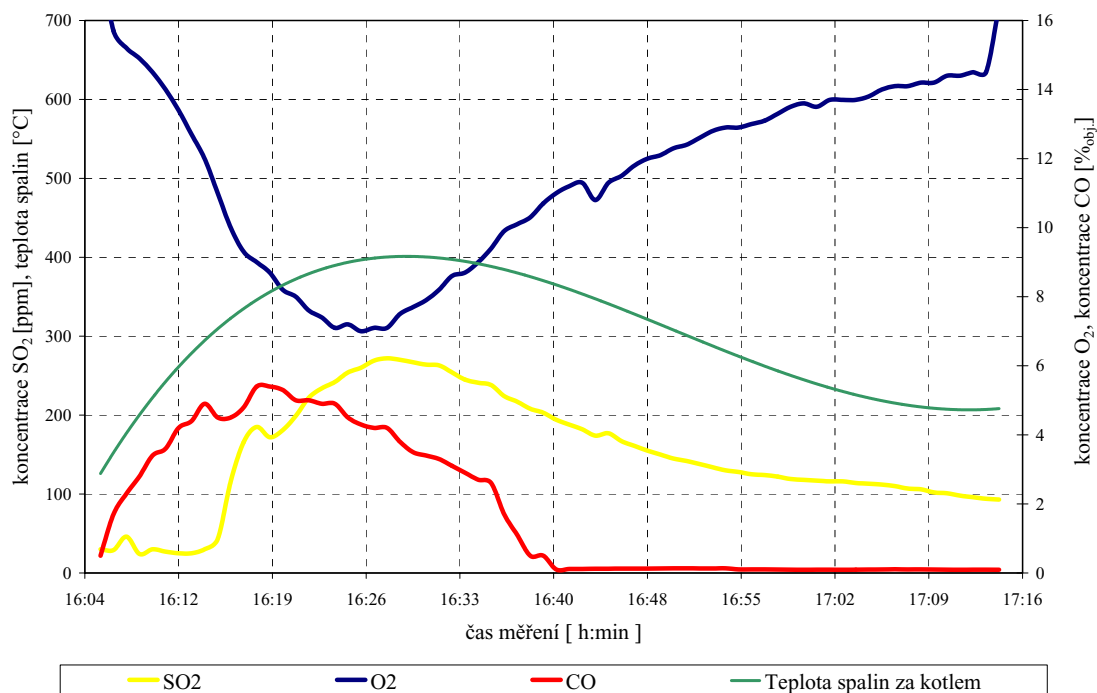
zřejmé. Ohniště s kontinuální dopravou paliva umožňují automatickou regulaci podle okamžité potřeby tepelného výkonu a vyžadují pouze dočasnou obsluhu, spočívající v doplnění zásobníku a odstranění popela. Jejich velkou předností je, že poskytují možnost optimalizovat spalovací proces a výrazně tak snížit produkci škodlivin. Dokládají to záznamy kontinuální analýzy spalin, pocházející z akreditovaných zkoušek dvou typů kotlů srovnatelného výkonu při spalování stejného paliva, Obr. 3.8 a Obr. 3.9.



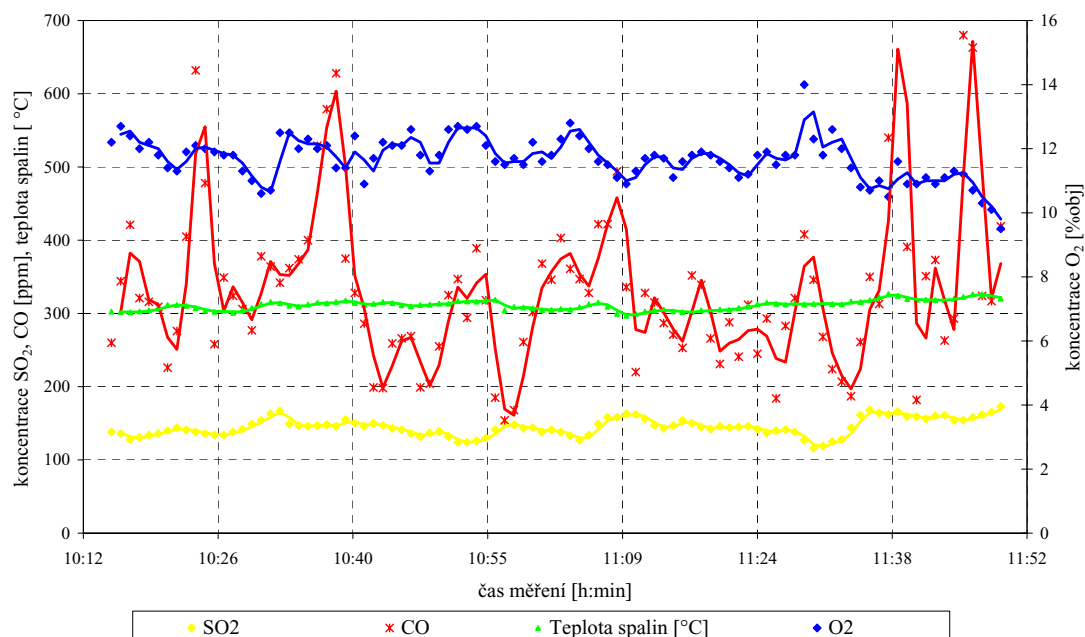
OBR. 3.7 OHNIŠTĚ S OTÁČIVÝM ROŠTEM

Při první zkoušce byla do kotle, vyhřátého na provozní teplotu, najednou přiložena dvouhodinová dávka uhlí. Ta se postupně ohřívala, uvolňovala prchavou hořlavinu, která se zapalovala, jenže díky nízké teplotě se částečně spalovala pouze na oxid uhelnatý. Jeho koncentrace ve spalinách dosáhla po patnácti minutách více než pěti procent. Podobný trend je zaznamenán také u oxidu siřičitého, jehož koncentrace však závisí na obsahu spalitelné síry v palivu. Koncentrace oxidu uhelnatého klesá na přijatelné hodnoty teprve po více než půlhodině a právě tato půlhodina poškozuje pověst uhlí. Do komína odcházejí spaliny s vysokým obsahem oxidu uhelnatého, najdeme zde vysoké koncentrace polyaromatických uhlovodíků, sirovodíku a nespálených jemných uhlíkových částic.

Zkouška na kotli s kontinuálním přívodem paliva ukazuje zcela odlišný průběh všech sledovaných složek spalin. Kolísavé průběhy koncentrací odpovídají regulaci výkonu, přerušované dodávce paliva v několikaminutových intervalech. Kvalita spalování se výrazně zvýšila, neboť průměrná koncentrace oxidu uhelnatého dosahuje hodnoty cca 350 ppm, tj. 0,035%. V takových podmínkách je spalovací proces stabilní, vyrovnaný a dobře zásobovaný kyslíkem, nebudou se proto vytvářet další nepříjemné a škodlivé složky spalin a ukázalo se také, že spalovací podmínky v retortě znatelně posilují odsiřovací efekt při použití aditivovaného uhlí.



OBR. 3.8 SLOŽENÍ SPALIN, KLASICKÝ KOTEL



OBR. 3.9 SLOŽENÍ SPALIN, KOTEL S KONTINUÁLNÍM PŘÍVODEM PALIVA

Aditivace uhlí pro spalování v malých zdrojích je v zásadě velmi dobrá myšlenka. Uhlí se smíchá s vhodným množstvím alkalického sorbetu, nejčastěji s mletým vápencem, nebo vápeným hydrátem, na který se pak naváže vzniklý oxid siřičitý. Záleží však na tom, zda konkrétní ohniště takový proces umožňuje.

Ve velkoobjemovém ohništi klasických kotlů se zapaluje a hoří najednou velké množství uhlí a ve vrstvě žhavého uhlí, kde se nachází aditivum, je nedostatek kyslíku a síra nemůže shořet na oxid siřičitý. Za těchto podmínek přecházejí organické sloučeniny síry do plynné fáze jako sirovodík, organické sulfidy a další sirnaté organické látky. Tyto plynné složky dohoří na oxid siřičitý až v prostoru nad vrstvou uhlí, kde však není přítomno aditivum. Odsiřovací efekt je proto v těchto případech velice malý.

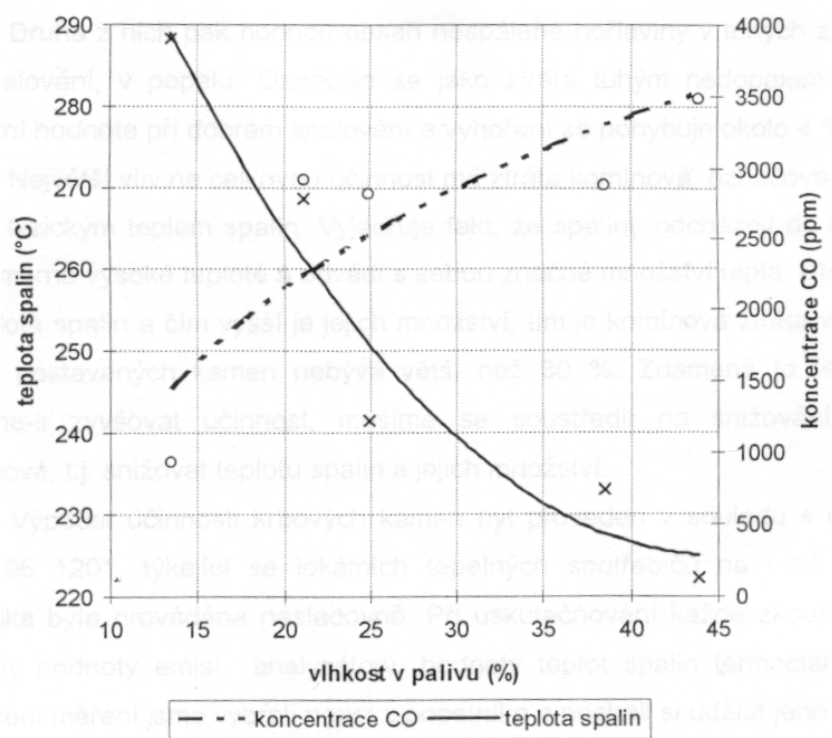
U ohniště s kontinuálním přívodem paliva je stále zajištěno prostředí s dostatkem kyslíku

a ve vrstvě vzniklý oxid siřičitý může rovnou reagovat s aditivem. Účinnost odsíření při použití aditivovaného uhlí na kotli s otáčivým roštem se při zkouškách pohybovala kolem 16 % a při spalování v kotli s retortou v rozsahu 30 – 45 %.

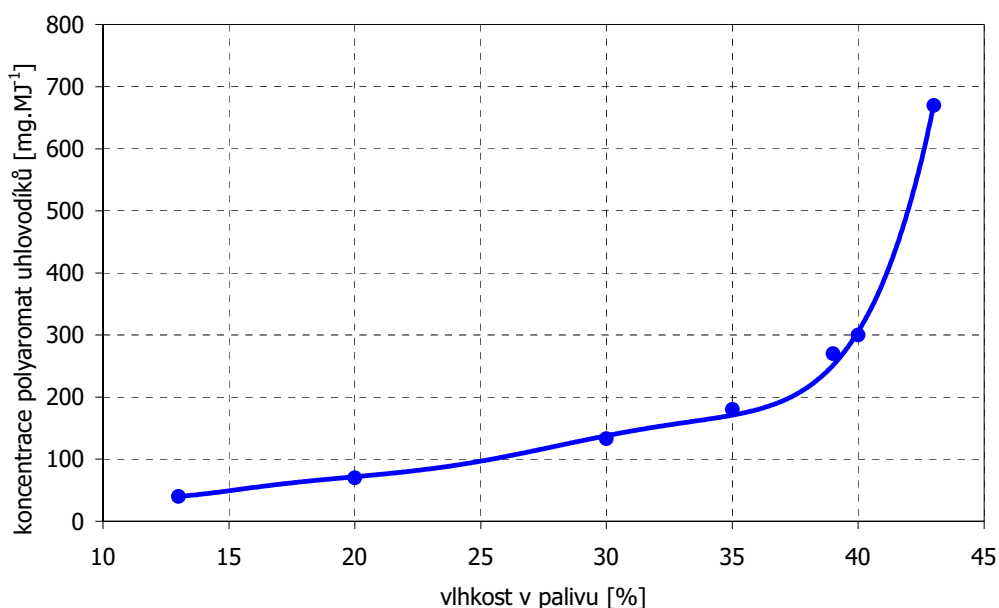
Z uvedených faktů je zřejmé, že budoucnost uhlí, jako paliva pro ústřední vytápění, musí vycházet ze zásadní modernizace kotlů. Rozdíly jsou přesvědčivé, jenže velmi rozdílné jsou také náklady. Pro spalování v kotlech s kontinuálním přívodem paliva je bezpodmínečně nutné používat dražší tříděné uhlí a moderní kotel bude ve srovnání s klasickým zhruba čtyřikrát dražší. Nicméně nabídka existuje a zájemce si může vybírat.

Přirozený zájem o snižování nákladů na vytápění obrací pozornost veřejnosti ke dřevu. Je navíc umocňován propagací obnovitelných zdrojů energie, mezi něž dřevo, či širěji biomasa, samozřejmě patří. Existuje proto již nyní široká nabídka kotlů na spalování dřeva, zahrnující rozmanitá technická řešení od kotlů s pravidelným přikládáním kusového dřeva až po kotle se zásobníkem paliva a jeho rovnoměrnou dodávkou do ohniště.

Z hlediska spalovacího procesu je pro dřevo typický vysoký obsah prchavé hořlaviny. Ohniště pro spalování dřeva musí proto mít dostatečně velký objem, aby uvolněné hořlavé plyny v něm mohly co nejdokonaleji vyhořet. Pro spalování dřeva platí stejné principy, jako pro spalování uhlí. U kotlů s jednorázovým přikládáním větší dávky paliva bude spalovací proces probíhat v podobném cyklu, jaký je popsán na Obr. 3.8 s tím, že emisní koncentrace škodlivin ve fázi maximálního hoření budou nižší a svou skladbou celkově příznivější (dřevo neobsahuje síru.) Právě v těchto případech se nejvíce projeví vlhkost spalovaného dřeva, neboť voda, obsažená v palivu, snižuje teplotu v ohništi a podporuje tak produkci oxidu uhelnatého a polyaromatických uhlovodíků, jak ukazují závislosti na Obr. 3.10 a Obr. 3.11.



OBR. 3.10 VLIV VLHKOSTI DŘEVA NA PRODUKCI OXIDU UHELNATÉHO

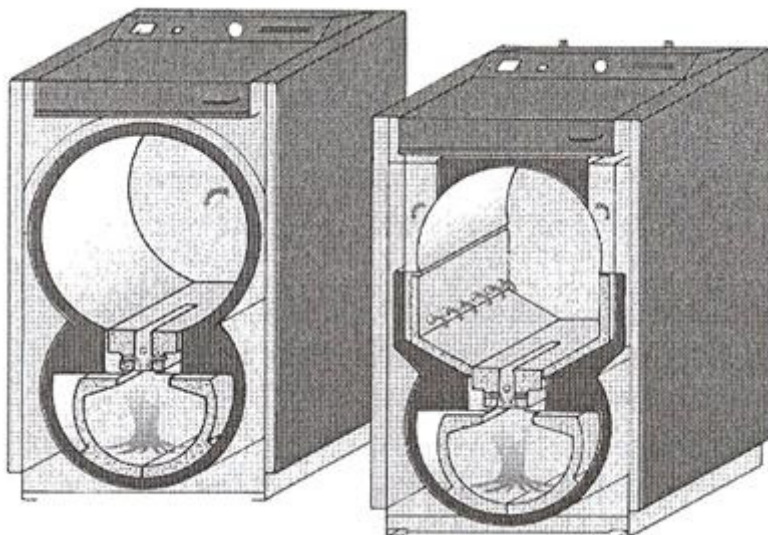


OBR. 3.11 VLIV VLHKOSTI DŘEVA NA PRODUKCI POLYAROMATICKÝCH UHLOVODÍKŮ

Jakkoliv patří dřevo bezesporu k palivům „přátelským“ k životnímu prostředí, je nutné vždy respektovat požadavky spalovacího procesu a spalovacího zařízení. Zejména u nejjednodušších konstrukčních kotlů je zapotřebí používat dostatečně vysušené palivo (cca 20% vody) a nepřetěžovat kotel velkými dodávkami najednou přiloženého paliva.

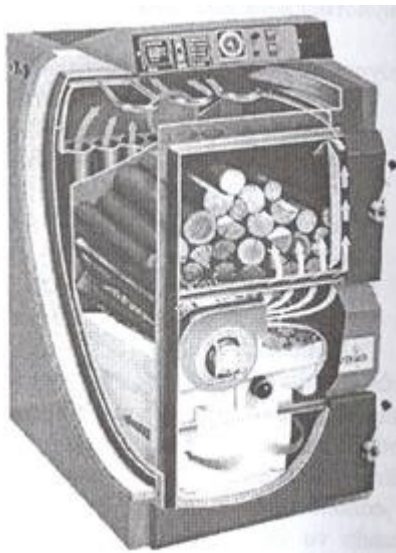
U kotlů pro jednorázové přikládání paliva se nabízí vedle klasického provedení s jedním rozměrným ohništěm také tzv. zplyňovací kotle. Je nutno vzít na vědomí, že spalování každého tuhého paliva probíhá nejdříve ve fázi zplyňovací, kdy se tuhá hořlavina přemění na hořlavé plyny a po ní následuje fáze spalovací, ve které hořlavé plyny dohoří. U zplyňovacích kotlů jsou tyto dvě fáze od sebe prostorově odděleny, což umožňuje lepší řízení celého procesu a dosažení vysoké účinnosti spalování.

Kotle jsou konstruovány tak, že vrchní část kotle slouží jako zásobník paliva a spodní část jako spalovací komora a popelník. Mezi nimi je umístěna zplyňovací část, která je nazývána zplyňovací tryskou nebo také zplyňovacím roštem, viz. Obr. 3.12. Nejčastějším palivem bývá dřevo a hnědé uhlí. Kotle jsou vybaveny automatickým řízením a proto se nároky na obsluhu minimalizují a zůstává pouze u občasného naplnění zásobníku (cca 1-3x za den) a odstraňování popele [41]. Ve zplyňovacích kotlích, které dosahují účinnosti 85 – 90%, lze docílit výrazné úspory paliva oproti klasickému systému prohořívání paliva. Podmínkou vysoké účinnosti je použití suchého dřeva s vlhkostí do 20%.



OBR. 3.12 ŘEZ ZPLYŇOVACÍM KOTLEM

Zplyňovací kotel má dvě hlavní konstrukční varianty podle způsobu práce ventilátoru. Ten může buď vhánět spalovací vzduch do kotle, což vytváří přetlak v kotli Obr. 3.13, nebo v druhé variantě je ventilátor umístěn na výstupním hrdle kouřovodu a odsává spaliny z kotle ven. V kotli se tak vytváří podtlak, který zabraňuje možnému úniku spalin z kotle ven netěsnostmi do místnosti, umožňuje prakticky bezprašné vybírání popela a obecně zvyšuje účinnost kotle a zlepšuje kvalitu spalování.



OBR. 3.13 ZPLYŇOVACÍ KOTEL NA DŘEVO S VENTILÁTOREM NA PŘÍVOD VZDUCHU

Dokonalejším technickým řešením jsou kotle s kontinuální dopravou paliva do ohniště, která přináší podobné výhody, jako tomu je u spalování uhlí. Stabilní a vyrovnaný spalovací proces minimalizuje emisní koncentrace škodlivin a není také tolik citlivý na obsah vody v palivu. Standardním řešením je rozdělení ohniště na dvě části, menší, do níž se přivádí palivo a ve které se uvolňuje prchavá hořlavina a větší, kde hořlavé složky dohořívají. Samotná konstrukce ohniště není příliš obtížná. Vlastnosti paliva se výrazně nemění, obsah popelovin je nízký a tak jediným náročným úkolem je zabezpečení dokonalého vyhoření hořlavých plynů. Náročné však je řešení dopravy paliva, lépe řečeno manipulace s palivem.

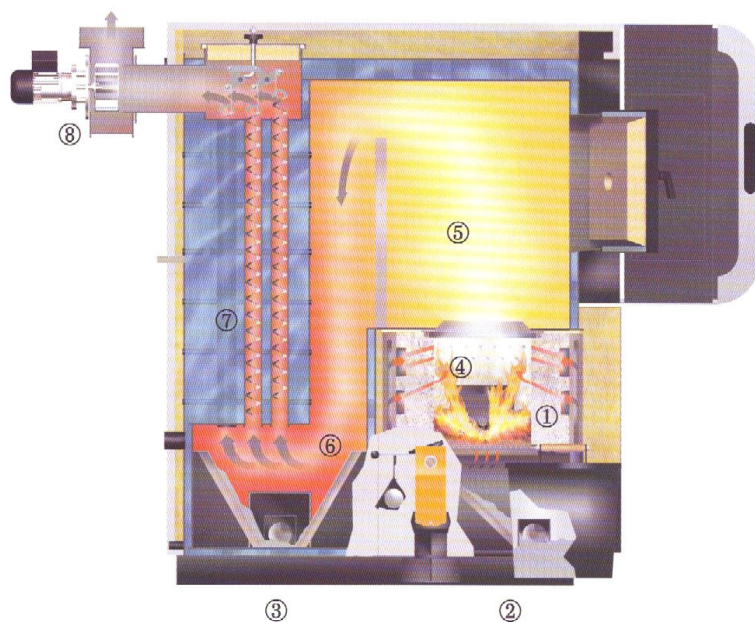
Systém zásobování kotle palivem vyžaduje zásobník, zařízení pro dopravu paliva do ohniště, zabezpečení proti zahoření paliva v dopravní cestě, či v zásobníku a komplexní regulační systém. To vše klade dosti omezující požadavky na úpravu paliva, neboť systém musí být spolehlivý a bezpečný. Z těchto důvodů přichází v úvahu palivo, upravené jako štěpka, brikety, nebo pelety vhodných rozměrů. Je samozřejmé, že všechny naznačené požadavky vedou k dosti složité konstrukci, která nemůže být levná.

Jestliže na levný konec nabídky postavíme klasický a běžně známý kotel s velkoobjemovým ohništěm na ruční přikládání kusového dřeva, který lze pořídit za řádově deset tisíc korun, pak na druhém konci může stát kotel s automatickou dopravou štěpky a pelet do ohniště s plně automatickým řízením spalování (vč. automatického zapalování paliva, řízení množství kyslíku ve spalínách pomocí Lambda sondy, regulací podtlaku ve spalovací komoře, automatického řízení množství primárního a sekundárního vzduchu, apod.), Obr. 3.14, Obr. 3.15, s cenou v řádu statisíců korun.



OBR. 3.14 PLNĚ AUTOMATICKÝ KOTEL NA ŠTĚPKY A PELETY

(popis: 1 - automatický rošt, 2 - šnekový vynašeč popele, 3 - šamotová spalovací komora, 4 - velká spalovací komora, 5 - zásobník na popel, 6 - trubkový výměník tepla s automatickým čištěním, 7 - pohon aut. čištění výměníku, 8 - spalinový ventilátor, 9 - snímač podtlaku ve spalovací komoře)



OBR. 3.15 ŘEZ PLNĚ AUTOMATICKÝM KOTLEM O VÝKONU 28 - 55 KW

(popis: 1 - automatický rošt, 2 - šnekový vynašeč popele ze spal. komory, 3 - šnekový vynašeč popele z trubkového výměníku tepla, 4 - šamotová spalovací komora s regulací přívodu vzduchu, 5 - velká spalovací komora, 6 - velká komora 2. tahu kotle, 7 - trubkový výměník tepla s automatickým čištěním, 8 - spalinový ventilátor)

Znovu se potvrzuje, že relativně nízká cena tuhých paliv je v případě moderních a současným provozním a environmentálním požadavkům vyhovujících zařízení na jejich spalování kompenzována vysokou cenou spalovacích zařízení, kotlů. Není snadné orientovat se v aktuální nabídce a ještě obtížnější je učinit ekonomicky správné rozhodnutí.

V poslední době zůstávají stranou zájmu kotle na kapalná paliva. Po jejich poměrně intenzivním rozvoji počátkem 90. let minulého století nastal útlum díky rozsáhlé plynofikaci a nabídce dodávky zkapalněných, či komprimovaných plynů. Kotle jsou vesměs vybaveny rozprašovacím hořákem, který je schopen topný olej dostatečně jemně rozprášit, což je jedna z podmínek dokonalého vyhoření. Jejich provoz je automatický, vyžaduje však pravidelnou údržbu hořáku a čištění kouřovodu (odstraňování popílků).

Lákavě vypadá možnost spalovat odpadní oleje. Jsou to oleje, vznikající vyřazením motorových, převodových, hydraulických, turbínových a dalších olejů z provozu po skončení doby jejich životnosti.



OBR. 3.16 HOŘÁK NA OLEJ KROLL O VÝKONU 35 – 59 KW

Tyto oleje jsou znečištěny produkty oxidace, tepelného namáhání a otěrem kovových mechanických částí. Jejich spalování je upraveno Zákonem o ochraně ovzduší a podléhá schválení Českou inspekcí životního prostředí. Příklad hořáku na kapalná paliva je uveden na Obr. 3.16.

3.5 Moderní trendy ve vytápění

Přestože je tato publikace věnována malým zdrojům, spalujícím palivo a produkujícím proto ve spalínách látky, označované jako škodliviny, je zde nutné připomenout některé podstatné skutečnosti:

- Množství spalin, a tedy také škodlivin, je dáno spotřebou paliva a ta pak určuje tepelný výkon zařízení pro vytápění. Tepelný výkon musí být v souladu s tepelnými ztrátami objektu, tzn., že je musí spolehlivě a s rezervou nahradit. Snižování tepelných ztrát je spolehlivý, efektivní a ekonomicky zajímavý způsob jak snížit lokální znečišťování ovzduší.
- Současný intenzivní zájem o využívání obnovitelných zdrojů energie vede ke snahám o jejich využití pro vytápění. Nejsnáze se zdá být k dispozici sluneční energie s použitím solárních kolektorů pro ohřev vody. Období energetických zisků a výdajů (ohřev vody – vytápění) se však časově liší a racionální řešení vyžaduje akumulaci tepla. Takové řešení je technicky i finančně náročné, nicméně může přinést užitek v letním a zejména v přechodných obdobích. Hlavní topná sezóna je samozřejmě v zimě.
- Technicky velmi zajímavé je využívání geotermální energie s použitím tepelných čerpadel, která umožňují využívat nízkopotenciální teplo zemského povrchu z malých hloubek pro vytápění. Zdrojem energie je pro tepelné čerpadlo elektřina a systém dokáže získat v teple dvou až třináásobek energie, odebrané ze sítě. Investiční náklady jsou značné a řešení musí být vždy individuální. Cena kompletního systému se pohybuje od 400 tis. přes 1 mil. Kč podle místních podmínek a zvoleného řešení a je obvykle dotována státem. V případě malých výkonů (nízkoenergetické domy) je takové řešení neefektivní a o účelnosti státních

dotací lze mít obecně pochybnosti.

- Prožili jsme období elektrifikace, která mnohé rozčarovala a připravila půdu pro plynofikaci. Lze očekávat obdobný průběh a již se nahlas hovoří o dřevofikaci. Je načase skončit s fikcemi a začít racionálně myslet.

Očekávané a dnes vyvíjené systémy vycházejí z konceptu decentralizace zdrojů, která by měla umožnit vyšší využití energie paliva při současné výrobě elektřiny a tepla (kogenerace). Je to jistě dosti vzdálená vize, nicméně potřebná. Vede k technickému řešení kogeneračních jednotek, schopných vyrábět elektřinu a produkovat teplo s účinností přes osmdesát procent (současné elektrárny mají účinnost při výrobě elektřiny cca 35 %), přičemž elektřina i teplo je nutné průběžně spotřebovávat. Limitující je možnost spotřeby tepla a kogenerace se proto snáze uplatní v zimě a rovněž geografická poloha zde hraje roli.

Nejdále je vývoj kogeneračních jednotek se spalovacím motorem, které se již v malých výkonech začínají uplatňovat jako individuální zdroje. Výkony v desítkách až stovkách kilowatt jsou již běžně užívány v systémech centrálního zásobování teplem, nyní však jde o individuální zdroj. Není snadné představit si takový systém. Množství vyráběné elektřiny a tepla spolu úzce souvisí a není-li odběr tepla, není provoz možný. Elektřinu lze při nadbytku dodávat do rozvodné sítě, což není jednoduché ani technicky ani legislativně.



Kogenerační jednotky se spalovacím motorem jsou běžně používané a poměrně známé v oblasti větších výkonů. Technické řešení výkonů v jednotkách kilowatt existují, jejich použití je však značně omezené. První vlaštovkou v oblasti malých kogeneračních jednotek pro domácí použití s hromadnou výrobou je kogenerační jednotka o elektrickém výkonu 1 kW a tepelném výkonu 3,25 kW, viz. Obr. 3.17, pracující s celkovou účinností 85%, která je vyráběna od roku 2003 a v současné době se začíná dodávat na Evropský trh.

OBR. 3.17 NEJMENŠÍ KOGENERACNÍ JEDNOTKA PRO DOMÁCÍ POUŽITÍ

Technicky dokonalejším řešením je náhrada spalovacího motoru spalovací turbínou. Zde je limitujícím faktorem výkon kogenerační jednotky. Dosud nejmenší mají elektrický výkon cca 30 kW (a trochu větší výkon tepelný) viz. Obr. 3.18, což je pro individuální použití příliš mnoho.



OBR. 3.18 KOGENERACNÍ JEDNOTKA SE SPALOVACÍ TURBÍNOU

Hodně se v poslední době hovoří o palivových článcích. Jsou to zařízení, která dokážou transformovat energii paliva přímo na elektřinu a také přitom produkují teplo. Palivem může být pouze vodík, nebo ve výjimečných případech metanol. Samotný palivový článek nemá pohyblivé

části, je proto zcela tichý a jediným zdrojem hluku jsou pomocná zařízení (čerpadla, ventilátory apod.).



Palivové články byly vyvinuty v rámci programů Sojuz a Apollo a teprve v devadesátých letech minulého století se začaly více uplatňovat v pozemských aplikacích. Nejdále se ve vývoji dostala americká společnost UTC Fuel Cells, která nabízí kogenerační jednotku PureCell (typové označení PC 25), Obr. 3.19, s elektrickým výkonem 200 kW a tepelným výkonem 250 kW. Kogenerační jednotka pracuje s celkovou účinností 87% a její cena je cca 900 tis. USD. Podle informací výrobce již bylo prodáno zhruba 260 jednotek.

OBR. 3.19 KOGENERACNÍ JEDNOTKA PURECELL

Pro účely individuálního vytápění jsou v současné době intenzivně vyvíjeny a testovány jednotky s podstatně nižšími výkony, řádově v jednotkách kilowatt a je jen otázkou času kdy a za jakou cenu budou vhodné kogenerační jednotky k dispozici. Jejich cílová cena by měla být cca 500 USD/kW.

První komerčně nabízená kogenerační jednotka pro domácí použití o výkonu 1 kW je od letošního léta nabízena na japonském trhu, viz. Obr. 3.20, uskupením firem Ebara - Ballard. Její elektrická účinnost je 35%, celková účinnost 93% a cena cca 4,5 tis. USD.

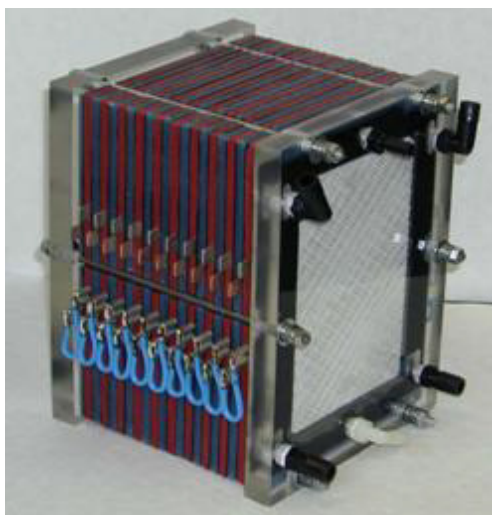


OBR. 3.20 KOGENERACNÍ JEDNOTKA S PALIVOVÝMI ČLÁNKY O VÝKONU 1 KW

Není bez zajímavosti, že ve Výzkumném energetickém centru VŠB – TU Ostrava byl v roce 2000 ukončen vývoj kogenerační jednotky Obr. 3.21 s palivovými články Obr. 3.22 určené právě pro individuální vytápění. Jednotka dodávala jmenovitý elektrický výkon 4 kW, tepelný výkon 3 kW, dosahovala celkové účinnosti cca 54% a byla určena k experimentálnímu ověřování technických a provozních parametrů. Palivem byl vodík.



OBR. 3.21 KOGENERACNÍ JEDNOTKA S PALIVOVÝMI ČLÁNKY O VÝKONU 4 KW



Je zřejmé, že další vývoj spalovacích zařízení, či lépe energetických zdrojů malých výkonů se zaměřuje na kogenerační jednotky. Jejich budoucí uplatnění je vázáno na zásadní změny energetického systému (decentralizace zdrojů), které se budou prosazovat velice obtížně a pomalu. Samozřejmě se vývoj kotlů a individuálních spalovacích zařízení nezastaví a bude se zaměřovat na vyšší účinnost, provozní spolehlivost a uživatelský komfort.

OBR. 3.22 BLOK PALIVOVÝCH ČLÁNKŮ

4. Ekonomika malých zdrojů pro vytápění

Rostoucí ceny zdrojů energií (paliv a elektřiny) používaných k výrobě tepla pro vytápění a k výrobě tepla pro přípravu užitkové vody vedou často uživatele malých zdrojů k úvahám, zda vhodně zvolili systém, který jim výrobu tepla zajišťuje. Orientovat se na trhu v kotlích, tepelných čerpadlech a regulacích otopných soustav není jednoduché ani pro odborníky, natož tak pro zájemce, který se profesně touto činností nezabývá. Přestože jsou ceny některých paliv lokálně odlišné (ceny biomasy ale i uhlí a částečně ZP), lze s velkou jistotou říci, že dlouhodobě bude cena energie trvale růst.

Tato publikace si nedává za cíl srovnávat technicko-ekonomické charakteristiky jednotlivých systémů výroby tepla, jelikož ty jsou obsahem již dříve vydaných publikací s podporou České energetické agentury (jsou k dispozici ke stažení na internetu na adrese www.ceacr.cz), ale také z důvodu rychle se měnící situace na trhu s nabízenými inovovanými výrobky v oblasti vytápění. Nejrychlejší a aktuální informační servis je možno dnes získat na specializovaných internetových portálech (např. www.tzb-info.cz). Je si však třeba uvědomit skutečnost, že závěry z analýzy stejných systémů vytápění mohou být vyhodnoceny jednotlivými investory zcela odlišně. Například při výstavbě rodinného domu je často investor ochoten si pořídit i investičně náročnější systém za předpokladu dlouhodobě nižších provozních nákladů než u systému investičně úspornějšího. Ekonomika instalovaného vytápěcího systému je závislá nejen na tepelné charakteristice budovy (klasický dům nebo nízkoenergetický dům) a na druhu instalovaného energetického systému a způsobu jeho provozu, ale také na požadavcích a zvyklostech uživatelů z pohledu optimální teploty v obytných místnostech (úroveň požadovaného komfortu). Všeobecně je znám ukazatel, že zvýšením teploty vytápění o jeden stupeň nad optimální teplotu v místnosti, která u obytných místností leží v rozmezí teplot $20^{\circ}\text{C} \div 22^{\circ}\text{C}$, zvýšíme potřebu dodávaného tepla a tím cenu vytápění o cca 6 %. Před konečným rozhodnutím o volbě systému vytápění by měl investor zvážit využití bezplatného poradenství, které poskytuje např. síť pracovišť ČEA-EKIS.

Jaké možnosti má uživatel ke snížení nákladu souvisejících s výrobou tepla? První možností je snižování absolutní spotřeby energie. Je to neefektivnější způsob snižování nákladů na vytápění a výrobu užitkové vody v již existujících systémech vytápění (zateplení budovy, výměna oken a pod). Druhou možností je změna zdroje energie, který je pro vytápění a výrobou užitkové vody používán (záměna paliva, popř. kombinace s elektřinou). Zde je však nutno připomenout, že současná možnost využívání několika zdrojů energie (jejich používání je závislé na momentální finanční výhodnosti zdroje) znamená také mimořádnou investiční náročnost. Tuto náročnost nenahradí dlouhodobě ani provozní úspory, které touto záměnou vzniknou.

Kritérium
Ekonomické aspekty
cena kotle
životnost
cena paliva
poruchovost
účinnost kotle
návratovost investice
Komfort obsluhy
perioda přikládání
čistota provozu
možnost regulace na dálku
snadnost obsluhy a ovládání
snadnost přikládání
snadnost odpopelnění
Palivo
druh paliva
možnost záměny paliva
požadavky na kvalitu paliva
dostupnost paliva
požadavky na velikost skladovacích prostor
Ostatní
prostorová náročnost na instalaci
provozní parametry při sníženém výkonu
dosažitelnost servisu
dynamika kotle
desing
riziko havárie při provozu
náročnost instalace a zprovoznění zařízení
reference

TAB. 4.1 KRITÉRIA PRO ANALÝZU PŘI VÝBĚRU
TYPU TOPENÍ

V současné době běžně používaná záměna kotle na spalování zemního plynu (vlivem rostoucí ceny zemního plynu) za kotel na tuhá paliva je finančně výhodná pouze v případě, že oba kotle již provozovatel má k dispozici. Často tak však dochází k porušení závazků uživatele kotle spalujícího zemní plyn, protože jej získal s dotací státu a s podmínkou, že kotel na tuhá paliva již nebude používat. Tímto se ztrácí význam státního programu plynofikace obcí s cílem zlepšit lokální čistotu ovzduší a s cílem omezit spalování méněhodnotných tuhých paliv a odpadů v kotlích malých výkonů.

V rozhodnutí, jaká kritéria zvolit při výběru typu zdroje na výrobu tepla, může pomoci Tab. 4.1.

4.1 Účinnost kotlů

V současné době patří k nejrozšířenějším zařízením na výrobu tepla pro vytápění a tepla pro výrobu užitkové vody kotle, které spalují fosilní paliva (tuhá, kapalná a plynná), kotle, které spalují různé formy biomasy, anebo zařízení, která využívají elektřinu. Kvalitní přeměna chemické energie obsažené v palivu, popř. elektrické energie na energii tepelnou odvedenou ze zařízení vodou popř. párou, je základním požadavkem kladeným na tato zařízení. Veličinou, která tuto efektivitu vyjadřuje, je účinnost kotle. Následující odstavce pomohou zjednodušeně vysvětlit, jakým způsobem je možno hodnotu účinnosti kotle stanovit.

Účinnost kotle lze stanovit dvěma základními způsoby:

- přímou metodou,
- nepřímou metodou.

Princip stanovení účinnosti přímou metodou zjednodušeně pro malé zdroje spočívá ve stanovení podílu výkonu ku příkonu.

$$\eta = 100 \cdot \frac{Q_2}{Q_1} \quad [\%] \quad (4.1)$$

Kde je η účinnost (v %),
 Q_1 teplo přivedené do ohniště zahrnující chemické a fyzické teplo obsažené v palivu a nebo elektrický příkon u elektrokotlů (v kW),
 Q_2 teplo odvedené z ohniště vodou nebo párou (výkon zdroje v kW).

Pro stanovení výkonu je nutno zajistit měření průtoku vody (popř. páry) a dále je nutno měřit výstupní a vstupní teploty vody (popř. páry). Velikost příkonu u kotlů spalujících paliva je možno stanovit jako součin hmotnostního toku paliva a jeho výhřevnosti. Elektrický příkon lze jednoduše měřit elektroměrem s odpovídající přesností. Zde je nutno říci, že kotle malých výkonů (do 200 kW) nejsou většinou vybaveny odpovídající měřicí technikou, a proto je možno účinnost přímou metodou stanovit za spolupráce se specializovaným pracovištěm, které vlastní odpovídající přístrojové vybavení. Problémem při stanovení účinnosti touto metodou u kotlů spalujících paliva je stanovení hmotového toku paliva (množství paliva za čas). Proměnlivý výkon zařízení a dlouhá doba hoření paliva znemožňuje přesné stanovení hmotového toku paliva zejména při spalování tuhých paliv. Další nepřesnosti jsou způsobeny kolísavými parametry paliv (výhřevnost tuhých paliv). Z výše uvedených důvodů se stanovuje účinnost zdrojů přímou metodou pouze při spalování plyných a kapalných paliv, kde se uvedené problémy nevyskytují. Druhou možností stanovení účinnosti je její stanovení nepřímou metodou.

Princip stanovení účinnosti nepřímou metodou je založen na úvaze, že dokonalé zařízení má účinnost 100 % a skutečné zařízení má účinnost dokonalého zařízení sníženou o jednotlivé ztráty (součet ztrát).

$$\eta = 100 - \sum_i \xi_{Ci} \quad [\%] \quad (4.2)$$

$$\sum_i \xi_{Ci} = \xi_C + \xi_{CO} + \xi_F + \xi_K + \xi_{CH} \quad [\%] \quad (4.3)$$

U teplovodních kotlů bereme v úvahu tyto nejdůležitější ztráty:

- ξ_C - ztráta hořlavinou v tuhých zbytcích (nevyhořelá hořlavina v popelu a v úletu),
 - ξ_{CO} - ztráta hořlavinou ve spalínách (hořlavé plynné složky ve spalínách např. CO),
 - ξ_F - ztráta fyzickým teplem tuhých zbytků po spalování (s popelem odchází část tepla),
 - ξ_K - ztráta citelným teplem spalín (únik tepla do komína spalínami),
 - ξ_{CH} - ztráta sdílením tepla do okolí (nedokonalá izolace kotle).
- Podrobný výpočet účinnosti je uveden v [43].

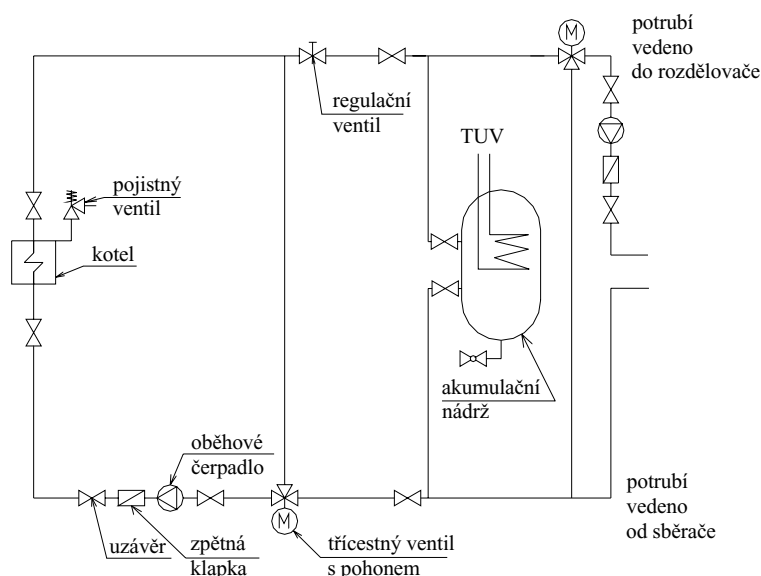
4.2 Faktory ovlivňující účinnost

Hlavní parametry, které nejvíce ovlivňují výslednou účinnost kotle jsou:

- teplota spalín na výstupu z kotle (dimenze výměníku, nerovnoměrnost tepelného zatížení výměníku, teplotní spád topné vody, zanesení teplosměnných ploch a pod.),
- nedopal v tuhých zbytcích po spalování (při spalování tuhých paliv),
- kvalita spalování (vyhoření CO),
- druh paliva,
- provozní parametry kotle (výkon kotle, součinitel přebytku spalovacího vzduchu),
- provozní charakteristiky celého systému (vhodné dimenzování kotle podle charakteru provozu celého systému).

Malé kotle pracují většinou v soustavách (systémech) s časově rozdílnými požadavky na výrobu tepelné energie. Zde hrají důležitou roli klimatické podmínky, spotřeba tepla a užitkové vody, konstrukce kotle a celého systému, jejich vzájemné dimenze, ale také využití instalovaného výkonu kotle a celého systému.

Účinnost moderních kotlů spalujících kapalná a plynná paliva je díky kvalitní regulaci velmi málo závislá na provozovaném výkonu kotle. Opačný případ nastává u zdrojů spalujících tuhá paliva. Zde je nejvyšší účinnosti dosahováno zpravidla při ustáleném provozu kotle na výkonu blízkém výkonu jmenovitému. Takového provozu je však dosahováno velmi sporadicky a to pouze v systémech kombinovaných s akumulací, která rozdílné požadavky systému na výkon zdroje zabezpečuje akumulovaným výkonem (většinou ve vodě v zásobníku) a zdroj tak může pracovat přerušovaně na jmenovitý výkon s nejvyšší účinností. Do těchto systémů mohou být však napojeny pouze zdroje spalující tuhá paliva, které jsou vybaveny kontinuální dopravou paliva. U zdrojů s periodickým přikládáním paliva je plynulá regulace výkonu prakticky nemožná. Schéma příkladu zapojení kotle s akumulací je na Obr. 4.1.



OBR. 4.1 PŘÍKLAD ZAPOJENÍ AKUMULAČNÍ NÁDOBY DO SYSTÉMU

Na problematiku účinnosti není možno pohlížet pouze z pohledu kotle. Kotel je vždy zapojen do systému a proto je nutno stanovit účinnost celého systému. Účinnost systému posuzuje kvalitu všech částí systému jako kotle, přenos energie (transport), předání tepelné energie a současně

není možno zapomenout na kvalitu objektu (tepelné ztráty objektu, vlastní spotřeba energie čerpadel, ventilátorů a pod.). Tento komplexní pohled na účinnost je třeba vytvořit vždy pro daný konkrétní případ a optimalizovat tak zvolený typ systému vytápění a přípravy užitkové vody. Následující tabulka, Tab. 4.2 uvádí orientační hodnoty účinnosti pro různé typy kotlů a tepelných zařízení.

Typ zdroje	Průměrná účinnost při jmenovitém výkonu v %
Tuhá paliva	
klasický kotel na uhlí	65
klasický kotel na koks	67
automatický kotel na uhlí	80
kamna na uhlí	55
krbová kamna	75
kotel na spalování kusového dřeva	70
kotel na zplyňování dřeva	75
kotel na štěpku	80
kotel na dřevěné pelety	85
Kapalná paliva	
kotel na lehký topný olej	89
Plynná paliva	
běžný kotel	89
nízkoteplotní kotel	95
kondenzační kotel	102*
Další zdroje	
elektrina- s akumulací nádrží)	93
elektrina- akumulací kamna	95
elektrina-přímotop (elektrokotel)	95
elektrina-přímotopné panely	98
tepelné čerpadlo	topný faktor 2,8

* normovaný stupeň využití

TAB. 4.2 PRŮMĚRNÁ ÚČINNOST MALÝCH ZDROJŮ URČENÝCH K VYTÁPĚNÍ

4.3 Cena energie

Výslednou cenu energie ovlivňuje celá řada faktorů. Hlavní vliv mají však faktory, které můžeme rozdělit do tří oblastí:

- investiční náklady (zdroj a zbytek topného systému),
- provozní náklady:
 - palivové náklady (včetně dopravy paliva, nákladů přípravu paliva, nákladů na skladování paliva apod.),
 - ostatní náklady (pohon čerpadel a ventilátorů, regulace, apod.),
- způsob financování:
 - vlastní zdroje,
 - zdroje z úvěru,
 - dotace (např. při požití v systému s využitím obnovitelných zdrojů energie).

Velikost investičních nákladů je dána volbou způsobu vytápění (fosilní paliva, biomasa a nebo elektrina) a s tím souvisejících rozhodnutí o typu zařízení určeného k výrobě tepla. Při výpočtu celkových investičních nákladů je však nutno posuzovat nejenom investiční náročnost

samotného zařízení na výrobu tepla, ale je třeba analyzovat náklady celého systému.

Cena zařízení na výrobu tepla a volba typu regulace je většinou rozhodující položkou při rozhodování o způsobu vytápění. Jako příklad pro srovnání je možno použít např. kotle o výkonu 25 kW spalující zemní plyn a uhlí bez zabudovaného zásobníku na teplou vodu. Široká škála existujících technických řešení, možnost volby různých konstrukčních materiálů a možnost volby druhu instalované regulace značně komplikuje srovnání.

Obecně platí, že volba zdroje s vyšším komfortem obsluhy a s použitím např. litinového výměníku značně zvyšuje cenu zařízení. V uvedené výkonové kategorii se nachází kotle spalující zemní plyn od 15,7 tis. Kč (stacionární provedení s ocelovým výměníkem a jednoduchou regulací) od domácího výrobce až po 52,9 tis. Kč u kondenzačního kotle s modulovou regulací výkonu a výměníkem ze slitin hliníku zahraniční výroby. Ceny kotlů určených ke spalování tuhých paliv jsou překvapivě velmi podobné. Kotel s ocelovým výměníkem a periodickou ruční dodávkou paliva je nabízen za cenu od 14,3 tis. Kč až do 19,5 tis. Kč v provedení s litinovým výměníkem. Moderní uhelné kotle s automatickou regulací výkonu a s kontinuální dopravou paliva je možno zakoupit v rozmezí 45,9 tis. Kč až 53,7 tis. Kč. Zatím jsou v nabídce pouze s ocelovými výměníky. Všechny ceny jsou uvedeny bez DPH, jelikož ta je stanovena individuálně dle použití kotle (v případě instalace do rodinného domku se DPH vyměřuje ve výši 5 % - výjimka EU do roku 2007). Podnikatelské subjekty jsou většinou plátcí DPH a proto je pro ně platná cena bez DPH, pro neplátce z řad podnikatelů je připočítávána DPH ve výši 19 %.

Jak je z uvedených hodnot zřejmé, za komfort obsluhy se platí a je již pouze na provozovateli, aby si zvolil dle svých možností způsob vytápění. Je nutno ovšem také poznamenat, že ve většině případů vyšší cena zařízení představuje také menší tvorbu měrných emisí (vztaženo na vyrobené teplo).

Při ekonomickém hodnocení systémů je nutno postupovat odlišně pro případ, kdy bude budovaný systém sloužit pouze investorovi a nebo bude vyrábět teplo, popř. užitkovou vodu za účelem prodeje se ziskem. Oba příklady postupů výpočtu jsou uvedeny níže [44].

4.3.1 Metoda prosté návratnosti

Tato jednoduchá metoda je vhodná pro rychlý a přibližný odhad návratnosti investic. Při konstrukci jsou brány v úvahu pouze pořizovací a provozní náklady, případně je možno uplatnit vliv očekávaného nárůstu cen. Jiné faktory se zde neuplatňují, jedná se v podstatě o případ, kdy neuvažujeme diskontování (znevažování) hodnoty naší investice v budoucnu. Své uplatnění v současnosti nachází zejména tam, kde pořizované zařízení slouží pouze k vlastním úsporám, produkovaná energie není nikomu dodávána za úplatu a naše „výnosy“ z investice jsou tudíž dány pouze neodebranou energií ze stávajících zdrojů.

Metodu lze uplatnit analyticky (výpočtem), nebo graficky. Prostou návratnost t v letech docílíme tak, že celkové investiční (pořizovací) náklady IN vydělíme rozdílem ročních výnosů R a provozních nákladů OC , resp. celkových ročních nákladů. Výsledkem je nižší („optimističtější“) hodnota doby návratnosti investice, než v případě použití diskontní míry (rovnice 4.5):

$$t = \frac{IN}{R - OC} \quad [\text{roky}] \quad (4.4)$$

4.3.2 Metoda kapitálové hodnoty

Tato metoda pomáhá při rozhodování o uskutečnění investice pomocí základního vztahu (rovnice 4.5):

$$D_o = -N_i + (R - N_p) \cdot z \quad [\text{Kč}] \quad (4.5)$$

kde:

N_i - jsou investiční náklady,

R - jsou pravidelné roční příjmy, renta,

N_p - jsou provozní náklady,

D_0 - je výsledná diskontovaná kapitálová hodnota, pro níž platí :

$D_0 > 0$ investice je zisková

$D_0 = 0$ investice je návratná bez zisku

$D_0 < 0$ investice je ztrátová

z - je zásobitel, převrácená hodnota anuity, závisí na úrokové míře a na čase (vzorec 4.6):

$$z = \frac{(1+r)^t - 1}{(1+r)^t \cdot r} \quad [1] \quad (4.6)$$

r - je úroková/diskontní míra, resp. IRR,

t - je čas.

4.3.3 Metoda vnitřního výnosového procenta

Metoda diskontované kapitálové hodnoty z předešlého odstavce lze také interpretovat jako metodu pro zajištění výnosového procenta počítané investice, tzn. vnitřního výnosového procenta (IRR). K jeho výpočtu potřebujeme znát skutečnou dnešní hodnotu (to jsou naše dnes vynaložené investiční náklady) a očekávanou budoucí hodnotu investice (to jsou naše příjmy z investice během doby, pro níž IRR počítáme). Vztah (rovnice 4.5) můžeme napsat také v podobě (rovnice 4.7) :

$$Z = R - N_p - N_t \cdot a \quad [Kč] \quad (4.7)$$

kde:

Z - je ekonomický zisk, průměrný za období,

$$a = \frac{1}{z}$$

a - je anuita, $\frac{1}{z}$,

R, N_p, N_t - viz. legenda v předchozí kapitole.

Jak je patrné, vztahy (rovnice 4.5) a (rovnice 4.7) vyjadřují tutéž ekonomickou skutečnost a lze je použít pouze za předpokladu jednorázově vynaložených investičních nákladů a pravidelných příjmů a pravidelně vynakládaných provozních nákladů v jednotlivých letech provozu. Pro zohlednění déle trvající (více než 1 rok) investiční činnosti a nepravidelných finančních toků v jednotlivých letech provozu musíme použít obecnější vztah (rovnice 4.8):

$$\sum_{i=1}^{i=0} N_i \cdot (1+r)^{|i|} = \sum_{i=1}^{i=t} \frac{R_i}{(1+r)^i} \quad [Kč] \quad (4.8)$$

Po dosazení vynaložených nebo předpokládaných nákladů a předpokládaných čistých příjmů z investice ve zvoleném časovém období jsme schopni vypočítat pomocí některé z iteračních metod proměnnou r , v tomto případě hledané vnitřní výnosové procento.

4.3.4 Cash flow

V českém ekonomickém slovníku se zřejmě natrvalo zabydlel výraz cash flow, ačkoli se nejedná o nic jiného (a nic menšího), nežli o hotovostní toky. Význam tohoto dynamického ukazatele a jeho výpočet je uveden v každé příručce a publikaci zaměřené na investiční strategie a záměry a s ohledem na jeho důležitost při plánování investic je vhodné si uvést jeho základní charakteristiky.

Diskontovaný hotovostní tok (za uvažovanou dobu životnosti, resp. provozování zdroje) je v podstatě dán pravou stranou v rovnici 4.5. Pravidelný roční příjem R je tudíž roční hotovostní tok, který je výsledkem rozdílu výnosů a nákladů, (resp. zisku po zdanění), kde se po připočtení

odpisů odečítají vlastní investice, splátky úvěrů a dochází ke korekci na základě změn stavu závazků a pohledávek, zásob apod.

Zatímco v podobě vzorce působí cash flow jednoduchým dojmem, v praxi se významně projevuje jeho dynamický charakter. Je nutné mít na paměti, že cash flow je nutné plánovat a projekt je tím více zajištěn, čím přesněji a podrobněji (a v menším časovém úseku) jsou hoto-
vostní toky předvídány, resp. plánovány. Mnoho slibných projektů skončilo neúspěchem právě proto, že neměly dostatečně ošetřené cash flow.

Bohužel, v podmínkách podnikání v ČR však stále není ani při sebelepším plánování hoto-
vostních toků a kvalitním smluvním zabezpečení možné 100 % zajistit včasnou úhradu pohle-
dávek, ať již ve vztahu k soukromému či veřejnému subjektu. Obzvláště v případě nastupujícího
odvětví s nízkou kapitálovou silou, jakým využívání obnovitelných zdrojů bezpochyby je, tato
skutečnost může být, spolu se související důvěrou bankovních institucí jedním z klíčových fak-
torů rozvoje.

Další příklady výpočtu ekonomického hodnocení je možno najít např. v „Příručce pro re-
gionální využití biomasy“, kterou vydala Česká energetická agentura a je k dispozici na jejích
internetových stránkách anebo je opět možno využít specializovaných internetových portálů,
např. www.EkoWatt.cz a www.tzb-info.cz.

Celkové roční náklady na uspokojení roční potřeby tepla jsou výsledkem součinu roční
spotřeby tepla (GJ/r) a nákladů na výrobu jednotky tepla (Kč/GJ).

První položka představuje problém provedení stavby a jejího užívání (celkové tepelné ztrá-
ty budovy, způsob provozu systému apod.).

Druhá položka (náklady na výrobu jednotky tepla) představují problém provedení celého
topného systému, jehož základní složky jsou:

- typ zařízení na výrobu tepla (kotel, tepelné čerpadlo...),
- palivo náklady (včetně paušálních plateb u zemního plynu a elektřiny),
- způsob transformace energie,
- transport energie do místa určení,
- regulace a pod.

4.4 Náklady na výrobu jednotky tepla

Náklady na výrobu jednotky tepla tvoří:

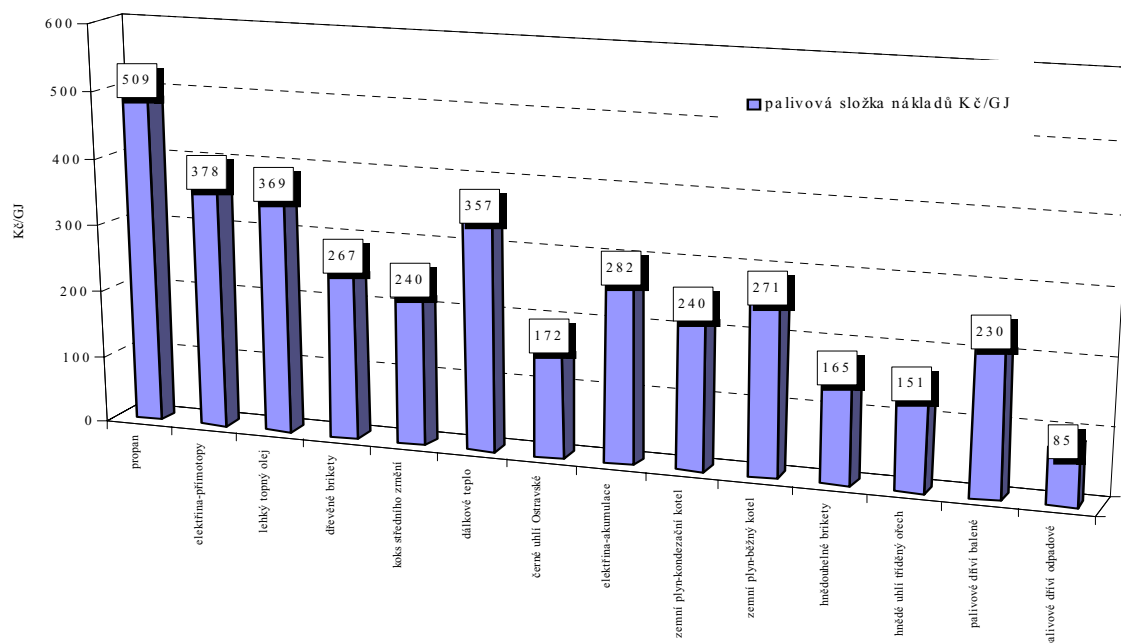
- palivové náklady,
- ostatní složky nákladů (ty je však nutno stanovit individuálně).

Palivové náklady se vypočtou dle následujícího vztahu:

$$N_{\text{pal}} = \frac{C_{\text{paliva}}}{Q_i^r \cdot \eta_k} \quad [\text{Kč/GJ}] \quad (4.9)$$

kde N_{pal} - palivové náklady [Kč/GJ],
 C_{paliva} - cena paliva [Kč/t, Kč/m³],
 Q_i^r - výhřevnost paliva [MJ/kg, MJ/m³],
 η_k - účinnost kotle [5].

Z výše uvedených tří členů vzorce, které ovlivňují palivové náklady, můžeme nejvíce ovlivnit
výběrem technologie s vysokou účinností. Samozřejmě i zde jsou technické hranice. Přehled
současné úrovně palivových nákladů pro různá paliva je zobrazen jako Obr. 4.2 ceny paliv jsou
platné k 15.10. 2004, zdroj www.tzb-info.cz).



(výpočtová spotřeba tepla 100 GJ)

OBR. 4.2 PALIVOVÉ NÁKLADY NA VÝROBU TEPLA PRO RŮZNÉ DRUHY PALIV

Zde je nutno podotknout, že ceny uhlí nabízených jednotlivými distributory jsou již několik let zcela liberalizovány a lokálně dochází pouze k nepatrným výkyvům, které jsou způsobeny zvýšenou poptávkou po určitém druhu uhlí. Opačná situace je v případě palivového dřeva. V případě odpadového dřeva je cena velmi nízká (85 Kč.GJ⁻¹). Pokud se však spotřebitel rozhodne spalovat palivové dříví balené roste jeho cena až na (230 Kč.GJ⁻¹) a cena tepla je pak srovnatelná s cenou tepla při spalování zemního plynu. Obecně u všech druhů biomasy není v současné době vybudována síť prodejců, jak je tomu u uhlí, a lze proto předpokládat značné výkyvy její ceny dle měnící se poptávky (cenu budou rovněž značně zatěžovat dopravní náklady). V případě spalování zemního plynu docházelo v minulém období k růstu i k poklesu jeho ceny. Je velmi obtížné vysledovat skutečné důvody těchto cenových změn, jelikož i v případě známé závislosti jeho ceny na ceně ropy na světových trzích dochází k cenovým pohybům u zemního plynu se značným zpožděním. Dalším faktorem ovlivňujícím jeho cenu je kurz koruny zejména k dolaru, který je měnou nákupu zemního plynu. Poslední důvody jsou důvody politické, které lze velmi obtížně kvantifikovat.

Současná cena zemního plynu pro domácnosti zajišťující vytápění objektů je ve výši 40 % ceny (v Kč.GJ⁻¹) obvyklé v zemích EU (Německo a Rakousko). Dá se proto předpokládat, že není ještě zcela liberalizována a bude růst. Dle prognóz IEA (International Energy Agency) by cena zemního plynu měla začít strmě růst od roku 2010. Vývoj ceny elektrické energie se dá velmi obtížně předvídat. Na jedné straně je zde její přebytek z jaderných zdrojů v období mimo energetické špičky, na straně druhé je možno v okolních státech sledovat prudký nárůst její ceny, což dlouhodobě nemůže zůstat v České republice bez odezvy. Cena energie z kapalných paliv již dlouhodobě patří k nejvyšším a ani v budoucnu se nedá očekávat její pokles. Pro účely vytápění jsou však kapalná paliva v malých zdrojích používána dnes již zcela výjimečně.

5. Škodliviny

Každý spalovací proces, při kterém je palivo spalováno za přítomnosti vzduchu, jako oxidovač, produkuje jisté množství látek, které jsou považovány za škodliviny. Ty jsou pak ve větším, nebo menším množství obsažené ve spalínách, vypouštěných do ovzduší. Podstatnými a vždy ve spalínách přítomnými složkami spalin budou vždy dusík (ze spalovacího vzduchu), oxid uhličitý (konečný produkt hoření uhlíku), vodní pára (voda z paliva a ze spalovacího vzduchu a voda vzniklá spálením vodíku z paliva) a při spalování nevyužitý vzdušný kyslík. Všechny další složky se ve spalínách vyskytují ve výrazně menším množství a mnohé z nich jsou označovány jako škodliviny.

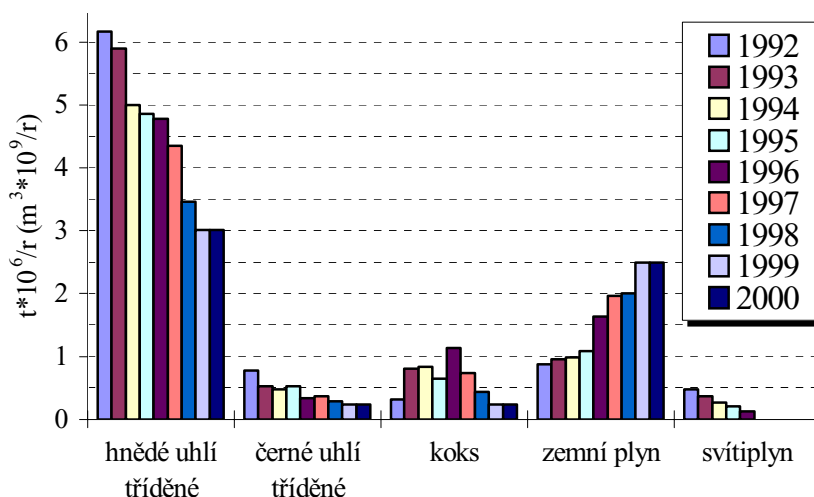
Všeobecný zájem omezit produkci škodlivin a jejich emise do ovzduší vedl k legislativnímu opatření, realizovanému zákonem o ochraně ovzduší před znečišťujícími látkami, který definuje škodliviny a stanovuje jejich přípustné emisní koncentrace ve spalínách. Spalování paliv pro jejich energetické využití je tímto zákonem znevýhodněno tím, že je předepsán pouze omezený počet sledovaných škodlivin: oxid uhelnatý (CO), oxid siřičitý (SO₂), oxidy dusíku (NO_x) a tuhé znečišťující látky (TZL).

Systém omezování emisí škodlivin ze spalovacích zařízení vyžaduje stanovení zákonných emisních limitů a způsobu kontroly jejich dodržování a metodiku zpoplatňování produkce škodlivin. Není obtížné uplatnit takový systém u velkých průmyslových zdrojů, s jistým omezením lze podobně uspět i u menších zdrojů z podnikatelské sféry, velmi obtížné, ne-li nemožné, je zavést efektivní systém omezování emisí škodlivin u malých zdrojů pro vytápění v občanské sféře. Každý typ vyráběného spalovacího zařízení musí být před uvedením na trh podroben zkouškám v autorizované zkušebně. Tyto zkoušky prokazují, že při výrobem předepsaném způsobu provozování a při spalování předepsaného paliva zařízení splňuje zákonné podmínky. Dále již legislativa nesahá a uživatel si může zařízení provozovat po svém a spalovat libovolné palivo. Zde může pomoci především osvěta a posílení občanské odpovědnosti a ohleduplnosti.

Některé specifické otázky této problematiky budou probrány dále, nejdříve však pro celkový přehled budou popsány vlastnosti nejdůležitějších škodlivin.

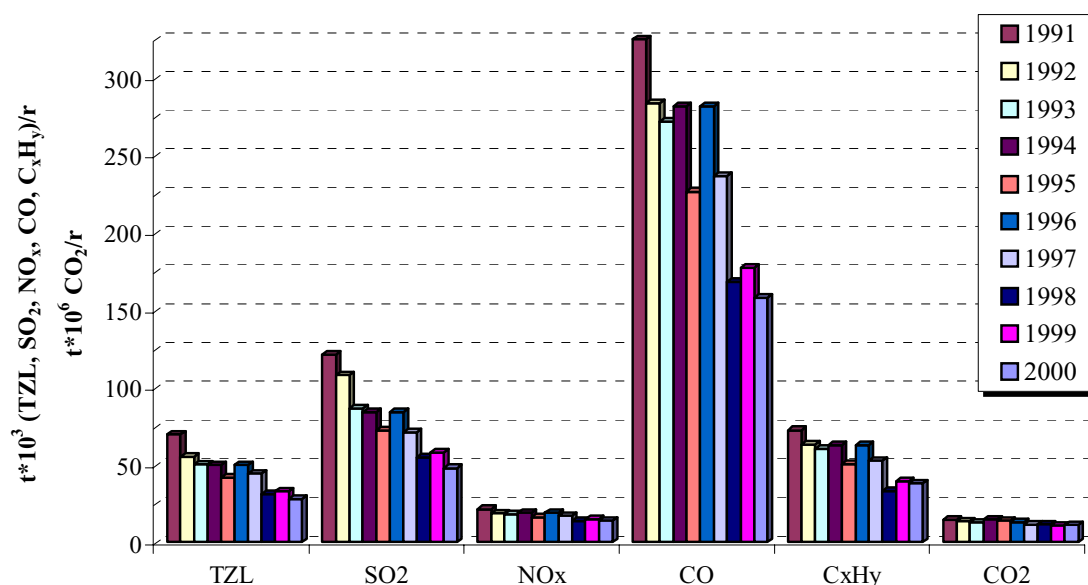
5.1 Vývoj množství emisí z malých zdrojů

Vývoj vypočtené hodnoty emisí v letech 1991 až 2000 dle metodiky stanovování emisí z malých zdrojů znečišťování v rámci Registru emisí a zdrojů znečišťování ovzduší (REZZO 3), produkovaných spalováním fosilních paliv (jejich spotřeba je uvedena v Obr. 5.1)



OBR. 5.1 SPOTŘEBA JEDNOTLIVÝCH PALIV ZDROJŮ REZZO 3 (1992-2000)

v malých zdrojích znečišťování, pro jednotlivé znečišťující látky je uveden jako Obr. 5.2. Celkové množství emisí TZL a SO₂ kleslo za toto období cca na polovinu. Množství emisí CO a C_xH_y kleslo cca o 40 %. Emise NO_x klesly cca o 20 %. Celkové množství emisí CO₂ kleslo cca o 25 %.



OBR. 5.2 MNOŽSTVÍ PRODUKOVANÝCH EMISÍ REZZO3 (1991-2000)

Emise TZL a C_xH_y z malých zdrojů tvoří cca 60 % z celkových emisí ze stacionárních zdrojů znečištění. U emisí CO je to cca 50 %, u SO_2 cca 20 % a nejmenší podíl tvoří emise NO_x cca 10 %. Srovnáním celkových emisí vznikajících ze spalování fosilních paliv ve zdrojích znečištění ovzduší dojdeme k důležitému poznání, že emise z malých zdrojů znečištění tvoří podstatnou část celkových emisí. Z pohledu rozptylu a charakteristické výšky komínů se výše uvedené konstatování jen umocňuje (v Evropě známo jako „nízké emise“).

Z hodnot jednotlivých ročních emisí od roku 1991 do roku 2000 vyplývá, že roční emise TZL, CO a C_xH_y tvoří přibližně čtvrtinu emisí sledovaných v rámci REZZO. Pokud budeme porovnávat pouze stacionární zdroje znečištění, můžeme říci, že emise TZL a C_xH_y z malých zdrojů tvoří cca 60 % z celkových emisí ze stacionárních zdrojů znečištění. Porovnání absolutních hodnot ročních produkcí emisí pro jednotlivé REZZO neposkytuje přesnou informaci o závažnosti postižení životního prostředí. Emise u REZZO 3 jsou místem svého vypouštění do okolí zcela odlišné od emisí z větších zdrojů (nízko-úrovňové emise). Výška komínů u malých zdrojů se ve většině případů pohybuje v rozmezí 5 m ÷ 12 m, zatímco výška komínů u velkých zdrojů je několikanásobně větší.

K posouzení území z hlediska imisní situace je nezbytná nejen bilance škodlivin, ale i podrobná znalost zákonitostí a lokálních podmínek pro přenos škodlivin, což je již nad rámec této práce. Zjednodušeně řečeno hodnocení rozptylu vychází z podmínek statické teorie turbulentní difuze a popisu náhodného pohybu částice ve vzduchu. Nejdůležitější, člověkem měnitelný parametr ovlivňující rozptyl škodlivin, je výška komínu. Obecně platí, že čím je vyšší komín, tím menší budou koncentrace imisí u zemského povrchu (v přízemní vrstvě) na závětrné straně (turbulentní difuze).

5.2 Látky znečišťující ovzduší

Znečišťující látky definuje zákon o ovzduší [50] jako látky tuhé, kapalné a plynné, které přímo a nebo po chemické nebo fyzikální změně v ovzduší nebo po spolupůsobení s jinou látkou nepříznivě ovlivňují ovzduší a tím ohrožují a poškozují zdraví lidí nebo ostatních organismů, zhoršují jejich životní prostředí, nadměrně je obtěžují nebo poškozují majetek.

Látky znečišťující ovzduší jsou tedy hmotné látky, které nepříznivým způsobem ovlivňují životní prostředí. Nepříznivé ovlivňování se může projevovat různými způsoby, např.:

- škodami na zdraví lidí a zvířat,
- poškozováním prostředí (nebo některé jeho složky),
- nepříznivými změnami přirozeného složení ovzduší,
- obtěžováním okolí, zhoršením pohody prostředí (pachem, snížením viditelnosti atd.).

Z hlediska skupenství se znečišťující látky rozdělují na tuhé, kapalné a plynné. V praxi se tyto tři skupiny spojují do skupin podle různých hledisek, např. způsobu odlučování, stanovení úletu atd.

Dle zákona o ochraně ovzduší [50] (příloha č. 1) jsou znečišťující látky rozděleny do pěti hlavních skupin. Nultou skupinu představují tzv. základní znečišťující látky, viz tab. 5.1. Z pohledu sledování kvality spalování a tedy tvorby škodlivin jsou tyto látky nejvíce sledované. Tato skutečnost je dána hlavně historickým vývojem. Některé ze znečišťujících látek, které člověk nyní považuje za škodliviny, v nedávné minulosti považoval za neškodné látky (azbest), nebo je vůbec neznal (PCDD/F). S rostoucí úrovní techniky je možné stanovovat přítomnost látek i ve velmi nízkých koncentracích.

tuhé znečišťující látky (TZL)
oxid siřičitý (SO_2)
oxidy dusíku (NO_x)
těkavé organické látky (VOC)
těžké kovy
oxid uhelnatý (CO)
Amoniak a soli amonné
polycyklické aromatické uhlovodíky (PAH)

TAB. 5.1 SEZNAM ZÁKLADNÍCH ZNEČIŠŤUJÍCÍCH LÁTEK (0. SKUPINA) [32]

Z hlediska chemického složení se látky znečišťující ovzduší dělí např. do skupin uvedených v Tab. 5.2. Někteří autoři rozlišují ještě další skupiny podle jiných vlastností, např. alergenů, karcinogenů, těžké kovy, radioaktivní látky, uhlovodíky, zápach apod. Další podstatné hledisko pro rozdělení znečišťujících látek je míra škodlivosti (nebezpečnost, rizikovost), které představuje samostatnou oblast (toxikologie).

Sloučeniny síry	anorganické	oxidy síry (celkový obsah, suma) kyselina sírová (mlha), sirovodík, sírouhlik, jiné anorganické sloučeniny síry	oxid siřičitý, oxid sírový
	organické	thioly (merkaptany, např. methanthiol), dimethylsulfid, dimethyldisulfid, jiné organické sloučeniny síry	
Sloučeniny dusíku	anorganické	oxidy dusíku (celkový obsah, suma) kyselina dusičná, amoniak, dusitany, kyanovodík, kyanidy, peroxodusičnany, jiné anorganické sloučeniny dusíku	oxid dusnatý, oxid dusičitý, oxid dusný
	organické	aminy, peroxyacetylnitrát, dimethylformamid, jiné organické sloučeniny dusíku (rozpouštědla)	
Sloučeniny halogenů	anorganické	fluor, fluorovodík, fluorid křemičitý, chlor, chlorovodík, brom, jiné anorganické sloučeniny halogenů	
	organické	chlorované uhlovodíky (např. DDT, trichlorethylen, perchlorethylen, chlorbenzen, chloroform), trifluormethan, jiné organické sloučeniny halogenů	
Sloučeniny uhlíku	anorganické	oxidy uhlíku	oxid uhelnatý, oxid uhličitý
	organické	uhlovodíky	alifatické, nasycené i nenasycené, aromatické (benzen, toluen, xylene), alicyklické, polycyklické a heterocyklické
		alkoholy (methanol, ethanol, propanol, butanol, ethylenglykol), fenol, kresol, xylenon, ethery a estery, aldehydy a ketony, organické kyseliny, benzen a jeho deriváty, jiné organické sloučeniny a směsi (mlhy a páry olejů apod.)	
Jiné plynné a kapalné znečišťující látky (sloučeniny kovů jako arsenovodík, oxid arsenitý a řada jiných)			

TAB. 5.2 PLYNNÉ A KAPALNÉ ZNEČIŠŤUJÍCÍ LÁTKY PODLE CHEMICKÉHO SLOŽENÍ

5.3 Tuhé znečišťující látky

Tuhé znečišťující látky v proudících spalínách jsou definovány jako částice tuhého skupenství jakéhokoliv tvaru, struktury a hustoty rozptýlené v plynné fázi [10]. Tuhé znečišťující látky obsažené v emisích mohou pocházet pouze z látek vstupujících do spalovacího procesu. To je především palivo (nedokonale spálená hořlavina, popelovina, produkty tepelného rozkladu paliva jako saze apod.), spalovací vzduch (tuhé příměsi) a samotné spalovací zařízení (rez). Důležitým parametrem TZL je velikost jednotlivé částice, která je základním údajem pro stanovení granulometrického složení prachu. Jelikož se prach skládá z částic různých velikostí, vyjadřuje se poměrné zastoupení jednotlivých velikostí v souboru obvykle zbytkovou charakteristikou. V některých případech se jako charakteristický parametr používá rychlost pádu částice.

Popelovina obsahuje stopové prvky - těžké kovy, které se při spalování distribuují v emisích s popílkem do ovzduší nebo do tuhých zbytků po spalování (škvára, popel). TZL mohou být také ve formě aerosolů. Charakteristickým rysem prašných aerosolů emitovaných ze spalovacích procesů je heterogenita struktur částic. Hrubé částice o rozměrech $10\ \mu\text{m} \div 100\ \mu\text{m}$ jsou tvořeny

částicemi polokoksu, koksu, tuhých pyrolýzních zbytků a minerálních látek zbylých po spálení. Složitými fyzikálně-chemickými procesy probíhajícími na povrchu a v okolí hořících částic uhlí vznikají ultrajemné částice, které nesedimentují za určitých podmínek po celé týdny nebo dokonce měsíce a jsou zpravidla značně obohaceny těžkými kovy. Mezi stopové prvky provázející spalování uhlí patří: Ba, Be, Pb, Zn, Cr, Ni, Cd, As, Co, Sr, V, Cu, Mo, Tl a Se. Tyto prvky se po spadu dostávají do půdy a narušují půdní ekosystém, resp. se dostávají až do potravinového řetězce.

5.4 Oxidy síry

Oxidy síry vznikají při spalování uhlí oxidací síry obsažené v palivu. Dalšími zdroji jsou energetika a výroba kyseliny sírové. Oxidace síry je exotermická reakce, a proto je síra považována za součást hořlaviny. Nad energetickým přínosem výrazně převažuje negativní dopad oxidů síry na životní prostředí. Některá uhlí obsahují více než 5 % síry (severočeská uhlí 1 – 4 % S, ostravská uhlí 0,7 % S). Síru obsaženou v palivu ve formě řady sloučenin lze rozdělit na část spalitelnou a část nespalitelnou. Nespalitelná část sloučenin síry je obsažena v tuhých zbytcích po spálení ve formě síranů.

Hlavním produktem oxidace síry obsažené v palivu je oxid siřičitý (SO_2) a částečně (1 % ÷ 2 %) i oxid sírový (SO_3), jehož množství závisí na obsahu sirných látek v palivu a způsobu spalování. Při špatném seřízení spalovacího procesu může ze sirných komponentů v palivu vznikat ve spalínách sirovodík (H_2S) a to především za redukčních podmínek (nedostatek O_2). Rychlost oxidace SO_2 na SO_3 závisí na povětrnostních podmínkách - teplota, sluneční svit, přítomnost katalyzátorů. SO_3 je okamžitě hydratován vzdušnou vlhkostí na aerosol H_2SO_4 . H_2SO_4 reaguje s alkalickými prachovými částicemi za vzniku síranů. Je-li v ovzduší nedostatek částic, dostává se H_2SO_4 do srážkových vod, které okyselí na $\text{pH} < 4$. Takto vznikají kyselé deště – uvolňují z půdy Cu, Pb, Cd a poškozují půdní mikroorganismy a vodu.

Při spalování se vždy část spalitelné síry váže na popelovinu a u uhlí, které má vyšší obsah alkálií se takto může vázat 10 % ÷ 20 % vzniklého SO_2 . Tento stupeň zachycení síry na škváru lze ovlivnit vhodným vedením spalovacího procesu, avšak vždy záleží na poměru obsahu alkálií v popelovině ku obsahu síry v palivu [36]. Tzv. „Ekouhlí“, které se dováželo z Ruska, mělo velký obsah vápníku (cca 50 %hm v popelu).

Fyziologické působení SO_2 : poškození dýchacích cest, zvýšení akutního a chronického astma, bronchitidy, rozedmy plic, malé koncentrace SO_2 – hynutí lišejníků a poškození fotosyntetického aparátu vyšších rostlin. Nejvíce působí na jehličnany. V roce 1952 byla v Londýně největší smogová katastrofa, kdy koncentrace SO_2 dosahovala hodnoty až 3 800 $\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$ - zemřelo okolo 4 000 lidí.

Koncentrace s vyššími hodnotami způsobují:

- 50 $\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$ – dlouhodobě – choroby krevního oběhu, bronchitida, zvýšení úmrtnosti,
- 100 $\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$ – dráždění očí a horních dýchacích cest,
- 500 $\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$ – poškození činnosti mozkové kůry,
- 2 500 $\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$ – snižuje průchodnost kyslíku v plících – udušení.

V zásadě tedy platí, že tvorba oxidů síry je dána složením uhlí a jen málo ji lze snížit vhodným řízením spalovacího procesu. Proto existují pouze dvě použitelné metody snižování jejich emisí. První z nich spočívá v úpravě uhlí před spalováním, při níž je uhlí zbaveno části spalitelné síry (zatím bez komerčního uplatnění). Druhá pak v odstranění vzniklých oxidů síry ze spalín.

5.5 Oxidy dusíku

Oxidy dusíku (souhrnně se označují NO_x) představují směs oxidu dusnatého (NO) – tvoří cca 90%, oxidu dusičitého (NO_2) a v poslední době stále více zmiňovaného oxidu dusného (N_2O , rajský plyn). Dále zde patří N_2O_4 a N_2O_3 , které se však vyskytují velmi omezeně. Ve spalínách představuje podíl NO_2 z celkového množství NO_x jen 5 % ÷ 10 %. Podíl N_2O je minimální. Hlavními producenty jsou spalovací zařízení s vysokými teplotami.

Tvorba NO_x je dána reakcí mezi atomem kyslíku a molekulou dusíku. Množství molekulárního kyslíku je úměrné stupni disociace molekuly kyslíku. Tyto procesy mají vysokou energetickou

kou bariéru a jsou tedy výrazně závislé na teplotě.

Podle vzniku se rozlišují tři druhy NO_x , označované jako:

- termické (exponenciální závislost na teplotě, vznikají reakcí s dusíkem dopraveným do ohniště ve spalovacím vzduchu),
- palivové (oxidace dusíkatých složek obsažených v palivu),
- rychlé (vazba molekul dusíku s radikály v reakcích s nízkou energetickou potřebou, svázáno s hořením uhlovodíků, malá oblast plamene).

Fyziologické působení NO_x - nepříznivě působí na vnitřní orgány lidí:

- váže se na hemoglobin – zhoršuje transfer O_2 z plic do krevního oběhu,
- vznik nádorových onemocnění, onemocnění dýchacích cest,
- zvyšuje oxidační potenciál atmosféry,
- novodobé smog – vysoký obsah NO_x .

Po vstupu spalín do atmosféry dochází k do-okysličení NO na několikanásobně toxičtější NO_2 . Zde hraje hlavní roli atmosférický ozón, který reaguje s NO 10^5 -krát rychleji než molekulární kyslík. Tak dochází k rychlé spotřebě ozónu, který např. zcela chybí v kouřové vlečce. Oxidy dusíku jsou jedním z hlavních původců fotochemického smogu.

Velikosti emisí NO_x u různých typů kotlů:

- plynové – 240 – 1 400 mg.m^{-3} ,
- na topný olej – 500 – 1 500 mg.m^{-3} ,
- uhelné – 800 – 2 500 mg.m^{-3} ,
- automobily bez katalyzátoru – nad 1 000 mg.m^{-3} .

Imisní limit NO_x je 100 $\mu\text{g.m}^{-3}$, přičemž krátkodobé maximum je 200 $\mu\text{g.m}^{-3}$. Množství emisí NO_x lze zásadě snížit vhodnou konstrukcí spalovacího zařízení a vhodným řízením spalovacího procesu.

5.6 Oxid uhelnatý

Oxid uhelnatý jako bezbarvý plyn bez zápachu vzniká nedokonalým spalováním uhlíku z paliva. Je součástí kouřových výfukových plynů, je také obsažen v koksárenském, vysokopecním a degazačním plynu. Je silně toxický, s hemoglobinem vytváří pevný karboxyhemoglobin, který se váže několikrát rychleji na krev než O_2 , což vede k udušení a otravě. Příčinou nedokonalého spalování je nedostatek spalovacího vzduchu v zóně hoření a může jí být také rychlé ochlazení plamene (nedostatek času potřebného pro proběhnutí oxidace uhlíku na CO_2). Řízením spalovacího procesu se může vznik CO omezit, ačkoliv zcela zabránit vzniku této látky nelze. Doba potřebná pro oxidaci CO na CO_2 představuje několik měsíců až let.

Velké množství emisí CO vzniká v ohništích s periodickým spalováním, kdy je přiložena najednou příliš velká dávka paliva, viz. také kapitola 3.4 Kotle pro ústřední vytápění.

5.7 Organické polutanty

Uhlovodíky se vyskytují ve všech geologických formacích v litosféře, hydrosféře i v atmosféře. Některé pak vstupují do živých organismů, kde dále působí. Uhlovodíky řadíme do kategorie organických polutantů. Organické polutanty můžeme rozdělit podle jejich těkavosti na těkavé organické látky (Volatile organic compounds - VOC), polotěkavé organické látky (Semivolatile organic compounds - SVOC) a netěkavé organické látky (Non-volatile substances). Těkavost je schopnost látky změnit se v páru nebo plyn bez chemické přeměny.

VOC – do této skupiny řadíme všechny organické sloučeniny s výjimkou metanu, které při běžných podmínkách (20°C, 100 kPa) vykazují tlak par nejméně 0,01 kPa, nebo které jsou srovnatelně těkavé za daných podmínek jejich aplikace.

SVOC – jsou organické látky, které se při běžných podmínkách (20°C, 100 kPa) pomalu vypařují. Z definice VOC vyplývá, že jsou to látky, které při běžných podmínkách vykazují tlak par menší než 0,01 kPa. Do této skupiny patří např. PCDD/F, PCB, většina PAU. Naftalen patří do skupiny PAU je na hranici rozdělení VOC a SVOC.

Netěkavé organické látky – tyto sloučeniny nejsou schopné přeměnit se z pevného nebo kapalného skupenství na plyn nebo páru. Jsou to strukturně složité sloučeniny, např. plas-

ty, jejichž teplota vypařování je vyšší než teplota, při které dochází k jejich tepelnému rozkladu.

Z hlediska setrvávání organických látek v prostředí je významná skupina perzistentních organických polutantů (POP). Jsou to látky, které mají schopnost zůstat v prostředí po dlouhou dobu beze změny. POP jsou odolné vůči chemickému, fotochemickému, termickému i biochemickému rozkladu. To umožňuje jejich koloběh v prostředí a kumulaci v půdách, sedimentech i živých organismech. Řadíme zde látky patřící do skupiny pesticidů (Aldrin, DDT, Chlordan aj.), průmyslové chemikálie (Hexabrombifenyl, Hexachlorbenzen, PCB) a látky vznikající jako nežádoucí vedlejší produkty (PCDD/F, PAU) [39]. Z pohledu platné legislativy není postoj k emisím uhlovodíků nikterak jednoznačný. Pokud platná legislativa hovoří o základních znečišťujících látkách (skupina nula viz tab. 5.1), hovoří o těkavých organických látkách (VOC). Naproti tomu pokud stanovuje emisní limity, hovoří o organických látkách jako ΣC . U hodnot emisních faktorů pro stanovení množství emisí výpočtem se hovoří o C_xH_y . U metod měření a technických požadavků na přístroje pro kontinuální měření se hovoří o uhlovodících a organických látkách. Je zřejmé, že se jedná o rozpory, které jsou hlavně poplatné postupnému vývoji poznání organických látek stejně jako tvorbě návrhů vyhlášek a předpisů.

5.8 Oxid uhličitý a skleníkový efekt

Problematika obsahu oxidu uhličitého v atmosféře, a s tím související otázky skleníkového efektu a globálního oteplování, patří k velmi často diskutovaným tématům současnosti. Nutno říct, že oxid uhličitý není považován za škodlivinu, je přirozenou součástí atmosféry a mimo jiné je konečným produktem dokonalého spalování uhlíku, jenž je podstatnou složkou všech fosilních paliv. Ta dnes zajišťují zhruba osmdesát pět procent světové spotřeby energie a tvoří tak základ světové ekonomiky.

Příznivé zemské klima je zajišťováno skleníkovým efektem. Atmosférická slupka zemské, tvořená především směsí plynů a vodní páry, působí jako jednosměrný filtr. Vysokofrekvenční sluneční záření celkem snadno atmosférou prochází a dopadá na zemský povrch, kam přináší cca 1 kW na čtvereční metr energie. Ta se promění v teplo a teplý povrch země sálá energii zpět do vesmíru. Tepelné záření je však nízkofrekvenční a atmosféra ho z velké části odráží zpět k zemskému povrchu. Tím je teplo zadržováno u zemského povrchu a atmosféra funguje jako skleník. Díky tomuto jevu je průměrná teplota zemského povrchu 15 °C, zatímco bez existence skleníkového efektu by to bylo – 18 °C. Skleníkový efekt je nezbytnou podmínkou života na zemi. O tomto faktu se ani v odborných kruzích diskuze nevedou.

Současné diskuze o globálním oteplování a nezbytnosti snížit lidskou produkci skleníkových plynů, zejména oxidu uhličitého, vyvolal růst průměrné teploty zemského povrchu v průběhu 20. století.

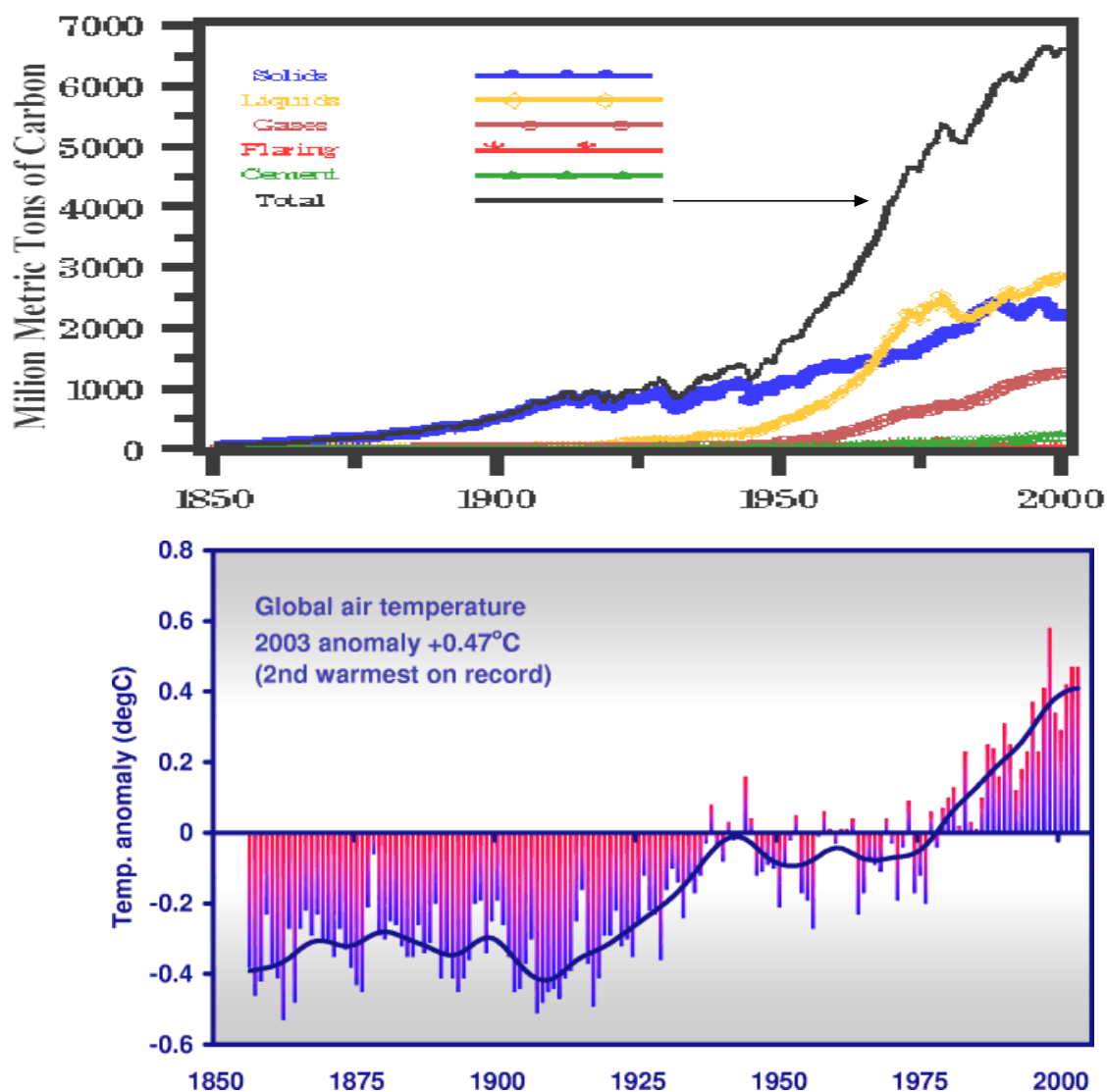
Skleníkový efekt, zabraňující tepelnému záření sálat do vesmíru, způsobují zejména tři a vícemocné plyny v atmosféře obsažené. Mezi ně patří také oxid uhličitý, a protože celá moderní historie lidstva od počátku průmyslové revoluce byla ovlivněna používáním fosilních, uhlík obsahujících paliv, bylo přirozeně dáno současné oteplování planety do souvislosti se spalováním uhlíkatých paliv a produkcí oxidu uhličitého. Jeho koncentrace v ovzduší vzrostla ze zhruba 280 ppm na počátku průmyslové revoluce na 350 ppm v současnosti.

Zaznamenaný historický růst průměrné teploty zemského povrchu je uveden na Obr. 5.3 (podle údajů IPCC) a nad ním je pro srovnání uveden vývoj spotřeby fosilních paliv ve stejném období. Je opravdu těžké nalézt bližší souvislost mezi uvedenými křivkami s výjimkou růstového trendu.

Nicméně je nepochybné, že intenzivní spalování fosilních paliv, která představují uhlíkové konzervy z období třetihor, produkuje stále rostoucí množství oxidu uhličitého, který se stává součástí uhlíkového cyklu planety. Zhruba dvě třetiny skleníkového efektu zajišťuje vodní pára, asi třicet procent oxid uhličitý a zbytek mají na starosti zbývající plyny. V této bilanci má antropogenní, tj. člověkem způsobená, produkce skleníkových plynů nepříliš velkou, přesto však významnou váhu. Posiluje přirozený skleníkový efekt, hovoříme o dodatkovém skleníkovém efektu a uvažujeme o tom, jak je zmírnit. Ještě dlouho to nebude možné vyloučením uhlíkatých fosilních paliv, která tvoří ekonomický základ současné společnosti. Je možné pouze hledat způsoby jak snížit

jejich spotřebu, aniž by se projevil nedostatek energie. Řešení je nasnadě, vyžaduje zvýšení účinnosti energetického systému, účinnou motivaci k racionálnímu hospodaření s energií a využívání všech dostupných neuhlíkatých zdrojů energie. Vše uvedené přirozeně vede ke snížení spotřeby paliv, prodloužení životnosti jejich konečných zásob i ke snížení produkce škodlivin. A bylo by velice naivní očekávat, že se přijatá a realizovaná opatření okamžitě projeví.

Dosud převládá názor, že nejvíce oxidu uhličitého do ovzduší produkují energetické zdroje, spalující uhlí. Kdysi dávno tomu tak skutečně bylo, dnes to však neplatí. Vyjdeme-li z bilance světové spotřeby paliv a průměrného obsahu uhlíku v nich zjistíme, že cca 50 % emisí oxidu uhličitého pochází ze spalování ropy (tzn. kapalných paliv), 30 % z uhlí a o 20 % se postará zemní plyn. Situace tedy není ani zdaleka tak jednoduše řešitelná, jak je to předkládáno veřejnosti a celou problematiku brzy čeká zásadní přehodnocení.



OBR. 5.3 SROVNÁNÍ VLIVU TEPLoty ZEMSKÉHO POVRCHU A SPOTŘEBY FOSILNÍCH PALIV

Současná legislativa nepovažuje oxid uhličitý za látku znečišťující ovzduší, obavy z nárůstu jeho koncentrace v ovzduší antropogenními procesy však vedou k celé řadě opatření směřujících k omezení nárůstu jeho koncentrace zejména ze spalovacích procesů (např. tzv. uhlíková daň). Z existence mnoha protichůdných teorií o rozsahu antropogenního vlivu na trvalý nárůst jeho koncentrace v ovzduší vyplývá, že tyto vlivy nejsou v současné době dostatečně prozkoumány a je třeba k jejich pochopení delšího časového období včetně cíleného výzkumu renomovaných výzkumných institucí.

5.9 Zdravotní nebezpečí jednotlivých znečišťujících látek

V domácnostech s lokálními topeništi na pevná paliva často přetrvává nešvar spalování komunálních odpadů. Dle údajů EPA z listopadu 1997 vznikají při spalování papíru, plastů, odpadů z potravin apod. následující látky: benzen, aceton, styren, naphtalen, fenol, di-, tri-, tetra-, penta- a hexachlorbenzeny, acenaphtylen, phenantren, aldehydy a ketony, polychlorované dibenzodioxiny (PCDD), polychlorované dibenzofurany (PCDF), polychlorované bifenyly (PCB). Polycyklické aromatické uhlovodíky (PAH), kyselé plyny HCl, HCN, vyšší koncentrace CO a pevné látky.

Škodlivina	Zdravotní riziko pro člověka
plynná paliva (pro příklad zemní plyn – nejvýznamnější škodlivina)	
NO _x (oxidy dusíku, NO, NO ₂)	štiplavý zápach (NO ₂), zvýšení činnosti plicních enzymů, zvyšuje nebezpečí vzniku plicního edému (astmatici), nebezpečí změny plicních funkcí
kapalná paliva (pro příklad topné oleje – nejvýznamnější škodliviny)	
SO ₂ (oxid siřičitý), kyselé aerosol	dráždivý zápach, způsobují akutní i chronickou bronchitidu, ovlivňují smyslové a dýchací funkce, snížení plicních funkcí u dětí, zvýšení respirační chorob u dospělých
CO (oxid uhelnatý)	při vysoké koncentraci působí blokádu hemoglobinu a dochází k buněčné hypoxii, nebezpečí u lidí trpícími srdečními chorobami
NO _x (oxidy dusíku, NO, NO ₂)	štiplavý zápach (NO ₂), zvýšení činnosti plicních enzymů, zvyšuje nebezpečí vzniku plicního edému (astmatici), nebezpečí změny plicních funkcí
TK (těžké kovy, např. Ni)	alergické kožní reakce, podráždění nosní sliznice, nebezpečí u astmatiků
pevná paliva (pro příklad černé a hnědé uhlí – nejvýznamnější škodliviny)	
SO ₂ (oxid siřičitý), kyselé aerosol	dráždivý zápach, způsobují akutní i chronickou bronchitidu, ovlivňují smyslové a dýchací funkce, snížení plicních funkcí u dětí, zvýšení respirační chorob u dospělých
CO (oxid uhelnatý)	při vysoké koncentraci působí blokádu hemoglobinu a dochází k buněčné hypoxii, nebezpečí u lidí trpícími srdečními chorobami
NO _x (oxidy dusíku, NO, NO ₂)	štiplavý zápach (NO ₂), zvýšení činnosti plicních enzymů, zvyšuje nebezpečí vzniku plicního edému (astmatici), nebezpečí změny plicních funkcí
TZL (tuhé znečišťující látky)	nebezpečí malých částic obsahujících TK a různé uhlovodíky (frakce pod 10 μm), usazují se v plicních sklípcích. Nebezpečí částíček pod 0,1 μm klesá (molekuly plynu)
TK (těžké kovy, např. As)	As: ovlivnění metabolismu tuků a cukrů, bolesti hlavy, závratě, poruchy trávení až křeče v břiše, ekzémy, vřidky
domovní odpad, PET lahve, uhelné kaly, chem. ošetřené dřevní hmoty	
PCDD/PCDF (polychlorované dibenzodioxiny a dibenzofurany)	již při nízké koncentraci poškozuje periferní nervy, játra, způsobuje poruchy metabolismu tuků, silně mutagenní a karcinogenní
PCB (polychlorované bifenyly)	již při nízké koncentraci poškozuje a dráždí dýchací cesty, spojivky, způsobuje poškození jater, podporuje nádorové onemocnění

PAH (polycyklické aromatické uhlovodíky, např. benzo(a)pyren)	již při nízké koncentraci poškozují dráždí sliznice, mutagenní, karcinogenní (rakovina plic)
Ostatní aromatické uhlovodíky (např. Styren, Benzen, Fenol)	způsobuje útlum centrální nervové soustavy (CNS), dráždí dýchací cesty, poškozují kostní dřeň, poruchy krve tvorby, očních nervů
Chlor, Fluor - benzeny	již při nízké koncentraci poškozují dýchací cesty a kůže, dráždí oči, vyvolává bolesti hlavy a závratě, poškozují ledviny a játra, vyvolává změny krevního obrazu
TK (těžké kovy, např. As, Cd, Cr, Hg, Pb)	As: ovlivnění metabolismu tuků a cukrů, bolesti hlavy, závratě, poruchy trávení až křeče v břiše, ekzémy, vřidky; Cd: pálení v hrdle a sucho v ústech, poruchy ledvin, Cd zaměnitelný v těle za Ca = nebezpečí postižení kostí; Cr: ovlivňuje dýchací cesty, dráždí kůže, vyvolává ekzémy, karcinogen plic; Hg: poškození CNS, poškození kůže, poškození zažívacích traktů, nebezpečí par rtuti; Pb: vliv na krev tvorbu, poškození periferní nervový systém, reprodukční funkce
HCN	inhibuje (utlumuje) více než 40 enzymů a tím znemožňuje tkáňové dýchání
CO (oxid uhelnatý)	při vysoké koncentraci působí blokádu hemoglobinu a dochází k buněčné hypoxii, nebezpečí u lidí trpícími srdečními chorobami
SO ₂ (oxid siřičitý), kyselý aerosol	dráždivý zápach, způsobují akutní i chronickou bronchitidu, ovlivňují smyslové a dýchací funkce, snížení plicních funkcí u dětí, zvýšení respiračních chorob u dospělých
NO _x (oxidy dusíku, NO, NO ₂)	štiplavý zápach (NO ₂), zvýšení činnosti plicních enzymů, zvyšuje nebezpečí vzniku plicního edému (astmatici), nebezpečí změny plicních funkcí
TZL (tuhé znečišťující látky)	nebezpečí malých částic obsahujících TK a různé uhlovodíky (frakce pod 10 μm), usazují se v plicních sklípcích. Nebezpečí částic pod 0,1 μm klesá (molekuly plynu)

TAB. 5.3 PŘEHLED VLIVU JEDNOTLIVÝCH DRUHŮ EMISÍ NA ČLOVĚKA PŘI SPALOVÁNÍ RŮZNÝCH DRUHŮ PALIV

Při spalování plastů mohou vznikat PAH, PCB, PCDF, PCDD, styren, vyšší koncentrace CO, kyselé plyny – např. HCl, pevné látky.

V popelu ze spalování komunálního odpadu byly nalezeny i PCDD, PCDF, PCB, chrom (Cr), měď (Cu), olovo (Pb) a zinek (Zn).

Tab. 5.3 uvádí přehled zdravotních rizik pro člověka způsobených nejvýznamnějšími emisemi škodlivin vznikajícími při spalování různých druhů paliv.

5.10 Stanovení emisí škodlivin z vytápění rodinného domu

Stanovit měřením množství škodlivin, vypouštěných do ovzduší v průběhu celé topné sezóny individuálního spalovacího zařízení je sice teoreticky možné, prakticky však neuskutečnitelné. Abychom získali alespoň orientační údaje, musíme znát roční spotřebu paliva a průměrnou produkci jednotlivých škodlivin z jednotky konkrétního paliva, tzv. emisní faktor. Z reálné roční spotřeby paliva v konkrétním spalovacím zařízení pak lze vypočítat roční emise jednotlivých škodlivin (emise tuhých částic- TZL, SO₂, NO_x, CO, C_xH_y) podle vztahu:

$$E_{px} = R_{px} \cdot f_E \quad [\text{kg/rok}] \quad (5.1)$$

kde: E_{px} - množství emisí z použitého paliva [kg/rok],
 R_{px} - průměrná roční spotřeba pevného paliva v tunách resp. plynu v mil.m³,
 f_E - emisní faktor (podle NV č. 352/2002 Sb.).

Dále jsou uvedeny dva konkrétní příklady takového výpočtu.

Rodinný domek vytápěný uhlím

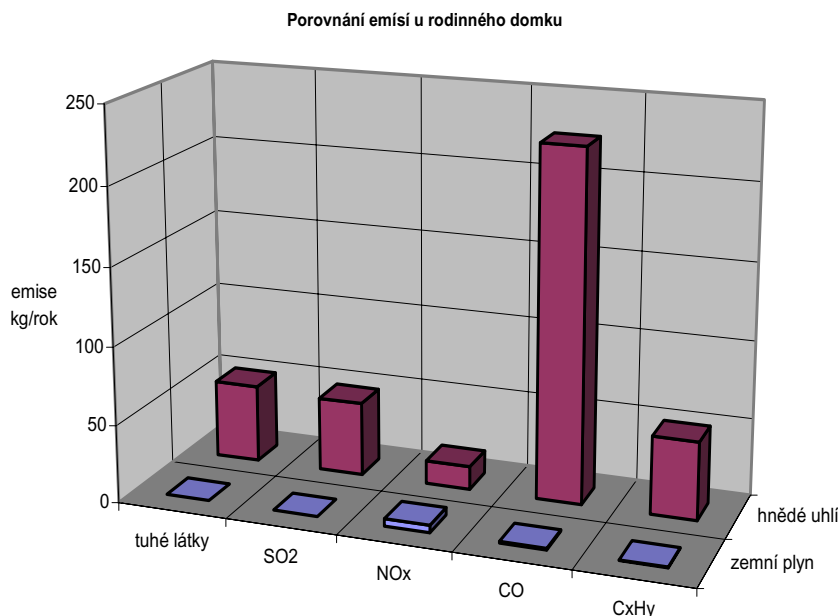
- $R_{px} = 8$ tun, průměrná roční spotřeba hnědé uhlí v rodinném domku (údaj Severočeské doly, a.s.),
- emisní faktory pro tuhé paliva, mimo černé uhlí a koks (pevný rošt):
 - $f_{E\text{tuhé látky}} = 1,0 \cdot A_p$,
 - $f_{E\text{SO}_2} = 19,0 \cdot S_p$,
 - $f_{E\text{NO}_x} = 3,0$,
 - $f_{E\text{CO}} = 45,0$,
 - $f_{E\text{C}_x\text{H}_y} = 10,0$.

kde: A_p - obsah popela v původním vzorku tuhých paliv (% hm.); Severočeské doly (důl Bílina – jedno z nejkvalitnějších hnědých uhlí) = 10 %
 S_p - obsah síry v původním vzorku tuhých paliv (% hm.); Severočeské doly (důl Bílina) = 0,5 %

Rodinný domek vytápěný zemním plynem

- $R_{px} = 5300 \text{ m}^3 = 0,0053 \text{ mil.m}^3$, průměrná roční spotřeba zemního plynu v rodinném domku (údaj Českomoravská plynárenská, a.s.),
- emisní faktor pro zemní plyn:
 - $f_{E\text{tuhé látky}} = 20$,
 - $f_{E\text{SO}_2} = 9,6$,
 - $f_{E\text{NO}_x} = 1600$,
 - $f_{E\text{CO}} = 320$,
 - $f_{E\text{C}_x\text{H}_y} = 64$.

Porovnání vypočtených hodnot emisí je uvedeno na Obr. 5.4.



OBR. 5.4 HODNOTY JEDNOTLIVÝCH EMISÍ Z RODINNÉHO DOMU

5.11 Legislativní požadavky na malé spalovací zdroje

Vzhledem k obtížnému a problematickému uplatnění legislativních opatření pro omezení produkce škodlivin z malých spalovacích zdrojů je současná situace dosti nevyjasněná. Zákon

o ochraně ovzduší (86/2002 Sb.) uvádí, že účinnost spalování a množství vypouštěných látek v tomto případě zjišťuje autorizovaná osoba měřením podle postupu stanoveného prováděcím právním předpisem (§9, čl. 5).

Bližší informace pak uvádí nařízení vlády č. 352/2002 Sb. v Hlavě IV (Zjišťování znečišťujících látek a účinnost spalování malých zdrojů), podle které se u malých zdrojů provádí jednorázové měření účinnosti spalování, měření množství vypouštěných látek a kontrola spalinových cest (§ 10). Dále pak v § 11 je stanoveno, že malý zdroj je provozován s požadovanou účinností spalování paliv a s přípustnou koncentrací oxidu uhelnatého ve spalínách. Konkrétní informace a požadavky jsou obsaženy v příloze č. 7 tohoto nařízení.

V zákoně o ochraně ovzduší jsou vyjmenovány povinnosti provozovatelů malých zdrojů (§ 12), současně jsou však těchto povinností zbaveni provozovatelé zdrojů umístěných v rodinných domech, bytech a stavbách pro individuální rekreaci. Takový postup je racionální a pragmatický, neboť vyžadovat plnění vyjmenovaných povinností od občanů při individuálním vytápění není reálné.

Současné požadavky lze poměrně jednoduše shrnout: malé spalovací zdroje musí dosahovat předepsané účinnosti spalování a emisní koncentrace oxidu uhelnatého nesmí překročit 1000 ppm.

Nutno říct, že nařízení bylo „ušito horkou jehlou“, neboť k oběma požadavkům existují zásadní námitky:

- hovoří se zde o účinnosti spalování, je však definována přibližná účinnost spalovacího zařízení, vyjádřená s použitím znalosti komínové ztráty,
- jsou předepsány veličiny, které je nutno měřit pro měření komínové ztráty, není však stanovena metodika jejího výpočtu z naměřených veličin,
- stanovený emisní limit pro oxid uhelnatý jsou schopny dodržet kvalitně provozované kotle na plynná a kapalná paliva, ne však naprostá většina kotlů a jiných zařízení pro spalování tuhých paliv, včetně biomasy.

Není snadné, pokud je to vůbec možné, legislativně zvládnout problematiku omezování emisí škodlivin z malých spalovacích zdrojů. A pokud se k řešení použije špatně zpracovaná legislativa, je jisté, že se situace nezlepší.

5.12 Měření emisní koncentrace oxidu uhelnatého

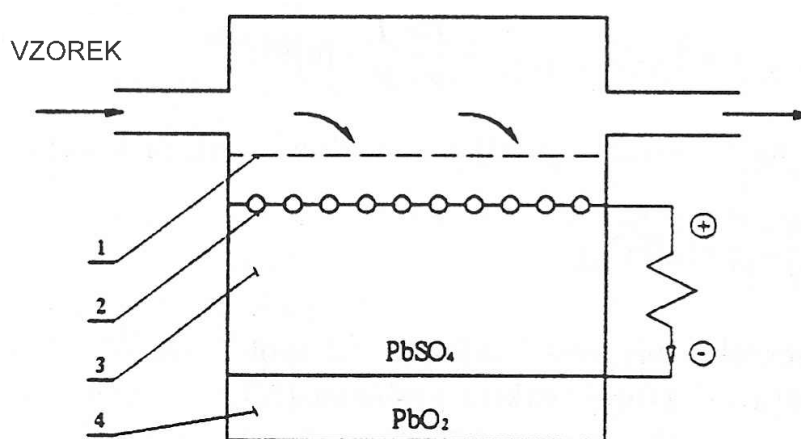
Běžný způsob stanovení koncentrace oxidu uhelnatého ve spalínách je použití analyzátorů s elektrochemickými převodníky. Tyto přístroje odstraňují jednu z nevýhod dlouhodobě rozšířené měřicí techniky pracující na principu absorpce infračerveného záření, paramagnetismu apod. a to jejich obtížnou mobilitu, velké rozměry a značnou hmotnost. Pro svoji jednoduchou obsluhu a kompaktní provedení si tyto přístroje velmi rychle získaly řadu uživatelů. Znalost jak správného použití těchto přístrojů, tak poznání rušících vlivů, které omezují jejich použitelnost, je pro správnou interpretaci získaných výsledků měření zcela zásadní. Bohaté doplňkové vybavení přístrojů umožňuje měřit kromě objemových koncentrací složek plynů dále teplotu, tlak, průtok plynu a pod. Instalovaný software provádí záznam a zpracování naměřených dat včetně tisku výsledné tabulky.

Fyzikální princip

V průběhu procesu měření dochází k těmto následujícím reakcím mezi měřenou složkou plynu a elektrochemickým převodníkem:

- difúze měřené složky plynu skrz selektivně propustnou membránu,
- rozpouštění plynu v tenké vrstvě kapalinového filmu,
- difúze molekul přes kapalinový film,
- oxidačně-redukční reakce na pracovní elektrodě,
- přenos elektronů na pomocnou elektrodu,
- reakce na pomocné elektrodě.

Schéma procesu je uvedeno na Obr. 5.5.



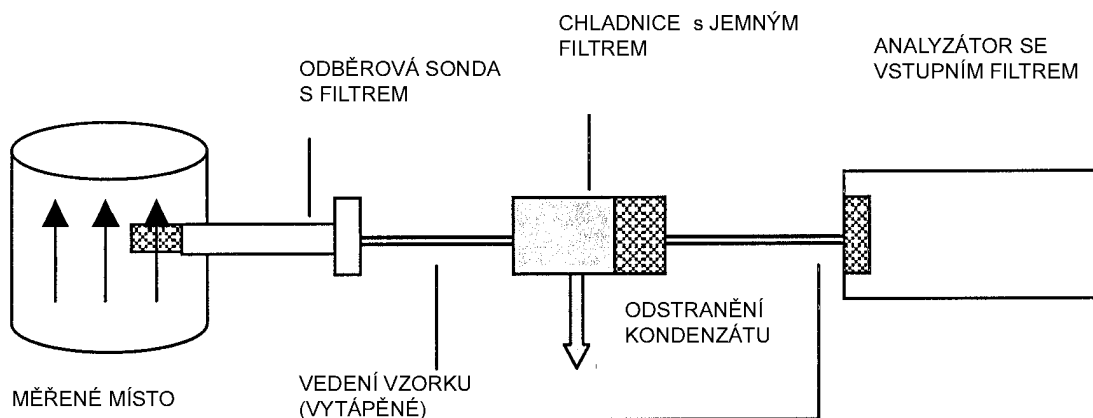
OBR. 5.5 SCHÉMA PROCESU V ELEKTROCHEMICKÉM PŘEVODNÍKU

(popis: 1 - selektivně propustná membrána, 2 - porézní pracovní elektroda, 3 - elektrolyt, 4 - pomocná elektroda).

Koncentraci měřené složky je úměrný proud. Systém je nutno kalibrovat.

Podmínky měření

Tuhé částice a kondenzující vodní pára v analyzovaném plynu poškozuji snímače. Úprava měřeného plynu (odstranění tuhých částic a vlhkosti) před analýzou je proto velmi důležitá. Jednoduché přístroje, jejichž úprava vzorku obsahuje pouze nevytápěný filtr a hrubé odloučení vlhkosti, nevytvářejí odpovídající podmínky pro uspokojivou funkci elektrochemických převodníků. Investice do důsledné úpravy vzorků (většinou externí samostatná úprava mimo samotný přístroj) se vrátí podstatným prodloužením funkce převodníků. S ohledem na skutečnost, že elektrochemická reakce je teplotně závislá, je nutno analyzátory používat pouze při teplotách okolí doporučených výrobcem přístroje. Dokonalejší přístroje mají kontrolovaný průtok a teplotu odebraného vzorku plynu pro analýzu s cílem omezení množství rušících vlivů, které doprovázejí samotnou analýzu (např. při příliš vysokém podtlaku v kouřovodu nenasaje analyzátor dostatečné množství vzorku pro analýzu). Schéma měření je uvedeno na Obr. 5.6.



OBR. 5.6 SCHÉMA MĚŘENÍ

Čas odezvy a čas regenerace

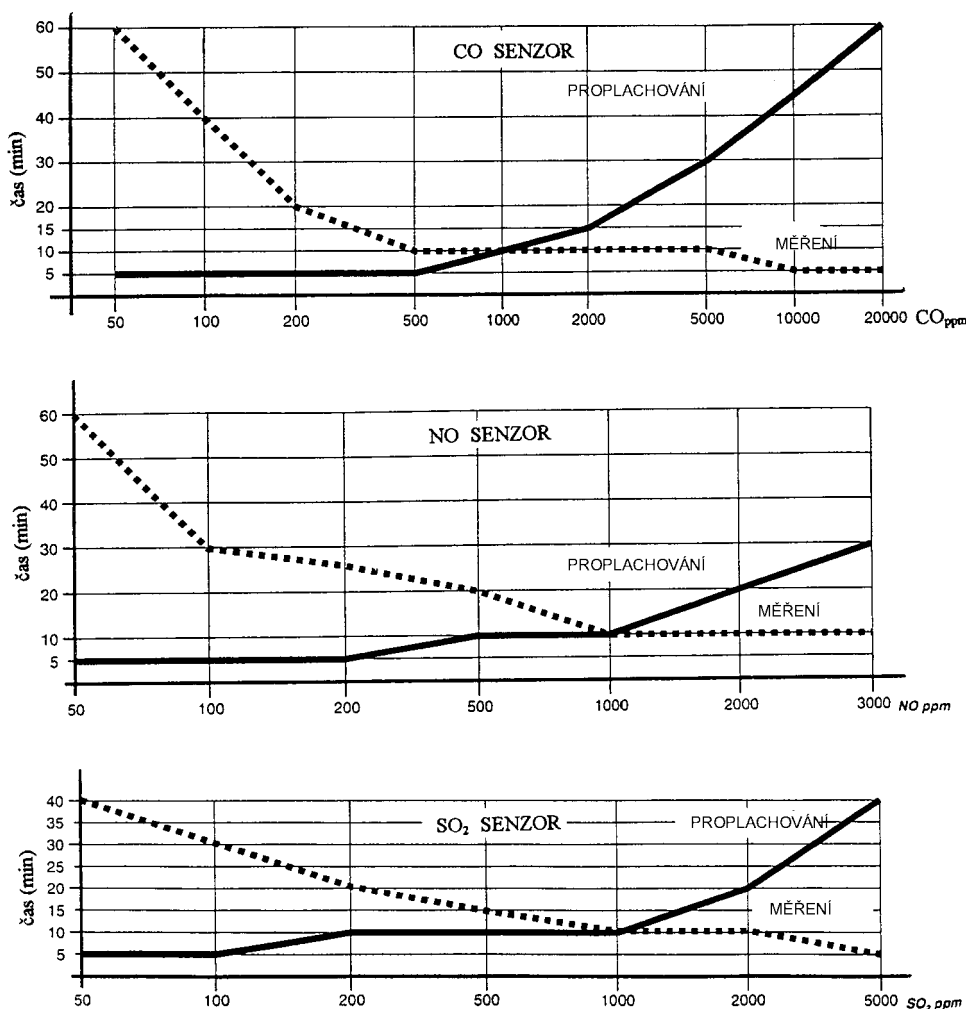
Stabilizace průběhu elektrochemické reakce vyžaduje určitý čas. Doba odezvy (čas potřebný na ustálení 100 % hodnoty) bývá obvykle desítky sekund až několik minut. Platí obecné pravidlo, že čím je měřená koncentrace nižší, tím delší je čas odezvy a tím kratší je doporučený čas na propláchnutí vzduchem. Na Obr. 5.3 jsou uvedeny závislosti mezi časem odezvy a délkou regenerace pro vybrané snímače. Podle Obr. 5.3 je například potřeba 10 min. na úplné 100 % ustálení skutečné měřené koncentrace 5 000 ppm CO při použití snímače s max. rozsahem 20 000 ppm. Následné proplachování by mělo trvat 30 minut. Jednou z důležitých podmínek správného měření analyzátorů s elektrochemickými převodníky je pozorné sledování ustalování měřené hodnoty.

Životnost snímačů

V průběhu používání dochází ke spotřebovávání sloučenin ve snímači a k jejich postupné přeměně na konečný produkt. Zde je nutno poznamenat, že elektrochemické převodníky „stárnou“ i v případě, že analyzátor není používán. Záruky výrobce na snímače jsou většinou 6 měsíců, skutečná životnost je pak 1 až 3 roky. Prodloužení životnosti snímačů je možno dosáhnout důsledným proplachováním snímačů vzduchem po ukončení měření.

Ověřování a kalibrace

Při uvedení přístroje do provozu většina přístrojů provede kontrolu „nulových“ hodnot pro sáním vzduchu měřícím systémem. Současně je provedena kontrola plného rozsahu kyslíkového snímače. Ověření nuly není však možno považovat za kalibraci. Přesnost měření v rozsahu nízkých koncentrací může být zcela odlišná jako přesnost v rozsahu vysokých koncentrací. Při používání přenosných analyzátorů je velmi důležité sledovat životnost jednotlivých snímačů (řada přístrojů má vlastní diagnostiku snímačů). Je zřejmé, že čím jsou snímače starší, tím opatrněji je třeba přistupovat k měřeným hodnotám. Způsob a interval kalibrace jsou určeny výrobcem těchto zařízení a legislativou. Výrobce většinou doporučuje i složení kalibračních plynů. S ohledem na interference je třeba doporučené složení dodržovat.



OBR. 5.7 ZÁVISLOST MEZI ČASEM ODEZVY A ČASEM REGENERACE

Zpracování dat

Většina přístrojů umožňuje kontinuální záznam měřených údajů. Naměřené objemové koncentrace měřených složek plynu je možno pomocí instalovaného software přepočítat na hmotnostní koncentrace, je možno vypočítat koncentrace za normálního stavu a přepočítat je na referenční podmínky, které zajišťují porovnatelnost naměřených dat mezi sebou bez možností jejich možného ovlivnění např. naředěním spalin vzduchem či vodní mlhou, a je dále možno provést

řadu dalších výpočtů např. výpočet účinnosti zdroje (dle komínové ztráty). Rozsah možností zpracování dat přístrojem přímo na místě měření je odlišný pro každý přístroj.

Výpočty a přepočty naměřených hodnot emisních koncentrací

Pro lepší představu s postupech přepočtu naměřené koncentrace CO na jednotlivé jednotky, tzn. přepočet z objemové koncentrace na hmotnostní, a přepočet na referenční stav, který je stanoven z důvodu zamezení možného naředení spalin vzduchem a tím pádem snížení koncentrace sledované látky, jsou v přílohách uvedeny výpočetní příklady s ohledem na typ použitého paliva. Referenční stav je dán objemem kyslíku ve spalinách, který se liší dle druhu paliva a u malých zdrojů také typu spalovacího zařízení, a podmínkou suchých spalin – vlhkost má stejný vliv na naředení spalin jako vzduch.

5.13 Účinnost malých zdrojů z pohledu Nařízení vlády [33]

Hlava IV se zabývá zjišťováním znečišťujících látek a účinnosti spalování malých zdrojů. Paragraf 11 uvádí, že malý zdroj je provozován s požadovanou účinností spalování paliv a s přípustnou koncentrací oxidu uhelnatého ve spalinách stanovenou v příloze č.7 k tomuto nařízení.

Dle přílohy č.7 k NV [33] se účinnost spalování vypočte nepřímou metodou dle vzorce:

$$\eta = 100 - \xi \quad [\%] \quad (5.7)$$

kde η je účinnost spalování v %,
 ξ komínová ztráta v %.

Výpočet vychází se souborů naměřených (obsah kyslíku, teplota spalin a spalovacího vzduchu) a vypočtených (obsah oxidu uhličitého, přebytek vzduchu, komínová ztráta) údajů. Při hodnocení spalování se uvažuje pouze komínová ztráta. Další ztráty, které jsou ztráta způsobená únikem hořlaviny v tuhých zbytcích (tzv. ztráta mechanickým nedopalem) a ztráta způsobená únikem hořlaviny ve spalinách (tzv. ztráta plynným nedopalem) a poměrná ztráta sdílením tepla do okolí, se neuvažují.

Při měření veličin nutných pro výpočet účinnosti spalovacího procesu u malých zdrojů se postupuje podle těchto zásad:

- měření je možné zahájit teprve v okamžiku, kdy je zdroj v ustáleném provozním stavu,
- měřicí sonda se umísťuje do otvoru, který je u nově instalovaných malých zdrojů součástí spalínového hrdla zdroje. Je nutné dodržet zásadu, aby měřicí místo bylo v blízkosti spalínového hrdla zdroje a nedocházelo tak k ředění spalin a zkreslení naměřených hodnot. U atmosférických kotlů (zdroje s atmosférickými hořáky) může být pro měření využit otvor přerušovače tahu,
- vlastní měření se provádí opakovaně, nejméně třikrát v intervalu nejméně 10 minut při jmenovitém výkonu zdroje nebo zařízení.

Příloha č.7 k NV [33] v kapitole 2. uvádí, že každý malý zdroj musí spalovat palivo alespoň s limitní účinností spalování viz Tab. 5.4 a Tab. 5.5 nebo vyšší.

Jmenovitý tepelný výkon	Datum uvedení spotřebiče do provozu		
[kW]	do 31.12.1982	do 31.12.1985	od 1.1.1990
11 až 25	85%	86%	88%
25 až 50	85%	87%	89%
větší 50	87%	88%	90%

TAB. 5.4 PLATNÉ LIMITNÍ ÚČINNOSTI SPALOVÁNÍ PRO SPOTŘEBIČE SPALUJÍCÍ KAPALNÁ A PLYNNÁ PALIVA PRO UVEDENÝ VÝKONOVÝ ROZSAH

Jmenovitý tepelný výkon	Datum uvedení spotřebiče do provozu		
[kW]	do 31.12.1982	do 31.12.1985	od 1.1.1990
11 až 25	68%	69%	70%
25 až 50	70%	71%	72%
větší 50	72%	73%	74%

TAB. 5.5 PLATNÉ LIMITNÍ ÚČINNOSTI SPALOVÁNÍ PRO SPOTŘEBIČE SPALUJÍCÍ TUHÁ PALIVA PRO UVEDENÝ VÝKONOVÝ ROZSAH

Dále je nutné vzít na zřetel, že:

- účinnost spalování (uvádí NV [33]) není totéž jako účinnost kotle. Účinnost spalování vyjadřuje dokonalost vlastního spalovacího procesu a není v ní již zahrnuta problematika předání tepla spalin nosnému médiu. Ztráta Z_{CO} způsobená únikem hořlaviny ve spalinách vyjadřuje ztrátu při uvolňování tepla v důsledku nedokonalého spalování hořlaviny paliva, což je doprovázeno výskytem hořlavých složek ve spalinách (např. CO, C_xH_y). Nejběžnější je výskyt CO, který tvoří podstatnou část ztráty,
- v příloze č.7 k NV je chybně v metodě výpočtu obsahu oxidu uhličitého uvedeno, že se provádí z maximálního obsahu CO_2 v palivu. Nejedná se o maximální obsah CO_2 v palivu, ale o maximální obsah CO_2 ve spalinách při stechiometrickém spalování (viz vztah č.(5.6) a Tab. 5.8),
- v příloze č.7 k NV je uveden pouze vzorec (5.7), ale není zde uveden vzorec pro výpočet komínové ztráty. Bylo by jisté vhodné tento výpočet v NV uvést pro sladění postupu výpočtu (dle jednotlivých empirických vztahů vychází účinnost pro stejné naměřené hodnoty rozdílně). Pro stanovení komínové ztráty je možné použít vztahy (5.3), (5.4) a (5.5) uvedené v kapitole 5.14 Stanovení komínové ztráty. Nutno poznamenat, že tyto výpočty nelze použít pro kondenzační kotle. Příklad výpočtu komínové ztráty je uveden v příloze.

5.14 Stanovení komínové ztráty

Struktura energetické bilance kotle zahrnuje všechny vyskytující se ztráty včetně vlastní spotřeby tepla a elektrické energie. Vzhledem k charakteru kotle jako energetické soustavy je základním ukazatelem hospodárnosti poměr množství vyrobeného tepla (v nosném médiu) a množství tepla přivedeného do soustavy v palivu. Uvedený poměr se nazývá účinnost kotle. Účinnost malých kotlů je ovlivňována řadou ztrát, které lze obecně rozdělit na:

- Ztráty nedokonalým využitím uvolněného tepla,
- Ztráty nedokonalým uvolněním tepla při spalování,
- Ztráty paliva při dopravě a přepravě,
- Vlastní spotřeba elektrické energie.

Při detailnějším rozboru ztrát vyjmenovaných pod body a) a b) se uvažují tyto ztráty:

- Z_C - ztráta způsobená únikem hořlaviny v tuhých zbytcích v %,
- Z_{CO} - ztráta způsobená únikem hořlaviny ve spalinách v %,
- Z_t - ztráta způsobená únikem tepla v tuhých zbytcích v %,
- Z_k - ztráta způsobená únikem tepla ve spalinách (komínová ztráta) v %,
- Z_{vs} - ztráta způsobená odevzdáním tepla do okolí, tj. ztráta tepla způsobená přestupem tepla sáláním a vedením v %.

Ztráta teplem spalin (komínová ztráta, ztráta citelným teplem spalin) je ze všech ztrát výrazně nejvyšší a proto je také jako jediná uvažována při stanovení účinnosti dle citované vyhlášky. Je dána především teplotou spalin. Platí přímá úměra: čím bude teplota spalin v komíně nižší, tím více tepla jsme v kotli využili a tím menší bude komínová ztráta.

Výpočet komínové ztráty Z_k

Ztráta Z_k způsobená únikem tepla ve spalínách se vyjadřuje poměrem tepla unikajícího ve spalínách k množství tepla přivedeného v 1 kg, resp. 1 m_N^3 paliva:

$$Z_k = \frac{O_p \cdot c_p \cdot (t_k - t_{vz})}{Q_i} \cdot 100 \quad [\%] \quad (5.2)$$

kde O_p je objem vlhkých spalín vzniklých spálením 1 kg, resp. 1 m_N^3 paliva v m_N^3/kg , resp. v m_N^3/m_N^3 ,
 c_p střední měrná tepelná kapacita vlhkých spalín při dané teplotě t_k a tlaku v $\text{kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})$, resp. $\text{kJ}/(m_N^3 \cdot \text{K})$,
 t_k teplota spalín na výstupu z kotle ve $^\circ\text{C}$,
 t_{vz} teplota vzduchu na vstupu do kotle ve $^\circ\text{C}$,
 Q_i výhřevnost paliva v kJ/kg , resp. kJ/m_N^3 .

Komínová ztráta je při standardním provozu kotle rozhodující pro výslednou účinnost. V některých případech není nutné ji stanovovat poměrně složitě dle vztahu (5.2) a je možné použít přibližného výpočtu.

Komínová ztráta dle Siegerta [33]

Pro přibližný výpočet komínové ztráty při spalování tuhých paliv, topného oleje a zemního plynu lze použít vztah dle Siegerta:

$$Z_k = K_1 \cdot \frac{t_k - t_{vz}}{\omega_{\text{CO}_2}} \quad [\%] \quad (5.3)$$

kde K_1 je konstanta dle druhu paliva (viz Tab. 5.6 a Tab. 5.7),
 t_k teplota spalín na výstupu z kotle ve $^\circ\text{C}$,
 t_{vz} teplota vzduchu na vstupu do kotle ve $^\circ\text{C}$,
 ω_{CO_2} obsah CO_2 ve spalínách v %obj..

Palivo	Konstanta K_1
Koks	0,80
Černé uhlí	1,0. K_2
Hnědé uhlí	1,1. K_2
Kamenouhelný dehtový olej	0,66
Topný olej	0,60
Zemní plyn	0,48

TAB. 5.6 HODNOTY KONSTANTY K_1 PRO VZTAH (5.3)

Obsah vody v palivu	Obsah CO_2 v suchých spalínách ω_{CO_2} (%)					
W_r (%hm.)	6	8	10	12	14	16
0	0,652	0,658	0,666	0,68	0,68	0,69
10	0,661	0,668	0,678	0,69	0,70	0,71
20	0,671	0,681	0,693	0,71	0,72	0,73
30	0,689	0,702	0,717	0,74	0,75	0,77
40	0,724	0,742	0,762	0,78	0,81	0,83
50	0,774	0,799	0,827	0,86	0,89	0,92
60	0,847	0,885	0,925	0,97	1,00	1,05

TAB. 5.7 HODNOTY KONSTANTY K_2 PRO TAB. 5.6

Komínová ztráta dle 1st. BimSchV

Zjednodušený výpočet komínové ztráty (pro kapalná a plynná paliva) se používá pro stanovení účinnosti u přenosných analyzátorů s elektrochemickými převodníky a vychází z 1st. BimSchV. Výpočet je možné uskutečnit (dle měřené složky spalin) pomocí dvou vztahů:

$$Z_k = \left(\frac{A_2}{21 - \omega_{O_2}} + B \right) \cdot (t_k - t_{vz}) \quad [\%] \quad (5.4)$$

$$Z_k = \left(\frac{A_1}{\omega_{CO_2}} + B \right) \cdot (t_k - t_{vz}) \quad [\%] \quad (5.5)$$

kde je ω_{O_2} obsah O_2 ve spalinách v %obj.,
 ω_{CO_2} obsah CO_2 ve spalinách v %obj.,
 t_k teplota spalin na výstupu z kotle ve °C,
 t_{vz} teplota vzduchu na vstupu do kotle ve °C,
 A_2, A_1 a B konstanty zohledňující druh spalovaného paliva viz Tab. 5.8.
 Mezi obsahem CO_2 a O_2 ve spalinách platí dle kinetiky spalování vztah:

$$\frac{\omega_{CO_2}}{CO_{2,max}} + \frac{\omega_{O_2}}{21} = 1 \quad [-] \quad (5.6)$$

kde $CO_{2,max}$ je maximální obsah CO_2 při stechiometrickém spalování v %obj.

konstanta	A_1	A_2	B	$CO_{2,max}$
Druh paliva				
Topný olej	0,5	0,68	0,007	15,4
Zemní plyn	0,37	0,66	0,009	11,8
Koksárenský plyn	0,29	0,6	0,011	10,2

TAB. 5.8 HODNOTY KONSTANT PRO VZTAH (5.4) A (5.5)

6. Legislativa

Z hlediska malých zdrojů jsou veškeré právní otázky upraveny zákonem č.86/2002 Sb., o ochraně ovzduší a o změně některých zákonů (zákon o ochraně ovzduší) ve znění pozdějších předpisů a návazných prováděcích právních předpisů.

6.1 Zákon o ochraně ovzduší

Zákon č. 86/2002 Sb., o ochraně ovzduší a o změně některých dalších zákonů (zákon o ochraně ovzduší), byl Parlamentem ČR schválen dne 14. února 2002 a nabyl účinnosti dnem 1.června 2002. První novelizace tohoto zákona byla zákonem č. 521/2002 Sb., kterým se mění zákon č. 76/2002 Sb., o integrované prevenci a o omezování znečištění, o integrovaném registru znečišťování a o změně některých zákonů (zákon o integrované prevenci), a zákon č. 86/2002 Sb., o ochraně ovzduší. Smyslem této „technické novely“ bylo provázání obou zákonů z hlediska integrovaného povolování u kategorií zdrojů vyjmenovaných v zákoně o integrované prevenci. Druhá novela byla provedena zákonem č. 92/2004 Sb., kterým se mění zákon č. 86/2002 Sb., o ochraně ovzduší a zákon č. 521/2002 Sb. Tato novela měla větší rozsah co do změn a úprav oproti první novele. Změny se týkaly vesměs technických úprav a největší změny této novely vyvstaly pro spalovny odpadů.

Zákon o ochraně ovzduší za dobu krátké existence v praxi potvrdil, že je účinným nástrojem pro další zlepšování kvality ovzduší. Přijatý zákon vytváří pro oblast ochrany ovzduší kompaktní právní předpis, neboť jeho obsah tvoří oblast ochrany ovzduší, oblast ochrany ozonové vrstvy Země a oblast ochrany klimatického systému Země. Nesystémově byla do uvedeného právního předpisu zařazena na základě pozměňovacích návrhů v Poslanecké sněmovně Parlamentu oblast ochrany před světelným znečištěním, která byla novelou č. 92/2004 Sb., zrušena.

Hlavním cílem právní úpravy byla transpozice právních předpisů Evropského společenství do oblasti ovzduší jako hlavní složky životního prostředí s důrazem na její ochranu a využití některých ustanovení bývalé legislativy, které se osvědčily a jejich ponechání v zákoně o ovzduší, pokud nejsou v rozporu s příslušnými právními předpisy Evropských společenství. Zákon o ovzduší transponuje 34 právních předpisů ES a požadavky plynoucí z mezinárodních úmluv a protokolů (zejména Úmluva EHK OSN o dálkovém znečišťování ovzduší překračujícím hranice států a její protokoly, Vídeňská úmluva o ochraně ozonové vrstvy Země včetně Montrealského protokolu a jeho dodatků). Dalším z cílů je dosažení Evropské úrovně kvality ovzduší podle Evropských právních předpisů, trvalá kontrola a prosazování plnění povinností u provozovatelů zdrojů znečišťování ovzduší, snižování objemu vypouštěných znečišťujících látek do ovzduší a snižování výroby, dovozu, vývozu a používání látek ohrožujících nebo poškozujících ozónovou vrstvu a klimatický systém Země.

Zákon o ochraně ovzduší stanovuje kompetence obcí v § 50 a jednotlivá ustanovení ze zákona o ovzduší se přímo či nepřímo dotýkají orgánů obcí. Podpůrnou legislativní pomocí jsou prováděcí právní předpisy týkající se ochrany ovzduší, viz. Tab. 6.1, vydané ve sbírce zákonů: ze dne 14.srpna 2002 (částka 127), ze dne 31.prosince 2002 (částka 192), ze dne 10. prosince 2003 (částka 138), ze dne 13.února 2004 (částka 20) a ze dne 17.března 2004 (částka 35).

Nariadení vlády č. 350/2002 Sb., ve znění č. 60/2004 Sb.	stanoví imisní limity a podmínky a způsob sledování, posuzování, hodnocení a řízení kvality ovzduší, zveřejňuje oblasti se zhoršenou kvalitou ovzduší
Nariadení vlády č. 351/2002 Sb., ve znění č. 417/2003 Sb.	stanoví závazné emisní stropy pro některé látky znečišťující ovzduší a způsob přípravy a provádění emisních inventur a emisních projekcí
Nariadení vlády č. 352/2002 Sb.	stanoví emisní limity a další podmínky provozování spalovacích stacionárních zdrojů znečišťování ovzduší
Nariadení vlády č. 353/2002 Sb.	stanoví emisní limity a další podmínky provozování ostatních stacionárních zdrojů znečišťování ovzduší

Nařízení vlády č. 354/2002 Sb.	stanoví emisní limity a další podmínky pro spalování odpadů
Vyhláška č. 355/2002 Sb.	stanoví emisní limity a další podmínky provozování ostatních stacionárních zdrojů znečišťování ovzduší emitujících těkavé organické látky z procesů aplikujících organická rozpouštědla a ze skladování a distribuce benzínu
Vyhláška č. 356/2002 Sb.	stanoví seznam znečišťujících látek, obecné emisní limity, způsob předávání zpráv a informací, zjišťování množství vypouštěných znečišťujících látek, tmavosti kouře, přípustné míry obtěžování zápachem a intenzity pachů, podmínky autorizace osob, požadavky na vedení provozní evidence zdrojů znečišťování ovzduší a podmínky jejich uplatňování
Vyhláška č. 357/2002 Sb.	stanoví požadavky na kvalitu paliv z hlediska ochrany ovzduší
Vyhláška č. 358/2002 Sb., změna při vstupu do EU	stanoví podmínky ochrany ozonové vrstvy Země
Vyhláška č. 553/2002 Sb.	stanoví hodnoty zvláštních imisních limitů znečišťujících látek SO ₂ , NO _x a ozon pro regulační řády na národní, krajské a místní úrovni.
Nařízení vlády č. 12/2004 Sb.	o Národním programu snižování emisí TZL, SO ₂ , NO _x ze stávajících zvláště velkých spalovacích zdrojů

TAB. 6.1 SEZNAM PROVÁDĚCÍCH PRÁVNÍCH PŘEDPISŮ K ZÁKONU O OVZDUŠÍ

6.2 Ustanovení zákona o ochraně ovzduší a kompetence obcí

§ 50, odst.1, písm. a) dotčený správní orgán v územním, stavebním a kolaudačním řízení z hlediska ochrany ovzduší

Stejná kompetence byla v pravomoci České inspekce životního prostředí (ČIŽP) do konce r.2002. Od 1.1.2003 byla tato kompetence totožná u orgánu kraje v přenesené působnosti (krajského úřadu), které vydávaly stanoviska k malým zdrojům znečišťování ovzduší. Tato kompetence byla zrušena novelou zákona č. 92/2004 Sb. Na základě této novely nevydávají krajské úřady vyjádření a nejsou dotčenými orgány státní správy u malých zdrojů znečišťování ovzduší. Principem je zachovat rozhodování o malých zdrojích místním podmínkám a potřebám. Přesto existuje i nadále spolupráce mezi obecními a krajskými úřady. Jestliže provozovatel není schopen kategorizace nově vzniklého zdroje dle právních předpisů na úseku ochrany ovzduší, popř. vzniká pochybnost o navržené kategorizaci provozovatelem, je žádoucí aby obecní úřady předaly podnět ČIŽP o zařazení tohoto zdroje do příslušné kategorie, která vydá v této věci rozhodnutí v souladu s § 4 odst. 10 zákona o ochraně ovzduší.

Pojem „dotčený orgán státní správy a dotčený správní orgán“ jsou z hlediska obsahu identické. V teorii správního práva se pracuje mimo jiné s pojmy „správní úřad“ a „správní orgán“. Podle platných Legislativních pravidel by se určité pojmy měly vyskytovat v právním předpise pod jednotným označením a z tohoto pohledu jde o formální nedostatek v zákoně o ochraně ovzduší, který nemá vliv na obsah předmětných ustanovení.

§ 50, odst.1, písm. b) zpřístupňuje informace podle tohoto zákona a zvláštních právních předpisů

Právo na informaci o úrovni znečištění ovzduší a s ním související informace upravuje § 36 zákona o ochraně ovzduší s odkazem na zákon č. 123/1998 Sb., o právu na informace o životním prostředí, ve znění zákona č. 132/2000 Sb., a zákon č. 106/1999 Sb., o svobodném přístupu k informacím, ve znění pozdějších předpisů. V tomto směru je významným zdrojem informací Český hydrometeorologický ústav (ČHMÚ), který aktualizuje jednotlivé data o stavu ovzduší (směr směru větru, srážky, stav atmosféry, množství znečišťujících látek v ovzduší a jiné).

Informace o technickém stavu – provozu zvláště velkých, velkých a středních zdrojů znečišťování ovzduší lze konzultovat s pracovníky České inspekce životního prostředí (ČIŽP). Dalším zdrojem informací ohledně regionálních programů zlepšení kvality ovzduší v oblastech se zhoršenou kvalitou ovzduší, množství emisí na regionální úrovni a informace o průběhu řízení zvláště velkých, velkých a středních zdrojů znečišťování ovzduší lze možno získat u příslušného krajského úřadu.

§ 50, odst. 1, písm. c) rozhoduje o vyměření poplatků za znečišťování ovzduší u malých stacionárních zdrojů podle § 19 odst. 6

Roční výši poplatku pro malý stacionární zdroj vyměří orgány obce pevnou částkou v rozmezí uvedeném v příloze č. 1 zákona o ochraně ovzduší. Orgán ochrany ovzduší přitom přihlédne ke skutečné, provozovatelem dokladované spotřebě paliva u spalovacího zdroje, provozovatelem dokladovaného množství emisí těkavých organických látek popř. tuhých znečišťujících látek u technologického zdroje, za zpoplatňované období. U malých spalovacích zdrojů do 50 kW včetně nebo u zdrojů používajících jako paliva koks, dřevo, zemní plyn nebo topný olej s obsahem síry do 0,1 % není sazba poplatku stanovena. Finanční zdroje z poplatků malých stacionárních zdrojů jsou příjmem obce a jsou účelově vázané k využití ochrany životního prostředí v dané obci (např. plynofikace, ČOV, apod.). Poplatkovou agendu malých stacionárních zdrojů zajišťuje obec, která si vede evidenci malých stacionárních zdrojů. Instrukce a návrh oznámení na výpočet poplatku je vhodné, avšak nikoli povinné zaslat jednotlivým subjektům provozujícím malý stacionární zdroj. Vzor oznámení lze získat na webových stránkách www.chmi.cz/uoco/emise/evidence. Vzor rozhodnutí o poplatku lze získat u místního krajského úřadu.

Při ukládání pokut za nesplnění oznamovací povinnosti provozovatelů zdrojů znečišťování ovzduší se postupuje podle zákona č. 71/1967 Sb., o správním řízení (správní řád). Určení příjemce pokut uložených podle § 19 odst. 10 nebo § 20, případně § 22 odst. 1 zákona o ochraně ovzduší. Příjemce pokut udělených za nesplnění oznamovací povinnosti u kategorie středních zdrojů znečišťování ovzduší je v souladu s ustanovením § 40 odst. 13 zákona o ochraně ovzduší obecní úřady obce s rozšířenou působností. V tomto ustanovení se mimo jiné uvádí, že příjemcem pokut uložených orgánem obce je ten orgán, který o pokutě rozhodl a pokuty musí být použity k ochraně ovzduší na území svěřeném do jeho působnosti. V předmětném ustanovení se již nehovoří, o jaký typ obce se jedná a z našeho pohledu to v daném případě nepovažujeme za důležité.

§ 50, odst. 1, písm. d) nařizuje odstranění závad u malých spalovacích zdrojů podle § 12 odst. 1, písm. f), ukládá opatření k nápravě těchto závad podle § 38 odst. 1 a ukládá pokuty za nesplnění této uložené povinnosti

Odstraňování závad se týká výhradně malých spalovacích zdrojů provozovaných při **podnikatelské činnosti** (ve smyslu zákona č. 513/1991 Sb., obchodní zákoník, ve znění pozdějších předpisů) spalující tuhá paliva (od jmenovitého tepelného výkonu 15 kW) nebo plynná a kapalná paliva (od jmenovitého tepelného výkonu 11 kW). Provozovatel tohoto zdroje je povinen doložit orgánu obce protokol o měření účinnosti spalování, měření množství vypouštěných znečišťujících látek a kontrole spalínových cest. Tyto podklady nesmějí být staré více než 2 roky. Odstraňování závad u malých technologických zdrojů znečišťování ovzduší neošetřila současná právní úprava v oblasti ochrany ovzduší a tudíž je velmi problematické nařídit podle tohoto ustanovení odstranění jakékoli závady. Ovšem i zde existuje určitý prostor a řadu provozovatelů je možné do určité míry usměrnit. Toto lze provést přes stavební a kolaudační podmínky v jednotlivých povoleních těchto zdrojů. Určitou pomocnou rukou při řešení těchto složitých situací (vesměs na podnět stížností) u malých technologických zdrojů je oblastní inspektorát ČIŽP a krajský úřad.

§ 50, odst. 1, písm. e) vypracovává programy zlepšování kvality ovzduší podle § 7 odst. 6 v oblastech se zhoršenou kvalitou, které se nacházejí na její územní působnosti

Programy zlepšování kvality ovzduší jsou povinné v oblastech se zhoršenou kvalitou ovzduší, to znamená překročení imisního limitu zvýšenou o mez tolerance. Oblasti se zhorše-

nou kvalitou ovzduší vyhláší každoročně Ministerstvo životního prostředí. Překračování těchto limitních hodnot podle Světové zdravotní organizace (WHO) znamená trvalé a nevratné poškození lidského zdraví. Stěžejním programem je Národní program zlepšování kvality ovzduší, který je zpracován současně s Národním programem snižování emisí. Z těchto programů vycházejí Krajské a místní (Obecní) programy zlepšování kvality ovzduší a programy snižování emisí. Metodický návod na vypracování těchto Programů lze najít na internetové stránce www.env.cz/AIS/web.nsf/pages/narodni-programy-oov.

Na základě novelizace zákona č. 86/2002 Sb., o ochraně ovzduší a to zákonem č. 92/2004 Sb., došlo ke změně textu zmocňovacího ustanovení k vydání nařízení obce a podle tohoto novelizovaného ustanovení vydává předmětné nařízení obce obecní úřad, což však není v souladu s obecnou úpravou danou zákonem č. 128/2000 Sb., o obcích (obecní zřízení), ve znění pozdějších předpisů, podle něhož je vydávání nařízení obce svěřeno výhradně radě obce (příp. zastupitelstvu obce v obcích, kde se rada obce nevolí), nikdy však obecnímu úřadu.

Z tohoto důvodu je nutné sladit jednotlivé právní předpisy tak, aby příslušné zákonné zmocnění § 7 odst. 7 zákona o ochraně ovzduší k vydání předmětného nařízení obce nebylo v rozporu s obecně právní úpravou. Proto je nutné zvážit možné právní důsledky tohoto nařízení.

§ 50, odst.1, písm. f) může vypracovat místní program snižování emisí znečišťujících látek podle § 6 odst.5

Program snižování emisí není pro obce povinný, lze jej však sloučit s programem zlepšení kvality ovzduší. Program snižování emisí lze vydat nařízením obce, jelikož zákonné zmocnění § 6 odst. 6 zákona o ochraně ovzduší po novelizacích ponechalo tuto kompetenci orgánu obce, nikoli obecnímu úřadu jak to je v případě § 7 odst. 7 zákona o ochraně ovzduší. Tato skutečnost zůstává stejná i pro kraje. Proto lze výhodně využít toto ustanovení a vydat nařízení obce v souladu se zákonem č. 128/2000 Sb., o obcích (obecní zřízení), ve znění pozdějších předpisů. Programy snižování emisí by měly být zaměřeny na možnosti regulace malých zdrojů znečišťování ovzduší, tzn. stanovení priorit, které po schválení radou, popř. zastupitelstvem obce budou naplňovány. Také je vhodné v tomto programu nastínit navrhované projekty, které zlepší kvalitu ovzduší v dané obci, a tímto zveřejněním dosáhnou mimo jiné i na finanční dotace z českých fondů a fondů EU.

§ 50, odst.1, písm. g) vydává nařízení, jímž může na svém území zakázat některé druhy paliv pro malé spalovací zdroje znečišťování

Jedná se o méně kvalitní paliva (hnědé uhlí energetické, lignit, uhelné kaly, proplátky), seznam těchto paliv je uveden v příloze č.11 k tomuto zákonu, které při spalování v domácích topeništích produkují větší množství zdraví nebezpečných znečišťujících látek. Pracovníci na úseku životního prostředí zvážejí, zda je nutné navrhnout orgánu obce (Zastupitelstvo a Rada obce) nařízení regulující spalování méně kvalitních paliv ve svém územním obvodu.

Je nutné upozornit, že i v tomto případě není v současné době soulad s obecnou úpravou danou zákonem č. 128/2000 Sb., o obcích (obecní zřízení), ve znění pozdějších předpisů. Proto je nutné zvážit možné právní důsledky tohoto nařízení.

§ 50, odst.1, písm. h) vydává nařízení, jímž může na svém území stanovit podmínky spalování suchých rostlinných materiálů podle § 3 odst. 5 nebo toto spalování zakázat

Spalování rostlinných materiálů způsobuje velice nepříjemný štiplavý zápach, který při inverzním počasí způsobuje u alergiků zdravotní riziko. Pracovníci na úseku životního prostředí zvážejí jak často dochází k inverznímu počasí v obci, polohu obce a stížnosti občanů na kouř z ohnišť. Při stanovení podmínek spalování suchých rostlinných materiálů přihlíží zejména ke klimatickým podmínkám, stavu ovzduší ve svém územním obvodu, vegetačnímu období a hustotě obytné zástavby. Následně mohou navrhnout orgánu obce (zastupitelstvo a rada obce) nařízení regulující spalování rostlinných materiálů ve svém územním obvodu.

Jde zásadně o spalování rostlinných materiálů v otevřených ohništích. Základní podmínkou je, aby rostlinné materiály byly suché a při jejich spalování nedocházelo k obtěžování kouřem. Co se považuje za rostlinný materiál může obecní úřad vymezit ve svém nařízení při stanovení podmínek, za jakých lze tento materiál spalovat. Pokud nařízení obecního úřadu není vydáno, zahrnuje se mezi rostlinné materiály zejména suchá tráva a opadané listí ze stromů. Z uvedeného vyplývá, že požadavek na spalování rostlinných materiálů v otevřených ohništích uvedený v § 3 odst. 5 zákona o ochraně ovzduší platí obecně.

Je nutné upozornit, že i v tomto případě není v současné době soulad s obecnou úpravou danou zákonem č. 128/2000 Sb., o obcích (obecní zřízení), ve znění pozdějších předpisů. Proto je nutné zvážit možné právní důsledky tohoto nařízení.

§ 50, odst.1, písm. i) vyhláší regulační opatření k omezování emisí ze stacionárních zdrojů, které podléhají regulaci podle § 8 odst. 3, a k omezování provozu mobilních zdrojů znečišťování

Pokud území obce spadá do oblasti se zhoršenou kvalitou ovzduší v souladu s nařízením vlády č. 350/2000 Sb., ve znění nařízení vlády č. 60/2004 Sb., je nutné zjistit o které znečišťující látky se jedná. Vyhláška č. 553/2002 Sb., dává možnost regulovat jen znečišťující látky NO_x, SO₂ a ozon. Z výše uvedeného vyplývá, že není možno regulovat látky, které jsou převážné míře problémem na území ČR (tzn. prашný aerosol).

Je nutné upozornit, že i v tomto případě není v současné době soulad s obecnou úpravou danou zákonem č. 128/2000 Sb., o obcích (obecní zřízení), ve znění pozdějších předpisů. Proto je nutné zvážit možné právní důsledky tohoto nařízení.

§ 50, odst.1, písm. j) vede evidenci malých stacionárních zdrojů, u nichž tento zákon stanoví ohlašovací povinnost, a poskytuje údaje z této evidence ministerstvu

Evidence malých stacionárních zdrojů může být vedena jednak v poplatkovém programu a jednak v samostatném souboru typu xls. popř. mdb. Je vhodné jakýkoli typ databáze malých zdrojů znečišťování ovzduší mít k dispozici. Pomocnou rukou jsou jednak odborné firmy, tak krajské úřady, ČIŽP a ministerstvo.

§ 50, odst.1, písm. k) vydává povolení pro činnosti, kde to stanoví zvláštní právní předpis, při kterých vznikají emise těkavých organických látek a které odpovídají kategorii malých ostatních stacionárních zdrojů znečišťování ovzduší. Pro tyto látky může stanovit fugitivní emisní limit v závislosti na kvalitě ovzduší v daném místě

Významnými zdroji v obcích jsou malé dílny (autoopravny, dřevařské dílny apod.), které svou činností emitují emise těkavých organických látek a tuhé zneč. látky. Toto tvrzení bylo sledováno na bilanci celkových emisí jak republikově, tak regionálně a po vyhodnocení víceletého sledování přistoupilo MŽP k tomuto novému ustanovení v novele zákona o ochraně ovzduší č. 92/2004 Sb. Touto skutečností nastane možnost pro obce regulovat tyto malé provozy, které v současné době mají mnohdy vyšší emise zneč. látek než větší provozy, které musely při povolení provozu investovat do odlučovacích zařízení a jsou pod neustálou kontrolou orgánu ochrany ovzduší. Zatím není stanovena v zákoně o ochraně ovzduší hmotněprávní ustanovení k tomuto kompetenčnímu paragrafu, proto by tento nedostatek měl být opraven v další novele zákona o ochraně ovzduší.

§ 50, odst.2, písm. a) kontroluje dodržování povinností provozovateli malých stacionárních zdrojů podle § 12, za nedodržení povinností jim ukládá pokuty a nápravná opatření a rozhoduje o zastavení nebo omezení provozu těchto zdrojů

§ 50, odst.2, písm. b) kontroluje dodržování přípustné tmavosti kouře, pachového čísla a přípustné míry obtěžování zápachem u provozovatelů malých stacionárních zdrojů a za nedodržení povinností ukládá pokuty

Při ukládání pokut se obecně postupuje podle zákona č. 200/1990 Sb., o přestupcích, ve znění pozdějších předpisů nebo podle zákona č. 71/1967 Sb., o správním řízení (správní řád), ve znění pozdějších předpisů. V případě vydávání rozhodnutí podle zákona o ochraně ovzduší, včetně rozhodnutí o výši pokut se určení procesního předpisu řídí ustanovením § 53 odst. 1 tohoto zákona. V tomto ustanovení se uvádí, že na rozhodování podle tohoto zákona se vztahuje správní řád. Z tohoto důvodu dle ustanovení § 40 odst. 4 uloží obecní úřad provozovateli malého stacionárního zdroje pokutu ve výši od 500 do 150 000 Kč, poruší-li alespoň jednu z povinností stanovených v § 3 odst. 3, 4, 9 nebo § 12 odst. 1.

K žádosti o stanovisko k obtěžování cigaretovým kouřením a jinými pachy

Zákon o ochraně ovzduší se vztahuje na provozovatele stacionárních zdrojů znečišťování ovzduší a na činnosti v souvislosti s jejich provozem. Mezi tyto činnosti nepatří antropogenní činnost, ať již v souvislosti s kouřením cigaret nebo přípravou pokrmů. Z hlediska posouzení vlivů uvedených činností na lidské zdraví doporučujeme se obrátit v případě negativního stanoviska Krajského hygienika přímo na Ministerstvo zdravotnictví.

Četnost měření podle Ringelmannova není prováděcím právním předpisem předepsána. Při ustáleném provozu spalovacího zdroje průmyslového charakteru (tedy minimálně zdroj střední) není překročení emisního limitu pro tmavost kouře předpokládáno. Provozovatel provede stanovení na základě vlastního uvážení zejména tehdy, pokud sám vizuálně sledá podezření na zvýšenou tmavost. V případě, že výsledek ověření potvrdí překročení povoleného stupně tmavosti kouře, je provozovatel povinen provést opatření k jejímu zamezení. Stejně měření se provede i v případě stížnosti na obtěžování kouřem.

Spalování odpadních olejů je podle zákona o odpadech možné pouze v zařízeních, která jsou k nakládání s odpady podle tohoto zákona určena (§ 12 odst. 2 a § 14 odst. 1 zákona o odpadech). K provozování zařízení k využívání, odstraňování, sběru nebo výkupu odpadu musí být udělen souhlas orgánu kraje včetně souhlasu s jeho provozním řádem, s výjimkou zařízení uvedených v § 14 odst. 2 zákona o odpadech. Pokud se v zařízení spalují pouze odpady z vlastní produkce, je postačující, je-li tento způsob využívání odpadního oleje schválen v rámci souhlasu k nakládání s nebezpečnými odpady. Pokud jde o dodržení podmínek ke spalování odpadních olejů v zařízení malých nebo středních zdrojů znečišťování ovzduší podle zákona o ochraně ovzduší a povolených podle předcházejících právních předpisů upravujících oblast ochrany ovzduší, jsou provozovatelé těchto zdrojů povinni tuto činnost ukončit nejpozději do 2 let od nabytí účinnosti zákona o ochraně ovzduší, to je do 1.6.2004. Provozovatelé středních zdrojů znečišťování ovzduší mohou pokračovat ve spalování odpadních olejů i po 1.6.2004, pokud splní podmínky dané v § 18 zákona o ochraně ovzduší.

§ 50, odst.2, písm. c) kontroluje účinnost spalování, měření množství a rozsahu vypouštěných látek u malých spalovacích zdrojů podle § 12 odst. 1 písm. f); touto činností může pověřit odborně způsobilé právnické nebo fyzické osoby podle zvláštního právního předpisu

§ 50, odst.2, písm. d) kontroluje dodržování povinností podle § 3 odst. 5 a 10 a za jejich porušení ukládá pokuty

Protokoly z měření účinnosti spalování měření množství a rozsahu vypouštěných látek u malých spalovacích zdrojů provádějí autorizované osoby podle zákona o ochraně ovzduší. Velkou skupinou v této oblasti jsou odborníci z cechu kominického, více informací lze získat na www.skcr.cz. V každé oblasti lze najít danou osobu, popř. více osob, které provádějí tyto služby.

Zákon o ochraně ovzduší v § 12 odst. 1 písm. f) mimo jiné uvádí, že u spalovacích zdrojů provozovaných při podnikatelské činnosti provozovatele je provozovatel takového stacionárního zdroje povinen zajistit prostřednictvím oprávněné osoby jeho měření. Pokud domovní kotelnu provozuje přímo družstvo, které není podnikatelským subjektem ve smyslu zákona č. 513/1991 Sb., obchodní zákoník, ve znění pozdějších předpisů, nevztahuje se výše zmíněná povinnost podle zákona o ochraně ovzduší. Jiná situace by nastala, pokud by výrobu a distribuci tepla za-

bezpečovala pro družstevní domy právnická osoba podnikající za účelem zisku, a to bez ohledu na její formu (s.r.o., akciová společnost a jiné). V tomto případě by bylo nutné, aby společnost zajišťovala požadované měření spalovacích zdrojů nejméně 1 x za 2 roky.

Sousedské spory, které jsou charakteristické nemožností řešení právní úpravou v oblasti ochrany ovzduší, lze lépe řešit podle ustanovení § 127 zákona č. 40/1964 Sb., občanský zákoník, ve znění pozdějších předpisů, ve kterém se uvádí, že vlastník věci se musí zdržet všeho, čím by nad míru přiměřenou poměrům obtěžoval sousedy hlukem, prachem, kouřem, popílkem, parami, pachy apod. Došlo-li ke zřejmému zásahu do pokojného stavu (§ 5 občanského zákoníku), lze se domáhat ochrany u příslušného orgánu státní správy (obecního úřadu obce). Ten může předběžně zásah zakázat nebo uložit, aby byl obnoven předešlý stav. Tím není dotčeno právo poškozeného domáhat se ochrany u soudu. Obecní úřad může nařídit přemístit zdroj obtěžování dále od hranice pozemku, pokud by se tím jeho obtěžování kouřem vyřešilo.

Výklad Ministerstva životního prostředí ohledně sporného ustanovení § 3 odst.8 zákona o ochraně ovzduší (Centrální zásobování teplem - CZT, alternativní zdroje versus ostatní typy vytápění).

Vzhledem k tomu, že kvantifikace dopadů v oblasti ochrany životního prostředí by měly být založeny na zahrnutí negativních externalit do nákladů znečišťovatelů, byla provedena kalkulace pojmu „ekonomicky přijatelné“ na základě externalit, které způsobují jednotlivé druhy paliv při vytápění objektů.

Při stanovení hodnot externalit byla použita studie MŽP „Makroekonomické vyhodnocení jednotlivých způsobů výroby elektřiny a tepla včetně alternativních a obnovitelných zdrojů“, která byla zpracována v roce 2002 firmou City Plan, spol.s.r.o. Dále byly porovnány dosažené výsledky u obnovitelných zdrojů energie (OZE), zemního plynu, koksu, černého uhlí, hnědého uhlí a elektřiny, přičemž byly rovněž brány v úvahu podíly jednotlivých druhů paliv na vytápění v České republice.

Výsledkem je stanovení ekonomické přijatelnosti zvlášť pro OZE a zvlášť pro centrální zdroje tepla (CZT). Při rozhodování dotčeného úřadu by měly být brány v úvahu jak investiční, tak i provozní náklady.

Vysvětlení pojmu ekonomická přijatelnost pro CZT je následující.

Jestliže se v konkrétním případě vyskytne rozdíl v cenách v neprospěch CZT, potom se považuje za ekonomicky přijatelnou taková varianta, kdy náklady stavebníka nepřekročí **2-násobek nákladů na jiný zdroj tepla**. 2-násobek je chápán jako maximální a mezní hranice ekonomické přijatelnosti pro CZT.

Vysvětlení pojmu ekonomická přijatelnost pro OZE je následující.

Jestliže se v konkrétním případě vyskytne rozdíl v cenách v neprospěch OZE, potom se považuje za ekonomicky přijatelnou taková varianta, kdy náklady stavebníka nepřekročí **3-násobek nákladů na jiný zdroj tepla**. 3-násobek je chápán jako maximální a mezní hranice ekonomické přijatelnosti pro OZE.

Obě hranice ekonomické přijatelnosti jsou chápány jako maximální a mezní; dotčený úřad může změnit hranici směrem dolů na základě lokálních specifík.

6.3 Povinnosti provozovatelů malých stacionárních zdrojů

Pro účely tohoto zákona [50] je provozovatelem zdroje znečišťování právnická nebo fyzická osoba, která zdroj znečišťování ovzduší skutečně provozuje. Není-li taková osoba, považuje se za provozovatele vlastník zdroje znečišťování.

Zákon o ovzduší uvádí šest základních povinností provozovatelů malých zdrojů znečištění (§ 12 odst.1).

Provozovatelé malých stacionárních zdrojů jsou povinni:

- uvádět do provozu a provozovat stacionární zdroje jen v souladu s podmínkami pro provoz těchto zdrojů,
- umožnit osobám pověřeným obcí a inspekci přístup ke stacionárnímu zdroji za účelem ověření kategorizace zdroje, zjištění množství vypouštěných látek a kontroly jeho technického stavu a předkládat jim k tomu potřebné podklady,
- oznámit stacionární zdroj, který vypouští těkavé organické látky, orgánu obce způsobem stanoveným prováděcím právním předpisem, vést evidenci těkavých látek a poskytnout každoročně přehled o jejich spotřebě obci,
- plnit pokyny orgánu ochrany ovzduší ke zjednání nápravy podle § 38 odst. 1,
- dodržovat přípustnou tmavost kouře a pachové číslo, je-li stanoveno, a neobtěžovat kouřem a zápachem osoby ve svém okolí a obydlené oblasti,
- zajišťovat prostřednictvím oprávněné osoby měření účinnosti spalování, měření množství vypouštěných látek a kontrolu stavu spalinových cest u spalovacích zdrojů provozovaných při podnikatelské činnosti provozovatele, a to nejméně jedenkrát za 2 roky, a odstraňovat zjištěné závady; tuto povinnost plní provozovatelé u zdrojů spalujících tuhá paliva od jmenovitého tepelného výkonu 15 kW a u zdrojů spalujících plynná nebo kapalná paliva od jmenovitého tepelného výkonu 11 kW (viz také podmínky v tab. 6.2 pro tuhá paliva a tab. 6.3; za oprávněnou osobu se považuje držitel živnostenského oprávnění v oboru kominictví).

Povinnosti uvedené pod písmeny b) a f) se nevztahují na provozovatele malých stacionárních zdrojů umístěných v rodinných domech, bytech a stavbách pro individuální rekreaci s výjimkou případů, kdy jsou provozovány výhradně pro podnikatelskou činnost.

Jeden z prováděcích předpisů k Zákonu o ochraně ovzduší, a to Nařízení vlády č. 352/2002 Sb. stanovuje v příloze č. 7 podmínky:

- pro zjišťování znečišťujících látek,
- pro kontrolu účinnosti spalování,
- pro kontrolu spalinových cest.

Dále stanovuje lhůty provádění kontroly spalinových cest a účinnosti spalování. V následujících odstavcích jsou uvedeny tabulky pouze pro kontrolu malých spalovacích zdrojů při spalování tuhých paliv.

6.4 Kontrola účinnosti spalování

Každý malý zdroj musí spalovat palivo alespoň s účinností spalování podle Tab. 5.5 Platné limitní účinnosti spalování pro spotřebiče spalující tuhá paliva pro uvedený výkonový rozsah. Požadavek minimální účinnosti má své oprávnění. Vyšší účinnost sníží spotřebu paliva a také sníží množství vznikajících znečišťujících látek. Stanovení účinnosti u malých zdrojů je výhodnější provádět nepřímou metodou. Pro zjednodušení provádění kontroly účinnosti autorizovanými osobami je účinnost spalování vypočtena pouze ze stanovení ztráty fyzickým teplem spalín (komínové ztráty) [33]. Zde je nutno podotknout, že stanovení přesné účinnosti dle [8] zahrnuje stanovení ještě dalších ztrát, ze kterých je pro spalování tuhých paliv významná zejména ztráta mechanickým nedopalem. Její stanovení by však v případě kontroly autorizovanou osobou znamenalo značné prodloužení doby zkoušky a zvýšení nákladů na provádění analýz tuhých zbytků po spalování. Proto požadavky na stanovení účinnosti spalování dle [33] byly omezeny pouze na stanovení účinnosti zjednodušeným způsobem.

Jmenovitý tepelný výkon [kW]	Datum uvedení spotřebiče do provozu		
	do 31.12.1982	do 31.12.1985	do 1.1.1990
15 až 20	68 %	69 %	70 %
20 až 50	70 %	71 %	72 %
větší 50	72 %	73 %	74 %

TAB. 6.2 PLATNÉ LIMITNÍ ÚČINNOSTI SPALOVÁNÍ PRO SPOTŘEBIČE SPALUJÍCÍ TUHÁ PALIVA

Při měření veličin nutných pro výpočet účinnosti spalovacího procesu u malých zdrojů se postupuje podle těchto zásad:

- a) měření je možno zahájit teprve v okamžiku, kdy je zdroj v ustáleném provozním stavu,
- b) měřicí sonda se umísťuje do otvoru, který je u nově instalovaných malých zdrojů součástí spalínového hrdla zdroje. Je nutné dodržovat zásadu, aby měřicí místo bylo v blízkosti spalínového hrdla zdroje a nedocházelo k ředění spalínů a zkreslení naměřených hodnot,
- c) vlastní měření se provádí opakovaně, nejméně třikrát v intervalu nejméně 10 minut při jmenovitém výkonu zdroje nebo zařízení.

Účinnost spalování se vypočte z následujícího vztahu:

$$\eta = 100 - \xi \quad [\%] \quad (6.1)$$

kde: ξ komínová ztráta v [%]

Při hodnocení účinnosti spalování se uvažuje pouze komínová ztráta. Další ztráty, jako jsou poměrná ztráta mechanických a plynným nedopalem a poměrná ztráta sdílením tepla do okolí, se neuvažují.

Každý spalovací zdroj musí spalovat palivo tak, aby koncentrace CO ve spalínách nepřekročila maximální hodnotu 1000 ppm při referenčním obsahu kyslíku (pro tuhá paliva je referenční obsah O₂ ve spalínách 6 %).

6.5 Kontrola spalínových cest

Kontrolou spalínových cest prováděnou samostatně nebo při jednorázovém měření účinnosti spalování malých zdrojů znečišťování ovzduší se rozumí ověřování, zda:

- a) je zajištěn dostatečný a bezpečný odvoz a rozptyl spalínů ze spotřebiče do volného ovzduší,
- b) je ve spalínové cestě dostatečný počet vhodných kontrolních, čisticích a měřicích otvorů,
- c) nejsou ohroženy životy a zdraví obyvatel objektu možným únikem spalínů netěsnostmi kouřovodů a komínů,
- d) je zajištěn bezpečný průchod pro vymetací a čisticí nástroje v celé účinné i neúčinné výšce průduchu komína,
- e) je zajištěn přístup k místům kontroly a čištění komínů, kouřovodů, spotřebičů paliv a větracích průduchů umožňující, aby při jejich kontrole a čištění byly dodrženy podmínky bezpečnosti a ochrany zdraví při práci.

Druh paliva	Kontrola spalínových cest		Kontrola účinnosti spalování	
	Výkon v kW	Lhůty	Výkon v kW	Lhůty
	nad 50	1 x za 3 měsíce	nad 50	1 x za 2 roky
Tuhá paliva	0 až 50	1 x za 6 měsíců	15 až 50	1 x za 2 roky
	nad 50	1 x za 6 měsíců	nad 50	1 x za 2 roky

TAB. 6.3 LHŮTY PROVÁDĚNÍ KONTROLY SPALÍNOVÝCH CEST A ÚČINNOSTI SPALOVÁNÍ

Kontrola spalínových cest se provádí podle schválených technologických postupů. Tyto postupy jsou stanoveny pro jednotlivé typy spalínových cest v závislosti na druhu připojeného spalovacího zdroje a použitého paliva. Na základě výsledků kontroly je posouzeno, zda aktuální stav spalínových cest odpovídá požadavkům stavebního zákona a příslušným technickým normám, případně je stanoven postup k odstranění zjištěných nedostatků.

Prováděcí právní předpis stanoví způsob vedení evidence a rozsah sledovaných údajů pro bilancování spotřeby těkavých organických látek.

6.6 Poplatky za znečišťování

Zákon o ovzduší (§19 odst. 1, 9, 15, 16 a 17) uložil povinnost platit poplatky za znečišťo-

vání ovzduší pro provozovatele malých zdrojů znečištění o tepelném výkonu nad 50 kW. Roční jednorázové poplatky pro malé zdroje jsou uvedeny v Tab. 6.4.

Palivo	Rozmezí sazeb (Kč/rok)	
	50 - 100 kW	100 - 200 kW
koks, dřevo, zemní plyn a topný olej s obsahem síry do 0,1 %	0	0
topné oleje s obsahem síry od 0,1 do 0,2 %	1 000 - 1 550	1 500 - 2 000
topné oleje s obsahem síry do 1 %	1 500 - 2 500	2 500 - 3 000
jiná kapalná paliva a látky pokud tento zákon jejich spalování nezakazuje	6 000 - 8 000	8 000 - 12 000
černé uhlí	1 500 - 2 000	2 000 - 3 000
hnědé uhlí tříděné, paliva z hnědého uhlí	2 500 - 4 000	4 000 - 5 000
hnědé uhlí energetické, lignit	4 000 - 6 000	6 000 - 10 000
uhelné kaly, proplátky	10 000 - 20 000	20 000 - 40 000

TAB. 6.4 SAZBA POPLATKŮ ZA MALÉ ZDROJE ZNEČIŠŤOVÁNÍ

6.7 Činnost obecního úřadu

Dle § 50 odst. 1 a 2 zákona 86/2002 Sb. orgán obce v přenesené působnosti:

- je dotčeným správním orgánem v územním, stavebním a kolaudačním řízení z hlediska ochrany ovzduší,
- zpřístupňuje informace podle tohoto zákona a zvláštních právních předpisů,
- rozhoduje o vyměření poplatků za znečišťování ovzduší u malých stacionárních zdrojů podle § 19 odst. 6,
- nařizuje odstranění závad u malých spalovacích zdrojů podle § 12 odst. 1 písm. f), ukládá opatření k nápravě těchto závad podle § 38 odst. 1 a ukládá pokuty za nesplnění této uložené povinnosti,
- vypracovává programy zlepšování kvality ovzduší podle § 7 odst. 6 v oblastech se zhoršenou kvalitou, které se nacházejí v její územní působnosti,
- může vypracovat místní program snižování emisí znečišťujících látek podle § 6 odst. 5,
- vydává nařízení, jímž může na svém území zakázat některé druhy paliv pro malé spalovací zdroje znečišťování (hnědé uhlí energetické, lignit, uhelné kaly a proplátky),
- vydává nařízení, jímž může na svém území stanovit podmínky spalování suchých rostlinných materiálů podle § 3 odst. 5 nebo toto spalování zakázat; při stanovení těchto podmínek přihlíží zejména ke klimatickým podmínkám, stavu ovzduší ve svém územním obvodu, vegetačnímu období a hustotě obytné zástavby,
- vyhlašuje regulační opatření k omezení emisí ze stacionárních zdrojů, které nepodléhají regulaci podle § 8 odst. 3, a k omezení provozu mobilních zdrojů znečišťování; pokud jde o zvláště velké, velké a střední stacionární zdroje, informuje o porušení povinností inspekci,
- vede evidenci malých stacionárních zdrojů, u nichž tento zákon stanoví ohlašovací povinnost, a poskytuje údaje z této evidence ministerstvu,
- vydává nařízení, jímž může na svém území stanovit opatření podle § 3 odst. 10 ke snižování nebo předcházení výskytu světelného znečištění ovzduší.

Orgán obce v přenesené působnosti kontroluje:

- dozrívání povinností provozovateli malých stacionárních zdrojů podle § 12, za nedodržení povinností jim ukládá pokuty a nápravná opatření a rozhoduje o zastavení nebo omezení provozu těchto zdrojů,

- b) dodržování přípustné tmavosti kouře, pachového čísla a přípustné míry obtěžování zápachem u provozovatelů malých stacionárních zdrojů a za nedodržení povinností ukládá pokuty,
- c) účinnost spalování, měření množství a rozsahu vypouštěných látek u malých spalovacích zdrojů podle § 12 odst. 1 písm. f); touto činností může pověřit odborně způsobilé právnické nebo fyzické osoby podle zvláštního právního předpisu,
- d) dodržování povinností podle § 3 odst. 5 a 10 a za jejich porušení ukládá pokuty.

Z všeobecných povinností právnických a fyzických osob, které zákon o ovzduší ukládá, je z pohledu emisí z lokálních topenišť důležitá povinnost uložena výrobcí, dovozci a prodejci paliv, kteří jsou povinni vyrábět, dovážet a prodávat paliva v souladu s požadavky na kvalitu stanovenou zvláštním předpisem. V § 4 odst. 9 vyhlášky č. 357/2002 Sb. je v kapitole požadavky na kvalitu paliv uvedeno, že palivo dodávané pro spalování v malých zdrojích znečišťování musí splňovat požadavky na jakost (jedná se o maximální hodnoty obsahu síry v palivu viz tab. 6.5).

Limitní měrná sirnatost paliva je nejvýše přípustný obsah veškeré síry vyjádřený v původním stavu v g.MJ⁻¹ spalovaného paliva. Limitní měrná sirnatost pro hnědé uhlí (1,07 g.MJ⁻¹) při průměrné hodnotě výhřevnosti u hnědého uhlí cca 19 MJ.kg⁻¹ představuje pro uhlí tuzemské výroby poměrně vysoký limitní obsah síry cca 1,8 %hm. Kontrolou dodržování plnění povinnosti výrobců, dovozců a prodejců paliv je ze zákona ustanovena Česká obchodní inspekce.

Limitní měrná sirnatost paliva	jednotky	tuzemská produkce	zahraniční produkce
hnědá uhlí	g/MJ	1,07	0,5
černá uhlí	g/MJ	0,78	0,5
brikety	g/MJ	0,6	0,5

TAB. 6.5 POŽADAVKY NA KVALITU TUHÝCH PALIV DODÁVANÝCH PRO SPALOVÁNÍ V MALÝCH ZDROJÍCH ZNEČIŠŤOVÁNÍ [32]

6.8 Komentář k legislativě ČR a její návaznost na legislativu Evropské unie

Souhrnně je možné říci, že zákon ukládá i malým provozovatelům znečištění mnoho povinností. U právnických a fyzických osob oprávněných k podnikání dává v praxi dostatečné právní nástroje ke kontrole plnění povinností a také donucovací nástroje k realizaci případné nápravy. Jiná situace (z pohledu právních nástrojů) je u fyzických osob „nepodnikatelů“ (lokální topeniště). V případě podezření na neplnění zákona o ovzduší u těchto obyvatel je velice problematické a zdlouhavé toto podezření dokázat (provozovatel zástupce orgánu ochrany ovzduší nepustí do objektu). Také dokazování překročení povolené tmavosti kouřové vlečky je právně a hlavně organizačně velmi složité. V běžné praxi se obecní úřady lokálními topeništi zabývají jen zřídkakdy. U stanovené měrné limitní sirnatosti paliva není přesně řečeno, o jakou síru se jedná (zda jde jen o spalitelnou či veškerou síru).

V současnosti je problematika požadavků kladených na spalovací zařízení pro tuhá paliva (před uvedením na trh) řešena zákonem o technických požadavcích na výrobky [49]. Kotle na tuhá paliva jsou dle příslušného nařízení vlády [34] označeny jako výrobky stanovené. V seznamu výrobků s vyznačením postupu posouzení shody jsou vedeny pod oblastí „Technická zařízení staveb“ ve skupině č. 5 (zařízení pro přípravu teplé vody a ústřední vytápění s výjimkou zařízení spalujících plynná paliva, tepelná čerpadla) a č. 6 (topná zařízení na pevná a kapalná paliva). Nařízení vlády stanovuje povinnost pro výrobce nebo dovozce stanovených výrobků před uvedením výrobků na trh zajistit ověření shody výrobku. K nařízení vlády se vyhláší technické požadavky, které jsou vyjádřeny harmonizovanými normami [3]. Harmonizované normy jsou uveřejňovány ve Věstníku Úřadu pro technickou normalizaci metrologii a státní zkušebnictví [45]. V příslušné harmonizované normě [8] jsou uvedeny limity emisí CO, OGC, TZL (tab. 6.6, tab. 6.7 a tab. 6.8) pro jednotlivé třídy kotlů spalujících tuhá paliva.

Je zajímavé, že nejsou stanoveny limity pro NO_x. Z porovnání limitních hodnot CO s výše uvedeným limitem na emise CO (1 000 ppm CO při referenčních podmínkách) platným pro

všechny typy kotlů a všechna paliva uvedených v prováděcí vyhlášce k zákonu o ovzduší č. 352/2002 Sb. je již na první pohled vidět zcela zřetelný rozpor. Zatím co harmonizovaná norma podrobně člení kotle dle způsobu dodávky paliva, velikosti jmenovitého výkonu a druhu tuhého paliva a dále uvádí emisní limity na CO, OGC a TZL, prováděcí vyhláška č. 352/2002 Sb. k zákonu o ochraně ovzduší stanoví pouze jednotný limit na CO pro všechna zařízení bez rozdílu velikosti výkonu, spalovaného paliva. Současně jsou zde uvedeny odlišné přepočtové podmínky. V harmonizované normě jsou uvedeny limity v přepočtu na 10 % O₂ ve spalínách, v prováděcí vyhlášce je uveden referenční stav 6 % O₂ ve spalínách.

Dodávka paliva	Palivo	Jmenovitý tepelný výkon kW	Mezní hodnoty emisí		
			CO		
			mg/m ³ při 10 % O ₂ ^{*)}		
			třída 1	třída 2	třída 3
ruční	biologické	≤ 50	25000	8000	5000
		>50 až 150	12500	5000	2500
		>150 až 300	12500	2000	1200
	fosilní	≤ 50	25000	8000	5000
		>50 až 150	12500	5000	2500
		>150 až 300	12500	2000	1200
samočinná	biologické	≤ 50	15000	5000	3000
		>50 až 150	12500	4500	2500
		>150 až 300	12500	2000	1200
	fosilní	≤ 50	15000	5000	3000
		>50 až 150	12500	4500	2500
		>150 až 300	12500	2000	1200

^{*)} vztahuje se k suchým spalínám, 0 °C, 101,325 kPa

TAB. 6.6 MEZNÍ HODNOTY EMISÍ CO

Dodávka paliva	Palivo	Jmenovitý tepelný výkon kW	Mezní hodnoty emisí		
			OGC		
			mg/m ³ při 10 % O ₂ ^{*)}		
			třída 1	třída 2	třída 3
ruční	biologické	≤ 50	2000	300	150
		>50 až 150	1500	200	100
		>150 až 300	1500	200	100
	fosilní	≤ 50	2000	300	150
		>50 až 150	1500	200	100
		>150 až 300	1500	200	100
samočinná	biologické	≤ 50	1750	200	100
		>50 až 150	1250	150	80
		>150 až 300	1250	150	80
	fosilní	≤ 50	1750	200	100
		>50 až 150	1250	150	80
		>150 až 300	1250	150	80

^{*)} vztahuje se k suchým spalínám, 0 °C, 101,325 kPa

TAB. 6.7 MEZNÍ HODNOTY EMISÍ OGC

Dodávka paliva	Palivo	Jmenovitý tepelný výkon kW	Mezní hodnoty emisí		
			prach		
			mg/m ³ při 10 % O ₂ ^{*)}		
			třída 1	třída 2	třída 3
ruční	biologické	≤ 50	200	180	150
		>50 až 150	200	180	150
		>150 až 300	200	180	150
	fosilní	≤ 50	180	150	125
		>50 až 150	180	150	125
		>150 až 300	180	150	125
samočinná	biologické	≤ 50	200	180	150
		>50 až 150	200	180	150
		>150 až 300	200	180	150
	fosilní	≤ 50	180	150	125
		>50 až 150	180	150	125
		>150 až 300	180	150	125

^{*)} vztahuje se k suchým spalínám, 0 °C, 101,325 kPa

TAB. 6.8 MEZNÍ HODNOTY EMISÍ TUHÝCH ZNEČIŠŤUJÍCÍCH LÁTEK

Výše uvedená norma je jediným společným dokumentem platným pro malé zdroje v rámci celé Evropské unie. Vzhledem k tomu, že celá řada členských zemí (Rakousko, Německo, Anglie, Švýcarsko a Švédsko) má vlastní legislativu v oblasti emisních limitů přísnější než uvádí výše uvedená norma, jsou v normě vyjmenovány výjimky, které platí pro jednotlivé členské státy i s přihlédnutím na různé vyjadřování emisních limitů a různé přepočtové referenční stavy.

6.9 Úřady a organizace

Kapitola se zabývá úlohou jednotlivých úřadů a organizací s hlediska problematiky malých zdrojů znečišťování.

6.9.1 Ministerstvo životního prostředí České Republiky (MŽP ČR)

MŽP ČR bylo zřízeno 19. prosince 1989 zákonem ČNR č. 173/1989 Sb. k 1. lednu 1990 jako ústřední orgán státní správy a orgán vrchního dozoru ve věcech životního prostředí. MŽP ČR je ústředním orgánem státní správy pro ochranu přirozené akumulace vod, ochranu vodních zdrojů a ochranu jakosti podzemních a povrchových vod, pro ochranu ovzduší, pro ochranu přírody a krajiny, pro ochranu zemědělského půdního fondu, pro výkon státní geologické služby, pro ochranu horninového prostředí, včetně ochrany nerostných zdrojů a podzemních vod. Pro geologické práce a pro ekologický dohled nad těžbou, pro odpadové hospodářství a posuzování vlivů činností a jejich důsledků na životní prostředí, včetně těch, které přesahují hranice státu. Je také ústředním orgánem státní správy pro myslivost, rybářství a lesní hospodářství v národních parcích a ústředním orgánem státní správy pro státní ekologickou politiku. K zabezpečení a kontrolní činnosti vlády České republiky Ministerstvo životního prostředí koordinuje ve věcech životního prostředí postup všech ministerstev a ostatních ústředních orgánů státní správy České republiky.

Kompetence a možnosti spolupráce v oblasti ochrany ovzduší

Kompetence odboru ochrany ovzduší MŽP ČR vycházejí z § 43 zákona o ochraně ovzduší. Mezi nejdůležitější kompetence náleží:

- zajištění jednotných registrů (emisí a imisí),
- každoroční vymezení oblastí se zhoršenou kvalitou ovzduší,
- rozhoduje o odvolání proti rozhodnutím vydaný inspekcí a orgány krajů,
- vydávání nebo rušení autorizací k měření emisí, imisí, stanovení pachových čísel, k měření účinnosti spalovacího zdroje, k provozování spalovny odpadu, zařízení k spoluspalování odpadu, zvláště velkého spalovacího zdroje, ke zpracování rozptylových studií a odborných posudků.

MŽP ČR má jako jediný ústřední správní úřad v oblasti ochrany ovzduší pravomoc k výkladu sporných ustanovení zákona o ovzduší a návazných prováděcích právních předpisů.

6.9.2 Kraje

Kraje byly vytvořeny ústavním zákonem č. 347/1997 Sb., o vytvoření vyšších územních samosprávných celků a o změně ústavního zákona České národní rady č. 1/1993 Sb., Ústava České republiky. Tím došlo k naplnění čl. 99 ústavního zákona č. 1/1993 Sb. Postavení a působnost kraje upravuje zákon č. 129/2000 Sb., o krajích (krajské zřízení), ve znění pozdějších předpisů. Na základě tohoto zákona kraj vykonává samostatnou i přenesenou působnost. V souladu s § 2 tohoto zákona jsou orgány kraje:

- zastupitelstvo kraje,
- rada kraje,
- hejtman kraje,
- krajský úřad,
- zvláštní orgán zřízený podle zákona o krajích.

Zastupitelstvo kraje - vykonává samosprávu, je mu ze zákona vyhrazeno předkládat návrhy zákonů Poslanecké sněmovně, předkládat návrhy Ústavnímu soudu na zrušení právních předpisů, vydávat obecně závazné vyhlášky kraje, koordinovat rozvoj územního obvodu, schvalovat územně plánovací dokumentaci, stanovit rozsah základní dopravní obslužnosti pro území kraje, rozhodovat o mezinárodní spolupráci, schvalovat rozpočet kraje, zřizovat a rušit příspěvkové organizace atd. Zasedání zastupitelstva kraje jsou ze zákona veřejná.

Rada kraje - výkonný orgán kraje v oblasti samostatné působnosti, rada připravuje návrhy a podklady pro jednání zastupitelstva, zabezpečuje a kontroluje hospodaření podle schváleného rozpočtu, jmenuje a odvolává vedoucí odborů, zřizuje komise rady, vydává nařízení kraje, rozhoduje o majetkoprávních úkonech atd. Schůze Rady kraje jsou ze zákona neveřejné. Schůze rady se s hlasem poradním účastní ředitel krajského úřadu.

Hejtman - zastupuje kraj navenek, úkony, které vyžadují schválení zastupitelstva, případně rady, může hejtman provést jen po jejich předchozím schválení, musí být občanem ČR je volen zastupitelstvem a za výkon své funkce zastupitelstvu odpovídá.

Krajský úřad – v čele krajského úřadu je ředitel.

Struktura a základní charakteristika

		Zastupitelstvo kraje	Rada kraje	Hejtmán kraje	Krajský úřad					
např. vzor členění Krajských úřadů na jednotlivé odbory:										
Odbor kanceláře hejtmána kraje	Odbor kanceláře ředitelky krajského úřadu	Odbor kontroly	Odbor organizační	Odbor informatiky	Odbor právní a vnitřních věcí	Odbor investic	Odbor finanční	Odbor majetkový	Odbor územního plánování a stavebního řádu	Odbor regionálního rozvoje
	Odbor sociálních věcí a zdravotnictví	Živnostenský úřad	Odbor kultury a památkové péče	Odbor školství, mládeže a sportu	Odbor životního prostředí a zemědělství	Odbor dopravy a silničního hospodářství	Útvar interního auditu			

Kompetence a možnosti spolupráce v oblasti ochrany ovzduší

Kompetence Kraje vycházejí z § 48 zákona o ochraně ovzduší. Mezi nejdůležitější kompetence náleží:

- rozhoduje o vyměření poplatku za znečišťování ovzduší u zvláště velkých a velkých stacionárních zdrojů,
- schvaluje a ukládá plnění plánu snižování emisí nebo zásad správné zemědělské praxe u stacionárního zdroje,
- kontroluje dodržování imisních limitů a emisních stropů,
- vypracovává programy zlepšování kvality ovzduší v oblastech se zhoršenou kvalitou a vypracovává program snižování emisí,
- stanovuje obecné emisní limity u zvláště velkých, velkých a středních zdrojů znečišťování,
- vypracovává regulační řád a vyhláší regulační opatření k omezení emisí ze stacionárních zdrojů,
- od 1.1.2003 vydává rozhodnutí k umístování staveb zvláště velkých, velkých a středních stacionárních zdrojů a jejich změnám, k záměrům nových výrobních technologií a dopadem na čistotu ovzduší.

Krajský úřad je zodpovědný za kvalitu ovzduší (taková, která nepřekračuje imisní limity dle platné legislativy) a koordinuje v tomto směru postupy vedoucí k dosažení této kvality ovzduší. Stěžejní dokumenty jsou v tomto směru program zlepšení kvality ovzduší a program snížení emisí.

6.9.3 Obce z rozšířenou působností

Z důvodů restrukturalizace veřejné správy přecházejí od 1.1.2003 jednotlivé pravomoci z oblasti ochrany ovzduší z okresních úřadů na obce z rozšířenou působností. V praxi to znamená nejen dodržovat ustanovení týkající se obcí (§ 50), ale také ustanovení, týkající se okresních úřadů (§ 49) zákona o ochraně ovzduší. Konkrétně se jedná o rozhodnutí a vyměření poplatků za znečištění ovzduší u středních stacionárních zdrojů, ověření a evidence údajů o středních stacionárních zdrojích a ukládání pokut za nesplnění těchto povinností.

Například v působnosti Moravskoslezského kraje se nachází 22 obcí z rozšířenou působností. Informace o jednotlivých krajích lze nalézt na www.statnisprava.cz nebo na stránkách jednotlivých krajů.

Bílovec	Bohumín	Bruntál	Český Těšín	Frenštát pod Radhoštěm
Frýdek Místek	Frýdland nad Ostravicí	Havířov	Hlučín	Jablunkov
Karviná	Kopřivnice	Kravaře	Krnov	Nový Jičín
Odry	Opava	Orlová	Ostrava	Rýmařov
Třinec	Vítkov			

6.9.4 Český hydrometeorologický ústav (ČHMÚ)

Základ dnešního ústavu vznikl 1.1.1920 rozhodnutím ministerské rady Československé republiky č.j. 26314, jímž byl vytvořen československý Státní ústav meteorologický s úkolem „shromažďovati a vědecky zpracovati pozorování meteorologická z celé oblasti státu československého, pěstovati a všemožně podporovati bádání meteorologická, účastniti se mezinárodních výzkumů v oboru meteorologie, činiti denně na vědeckém podkladě předpověď povětrnosti a vydávati úřední dobrozdání na dotazy úřadů a soukromníků“. Spojením původního meteorologického ústavu s hydrologií vznikl dnešní hydrometeorologický ústav. Stalo se tak vládním naří-

zením Československé republiky č. 96/1953 Sb. s účinností od 1. 1. 1954. V souvislosti s růstem významu ochrany životního prostředí byl v roce 1967 do ústavu začleněn třetí obor - ochrana čistoty ovzduší. Od roku 1955 se postupně vytvořila pracoviště s náplní aerologickou, hydroprognózní, publikační a knihovnickou, radioaktivity ovzduší, klimatologickou a technickou. Vznikl i hydrologický odbor pro povodí Moravy a laboratoř ochrany ovzduší. Pro zajišťování datové základny byla zřízena strojní početní stanice, která se stala základem pozdějšího výpočetního a telekomunikačního centra. Podle rozhodnutí nadřízeného ministerstva byla v roce 1963 zahájena výstavba hydrologických středisek v Brně, Ostravě, Ústí n. Labem, Praze, Hradci Králové, Českých Budějovicích a Plzni, která vytvořila základ dnešních sedmi oborově komplexních poboček ústavu.

V roce 1969 došlo v rámci federativního uspořádání státu k vytvoření Českého a Slovenského hydrometeorologického ústavu se sídlem v Praze a v Bratislavě. Rozvoj ČHMÚ kontinuálně pokračoval. Činnost zahájila observatoř v Praze-Libuši, která je součástí mezinárodní radiosondážní a radiolokační sítě. Zde se získávají i snímky z meteorologických družic. Za přítomnosti generálního sekretáře Světové meteorologické organizace bylo uvedeno do provozu Regionální telekomunikační centrum v Praze. Byla vybudována nákladná síť automatizovaného imisního monitoringu. Do provozu byl uveden meteorologický radar v lokalitě Skalky na Moravě.

Struktura a základní charakteristika



Kompetence a možnosti spolupráce v oblasti ochrany ovzduší

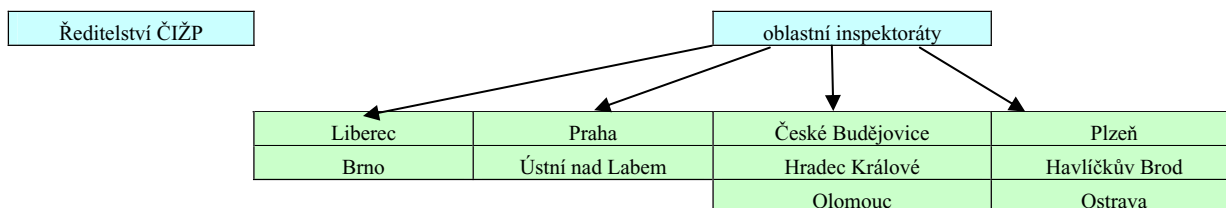
Současným úkolem úseku a oboru ochrany čistoty ovzduší v ČHMÚ je získávání objektivních a všestranných informací o dosavadním vývoji, současném stavu a prognóza znečištění ovzduší na území ČR jako důležitých podkladů pro navrhování, realizaci, kontrolu a hodnocení krátkodobých i koncepčních opatření k ochraně ovzduší. Stěžejní činnosti úseku ochrany čistoty ovzduší:

- monitoring znečištění ovzduší a kvality srážek na území ČR,
- informační systém kvality ovzduší (AIM),
- bilance a inventarizace emisí (REZZO),
- modelování znečišťování ovzduší,
- smogové a varovné systémy,
- letová měření znečištění ovzduší,
- metody měření imisí, kalibrační laboratoř imisí,
- navázání na mezinárodní projekty monitorování a ochrany ovzduší,
- harmonizace legislativy, metod a používaných postupů ve vazbě na vstup do evropských struktur, imisní limity.

6.9.5 Česká inspekce životního prostředí (ČIŽP)

ČIŽP je orgánem státní správy, který prosazuje a dohlíží na dodržování právních předpisů a rozhodnutí správních orgánů ve věcech životního prostředí. Byla zřízena v roce 1991 zákonem ČNR č. 282/1991 Sb. o České inspekci životního prostředí a její působnosti v ochraně lesa na základě existujících samostatných inspekčních struktur (technické inspekce ochrany ovzduší a vod). ČIŽP je samostatnou rozpočtovou organizací, podřízenou MŽP ČR. Kompetence inspekce vychází z jednotlivých, tzv. složkových zákonů pěti hlavních složek ochrany životního prostředí (ochrana ovzduší, vod, přírody, lesa a odpadového hospodářství).

Struktura a základní charakteristika



jednotlivá oddělení na ředitelství a oblastních inspektorátech:

Oddělení ochrany přírody	Oddělení ochrany lesa	Oddělení ochrany ovzduší	Oddělení odpadového hospodářství	Oddělení ochrany vod
--------------------------	-----------------------	--------------------------	----------------------------------	----------------------

Kompetence a možnosti spolupráce v oblasti ochrany ovzduší

Kompetence ČIŽP vycházejí z § 46 zákona o ochraně ovzduší. Mezi nejdůležitější kompetence náleží:

- kontrolní činnosti u zvláště velkých, velkých a středních zdrojů znečišťování,
- verifikace údajů souhrnné provozní evidence u zvláště velkých a velkých zdrojů znečišťování,
- v pochybnostech zařazuje zdroj znečišťování do příslušné kategorie ve vydaném rozhodnutí,
- schvaluje regulační řády a provozní řády zvláště velkých, velkých a středních zdrojů znečišťování,
- ukládá nápravná opatření a pokuty.

ČIŽP je v plné míře státní kontrolní orgán dohlízející nad povinnostmi u provozovatelů zdrojů znečišťování ovzduší a disponuje technickým vybavením pro měření škodlivin ze spalovacích zdrojů i specifických technologií. Kontroluje a koordinuje činnost autorizovaných osob provádějící měření emisí jednotlivých zdrojů znečišťování.

6.9.6 Státní fond životního prostředí ČR (SFŽP ČR)

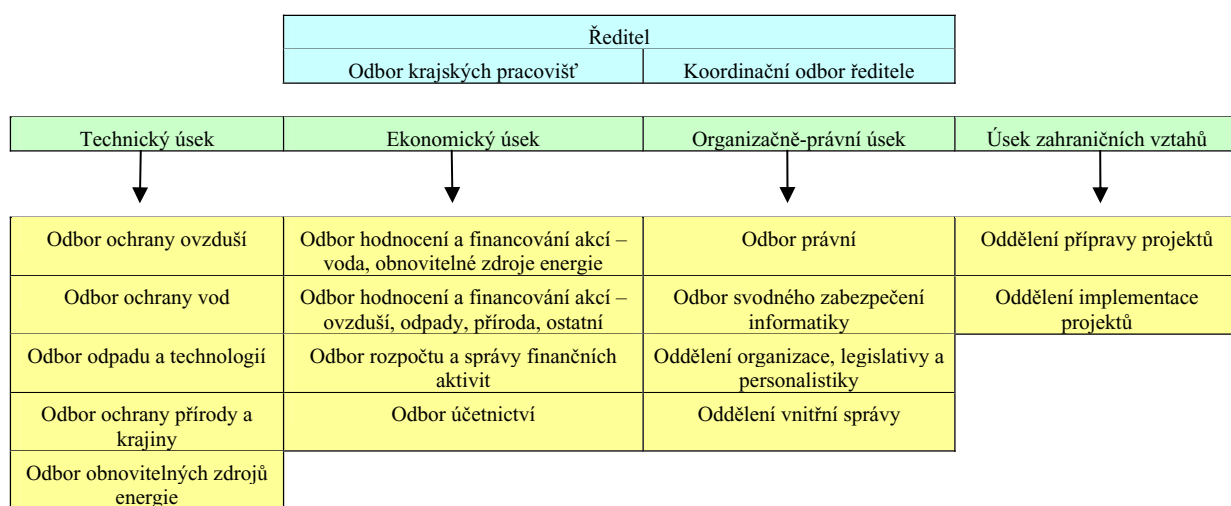
SFŽP ČR byl zřízen 4. října 1991 zákonem č. 388/1991 Sb., o Státním fondu životního prostředí České republiky. SFŽP ČR je jedním ze základních ekonomických nástrojů k plnění závazků vyplývajících z mezinárodních úmluv o ochraně životního prostředí, z Národního programu přípravy České republiky na vstup do Evropské unie a k uskutečňování Státní politiky životního prostředí.

SFŽP ČR se rozhodnutím vlády ČR (149/2001) stal implementační agenturou pro programy ISPA (Instrument for Structural Policies for Pre-Accession) v oblasti životního prostředí pro projekty schválené řídicím výborem ISPA Evropské komise. Tento rámcový program Evropské unie je zaměřený na pomoc zemím žádajícím o vstup do EU. Podporuje investiční projekty v oblasti životního prostředí a dopravy. SFŽP ČR zabezpečuje ve spolupráci s Ministerstvem životního prostředí přípravu jednotlivých návrhů projektů ISPA a jejich vlastní implementaci. SFŽP ČR je v rámci životního prostředí implementační agenturou i pro navazující kohezní Fond soudržnosti, který se zaměřuje na velké infrastrukturní projekty, etapy a skupiny projektů v oblasti životního

ho prostředí a dopravy. Celkové náklady těchto projektů nesmí být menší než 10 miliónů EUR. V rámci nástroje regionální a strukturální politiky EU (Strukturální fondy) hraje SFŽP ČR roli zprostředkujícího subjektu a platební jednotky pro Operační program Infrastruktura (OPI), konkrétně pro prioritu 3 - Zlepšování environmentální infrastruktury a částečně pro prioritu 4 - Technická pomoc. Priorita 3 tvoří téměř 60% podíl nabízených finančních prostředků z OPI. SFŽP ČR může v letech 2004 - 2006 zprostředkovat více než 142 miliónů EUR. O použití finančních prostředků ze SFŽP ČR rozhoduje ze zákona ministr životního prostředí. Úkolem Fondu je žádost o podporu přijmout, odborně i věcně posoudit a své stanovisko s doporučením dalšího postupu předat Radě Fondu, která je poradním orgánem ministra. Na základě vydaných rozhodnutí ministra životního prostředí zabezpečuje SFŽP ČR celou agendu poskytování finančních podpor. Je to zejména konzultační a poradenská činnost, příprava a uzavírání smluv pro poskytování podpor, uvolňování finančních prostředků příjemcům podpory, včetně průběžného sledování účelu jejich použití, závěrečné vyhodnocování využitých prostředků a dosažených ekologických efektů. Fond podporuje opatření ke zlepšení životního prostředí ve všech jeho složkách, a to:

- ochrana vod,
- ochrana ovzduší
- ochrana přírody a krajiny,
- nakládání s odpady,
- technologie a výroby,
- využití obnovitelných zdrojů energie,
- programů Evropské unie ISPA.

Struktura a základní charakteristika



Kompetence a možnosti spolupráce v oblasti ochrany ovzduší

Podmínky pro udělení podpory jsou stanoveny v souladu se schválenými směrnici a přílohami, které lze získat osobně na SFŽP ČR, popř. jeho pobočkách, nebo na internetových stránkách www.sfzp.cz. Příjmy SFŽP ČR jsou ze zákona tvořeny především z plateb za znečišťování nebo poškozování jednotlivých složek životního prostředí (především z ovzduší). Tyto příjmy tvoří součást státního rozpočtu České republiky. Státní správa na úseku ochrany životního prostředí vydává svá stanoviska a vyjádření na podporu jednotlivých projektů, které žádají o podporu ze SFŽP ČR.

6.9.7 Česká energetická agentura ČR (ČEA ČR)

ČEA ČR je příspěvková organizace zřízená k 1. září 1995 rozhodnutím ministra průmyslu a obchodu. Jejím posláním je iniciovat, podporovat a uskutečňovat aktivity vedoucí k úsporám energie a k snižování negativních dopadů na životní prostředí při spotřebě a přeměnách všech

druhů energie. Jedním ze základních úkolů ČEA ČR je i příprava, realizace a důsledné vyhodnocování státních programů finančních podpor pro zavádění energeticky úsporných zařízení a snižování negativních vlivů na životní prostředí, vznikajících při energetických procesech. Již několik let je stěžejním úkolem implementace meziresortního Státního programu na podporu úspor energie a využívání obnovitelných a druhotných zdrojů energie, který je každoročně vyhlášován na základě usnesení vlády. ČEA ČR na základě zmocnění Ministerstva průmyslu a obchodu koordinuje a připravuje za účasti pracovníků Ministerstva životního prostředí celý Státní program. Část A tohoto programu se týká podpory zpracování územních energetických koncepcí, energetických auditů a průkazů, opatření v oblasti výrobních a rozvodných zařízení energie, podpory opatření ke zvýšení účinnosti užití energie a poradenství, vzdělávání a propagace k hospodárnému užití energie. S vyhodnocením tohoto programu se lze seznámit osobně u ČEA ČR, nebo na internetových stránkách www.ceacr.cz.

ČEA se podílí na činnosti Energetické Charty a zajišťuje za českou stranu hloubkovou kontrolu energetické efektivity v ČR. Prohlubuje a pokračuje práce v rámci „uhlíkového fondu“ (Prototyp Carbon Fund - PCF). Během roku 2003 byla podepsána Rámcová dohoda o spolupráci při realizaci programu snižování emisí skleníkových plynů mezi vládou ČR a Mezinárodní bankou pro obnovu a rozvoj (IBRD), následně Zprostředkovatelská smlouva mezi ČEA a IBRD. Začátkem prosince se v Praze uskutečnila hodnotící mise Světové banky, která prověřovala připravenost pilotních projektů a spolupráci s ČEA označila za velmi dobrou.

Bezpočet dalších mezinárodních aktivit naší agentury se odvíjí na úrovni bilaterálních nebo evropských programů v oblasti trvale udržitelného užívání energie (např. program SAVE, PHARE).

Cíle Státního programu jsou v roce 2004 naplňovány prostřednictvím několika set projektů s celkovým objemem státních dotací nad 100 mil. Kč. Významnou úlohu činnosti ČEA ČR bude hrát, vedle přípravy na využívání rozvojových prostředků a nástrojů EU v oblasti ekologicky šetrné energie, zejména rozvíjející se Prototype Carbon Fund, začínající program EU pro malé a střední podnikání nazvaný „OPERAČNÍ PROGRAM PRŮMYSL A PODNIKÁNÍ“ (OPPP). Mezi zajímavé projekty EU, ve kterých již ČEA ČR participuje, patří například uplatňování palivových článků v energetice a dopravě, vyhledávání a příprava projektů v rámci čtyřletého programu „INTELIGENTNÍ ENERGIE PRO EVROPU“, programy Světové banky GEF určené k využívání nejmodernější technologie za účelem snižování emisí s dopadem na energetickou efektivnost.

7. Závěr

Spalování paliv k energetickým účelům je dominantním zdrojem antropogenních emisí škodlivin. Zatímco se docela úspěšně daří snižovat produkci škodlivin z velkých stacionárních zdrojů, u malých spalovacích zdrojů se situace zlepšuje mnohem pomaleji a v případě mobilních zdrojů zaznamenáváme spíše její zhoršení. Příčin je několik. Omezování produkce škodlivin je vždy ekonomicky velice náročné a bude schůdnější a přijatelnější u zdrojů velkých výkonů. Z téhož důvodu není reálné uvažovat o použití stejných metod a principů u zdrojů malých výkonů. Zde je nutno hledat zcela jiná řešení, spolehlivá a levná. Taková však obecně nejsou k dispozici a proto bude nutné krok po kroku zlepšovat současný stav a současně brát na vědomí, že cena energie může jediné růst a že jediným způsobem, jak důsledky tohoto „zákona“ zmírnit je efektivní a racionální hospodaření s energií.

Každá racionální úvaha, zaměřená do této oblasti, musí nutně vzít na vědomí existenci tzv. „Tří E“. Jsou to **E**nergetika, **E**konomika, a **E**nvorinment. Všechna tato tři hlediska je nutno uvažovat a je přitom možné diskutovat o tom, které z nich je prioritní. Výsledky diskuzí se mohou rozcházet, rozcházet se mohou i lokální praktické zkušenosti a poznatky, nesmí se však zapomínat na skutečnost, že žijeme v 21. století, které by mělo být stoletím efektivity. Ke zmíněným třem E je dnes nutné přidat ještě čtvrté: **E**fektivita.

Tato příručka, zpracovaná s podporou České energetické agentury ze Státního programu na podporu úspor energie a využití obnovitelných zdrojů energie, nabízí možnost se blíže seznámit s velice širokou problematikou malých spalovacích stacionárních zdrojů, které představují téměř dominantní zdroje lokálního znečišťování ovzduší (malé zdroje znečišťování). Současná doba nabízí dostatek technických řešení schopných citelně situaci zlepšit. Obtížnějším úkolem bude jistě potřebnou modernizaci ekonomicky zabezpečit a nejnáročnější bude ji úspěšně prosadit. Díky lokálnímu charakteru „malého znečišťování“ zde mohou nejefektivněji působit obce a právě pracovníkům obecních zastupitelstev má tato příručka poskytnout kvalifikované informace.

8. Použitá literatura

- [1] CZECH COAL ENERGY Ceník paliv, 2004, www.czechcoal.cz
- [2] ČESKÁ ENERGETICKÁ AGENTURA, Praha, www.ceacr.cz
- [3] ČESKÝ NORMALIZAČNÍ INSTITUT. Seznam platných harmonizovaných norem vyhlášených příslušným nařízením vlády. www.csni.cz
- [4] ČEZ, KOLEKTIV AUTORŮ. Obnovitelné zdroje energie a možnosti jejich uplatnění v ČR, Praha: ČEZ a.s., 2003
- [5] ČSN 07 0240. Teplovodní a nízkotlaké parní kotle, Základní ustanovení
- [6] ČSN 44 1351. Stanovení prchavé hořlaviny
- [7] ČSN 44 1390. Klasifikace přirozených tuhých paliv
- [8] ČSN EN 303-5. Kotle pro ústřední vytápění – Část 5: Kotle pro ústřední vytápění na pevná paliva, s ruční nebo samočinnou dodávkou, o jmenovitém tepelném výkonu nejvýše 300 kW – Terminologie, požadavky, zkoušení a značení
- [9] ČSN EN 304, Kotle pro ústřední vytápění. Předpisy pro zkoušení kotlů pro ústřední vytápění s rozprašovacími hořáky na kapalná paliva
- [10] ČSN ISO 6096, Stacionární zdroje emisí – Stanovení hmotnostní koncentrace a hmotnostního toku tuhých částic v potrubí – Manuální gravimetrická metoda
- [11] DUFKA J. Vytápění domů a bytů. Praha: Grada Publishing, a.s., 2004
- [12] DUFKA J. Vytápění netradičními zdroji tepla, Praha: Ben – technická literatura s.r.o., 2003
- [13] EkoWATT, poradenské středisko České energetické agentury, Praha, www.ekowatt.cz/
- [14] ENERG SPOL. S R. O. Vytápění kapalnými palivy, www.energ.cz
- [15] ENERGY CENTRE ČESKÉ BUDĚJOVICE, Biomasa, informační materiál, české Budějovice: 2004 www.eccb.cz
- [16] FUELL CELLS 2000, Breakthrough Technologies Institute, www.fuelcells.org
- [17] GAS S.R.O. Přehled plynových kotlů na trhu ČR, Praha: GAS s.r.o., 2002
- [18] GAS S.R.O., KOL. AUTORŮ Topenářská příručka, Praha: GAS s.r.o., 2001
- [19] HANOUSEK M. Topíme dřevem, Praha: Grada Publishing, a.s., 2001
- [20] HEINZ KOPETZ Strategie využití biomasy, 1998, www.biom.cz
- [21] HOLOUBEK I. A KOL. Podklady pro důvodovou zprávu pro ratifikaci Protokolu POPs. TOCOEN Report, no. 151, 1999
- [22] HRBÁČEK, J. Práce Ústavu pro výzkum paliv, svazek 9., Praha: UVP, 1964
- [23] INTERNATIONAL ENERGY AGENCY World energy outlook 2000. Paris: IEA 2000
- [24] INTERNETOVÉ ENERGETICKÉ KONZULTAČNÍ A INFORMAČNÍ STŘEDISKO ČEA, Praha, www.i-ekis.cz
- [25] KADLEC A., KADLECOVÁ A. Krby a krbová kamna, Praha: Ben – technická literatura s.r.o., 2002
- [26] KARBONIA Kladno A.S., Ceník paliv, Kladno: 2004
- [27] KLOBUŠNÍK L. Pelety palivo budoucnosti, České Budějovice: Sdružení Harmonie, 2003
- [28] KOLEKTIV AUTORŮ Rukověť provozovatele tepelných zařízení, Brno: CTI, 2001
- [29] LÁZŇOVSKÝ M., KUBÍN M., FIŠER P. Vytápění rodinných domků, Praha: Nakladatelství T. Malina, 1996
- [30] MINISTERSTVO PRŮMYSLU A OBCHODU ČR. Návrh státní energetické koncepce do roku 2030, červen 2003 a schválená verze z března 2004
- [31] MINISTERSTVO ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ ČR. Nařízení vlády č 352/2002 Sb. ze dne 3. července 2002, kterým se stanoví emisní limity a další podmínky provozování spalovacích stacionárních zdrojů znečišťování ovzduší
- [32] MINISTERSTVO ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ ČR. Vyhláška č 357/2002 Sb., kterou se stanovují požadavky na kvalitu paliv z hlediska ochrany ovzduší
- [33] NAŘÍZENÍ VLÁDY Č. 352/2002 Sb, kterým se stanovují emisní limity a další podmínky provozování stacionárních zdrojů znečišťování ovzduší.
- [34] NAŘÍZENÍ VLÁDY č. 81/1999 Sb., kterým se stanoví technické požadavky na vybrané stavební výrobky v aktuálním znění
- [35] NOSKIEVIČ P. A KOL. Biomasa a její energetické využití, Ostrava: VŠB – TU Ostrava, 1996
- [36] NOSKIEVIČ P. Spalování uhlí, Ostrava: VŠB-TU Ostrava, 1993

- [37] POČINKOVÁ M., TREFOVÁ L. Stavíme vytápění, Šlapanice: ERA spol.s r.o., 2003
- [38] ROJÁK, A. Možnosti využití černého uhlí jako paliva v kotlích fy ŽDB a.s.. Ostrava: Závod topenářské techniky Viadrus, Výzkumné energetické centrum VŠB-TU Ostrava, 2000
- [39] ROUBÍČEK, V., BUCHTELE, J. Uhlí Zdroje-Procesy-Užití. Ostrava: Montanex, 2002
- [40] SPOLEČENSTVO KOMINÍKŮ ČR, Praha, www.skcr.cz
- [41] TESTO, Firemní materiály fy TESTO GmbH, 2000
- [42] TEYSSLER, J. Spalování popelnatých hnědých uhlí, Praha: SNTL, 1988
- [43] TINTĚRA L. Tepelná čerpadla, Praha: BEN - technická literatura s.r.o., 2003
- [44] TOPINFO S.R.O, Praha, www.tzb-info.cz
- [45] ÚŘAD PRO TECHNICKOU NORMALIZACI METROLOGII A STÁTNÍ ZKUŠEBNICTVÍ, www.unmz.cz
- [46] VLK V. Kachlová kamna, Praha: Grada Publishing, a.s., 2002
- [47] VLK V. Krby, Praha: Grada Publishing, a.s., 2001
- [48] VLK V., VLK M. Kachlové a selské sporáky, Praha: Grada Publishing, a.s., 2000
- [49] ZÁKON č. 22/1997 Sb., o technických požadavcích na výrobky a o změně a doplnění některých zákonů v aktuálním znění
- [50] ZÁKON Č. 86/2002 Sb. o ochraně ovzduší a o změně některých dalších zákonů (zákon o ochraně ovzduší), ve znění pozdějších předpisů
- [51] ŽERAVÍK A. Stavíme tepelné čerpadlo, Praha: BEN - technická literatura s.r.o., 2003

9. Další doporučená literatura

- [1] BACHER PIERRE Energie pro 21. století, Praha: BEN - technická literatura s.r.o., 2003
- [2] BERANOVSKÝ J., TRUXA J. A KOL. Alternativní energie pro váš dům, Brno: ERA spol.s r.o., 2003
- [3] BIOM.CZ, odborný časopis o fytoenergetice, kompostování, bioremediaci a souvisejících tématech, Praha, czbiom.ecn.cz
- [4] BYDLENÍ Vytápění, klimatizace, ohřev vody pro váš byt a dům, Katalog magazínu Bydlení, Praha: Bydlení 1997
- [5] ČESKÝ METROLOGICKÝ INSTITUT, Praha, www.cmi.cz
- [6] ČEZ A.S. Encyklopedie energetiky, Praha: ČEZ, 1999
- [7] DAMAŠKA D. Atlas nízkenergetických domů, Praha: ABF, 2002
- [8] ENERGETICKÝ REGULAČNÍ ÚŘAD, Praha, www.eru.cz
- [9] ENERGETIK, informace o výrobě, distribuci a využívání elektrické energie, Praha: Energ, spol. s r.o., www.energetik.cz
- [10] ENERGYWEB, www.energyweb.cz
- [11] FEJTEK, K., KÁRA J., STEJSKAL F. Praktické využití biomasy ve výrobě tepla a elektrické energie, Praha: ČEA, RAEN spol. s r. o., Praha 1997
- [12] FENIX GROUP Elektrické topné systémy, Jeseník: Fenix Group a.s., 2000
- [13] FÍK J. Lexikon spalování plynu, Praha: GAS s.r.o., 2000
- [14] HORÁK M., HORNÍK Š., PASTOR L. Efektívne využívanie energie pri prevádzke zariadení a budov, Bratislava: JAGA group, 2000
- [15] HUMM O. Nízkenergetické domy, Praha: Grada Publishing, a.s., 2002
- [16] JANOUŠ A., KUČERA P., ŠAFRÁNEK J., ŘEHÁNEK J. Tepelně-technické a energetické vlastnosti budov, Praha: Grada Publishing, a.s., 2002
- [17] JOKL, M. Technická zařízení budov, Praha: ČVUT, 1998
- [18] JUCHELKOVÁ D., KOPPE K. Nutzung der Biomasse - Využívání biomasy, Ostrava: Repronis, 2003
- [19] KARAMANOLIS Biomasa a její energetické využití, Ostrava: VŠB-TU, 1996
- [20] KAREL B. Vytápění, Praha: ČVUT, 1995
- [21] KOLEKTIV AUTORŮ Obnovitelné zdroje energie, Praha: FCC Public, 2001
- [22] KOLEKTIV AUTORŮ Regulace ve vytápění, Praha: Cech topenářů a instalatérů ČR, 1998
- [23] KRBEK, POLESNÝ Kogenerační jednotky malého výkonu v průmyslových tepelných zdrojích, Brno: VUT, 1997
- [24] MINISTERSTVO PRO MÍSTNÍ ROZVOJ, Praha, www.mmr.cz
- [25] MINISTERSTVO PRŮMYSLU A OBCHODU, Praha, www.mpo.cz
- [26] MINISTERSTVO ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ, Praha, www.env.cz
- [27] NOSKIEVIČ P. Využití energetických zdrojů, Praha: Ministerstvo životního prostředí ČR, 1996
- [28] NOVÁK R. Plyn v domácnosti, Brno: ERA spol.s r.o., 2002
- [29] NOVÁK, J. Úspory energie v rodinných domech a bytech, Praha: Grada Publishing, a.s., 1999
- [30] NOVÝ R. Technika prostředí, Praha: ČVUT 2000
- [31] PASTOREK Z., KÁRA J., JEVIČ P. Biomasa - obnovitelný zdroj energie, Praha: FCC Public, 2004
- [32] PETRÁŠ D. Podlahové teplovodné vykurovanie, Bratislava: Jaga group, 1998
- [33] SCHULZ, HEINZ, EDER, BARBARA Bioplyn v praxi, Ostrava: Hel - Miroslav Hrdina 2004
- [34] SIMANOV, V. Energetické využívání dříví, Olomouc: Tetrapolis, 1995
- [35] SLOUKA P. Současné trendy ve vývoji výroby elektrické energie z uhlí, Praha: VUPEK, 1997
- [36] SPUDIL V. Regulace ve vytápění, Brno: Cech topenářů a instalatérů ČR, 1998
- [37] SRDEČNÝ K., MACHOLDA F. Úspory energie v domě. Kde a jak šetřit, návrhy opatření, státní dotace, Praha: Grada Publishing, a.s., 2004
- [38] TEPLA.CZ, informace o cenách tepla, vytápění, tepelná zařízení a další, Praha: DEAS s.r.o., teplo.cz

- [39] THE WORLD ENERGY COUNCIL, global energy information service, London,
www.worldenergy.org
- [40] TINTĚRA L. Úspory energie v domácnosti, Brno: ERA spol.s r.o., 2004
- [41] TINTĚRA R. Úsporná domácnost, Brno: ERA spol.s r.o., 2002

Příloha č.1 – Vysvětlení pojmů

Stechiometrické spalování

Stechiometrické spalování je spalování paliva, při kterém se spalovací reakce zúčastní veškeré složky paliva, které zcela zreagují a přitom se spotřebuje veškerý kyslík, který je přiveden jen v množství nezbytně nutném. Při analýze spalin bychom pak naměřili koncentraci $O_2 = 0 \%$.

Přebytek spalovacího vzduchu

Technicky není možné zajistit dokonalé vyhoření paliva při stechiometrickém spalování a proto musí být do spalovací komory přiváděno větší množství spalovacího vzduchu než je teoreticky zapotřebí.

Normální podmínky

Značí se indexem N v jednotce, normálními podmínkami se rozumí tlak 101 325 Pa a teplota 0°C , v plynárenství se normálními podmínkami rozumí tlak 101 325 Pa a teplota 15°C .

Pro přibližný výpočet teoretického množství spalovacího vzduchu a vzniklých spalin se využívá empirických rovnic. Pokud chceme určit přesné množství spalovacího vzduchu a vzniklých spalin, je nutno použít vztahů platných pro statiku spalování, které vycházejí z rovnic chemické rovnováhy mezi reagenty a produkty jednotlivých reakcí.

Empirické rovnice pro tuhá a kapalná paliva

$$V_{vz,t} = K_1 \cdot Q_i^r + K_2 \quad [m_N^3 / \text{kg}] \quad (1)$$

$$V_{sp,t} = K_3 \cdot Q_i^r + K_4 \quad [m_N^3 / \text{kg}] \quad (2)$$

kde Q_i^r je výhřevnost paliva v MJ/kg

Druh paliva	K_1	K_2	K_3	K_4
tuhá	0,2417	0,5	0,2269	1,375
kapalná	0,203	2	0,2651	0

Empirické rovnice pro plynná paliva

$$V_{vz,t} = K_1 \cdot Q_i^r + K_2 \quad [m_N^3 / m_N^3] \quad (3)$$

$$V_{sp,t} = K_3 \cdot Q_i^r + K_4 \quad [m_N^3 / m_N^3] \quad (4)$$

kde Q_i^r je výhřevnost paliva v MJ/ m_N^3

Druh paliva	K_1	K_2	K_3	K_4
plynná s $Q_i^r < 12,6 \text{ MJ}/m_N^3$	0,2197	-0,08	0,1815	0,87
plynná s $Q_i^r > 12,6 \text{ MJ}/m_N^3$	0,2556	0	0,2603	0,47

Příloha č.2 – Přehled jednotek

Přehled jednotek energie:

Jednotka	symbol	J	Wh	kcal	toe	tmp	Btu
1 joule	J	1	$2,778 \cdot 10^{-4}$	$2,389 \cdot 10^{-4}$	$2,381 \cdot 10^{-11}$	$3,472 \cdot 10^{-11}$	$9,479 \cdot 10^{-4}$
1 watthodina	Wh	3 600	1	0,859	$8,571 \cdot 10^{-8}$	$1,249 \cdot 10^{-7}$	3,412
1 kilokalorie	kcal	4 186,8	1,163	1	$9,969 \cdot 10^{-8}$	$1,454 \cdot 10^{-7}$	3,969
1 tuna olejového ekvivalentu	toe	$42 \cdot 10^9$	$1,167 \cdot 10^7$	$1,003 \cdot 10^7$	1	1,458	$3,981 \cdot 10^7$
1 tuna měrného paliva	tmp	$28,8 \cdot 10^9$	$8 \cdot 10^6$	$6,879 \cdot 10^6$	0,686	1	$2,729 \cdot 10^7$
1 British Thermal Unit	Btu	$1,055 \cdot 10^3$	0,293	0,252	$2,512 \cdot 10^{-8}$	$3,663 \cdot 10^{-8}$	1

Přehled jednotek výkonu:

Jednotka	symbol	W	kcal/h	hp
1 watt	W	1	0,859	$1,341 \cdot 10^{-3}$
1 kilokalorie za hodinu	kcal/h	1,163	1	$1,559 \cdot 10^{-3}$
1 koňská síla	hp	745,7	641,2	1

* 1 W = 1 J/s

Při uvádění jednotek energie a výkonu se používá násobků základních jednotek. Seznam nejčastěji používaných násobků je uveden v následující tabulce.

Přehled používaných předpon:

kilo	k	10^3
mega	M	10^6
giga	G	10^9
tera	T	10^{12}
peta	P	10^{15}

Možnosti vyjádření objemového podílu:

Označení	Popis	Desetinné vyjádření (základ je 1 m ³)
1 %	setina objemu	0,01 m ³
1 ppm	milióntina objemu	0,000 001 m ³
1 ppb	miliardtina objemu	0,000 000 001 m ³
tzn., že 10 000 ppm = 1 %		

Příloha č.3 – Přepočet spotřeby plynu

Od 1. dubna 2001 plynárenské společnosti účtují dodávky zemního plynu zákazníkům v energetických jednotkách – kWh oproti dřívějšímu účtování v objemových jednotkách – m³. Zákazník již neplatí za objem odebraného zemního plynu, ale za množství energie, které bude moci z dodaného zemního plynu získat.

Přepočet spotřeby plynu z m³ na kWh:

$$Q = V_p \cdot k \cdot H_o \quad [\text{kWh}] \quad (5)$$

kde V_p je provozní objem plynu (naměřený na plynoměru v m³),
 k přepočtový koeficient,
 H_o spalné teplo v kWh/m³.

Koeficient přepočtu na normální podmínky (k) slouží pro přepočet naměřeného objemu zemního plynu na objem za normálních podmínek. Při orientačním přepočtu můžeme říct, že $k = 1$.

Pro přesný výpočet lze koeficient k vyjádřit následujícími vztahy:

- pro plynoměry umístěné ve vytápěných a temperovaných prostorách

$$k = \frac{2,0 + p_b}{101,325} \quad [1] \quad (6)$$

- pro plynoměry umístěné mimo vytápěné a temperované prostory

$$k = \frac{288,15}{276,65} \cdot \frac{2,0 + p_b}{101,325} \quad [1] \quad (7)$$

kde p_b je průměrná roční hodnota atmosférického tlaku vzduchu v kPa stanovená v novele TPG 901 01 pro jednotlivé obce v ČR

Výpočet koeficientu k byl převzat z internetových stránek firmy Východočeská plynárenská, a.s.

Spalné teplo vyjadřuje průměrný energetický obsah zemního plynu během odečtového období v dané lokalitě a slouží pro přepočet objemu zemního plynu na množství vyjádřené v energetických jednotkách. Dlouhodobá průměrná hodnota spalného tepla zemního plynu na území ČR je 10,501 kWh/m³.

Příklad přepočtu:

Chceme vypočítat množství dodané energie spotřebiteli pokud plynoměr ukazuje spotřebu 150 m³ zemního plynu. Do rovnice 5 dosadíme objem spotřebovaného zemního plynu, použijeme hodnotu $k = 1$ pro orientační přepočet a dále použijeme dlouhodobou průměrnou hodnotu spalného tepla pro ČR.

$$Q = V_p \cdot k \cdot H_o = 150 \cdot 1 \cdot 10,501 = 1575,2 \quad [\text{kWh}] \quad (8)$$

Příloha č.4 – Statika spalování pro tuhá a kapalná paliva

Postup určení množství spalovacího vzduchu a množství vznikajících spalin

Chceme určit skutečné množství spalovacího vzduchu a objem vzniklých spalin při spalování černého uhlí o složení:

$$C^r = 78\%, H_2^r = 2,3\%, S^r = 1,4\%, O_2^r = 1,9\%, N_2^r = 0,9\%, W^r = 4\%, A^r = 11,5\%$$

Palivo je spalováno při přebytku vzduchu 40 % ($n = 1,4$). Dále chceme stanovit objemové složení spalin. Výpočet provedeme pro 1 kg paliva.

Postup řešení:

Výpočet výhřevnosti paliva: pro výpočet použijeme Dulongův vztah pro výpočet výhřevnosti paliva ze známého složení paliva, který pro uhlí dává nejpřesnější hodnoty. Kromě Dulongova vztahu existují i další vztahy s různou vhodností použití. Pokud však známe hodnotu výhřevnosti z laboratorního stanovení, je tato hodnota vždy přesnější a pak doporučujeme použít právě tuto hodnotu. Hodnoty procentního podílu jednotlivých složek v palivu (zajímají nás především tyto složky – uhlík C^r , vodík H^r , síra S^r , kyslík O_2^r , obsah vlhkosti v palivu W^r), se do vzorce dosazují v desetinném vyjádření.

$$\begin{aligned} Q_i^r &= 33,91 \cdot C^r + 121,42 \cdot H_2^r - 15,18 \cdot O_2^r + 10,47 \cdot S^r - 2,45 \cdot W^r = \\ &= 33,91 \cdot 0,78 + 121,42 \cdot 0,023 - 15,18 \cdot 0,019 + 10,47 \cdot 0,014 - 2,45 \cdot 0,04 = 29 \quad [\text{MJ/kg}] \quad (9) \end{aligned}$$

Výpočet teoretického množství spalovacího vzduchu – použitím empirické rovnice, viz. Příloha č. 1:

$$V_{vz,t} = K_1 \cdot Q_i^r + K_2 = 0,2417 \cdot 29 + 0,5 = 7,51 \quad [\text{m}_N^3/\text{kg}] \quad (10)$$

Výpočet skutečného množství spalovacího vzduchu – skutečné množství je vůči teoretickému větší o přebytný vzduch:

$$V_{vz} = V_{vz,t} \cdot n = 7,51 \cdot 1,4 = 10,51 \quad [\text{m}_N^3/\text{kg}] \quad (11)$$

Výpočet teoretického množství vzniklých spalin – použitím empirické rovnice, viz. Příloha č. 1:

$$V_{sp,t} = K_3 \cdot Q_i^r + K_4 = 0,2269 \cdot 29 + 1,375 = 7,96 \quad [\text{m}_N^3/\text{kg}] \quad (12)$$

Výpočet skutečného množství vzniklých spalin – vychází z teoretického množství vzniklých spalin, které je navýšeno o hodnotu přebytného vzduchu:

$$V_{sp} = V_{sp,t} + (n - 1) \cdot V_{vz,t} = 7,96 + (1,4 - 1) \cdot 7,51 = 10,96 \quad [\text{m}_N^3/\text{kg}] \quad (13)$$

Přibližný výpočet objemového složení vzniklých spalin (výpočet je přibližný z důvodu stanovení množství spalin empirickým výpočtem) – výpočtové vzorce, resp. koeficienty ve vzorcích, vycházejí z chemické rovnováhy mezi reagenty a produkty každé reakce. Hodnoty procentního podílu jednotlivých reagujících složek v palivu se do vzorců dosazují v desetinném vyjádření:

$$CO_2 = \frac{1,867 \cdot C^r}{V_{sp}} \cdot 100 = \frac{1,867 \cdot 0,78}{10,96} \cdot 100 = 13,29 \quad [\%] \quad (14)$$

$$SO_2 = \frac{0,7 \cdot S^r}{V_{sp}} \cdot 100 = \frac{0,7 \cdot 0,014}{10,96} \cdot 100 = 0,09 \quad [\%] \quad (15)$$

$$N_2 = \frac{0,8 \cdot N_2^r + 0,79 \cdot V_{vz}}{V_{sp}} \cdot 100 = \frac{0,8 \cdot 0,009 + 0,79 \cdot 10,51}{10,96} \cdot 100 = 75,82 \quad [\%] \quad (16)$$

$$H_2O = 11,1 \cdot H_2^r + 1,244 \cdot W^r = 11,1 \cdot 0,023 + 1,244 \cdot 0,04 = 0,31 \quad [\%]$$

$$O_2 = 100 - (CO_2 + SO_2 + N_2 + H_2O) = 100 - (13,29 + 0,09 + 75,82 + 0,31) = 10,49 \quad [\%] \quad (17)$$

Množství N_2 ve spalinách se skládá ze dvou zdrojů dusíku – z množství dusíku obsaženém ve spalovaném palivu a z množství dusíku přivedeném v celkovém (ne jenom teoretickém) množství spalovacího vzduchu.

Pro výpočet spalování kapalných paliv se používá stejný postup řešení avšak s použitím jiných hodnot konstant K_1 , K_2 , K_3 , K_4 pro stanovení teoretického množství spalovacího vzduchu a teoretického množství vznikajících spalin – viz. Příloha č. 1.

Příloha č.5 – Hmotnostní koncentrace CO ve spalínách

Postup výpočtu hodnot emisí CO u skutečného měřeného kotle

Pro kotel o výkonu 25 kW spalující černé uhlí, s průměrnou hodinovou spotřebou paliva 10 kg, naměřeným obsahem O_2 ve spalínách 7%obj., obsahem vlhkosti ve spalínách 10%obj. a pro naměřenou objemovou koncentraci CO 300 ppm chceme určit:

- hmotnostní koncentraci CO ve spalínách za normálních podmínek a skutečných podmínek,
- objemovou a hmotnostní koncentraci CO přepočtenou na referenční obsah kyslíku,
- objemový tok suchých spalín za normálních podmínek,
- objemový tok suchých spalín přepočtený na skutečné podmínky,
- objemový tok vlhkých spalín za normálních podmínek,
- hmotnostní tok CO,
- měrné emise CO na vyrobený GJ,
- měrné emise CO na vyrobenou kWh,
- měrné emise CO na kg spáleného paliva.

Přičemž je známo: teplota spalín je 150 °C tj. 423 K, atmosférický tlak 98,6 kPa a průměrná hodnota statického tlaku spalín je – 0,1 kPa; teoretické množství suchých spalín vzniklých spálením 1 kg paliva 10 m³_N/kg a teoretická spotřeba suchého spalovacího vzduchu na 1 kg paliva 7 m³_N/kg.

Hmotnostní koncentrace CO ve spalínách

Při přepočítávání naměřených objemových koncentrací plyných složek (CO , CO_2 , NO_x , SO_2) znečišťujících látek v suchých spalínách (analýzátory spalín vyhodnocují upravený suchý vzorek spalín) v ppm (milióntina objemu) na hmotnostní koncentraci potřebujeme znát hustotu jednotlivých složek, která se vypočte dle vztahu:

$$\rho_{N,i} = \frac{M_i}{V_{Ni}} = \frac{28,01}{22,4} = 1,25 \quad [kg/m^3_N] \quad (18)$$

kde $\rho_{N,i}$ je hustota i-té složky spalín při normálních podmínkách v kg/m³_N ($\rho_{CO} = 1,25$ kg/m³_N, $\rho_{NO_2} = 2,05$ kg/m³_N, $\rho_{SO_2} = 2,93$ kg/m³_N),
 M_i molární hmotnost i-té složky v kg/kmol,
 V_{Ni} molární objem kilomolu i-té složky při norm. podmínkách v m³_N/kmol.
 Do výpočtů se dosazují pro jednotlivé složky hodnoty uvedené v následující tabulce:

Složka	M_i [kg/kmol]	V_{Ni} [m ³ _N /kmol]
C	12,01	-
S	32,06	-
O ₂	32	22,39
CO ₂	44,01	22,26
H ₂	2,016	22,43
CO	28,01	22,4
SO ₂	64,06	21,89

Hmotnostní koncentraci určíme vynásobením objemové koncentrace dané složky v ppm její hustotou:

$$C_{N,i}^s = \rho_{N,i} \cdot c_i^s = 1,25 \cdot 300 = 375 \quad [\text{mg/m}^3_N] \quad (19)$$

kde $C_{N,i}^s$ je hmotnostní koncentrace i-té složky v suchých spalínách při normálních podmínkách v mg/m^3_N ,
 $\rho_{N,i}$ hustota i-té složky spalín při normálních podmínkách v kg/m^3_N ,
 c_i^s objemová koncentrace i-té složky v suchých spalínách v ppm.

Hmotnostní koncentrace přepočtená na skutečné podmínky - teplota spalín 150°C tj. 423 K , atmosférický tlak $98,6\text{ kPa}$ a průměrná hodnota statického tlaku spalín je $-0,1\text{ kPa}$:

Do vztahu (21) pro přepočet koncentrace z normálního stavu na skutečné podmínky se dosazuje absolutní statický tlak spalín v kouřovodu, který se stanoví dle vztahu (20):

$$p = p_{\text{atm}} \pm \bar{p}_s = 98,6 - 0,1 = 98,5 \quad [\text{kPa}] \quad (20)$$

kde p je absolutní statický tlak spalín v kPa,
 $\bar{p}_s$ průměrná hodnota statického tlaku ze všech měřicích bodů v kPa,
 p_{atm} atmosférický tlak v místě a čase měření v kPa.

$$C_i^s = C_{N,i}^s \cdot \frac{T_N}{p_N} \cdot \frac{p}{t + T_N} = 375 \cdot \frac{273}{101,3} \cdot \frac{98,5}{150 + 273} = 235,3 \quad [\text{mg/m}^3] \quad (21)$$

kde C_i^s je hmotnostní koncentrace i-té složky v suchých spalínách při skutečných podmínkách mg/m^3 ,
 $C_{N,i}^s$ hmotnostní koncentrace i-té složky v suchých spalínách při normálních podmínkách v mg/m^3_N ,
 T_N absolutní teplota při normálních podmínkách v K,
 p_N absolutní tlak při normálních podmínkách v kPa,
 p absolutní statický tlak spalín v kPa,
 t teplota spalín ve $^\circ\text{C}$.

Příloha č.6 – Přepočet hmotnostní koncentrace CO na referenční obsah kyslíku

Pro výpočty je použito údajů z předchozího výpočtu v příloze č. 5.

Přepočet hmotnostní koncentrace CO na referenční obsah kyslíku

Referenční obsah kyslíku je různý pro různá paliva, např. dle [33] (příloha č.7, kapitola 1., odstavec 3) je stanoveno, že pro tuhá paliva platí hodnota 6%.

Přepočet hmotnostní koncentrace za normálních podmínek na referenční obsah kyslíku se provede dle vztahu:

$$C_{ir}^s = C_{N,i}^s \cdot \frac{21 - c_{O_2r}}{21 - c_{O_2}^s} = 375 \cdot \frac{21 - 6}{21 - 7} = 401,8 \quad [\text{mg/m}^3_N] \quad (22)$$

kde C_{ir}^s je hmotnostní koncentrace i-té složky v suchých spalínách přepočtená na referenční obsah kyslíku v mg/m^3_N ,
 $C_{N,i}^s$ hmotnostní koncentrace i-té složky v suchých spalínách při normálních podmínkách v mg/m^3 ,
 c_{O_2r} referenční objemová koncentrace kyslíku v suchých spalínách v %obj.,
 $c_{O_2}^s$ naměřená objemová koncentrace kyslíku v suchých spalínách v %obj.

Přepočet objemové (požaduje Nařízení vlády [33] – je to hodnota emisního limitu pro malé zdroje) koncentrace na referenční obsah kyslíku se provede dle vztahu:

$$c_{ir}^s = c_i^s \cdot \frac{21 - c_{O_2r}}{21 - c_{O_2}^s} = 300 \cdot \frac{21 - 6}{21 - 7} = 321,4 \quad [\text{ppm}] \quad (23)$$

kde c_{ir}^s je objemová koncentrace i-té složky v suchých spalínách přepočtená na referenční obsah kyslíku v ppm,
 c_i^s objemová koncentrace i-té složky v suchých spalínách v ppm,
 c_{O_2r} referenční objemová koncentrace kyslíku v suchých spalínách v %obj.,
 $c_{O_2}^s$ naměřená objemová koncentrace kyslíku v suchých spalínách v %obj.

V některých případech se hmotnostní a objemová koncentrace přepočítává na nezředěný stav, tj. $n = 1$ (obsah O_2 se spalínách je roven 0 – spalování bez přebytku vzduchu):

$$C_{in}^s = C_i^s \cdot \frac{21}{21 - c_{O_2}^s} = C_i^s \cdot n = 375 \cdot \frac{21}{21 - 7} = 562,5 \quad [\text{mg/m}^3_N] \quad (24)$$

$$c_{in}^s = c_i^s \cdot \frac{21}{21 - c_{O_2}^s} = c_i^s \cdot n = 300 \cdot \frac{21}{21 - 7} = 450 \quad [\text{ppm}] \quad (25)$$

kde C_{in}^s je hmotnostní koncentrace i-té složky v suchých spalínách přepočtená na nezředěný stav v mg/m^3_N ,
 C_i^s hmotnostní koncentrace i-té složky v suchých spalínách při skutečných podmínkách mg/m^3 ,
 $c_{O_2}^s$ naměřená objemová koncentrace kyslíku v suchých spalínách v %obj.,
 n přebytek vzduchu (někdy označován také jako λ),
 c_{in}^s objemová koncentrace i-té složky v suchých spalínách přepočtená na nezředěný stav v ppm,
 c_i^s objemová koncentrace i-té složky v suchých spalínách v ppm.

Příloha č.7 – Objemový tok suchých spalín za normálních a skutečných podmínek

Pro výpočty je použito údajů z předchozího výpočtu v příloze č. 5.

Objemový tok suchých spalín za normálních podmínek

Přebytek vzduchu uvedený ve vztazích (24) a (25) se vypočítá z naměřeného množství O_2 ve spalínách ze vztahu:

$$n = \frac{21}{21 - c_{O_2}^s} = \frac{21}{21 - 7} = 1,5 \quad [1] \quad (26)$$

kde n je přebytek vzduchu (někdy označován také jako λ),
 $c_{O_2}^s$ naměřená objemová koncentrace kyslíku v suchých spalínách v %obj.

Pokud známe teoretické množství suchých spalín vzniklých spálením 1 kg paliva (v tomto případě 10 m^3_N/kg paliva) a teoretickou spotřebu suchého spalovacího vzduchu na 1 kg paliva (v tomto 7 m^3_N/kg paliva), pak se skutečné množství suchých spalín vypočítá takto:

$$V_{sp}^s = V_{sp,t}^s + (n - 1) \cdot V_{vz,t}^s = 10 + (1,5 - 1) \cdot 7 = 13,5 \quad [m^3_N/kg] \quad (27)$$

kde V_{sp}^s je skutečné množství suchých spalín vzniklých spálením 1 kg paliva při norm. podmínkách v m^3_N/kg ,
 $V_{sp,t}^s$ teoretické množství vzniklých suchých spalín z 1 kg paliva v m^3_N/kg ,
 $V_{vz,t}^s$ teoretické množství suchého vzduchu potřebného ke spálení 1 kg paliva v m^3_N/kg ,
 n přebytek vzduchu.

Objemový tok suchých spalín se určí ze skutečného množství vznikajících suchých spalín a spotřeby paliva dle vztahu:

$$q_{v,N}^s = V_{sp}^s \cdot q_{paliva} = 13,5 \cdot 10 = 135 \quad [m^3_N/h] \quad (28)$$

kde $q_{v,N}^s$ je objemový tok suchých spalín při norm. podmínkách v m^3_N/h ,
 V_{sp}^s skutečné množství suchých spalín vzniklých spálením 1 kg paliva při norm. podmínkách v m^3_N/kg ,
 q_{paliva} spotřeba paliva v kg/h .

Přepočet objemového toku suchých spalín na skutečné podmínky

Přepočet objemového toku suchých spalín na skutečné podmínky spalín – teplota spalín 150 °C, tj. 423 K, atmosférický tlak 98,6 kPa a průměrná hodnota statického tlaku spalín – 0,1 kPa, viz. obdoba vztahu (21):

$$q_v^s = q_{v,N}^s \cdot \frac{t + T_N}{T_N} \cdot \frac{p_N}{p} = 135 \cdot \frac{150 + 273}{273} \cdot \frac{101,3}{98,5} = 215,1 \quad [m^3/h] \quad (29)$$

kde q_v^s je objemový tok suchých spalín při efektivních podmínkách v m^3/h ,
 $q_{v,N}^s$ objemový tok suchých spalín při norm. podmínkách v m^3_N/h ,
 t teplota spalín ve °C,
 T_N absolutní teplota při normálních podmínkách v K,
 p_N absolutní tlak při normálních podmínkách v kPa,
 p absolutní statický tlak spalín v kPa.

Příloha č.8 – Objemový tok vlhkých spalin za norm. podmínek a hmotnostní tok CO

Pro výpočty je použito údajů z předchozího výpočtu v příloze č. 5 a č. 7.

Objemový tok vlhkých spalin za normálních podmínek

Objemový tok vlhkých spalin se vypočítá z objemového toku suchých spalin a obsahu vody ve spalinách dle vztahu:

$$q_{v,N}^{vl} = \frac{q_{v,N}^s}{(1 - \varphi_{H_2O})} = \frac{135}{(1 - 0,1)} = 150 \quad [m^3_N/h] \quad (30)$$

kde $q_{v,N}^{vl}$ je objemový průtok vlhkých spalin při norm. podmínkách v m^3_N/h ,
 $q_{v,N}^s$ objemový tok suchých spalin při norm. podmínkách v m^3_N/h ,
 φ_{H_2O} objemový zlomek vodní páry obsažené ve vlhkých spalinách.

Hmotnostní tok znečišťující látky CO

Hmotnostní tok CO určíme na základě znalosti hmotnostní koncentrace CO v suchých spalinách při normálních podmínkách a hmotnostního toku spalin:

$$q_{m,i} = \frac{C_{N,i}^s \cdot q_{v,N}^s}{1000} = \frac{375 \cdot 135}{1000} = 50,6 \quad [g/h] \quad (31)$$

kde $q_{m,i}$ je hmotnostní tok i-té složky v g/h ,
 $C_{N,i}^s$ hmotnostní koncentrace i-té složky v suchých spalinách při normálních podmínkách v mg/m^3_N ,
 $q_{v,N}^s$ objemový tok suchých spalin při norm. podmínkách v m^3_N/h .

Příloha č.9 – Měrné emise CO na vyrobený GJ, na vyrobenou kWh, na kg spáleného paliva

Pro výpočty je použito údajů z předchozího výpočtu v příloze č. 5 a č. 8.

Měrné emise CO na jednotku vyrobené energie

Ze změřeného výkonu kotle, příp. s hodnoty výkonu udané výrobcem kotel, v kW vypočteme množství vyrobeného tepla:

$$Q_{\text{vyrobené}} = P_{\text{nam.}} \cdot 3,6 = 25 \cdot 3,6 = 90 \quad [\text{MJ/h}] \quad (32)$$

kde $Q_{\text{vyrobené}}$ je teplo vyrobené za hodinu v MJ/h,
 $P_{\text{nam.}}$ měřený výkon kotle v kW.

Z hodnoty množství vyrobeného tepla vypočteme měrné emise CO na jednotku vyrobené energie dle vztahu:

$$E_{i,\text{GJ}_v} = \frac{q_{m,i}}{Q_{\text{vyrobené}}} \cdot 1000 = \frac{50,6}{90} \cdot 1000 = 562,5 \quad [\text{g/GJ}_v] \quad (33)$$

kde E_{i,GJ_v} jsou měrné emise i-té složky na jednotku vyrobené energie v [g/GJ_v],
 $q_{m,i}$ hmotnostní tok i-té složky v g/h,
 $Q_{\text{vyrobené}}$ teplo vyrobené za hodinu v MJ/h.

Měrné emise CO na vyrobenou kWh

Určíme ze znalosti měrné emise CO na jednotku vyrobené energie a způsobu přepočtu vykonané práce za určitý čas na výkon:

$$E_{i,\text{kWh}} = E_{i,\text{GJ}_v} \cdot 3,6 = 562,5 \cdot 3,6 = 2025 \quad [\text{mg/kWh}] \quad (34)$$

kde $E_{i,\text{kWh}}$ jsou měrné emise i-té složky na 1 kWh v mg/kWh,
 E_{i,GJ_v} měrné emise i-té složky na jednotku vyrobené energie v [g/GJ_v].

Měrné emise CO na kg spáleného paliva

Zjistíme podělením hmotnostního toku CO za normálních podmínek spotřebou paliva daného kotle:

$$E_{i,\text{kg}} = \frac{q_{m,i}}{q_{\text{paliva}}} = \frac{50,6}{10} = 5,06 \quad [\text{g/kg}] \quad (35)$$

kde $E_{i,\text{kg}}$ jsou měrné emise i-té složky na 1 kg spáleného paliva v g/kg,
 $q_{m,i}$ hmotnostní tok i-té složky v g/h,
 q_{paliva} spotřeba paliva v kg/h.
 Jednotku g/kg čteme takto: gramů emisí CO na jeden kilogram spáleného paliva.

Příloha č.10 – Koncentrace CO ve spalínách za norm. podmínek a přepočít na referenční stav při spalování plyných paliv

Postup výpočtu hodnot emisí CO u kotle spalujícího zemní plyn

U kotle spalujícího zemní plyn o výkonu 20 kW byly měření zjištěny tyto hodnoty:

Teplota spalín	$t_k = 130\text{ °C}$
Teplota vzduchu	$t_{vz} = 20\text{ °C}$
Koncentrace CO ve spalínách	200 ppm
Koncentrace O ₂ ve spalínách	7 %obj.
Spotřeba paliva	2,12 m ³ _N /h

Chceme určit:

- hmotnostní koncentraci CO ve spalínách za normálních podmínek,
- objemovou a hmotnostní koncentraci CO přepočtenou na referenční stav,
- přebytek vzduchu,
- objemový tok spalín za normálních podmínek,
- účinnost kotle.

Hmotnostní koncentrace CO ve spalínách za normálních podmínek

Vypočteme z naměřené hodnoty koncentrace CO v ppm a znalosti hustoty CO (postup výpočtu hodnoty hustoty uveden ve vztahu (18) v Příloze č. 5:

$$C_{N,CO}^s = \rho_{N,CO} \cdot c_{CO}^s = 1,25 \cdot 200 = 250 \quad [\text{mg/m}^3_N] \quad (36)$$

kde $C_{N,CO}^s$ je hmotnostní koncentrace CO v suchých spalínách při normálních podmínkách v mg/m³_N,
 $\rho_{N,CO}$ hustota CO ve spalínách při normálních podmínkách v kg/m³_N,
 c_{CO}^s objemová koncentrace CO v suchých spalínách v ppm.

Přepočít na referenční obsah kyslíku

Referenční obsah kyslíku je různý pro různá paliva, např. dle [33] (příloha č.7, kapitola 1., odstavec 3) je pro kapalná a plyná paliva stanovena hodnota 3 %.

Přepočít hmotnostní koncentrace CO na referenční obsah kyslíku se provede dle vztahu:

$$C_{CO,r}^s = C_{N,CO}^s \cdot \frac{21 - c_{O_2,r}}{21 - c_{O_2}^s} = 250 \cdot \frac{21 - 3}{21 - 7} = 321,4 \quad [\text{mg/m}^3_N] \quad (37)$$

kde $C_{CO,r}^s$ je hmotnostní koncentrace CO v suchých spalínách přepočtená na referenční obsah kyslíku v mg/m³_N,
 $C_{N,CO}^s$ hmotnostní koncentrace CO v suchých spalínách při normálních podmínkách mg/m³_N,
 $c_{O_2,r}$ referenční objemová koncentrace kyslíku v suchých spalínách v %obj.,
 $c_{O_2}^s$ naměřená objemová koncentrace kyslíku v suchých spalínách v %obj.

Přepočet objemové (požaduje Nařízení vlády[33]) koncentrace CO na referenční obsah kyslíku se provede dle vztahu:

$$c_{\text{CO},r}^s = c_{\text{CO}}^s \cdot \frac{21 - c_{\text{O}_2,r}}{21 - c_{\text{O}_2}^s} = 200 \cdot \frac{21 - 3}{21 - 7} = 257,14 \quad [\text{ppm}] \quad (38)$$

kde $c_{\text{CO},r}^s$ je objemová koncentrace CO v suchých spalínách přepočtená na referenční obsah kyslíku v ppm,
 c_{CO}^s objemová koncentrace i-té složky v suchých spalínách v ppm,
 $c_{\text{O}_2,r}$ referenční objemová koncentrace kyslíku v suchých spalínách v %_{obj.},
 $c_{\text{O}_2}^s$ naměřená objemová koncentrace kyslíku v suchých spalínách v %_{obj.}

Příloha č.11 – Výpočet přebytku vzduchu a objemový tok spalin za norm. podmínek

Pro výpočty je použito údajů z předchozího výpočtu v příloze č. 10.

Výpočet přebytku vzduchu

Výpočet na základě naměřené hodnoty obsahu kyslíku ve spalinách:

$$n = \frac{21}{21 - c_{O_2}^s} = \frac{21}{21 - 7} = 1,5 \quad [1] \quad (39)$$

kde n je přebytek vzduchu (někdy označován také jako λ),
 $c_{O_2}^s$ naměřená objemová koncentrace kyslíku v suchých spalinách v %obj.

Objemový tok spalin za normálních podmínek

Pro stanovení objemového toku spalin je nutné si nejprve vypočítat potřebné množství spalovacího vzduchu. Pro tento výpočet použijeme empirickou rovnici, viz. Příloha č. 1:

$$V_{vz,t} = K_1 \cdot Q_i^r + K_2 = 0,2556 \cdot 33 + 0 = 8,43 \quad [m^3_N/m^3_N] \quad (40)$$

kde $V_{vz,t}$ je teoretické množství spalovacího vzduchu m^3_N/m^3_N ,
 Q_i^r výhřevnost zemního plynu - 33 MJ/ m^3_N (průměrná hodnota v ČR),
 K_1, K_2 součinitele potřebné pro výpočet viz. následující tabulka.

Hodnoty součinitelů:

Druh paliva	K_1	K_2	K_3	K_4
Plynná $Q_i^r < 12,6 MJ \cdot m^{-3}$	0,2197	-0,08	0,1815	0,87
Plynná $Q_i^r > 12,6 MJ \cdot m^{-3}$	0,2556	0	0,2603	0,47

Teoretické množství spalin se vypočítá podle další empirické rovnice, viz. Příloha č. 1:

$$V_{sp,t} = K_3 \cdot Q_i^r + K_4 = 0,2603 \cdot 33 + 0,47 = 9,05 \quad [m^3_N/m^3_N] \quad (41)$$

kde $V_{sp,t}$ je teoretické množství vzniklých spalin v m^3_N/m^3_N ,
 Q_i^r výhřevnost zemního plynu v MJ/ m^3_N ,
 K_3, K_4 součinitele potřebné pro výpočet viz tabulka.

Skutečné množství spalin – navýšení o přebytečný vzduch:

$$V_{sp,s} = V_{sp,t} + (n - 1) \cdot V_{vz,t} = 9,05 + (1,5 - 1) \cdot 8,4 = 13,25 \quad [m^3_N/m^3_N] \quad (42)$$

kde $V_{sp,s}$ je skutečné množství vzniklých spalin z 1 m^3 zemního plynu,
 $V_{sp,t}$ teoretické množství vzniklých spalin m^3_N/m^3_N ,
 $V_{vz,t}$ teoretické množství spalovacího vzduchu m^3_N/m^3_N ,
 n přebytek vzduchu.

Objemový tok vzniklých spalin na základě znalosti množství spotřebovaného paliva:

$$q_{v,N} = V_{sp} \cdot q_{paliva} = 13,25 \cdot 2,12 = 28,09 \quad [m^3_N/h] \quad (43)$$

kde $q_{v,N}$ je objemový tok spalin při norm. podmínkách v m^3_N/h ,
 V_{sp} skutečné množství spalin vzniklých spálením 1 kg paliva při norm. podmínkách v m^3_N/m^3_N ,
 q_{paliva} spotřeba paliva v m^3_N/h .

Příloha č.12 – Účinnost kotle

Pro výpočty je použito údajů z předchozího výpočtu v příloze č. 10.

Účinnost kotle

Pro stanovení účinnosti kotle je nutné vypočítat komínovou ztrátu, která má rozhodující vliv na účinnost kotle.

Komínovou ztrátu stanovíme dle zjednodušeného výpočtu podle 1st. BimSchV z hodnot koncentrace kyslíku ve spalínách, teploty spalin a okolního vzduchu a příslušných konstant:

$$Z_k = \left(\frac{A_2}{21 - c_{O_2}^s} + B \right) \cdot (t_k - t_{vz}) = \left(\frac{0,66}{21 - 7} + 0,009 \right) \cdot (130 - 20) = 6,18 \quad [\%] \quad (44)$$

kde Z_k je komínová ztráta %,
 A_2, B naměřená objemová koncentrace kyslíku v suchých spalínách v %_{obj.},
konstanty zohledňující druh paliva,
 t_k teplota spalin °C,
 T_{vz} teplota vzduchu °C.

Hodnoty koeficientů A_2 a B jsou uvedeny v následující tabulce.

Druh paliva	A_2	B
topný olej	0,68	0,007
zemní plyn	0,66	0,009
koksárenský plyn	0,6	0,011

Účinnost kotle

$$\eta = 100 - Z_k = 100 - 6,18 = 93,82 \quad [\%] \quad (45)$$

kde η je účinnost kotle %

Příloha č.13 – Tmavost kouře, Ringelmannova stupnice

Tmavost kouře

Nejvyšší přípustná tmavost kouře je optická vlastnost kouře vyvolaná pohlcováním světla v kouřové vlečce vystupující z komína.

Vyjadřuje se:

- ve stupních podle Ringelmannova v kouřové vlečce (stupně 0 - 5),
- ve stupních Bacharacha (0 - 9), nebo měřením opacity (udávané v %), která se měří v kouřovodu.

Měření tmavosti kouře metodou podle Ringelmannova

Metoda je založena na porovnání tmavosti kouřové vlečky s odpovídajícím stupněm Ringelmannovy stupnice lidským zrakem. Tmavost zbarvení kouřové vlečky přibližně odpovídá koncentraci sazí, popílku a jiných částic.

Ringelmannova stupnice (viz. Obr. I.) se skládá z šesti čtvercových polí. V každém poli je na bílém podkladě pravoúhlá síť černých čar o takové tloušťce a hustotě sítě, že pole odpovídá určitému procentu černé barvy na bílém podkladě.

Rozlišuje se stupeň 0 až 5 Ringelmannových stupňů:

- stupeň 0 – tvoří čistě bílé pole s definovanou odrazivostí světla 80 %,
- stupeň 1 – odpovídá 20 % černé barvy na bílém podkladě,
- stupeň 2 – odpovídá 40 % černé barvy na bílém podkladě,
- stupeň 3 – odpovídá 60 % černé barvy na bílém podkladě,
- stupeň 4 – odpovídá 80 % černé barvy na bílém podkladě,
- stupeň 5 – odpovídá 100 % černé barvy na bílém podkladě a slouží pro ověření optických vlastností Ringelmannovy stupnice, černá barva použitá k tisku stupnice musí mít odrazivost světla 5 %.

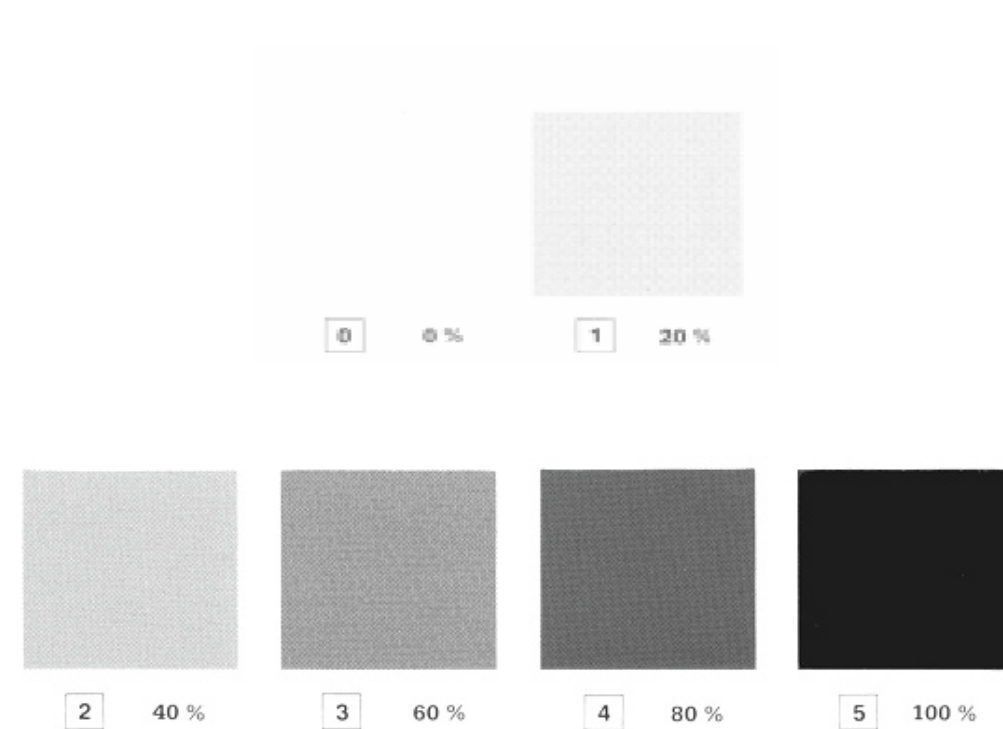
Optické vlastnosti Ringelmannovy stupnice použité k měření musí být ověřeny. Měření tmavosti kouře podle této metody provádí pozorovatel ze vzdálenosti 150 až 400 m od pozorovaného komínu. Směr kouřové vlečky vystupující z komína má být přibližně v pravém úhlu na směr pozorování. Pozadí kouřové vlečky má tvořit rozptýlené světlo oblohy během dne, pozorování není možno provádět proti slunci ani proti zástavbě nebo okolnímu terénu. Pozorovatel drží při měření Ringelmannovu stupnici ve volně natažené paži tak, že síť jednotlivých polí se slije do rozdílných stupňů šedé barvy. Porovnáním stupnice s kouřovou vlečkou v místě výstupu kouře z koruny komína se určí stupeň tmavosti kouře.

Při každém měření se provádí 30 odečtů v pravidelných půlminutových intervalech. Délka jednoho odečtu činí 5 sekund. Měření se vyhodnotí jako průměrná tmavost kouře ze třiceti odečtů podle vztahu:

$$H = \frac{P_i \cdot R_i}{P} \quad [1] \quad (46)$$

kde H je průměrná tmavost kouře ve stupních Ringelmannova,
P celkový počet měření (30),
 P_i počet měření, při nichž byl naměřen určitý R_i ,
 R_i naměřený stupeň tmavosti kouře dle Ringelmannovy stupnice.

Stanovení metodou Ringelmannova je velmi individuální, neboť každý pozorovatel bude hodnotit tmavost kouře jinak. Velkým problémem je rovněž použití metody za ztížených povětrnostních a světelných podmínek.



OBR. I. RINGELMANOVA STUPNICE TMAVOSTI KOUŘE

Příloha č.14 – Tmavost kouře, Bacharachova stupnice

Měření tmavosti kouře metodou podle Bacharacha

Metoda je založena na porovnání kruhové barevné skvrny získané prosátím předepsaného množství kouřových plynů přes filtrační papír se standardními skvrnami Bacharachovy stupnice (viz. Obr. II.). Tmavost zbarvení kouřové vlečky přibližně odpovídá koncentraci sazí, popílku a jiných částic.

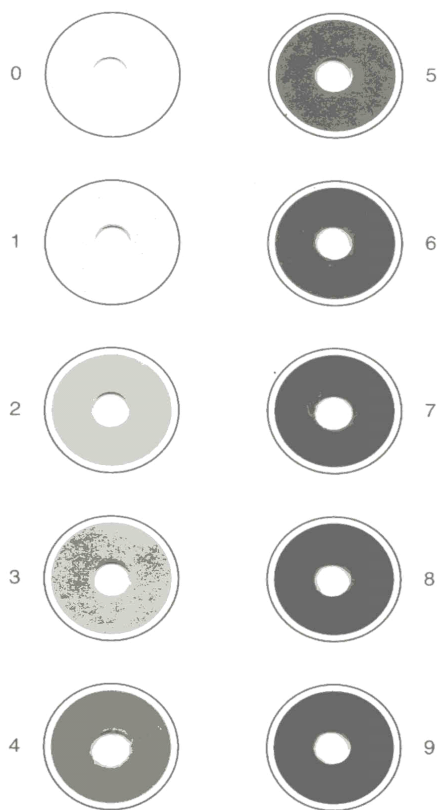
Zařízení pro měření se skládá z odběrové sondy o vnitřním průměru 6 mm s odchylkou max. 0,1 mm, filtračního papíru, odsávací pumpy o zdvihovém objemu 0,163 dm³ s odchylkou max. 0,007 dm³ a Bacharachovy stupnice.

Zdvihový objem odsávací pumpy a optické vlastnosti Bacharachovy stupnice použité k měření musí být ověřeny.

Měření tmavosti kouře podle této metody se provádí odběrem kouřových plynů sondou z kouřovodu. Do zářezu v pumpě se vloží čistý filtrační papír a dotažením se zajistí těsnost spoje. Odsávací sonda se zasune do kouřovodu kolmo ke směru proudu spalin, co nejdále směrem ke středu (umístění sondy musí být takové, aby byl nasáván vzorek z hlavního proudu spalin). Deseti úplnými zdvihy pumpy se provede nasátí předepsaného vzorku spalin 1,63 dm³ s odchylkou max. 0,071 dm³. Zdvihy pumpy se provádí volně, avšak tak, aby celý vzorek byl odebrán v čase kratším než tři minuty. Po provedení odběru se uvolní a vyjme filtrační papír; vytvořená skvrna musí být kruhová o průměru 6,0 mm s odchylkou max. 0,1 mm. Tmavost skvrn se porovná s tmavostí skvrn Bacharachovy stupnice.

Při každém měření se provádí 3 odběry v pravidelných intervalech 5 minut. Měření se hodnotí jako tři samostatné odběry.

Měření tmavosti kouře pomocí Bacharachovy stupnice se používá pro kontrolu spalovacích procesů u zařízení spalujících kapalná paliva. Za ztížených povětrnostních a světelných podmínek je možno provést měření a hodnocení tmavosti kouře pomocí Bacharachovy stupnice i u zařízení spalujících tuhá paliva náhradou za měření pomocí Ringelmannovy stupnice. V tomto případě se však vzorek spalin nasává pouze dvěma zdvihy nasávací pumpy.



OBR. II. BACHARACHOVA STUPNICE TMAVOSTI KOUŘE

Příloha č.15 – Příklad výpočtu palivových nákladů z portálu TZB-info

TZB-EkoWATT tabulka nákladů na vytápění Výpočtová spotřeba tepla = 100 GJ									
Druh paliva (Volba tarifu)	(Výhřevnost) paliva	Cena paliva v Kc	Spalovací (Průměrná volně zadání	účinnost v %	Ostatní náklady Kc / rok	Cena tepla Kc/GJ Kc/kWh	Spotřeba paliva rok	Celkové náklady Kc / rok	
Hnědé uhlí (18 MJ/kg) <u>cený a dodavatelé</u>		1,49 /kg	Automatický kotel na uhlí (80%)			0,37	6944 kg	10347,-	
Cerné uhlí (23,1 MJ/kg) <u>cený a dodavatelé</u>		2,19 /kg	Automatický kotel na uhlí (80%)			0,43	5411 kg	11851,-	
Koks (27,5 MJ/kg)		4,09 /kg	Klasický kotel na koks (62%)			0,86	5865 kg	23988,-	
Dřevo (14,6 MJ/kg)		0,93 /kg	Kotel na zplyňování dřeva (75%)			0,31	9132 kg	8493,-	
Dřevěné brikety (17,5 MJ/kg)		3,5 /kg	Kotel na zplyňování dřeva (75%)			0,96	7619 kg	26667,-	
Dřevěné pelety (18,5 MJ/kg)		3,25 /kg	Kotel na dřevěné pelety (85%)			0,74	6359 kg	20668,-	
Štepka (12,5 MJ/kg)		2,8 /kg	Kotel na štepku (80%)			1,01	10000 kg	28000,-	
Zemní plyn (spalné teplo 37,82 MJ/m ³) <u>cený</u> Dodavatel: Severomoravská plynárenská, a.s. Spotřeba plynu: 9 451 - 63 000 kWh /rok vztaženo ke spalnému teple *		0,680 /kWh 7,15 Kc/m ³ + 239 Kc/mesíc	Kotel nízkoteplotní (95%) účinnost je vztažena k výhřevnosti ZP 1			0,9	32463 kWh 3091 m ³	24957,-	
Propan (46,4 MJ/kg) <u>cený a dodavatelé</u>		21 /kg	Kotel nízkoteplotní (95%)			1,72	2269 kg	47641,-	
Lehký topný olej ELTO (42 MJ/kg) <u>cený</u>		13,8 /kg	Kotel na lehký topný olej (89%)			1,33	2675 kg	36918,-	
Elektrina akumulace **) <u>cený a tarif</u> D26 jistic nad 3x20 A do 3x25 A včetně		0,82 /kWh + 306 Kc/mesíc	S akumulací nádrží (93%)			1,01	29869 kWh	28164,-	
Elektrina přímotop **) <u>cený a tarif</u> D45 jistic nad 3x20 A do 3x25 A včetně		1,12 /kWh + 507 Kc/mesíc	Prímotopné panely (98%)			1,36	28345 kWh	37830,-	
Tepelné čerpadlo **) <u>cený a tarif</u> D55 jistic nad 3x16 A do 3x20 A včetně		1,02 /kWh + 175 Kc/mesíc	Průměrný roční topný faktor: 2,7			0,45	10288 kWh	12594,-	
Centrální zásobování teplem		350 /GJ	účinnost (98%)			1,29	102 GJ	35714,-	

Porovnání nákladu na vytápění podle druhu paliva

Jak pracovat s TZB-EkoWATT tabulkou nákladu na vytápění ?

Znáte-li spotřebu tepla vašeho domu nebo bytu, zadejte ji přímo (z projektu, z výpočtu tepel, ztrát apod).
Neznáte-li ji, musíte znát alespoň množství spotřebovaného paliva za rok a druh spalovacího zařízení.

V tabulce jsou zohledněny

NOVÉ CENY PLYNU

platné od 1. října 2004

☒	Spotřeba tepla:	100,0	GJ =	27,8	MWh
☐	Spotřeba paliva:	3091	Zemní plyn (m3) - Kotel nízkoteplotní (95%)		

Prepocítat tabulku nákladu na vytápění

podle zadané spotřeby

Výsledky v tabulce nákladu na vytápění se prepocítávají automaticky po změnách tarifu plynu a elektro, zadání vlastních cen paliv, volbe spalovacího zařízení i ostatních nákladů (revize kotle, odvoz popela).
Ceny jsou počítány včetně DPH. Údaje si mezi sebou můžete porovnat.

Celkové náklady:

Hnědé uhlí	10347,- Kc / rok
Cemé uhlí	11851,- Kc / rok
Koks	23988,- Kc / rok
Dřevo	8493,- Kc / rok
Drevené brikety	26667,- Kc / rok
Drevené pelety	20668,- Kc / rok
Štepka	28000,- Kc / rok
Zemní plyn	24957,- Kc / rok
Propan	47641,- Kc / rok
Lehký topný olej ELTO	36918,- Kc / rok
Elektrina akumulace	28164,- Kc / rok
Elektrina přímotop	37830,- Kc / rok
Tepelné čerpadlo	12594,- Kc / rok
Centrální zásobování teplem	35714,- Kc / rok

*) Poznámka:

Cena zemního plynu je plynárenskými společnostmi uváděna v Kc/MWh a vztažena ke spalnému teplu obsaženému v ZP.
Účinnost kotlu v tabulce je vztažena k výhrevnosti, protože tuto hodnotu udávají výrobci ve svých podkladech.

**) Poznámka:

Ceny elektriny platí pro STE. Ceny ostatních distributorů (JME, PRE, SCE, SME, VCE, ZCE) jsou nižší, ceny JCE vyšší.

Aplikace byla vytvořena ve spolupráci se sdružením [EkoWATT](#).

Pavel Noskievič, Jan Koloničný, Tadeáš Ochodek

MALÉ ZDROJE ZNEČIŠŤOVÁNÍ

© Vydal: VŠB - Technická univerzita v Ostravě - Výzkumné energetické centrum

© 2004

© Pavel Noskievič, Jan Koloničný, Tadeáš Ochodek

Typografická a jazyková úprava: STUDIO G Havířov

Publikace je určena pro poradenskou činnost a je zpracována v rámci Státního programu na podporu úspor energie a využití obnovitelných zdrojů energie pro rok 2004 - část A.

Vydání první.