



**EMISE ENERGETICKÝCH
ZAŘÍZENÍ,
JEJICH ZJIŠŤOVÁNÍ
A VÝPOČTY**

EkoWATT

Obsah

1. ÚVOD.....	3
2. NĚKTERÉ ZÁKLADNÍ POJMY POUŽÍVANÉ V OCHRANĚ OVZDUŠÍ.....	4
3. PRÁVNÍ AKTY SOUVISEJÍCÍ S OCHRANOU OVZDUŠÍ PŘI VÝROBĚ ENERGIE.....	6
3.1. Zákon 86/2002 Sb. o ovzduší	6
3.1.1. Povinnosti právnických a fyzických:	6
3.1.2. Kategorizace zdrojů	7
3.1.3. Přípustná úroveň znečišťování ovzduší, emisní limity	8
3.1.4. Přípustná úroveň znečištění ovzduší	9
3.1.5. Zvláštní ochrana ovzduší a smogové situace	9
3.1.6. Zjišťování znečišťujících látek	9
3.2. Zjišťování měření	10
3.2.1. Jednorázová měření	10
3.2.2. Kontinuální měření	10
3.3. Emisní limity	11
4. ZJIŠŤOVÁNÍ EMISÍ VÝPOČTEM	13
4.1. Příklady výpočtů hlavních znečišťujících látek s použitím emisních faktorů	14
4.2. Výpočty emisí oxidu uhličitého	18
5. KVALITA PALIV	20
6. PŘÍLOHA Č. 1 K TEXTU:	22
 Seznam tabulek	 23
 Příloha : CD ROM s prací a softwarem	

1. Úvod

Rozvoj průmyslu po druhé světové válce byl spojen s vysokými nároky na spotřebu elektřiny a tepla. Spotřeba elektřiny bývala pokrývána především spalováním uhlí s vysokým obsahem síry. Vyrůstaly emise oxidu siřičitého do ovzduší a dalších znečišťujících látek, především oxidů dusíku. Na počátku sedmdesátých let dosáhly emise svého vrcholu, zejména v průmyslově vyspělých státech. Tak např. v USA činily emise 120 milionů tun, v Evropě cca 50 milionů, na nichž se bývalé Československo podílelo množstvím 3,1 milionu tun v roce 1980. Emise vyvolaly neúnosné znečištění ovzduší, vč. mezinárodních dopadů.

V historii bývalého Československa byly přijaty dva zákony na ochranu ovzduší, které odlišným působením ovlivňovaly kvalitu ovzduší. Prvním z nich byl zákon 35/1967 Sb. o ochraně ovzduší, který byl založen na imisním principu. Pro povolování staveb nových zdrojů a při rekonstrukci stávajících vycházel z výpočtu přízemního znečištění ovzduší provedeného podle metodik rozptylové studie. Pokud výpočet prokazoval překročení tzv. nejvyšších přípustných koncentrací (NPK, dnes imisních limitů), bylo možné zvýšením výšky komína dosáhnout přípustných hodnot.

Tento přístup k ochraně ovzduší znamenal eskalaci znečištění na větší vzdálenosti a vstup znečišťujících látek do dálkového přenosu přes hranice států. Stále více docházelo ke škodám na lesních porostech a k okyselování jezer a vodních toků i v oblastech, kde docházelo ke znečišťování ovzduší v malé míře. Deposice znečišťujících látek, zejména ve srážkách, vedla k okyselování půd, často i do značných hloubek 1 – 2 m pod povrch. Navíc tento zákon byl přijat v době, kdy vyspělé státy opouštěly imisní princip ochrany ovzduší a přecházely na strategii emisní.

Důsledkem tohoto zákona byl výrazný nárůst znečišťování ovzduší s mezinárodními důsledky, když dálkové přenosy do ostatních evropských států byly výrazně vyšší než přenosy ze zahraničí.

Po změně politických poměrů v roce 1989 byl přijat zákon 309/1991 Sb. o ochraně ovzduší před znečišťujícími látkami, který zavedl emisní limity a další podmínky pro provoz zdrojů. Prováděcí předpisy k zákonu vycházely především z předpisů SRN, které tehdy reprezentovaly nejúplnější legislativu na ochranu ovzduší v Evropě. Důsledkem uplatnění emisních limitů podle tohoto zákona se podařilo významně snížit emise celé řady znečišťujících látek do ovzduší. Nejvýrazněji se to projevilo u emisí oxidu siřičitého, které činily 2 257 kt v roce 1980 (vstupní rok obou protokolů o snížení emisí síry) a poklesly na 299 kt v roce 1999, který byl prvním rokem plné účinnosti zákona.

Technický vývoj odlučovacích zařízení pro snižování emisí, nové strategie na poli ochrany ovzduší v zemích Evropského společenství (ES) a snaha ČR o vstup do ES vedla k tomu, že v roce 2002 byl přijat Parlamentem České republiky zákon 86 s názvem o ochraně ovzduší a změně některých dalších zákonů. Zákon odráží vývoj v ochraně ovzduší za poslední desetiletí a skýtá potřebná zmocnění k převzetí zákonných předpisů Evropského společenství.

2. Některé základní pojmy používané v ochraně ovzduší

Z hlediska potřeb ochrany ovzduší před emisemi z energetických zařízení jsou potřebné následující pojmy:

- **Znečišťující látka** - jakákoliv látka vnesená do vnějšího ovzduší nebo v něm druhotně vznikající, která má a nebo může mít po fyzikální nebo chemické přeměně nebo po spolupůsobení s jinou látkou škodlivý vliv na lidské zdraví a pohodu, zdraví zvířat, na životní prostředí, na klimatický systém Země nebo na hmotný majetek; za znečišťující látku podle tohoto zákona se nepovažují radionuklidy;
- **Znečišťování ovzduší (emise)** - vnášení jedné nebo více znečišťujících látek do životního prostředí v důsledku lidské činnosti vyjádřené v jednotkách hmotnosti ze jednotku času;
- **Emisní limit** - nejvýše přípustné množství znečišťující látky (nebo stanovené skupiny znečišťujících látek) vypouštěné do ovzduší ze zdroje znečišťování ovzduší vyjádřené jako hmotnostní koncentrace znečišťující látky v odpadních plynech (např. $\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$) nebo hmotnostní tok znečišťující látky za jednotku času (např. $\text{t} \cdot \text{h}^{-1}$) nebo hmotnost znečišťující látky vztažená na jednotku produkce (např. $\text{kg SO}_2 \cdot \text{t}^{-1}$ vyrobené H_2SO_4) nebo lidské činnosti;
- **Emisní strop** - nejvyšší přípustná úhrnná emise znečišťující látky (nebo stanovené skupiny znečišťujících látek) vznikající v důsledku lidské činnosti vyjádřená zpravidla v hmotnostních jednotkách za období jednoho roku ze všech zdrojů znečišťování, nebo z jejich vymezené skupiny, na vymezeném území; u národního emisního stropu je jeho hodnota pro kalendářní rok stanovena pro Českou republiku závaznými mezinárodními dokumenty;
- **Úroveň znečištění ovzduší** - hmotnostní koncentrace znečišťujících látek v ovzduší nebo jejich depozice z ovzduší na zemský povrch za jednotku času;
- **Zdroj znečišťování ovzduší** – zařízení, plocha nebo prostor, které znečišťují nebo mohou znečišťovat ovzduší a pro které se vydávají kolaudační nebo jiná rozhodnutí či povolení;
- **Palivo** - plyný, kapalný nebo tuhý hořlavý materiál vhodný ke spalování ve zdrojích znečišťování ovzduší a splňující požadavky na kvalitu a vlastnosti stanovené vyhláškou Ministerstva životního prostředí 357/2002 Sb. Palivem není odpad podle zákona 185/2001 Sb. o odpadech;
- **Imisí** - znečištění ovzduší vyjádřené hmotnostní koncentrací znečišťující látky nebo stanovené skupiny znečišťujících látek;
- **imisní limit** - hodnota nejvýše přípustné úrovně znečištění ovzduší vyjádřená v jednotkách hmotnosti na jednotku objemu vzduchu při normální teplotě a tlaku (tj. při teplotě 0°C a tlaku $1,0132 \text{ kPa}$), např. $\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$ nebo $\mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$;
- **Mez tolerance imisního limitu** - procento imisního limitu, nebo část jeho absolutní hodnoty, o které může být imisní limit překročen;
- **Zvláštní imisní limit (varovný limit)** - taková úroveň znečištění ovzduší, při jejímž překročení hrozí již při krátké expozici riziko poškození lidského zdraví, nebo poškození ekosystému;

- **Přípustná tmavost kouře** - nejvýše přípustný stupeň znečišťování ovzduší vyjádřený zabarvením kouřové vlečky nebo zjištěný v kouřovodu.

Přípustná tmavost kouře zjišťovaná **v kouřovodu** se vyhodnocuje **Bacharachovou metodou**, při které se odsaje určitý objem plynu přes filtrační papír vložený do proudu spalin v kouřovodu a porovná se zabarvení s Bacharachovou stupnicí. Bacharachovu stupnici tvoří celkem deset stupňů od 0 do 9, přičemž nultý stupeň představuje bílou barvu a devátý stupeň nejméně 90 % černé barvy na bílém podkladě.

Přípustná tmavost kouře zjišťovaná **v kouřové vlečce** se vyhodnocuje buď podle **Ringellmanna**, nebo **měřením opacity**. Ringellmannova metoda spočívá ve vizuálním porovnání kouřové vlečky se stupnicí, která má celkem pět polí od nuly (bílá) do čtyř (nejméně 90 % černé na bílém podkladě). Opacita se vyhodnocuje optickým přístrojem, který udává procento absorpce světla v kouřové vlečce;

- **Depoziční limit** - nejvýše přípustné hmotnostní množství znečišťující látky po dopadu na jednotku plochy zemského povrchu za jednotku času nebo množství látky, které jednotka plochy zemského povrchu za jednotku času vstřebá. Nejčastěji se deposice vyjadřuje v $t \cdot km^{-2} \cdot rok^{-1}$.

Deposice se skládá ze dvou složek, jimiž jsou **suchá a mokrá deposice**, jejichž součet tvoří deposice celkovou. Suchá deposice je množství spadu v nepřeměněné formě (např. popílek, oxid siřičitý, a další), zatím co mokrou deposici tvoří znečišťující látky po přeměně v ovzduší (oxid siřičitý se mění na kyselinu sírovou, oxidy dusíku převážně na kyselinu dusičnou). Mokrá deposice se měří ve srážkách. Jeden milimetr srážkových vod představuje 1 l vody na metr čtvereční;

- **Nejlepší dostupná technika** – nejúčinnější a nejpokročilejší stupeň vývoje použitých technologií a způsobů jejich provozování, které jsou vyvinuty v měřítku umožňujícím jejich zavedení v příslušném hospodářském odvětví za ekonomicky a technicky přijatelných podmínek a zároveň jsou nejúčinnější v dosahování vysoké úrovně ochrany životního prostředí jako celku. Z nejlepších dostupných technik se vychází při stanovování závazných podmínek v integrovaném povolení vydávaném podle zvláštního právního předpisu. Technika zahrnuje jak používanou technologii, tak i způsob, jakým je zařízení navrhováno, budováno, udržováno, provozováno a po dožití odstraňováno;
- **Redukční cíl** - procento, o které je nutno ve stanoveném termínu snížit emise znečišťující látky nebo stanovené skupiny znečišťujících látek ze všech zdrojů znečišťování umístěných na vymezeném území, případně z vymezené skupiny zdrojů znečišťování, ve srovnání s rokem stanoveným jako referenční;

Tento pojem zavedlo Evropské společenství jako reakci na překračování imisních limitů ve vymezených územích. Redukčním cílem je postupné dosažení hodnot imisních limitů v těchto územích, které jsou překračovány. Obvykle se požaduje, aby byly vypracovány konkrétní opatření ke snížení

emisí, která postupně zabezpečí dosažení požadované úrovně znečištění ovzduší.

3. Právní akty související s ochranou ovzduší při výrobě energie

Základ vlivu státu na ovzduší tvoří zákon 86/2002 Sb. o ochraně ovzduší a jeho prováděcí předpisy. Z celkem 9 dosud vydaných nařízení vlády a vyhlášek Ministerstva životního prostředí jsou pro energetické zdroje nejdůležitější:

1. Nařízení vlády, kterým se stanoví závazné emisní stropy pro některé látky znečišťující ovzduší a způsob přípravy a provádění emisních inventur a emisních projekcí. Sbírka zákonů č. 351/2002;
2. Nařízení vlády, kterým se stanoví emisní limity a další podmínky provozování spalovacích stacionárních zdrojů znečišťování ovzduší. Sbírka zákonů č. 352/2002;
3. Vyhláška Ministerstva životního prostředí, kterou se 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 jejich uplatňování. Sbírka zákonů č. 356/2002;
4. Vyhláška Ministerstva životního prostředí, kterou se stanoví požadavky na kvalitu paliv z hlediska ochrany ovzduší. Sbírka zákonů č. 357/2002;

Toto pojednání se nezabývá podrobným výkladem legislativy ovzduší. Proto jsou dále uváděny jen takové zásady strategie ochrany ovzduší, které jsou potřebné pro pochopení nároků vznášených na energetická (spalovací) zařízení.

3.1. Zákon 86/2002 Sb. o ovzduší

Zákon stanoví práva a povinnosti osob a působnost státních úřadů při ochraně vnějšího ovzduší před vnášením znečišťujících látek (ZL) lidskou činností a zacházení s regulovanými látkami, které poškozují ochrannou ozónovou vrstvu Země a s výrobky, které takové látky obsahují.

Zákon také stanoví podmínky pro další snižování látek působících nepříznivým účinkem na život a zdraví lidí, zvířat, na životní prostředí a hmotný majetek. Dále nástroje ke snižování množství látek ovlivňujících klimatický systém Země.

Zde se z ustanovení zákona vyjímají jen ty, které souvisejí s emisemi ze spalování paliv v energetických zařízeních.

3.1.1. Povinnosti právnických a fyzických:

- každý je povinen omezovat a předcházet znečišťování ovzduší a snižovat množství jím vypouštěných ZL do ovzduší;
- veškerá paliva lze vyrábět, skladovat, dovážet a prodávat a používat v souladu se zákonem a právními předpisy;
- spalování látek ve zdrojích, které nejsou palivy určenými jejich výrobcem, je zakázáno;
- v otevřených ohništích, krbech nebo otevřených grilovacích zařízeních lze spalovat jen dřevo, dřevěné uhlí, suché rostlinné materiály a plynná paliva určená výrobcem, přičemž tato paliva nebo materiály nesmějí být kontaminována chemickými látkami. Orgán obce

může stanovit podmínky pro spalování rostlinných materiálů nebo jejich spalování zakázat, pokud zajistí jiný způsob pro jejich odstranění;

- tam, kde je to technicky možné a ekonomicky přijatelné při stavbě nových zdrojů a rekonstrukci stávajících zdrojů využívat centrální zdroje tepla.

3.1.2. Kategorizace zdrojů

Zdroje znečišťování se dělí na **mobilní** a **stacionární**.

1. **Mobilní zdroje** jsou samohybná a další pohyblivá vozidla a přenosná zařízení vybavená spalovacími motory. Jde o silniční, drážní vozidla a stroje, letadla a plavidla, nesilniční mobilní zdroje (kompresory, buldozery, vysokozdvizné vozíky), zemědělské a lesnické stroje a přenosná nářadí vybavená spalovacím motorem, např. sekačky, pily apod.
2. **Stacionární zdroje** jsou zařízení pro spalování paliv nebo jiná technologická zařízení, která znečišťují nebo mohou znečišťovat ovzduší. Sem náleží šachty, lomy a jiné plochy s možností zapaření, vč. skladů a skládek paliv, surovin, produktů a obdobných činností.

Stacionární zdroje se dělí do kategorií podle dvou kritérií:

1. Podle míry vlivu na kvalitu ovzduší na:

- zvláště velké
- velké
- střední
- malé

2. Podle technického a technologického uspořádání na:

- zařízení **spalovacích technologických procesů**, ve kterých se oxidují paliva za účelem využití vyvinutého tepla (dále jen „spalovací zdroje“);
- **spalovny odpadů** a zařízení schválená pro spoluspalování odpadu s palivy;
- **ostatní stacionární zdroje**.

Spalovací zdroje podle tepelného příkonu nebo výkonu se zařazují do těchto kategorií:

- **zvláště velké** spalovací zdroje (dále ZVZ) o **jmenovitém tepelném příkonu** 50 MW a vyšším bez přihlédnutí k tepelnému výkonu;
- **velké** spalovací zdroje (VZ) o **jmenovitém tepelném výkonu** vyšším než 5 MW do 50 MW tepelného příkonu nespádající pod zvláště velké spalovací zdroje;
- **střední** spalovací zdroje (SZ) o **tepelném výkonu** od 0,2 do 5 MW včetně;
- **malé** spalovací zdroje (MZ) o tepelném výkonu nižším než 0,2 MW.

*Kategorizace dosud platného zákona o ovzduší rozlišovala zdroje na velké(>5 MW), střední (0,2 – 5 MW) a malé (>0,2 MW) tepelného výkonu. V souvislosti s harmonizací práva Evropského společenství (ES) bylo nutno respektovat směrnici 96/61/ES o integrované prevenci, která byla převzata do českého právního řádu zákonem 100/2001 Sb. o integrované prevenci. Tento zákon specifikuje zařízení, která ES považuje za významné znečišťovatele, a jejichž vliv na životní prostředí hodlá sledovat. Ze zařízení, která **spalují paliva** jsou to zdroje o **tepelném příkonu vyšším než 50 MW**. Ostatní zdroje orgány ES ponechávají v kompetenci národních vlád s tím, že se ukládají národní emisní stropy, které musí být dosaženy do roku 2010.*

Tepelný příkon je objektivnější měřítko než tepelný výkon pro sledování míry znečištění ovzduší, protože sleduje množství energie vložené do spalovacího procesu, nikoliv množství energie vyrobené bez ohledu na účinnost zařízení. Mezi cíle ES je zvyšovat účinnost nových energetických zařízení.

Při přijímání nové legislativy vznikl problém překlasifikování zdrojů z tepelného výkonu na příkon, který technické předpisy našich kotlů neznají a tím i změnu kategorií. Registr emisí zdrojů znečišťování ovzduší (REZZO) eviduje cca 25 000 velkých a středních zdrojů. Provedení nové kategorizace na tepelný příkon by na několik let zatížilo výkon státní správy ochrany ovzduší. Proto bylo přijato rozhodnutí, jímž se z kategorie velkých zdrojů vyčleňují tzv. zvláště velké spalovací zdroje, jejichž počet se odhaduje na cca 150, které budou sledovány Evropskou komisí. Klasifikace ostatních spalovacích zdrojů se nemění.

Pro účely **stanovení kategorie nebo stanovení emisních limitů** se jmenovité tepelné příkony nebo výkony ZVZ, VZ a SZ sčítají, pokud jsou:

- a) umístěny ve stejné místnosti, stavbě nebo provozním celku;
- b) spaliny jsou vypouštěny společným komínem bez ohledu na počet komínových průduchů nebo by s ohledem na uspořádání a druh použitého paliva mohly být vypouštěny společným komínem.

Jmenovité tepelné výkony MZ téhož provozovatele se pro účely stanovení kategorie zdroje sčítají za předpokladu, že spaliny by mohly být vypouštěny společným komínem.

Provozovatel zdroje je povinen stacionární zdroj zařadit do příslušné kategorie v souladu se zákonem a jeho prováděcími předpisy. V pochybnostech rozhoduje Česká inspekce životního prostředí (inspekce), a to na návrh provozovatele zdroje nebo z vlastního podnětu.

3.1.3. Přípustná úroveň znečišťování ovzduší, emisní limity

Přípustnou úroveň znečišťování ovzduší určují hodnoty emisních limitů pro jednotlivé znečišťující látky nebo jejich stanovené skupiny, přípustná tmavost kouře, pachové číslo, přípustná míra obtěžování zápachem, emisní stropy a redukční cíle pro jednotlivé ZL nebo jejich stanovené skupiny. Číselné hodnoty lze vyhledat v nařízení vlády č. 352/2002 Sb.

Emisní limity se člení na:

- a) **obecné emisní limity**, které jsou stanoveny pro jednotlivé znečišťující látky nebo jejich stanovené skupiny;
- b) **specifické emisní limity**, které jsou stanoveny u **jmenovitě uvedených stacionárních zdrojů**; tyto emisní limity se stanovují bez přihlédnutí k obecným emisním limitům.

Platí zásada, že pro zdroje, které **nemají stanoveny emisní limity specifické, musí plnit emisní limity obecné.**

Ne vždy však je uplatnění obecného emisního limitu účelné. Proto platí ustanovení, že provozovatel zvláště velkého zdroje, velkého zdroje a středního zdroje, který by měl povinnost plnit obecné emisní limity, navrhne inspekci jejich uplatnění. Kraj návrh posoudí a rozhodne.

Orgán kraje může uložit místo povinnosti dodržovat emisní limity povinnost plnit provozovatelem zpracovaný a krajem schválený plán snížení emisí ZL, případně omezování použití surovin a výrobků, z nichž vznikají emise ZL.

3.1.4. Přípustná úroveň znečištění ovzduší

Přípustnou úroveň znečištění ovzduší určují hodnoty imisních limitů, meze tolerance a četnost překročení pro jednotlivé znečišťující látky. Imisní limit nesmí být překročen více než je mez tolerance a stanovená četnost překročení.

Základem pro dodržování imisních limitů a emisních stropů jsou **národní programy snižování emisí** těch látek na které jsou stanoveny emisní stropy nebo redukční cíle k dosažení imisních limitů. Tyto plány zpracovává MŽP ve spolupráci s ústředními správními orgány. Národní plány snižování emisí se zpracovávají i pro ZL, které nemají stanoveny emisní stropy a redukční cíle, ale u nichž dochází k překračování imisních limitů. Orgány krajů jsou povinny vypracovat pro své teritorium krajské programy snižování emisí ZL a orgány obce mohou zpracovat vlastní plány s cílem zlepšení kvality ovzduší zejména k dosažení imisních limitů jednotlivých látek nebo jejich skupin.

3.1.5. Zvláštní ochrana ovzduší a smogové situace

Oblastmi se zhoršenou kvalitou ovzduší jsou vymezené části území (zóny) nebo sídelní seskupení (aglomerace). Za sídelní seskupení se považuje území na kterém žije nejméně 250 tisíc obyvatel nebo území s menším počtem obyvatel, kde hustota osídlení vyžaduje zvláštní opatření k ochraně ovzduší.

Pro oblasti se **zhoršenou kvalitou** ovzduší jsou orgány kraje a orgány obcí povinny vypracovat **plány ke zlepšení kvality ovzduší** pro ZL, u kterých jsou překračovány imisní limity a meze tolerance. V případech, kdy jsou překračovány zvláštní imisní limity u více než jedné látky, musí být pro dotčenou oblast zpracován orgánem kraje nebo orgánem obce **integrováný program** ke zlepšení kvality ovzduší.

Pro oblasti se zhoršenou kvalitou ovzduší se stanoví smogový a varovný systém a způsob jeho provozování včetně seznamu zdrojů, které jsou zařazeny do regulace. Za smogovou situaci se považuje takový stav znečištění ovzduší, při kterém jsou překročeny zvláštní imisní limity.

Krajské regulační řády nesmí být v rozporu s ústředním regulačním řádem. Po vyhlášení smogové situace může orgán ochrany ovzduší nařídit:

- provozovatelům stacionárních zdrojů omezení nebo zastavení provozu;
- nařídit provozovatelům mobilních zdrojů omezit jejich provoz nebo zákaz zdroje používat.

3.1.6. Zjišťování znečišťujících látek

Všechny zvláště velké, velké a střední zdroje **jsou povinny zjišťovat emise především měřeními a v určitých případech výpočtem.**

Měření se provádí buď jednorázově v předepsaných intervalech, nebo kontinuálně při provozu zdroje v průběhu kalendářního roku. Měření se musí provádět v místě, za kterým nedochází ke změnám složení vypouštěných plynů do ovzduší. Pokud má zdroj více výpustí, výduchů nebo komínů, měří se emise na každém z nich.

Periodicita měření, uspořádání, počty analýz při jednorázovém měření a podmínky pro provoz kontinuálních měření jsou uvedeny ve vyhláškách 352/2002 Sb. a 356/2002 Sb. Níže jsou popsány zásady platné pro měření emisí.

3.2. Zjišťování měření

3.2.1. Jednorázová měření

Měření lze provádět jednorázově nebo kontinuálně. Jednorázová měření jsou povinni realizovat všichni provozovatelé ZVZ, VZ a SZ v předepsaných intervalech, pokud nemají povinnost zajišťovat měření kontinuální.

Povinnost jednorázového měření si zajišťují provozovatelé zdrojů sami, a to prostřednictvím autorizovaných měřících skupin či osob. Seznam autorizovaných osob je zveřejněn na internetových stránkách ministerstva životního prostředí www.env.cz/ovzduši.

- **Zvláště velké zdroje o tepelném výkonu nižším než 150 MW** mají povinnost zajišťovat jednorázová měření dvakrát ročně, ne však dříve než po uplynutí 3 měsíců od data posledního měření. Povinnosti měření podléhají tuhé znečišťující látky (TZL), oxid siřičitý (SO_2), oxidy dusíku (NO_x) vyjádřené jako oxid dusičitý (NO_2) a oxid uhelnatý (CO). Vztažným plynem, jehož obsah musí být rovněž změřen, je obsah kyslíku (O_2) ve spalínách. ZVZ o výkonu nad 150 MW zajišťují kontinuální měření (viz níže);
- **Velké zdroje** mají povinnost jednorázově měřit emise TZL, SO_2 , NO_x , CO a obsah O_2 ve spalínách jedenkrát ročně, ne však dříve než po uplynutí 6 měsíců od data posledního měření.;
- **Střední zdroje** mají povinnost měřit emise TZL, SO_2 , NO_x , CO a obsah O_2 ve spalínách takto:
 - jedenkrát za tři roky u zdrojů, jejichž tepelný výkon je rovný nebo vyšší než 1 MW, ne však dříve než po uplynutí 30 měsíců od data posledního měření.;
 - jedenkrát za pět let u zdrojů o tepelném výkonu do 1 MW

Povinnost měření se u všech zdrojů také vztahuje na první uvedení zdroje do provozu, každou záměnu paliva nebo po každém významném zásahu do konstrukce či vybavení zdroje, který by mohl vést ke změně emisí, a to nejpozději do 3 měsíců od vzniku některé z uvedených změn.

3.2.2. Kontinuální měření

Povinnost kontinuálního měření mají všechny spalovací zdroje spalující tuhá, kapalná či plynná paliva o tepelném výkonu vyšším než 150 MW. Měří se TZL, SO_2 , NO_x a CO a také obsah kyslíku ve spalínách. Vedle toho je uložena povinnost měřit plynné anorganické sloučeniny chloru a fluoru po přepočtu na chlorovodík nebo fluorovodík

Kontinuální měření se provádí toliko přístroji pro tento účel určenými tj. vybavenými certifikáty pro potřeby kontinuálního měření). Výsledky se zpracovávají pomocí výpočetní techniky a ukládají se. Do výsledků kontinuálního měření se nezahrnují stavy při najíždění kotle a jeho odstavování popsané v provozním předpisu a dále poruchy kontinuálního měření, které nesmí přesáhnout více než 5 % celkové doby provozu v kalendářním roce.

Základem pro vyhodnocení kontinuálního měření jsou střední hodnoty za 30 minut. Emisní limit se považuje za splněný, jestliže:

- roční průměr středních hodnot za jeden den je nižší než hodnota emisního limitu
- 95 % všech třicetiminutových středních hodnot je nižší než hodnota emisního limitu
- všechny třicetiminutové hodnoty jsou nižší než dvojnásobek emisního limitu;

- žádná z kalendářních měsíčních středních hodnot nepřesáhne emisní limit a pro TZL a SO₂ 97 % a pro NO_x 95 % všech 48 hodinových středních hodnot nepřesáhne 110 % hodnoty emisního limitu.

3.3. Emisní limity

Vyjádřování hodnot emisních limitů

Emisní limity se stanovují za určitých podmínek, které se mohou pro odlišná zařízení a technologie lišit. Pokud emisní limity vyjadřujeme jako hmotnost znečišťující látky v objemové jednotce odpadního plynu, mohou nastat celkem tři případy:

1. **Hmotnost znečišťující látky v objemové jednotce plynu (koncentrace) se vztahuje na standardní podmínky**, (tj. objem plynu přepočítaný na teplotu 273 K a na tlak 101,32 kPa), dále na **suchý plyn** (tj. po odečtení obsahu vlhkosti) a na tzv. **vztažný** (také referenční) **obsah** některé sloučeniny v nosném plynu (**nejčastěji kyslíku**, resp. oxidu uhličitého).

Takováto vyjádření jsou používána zejména pro spalování paliv a odpadů. Jejich smyslem je jednoznačné vyjádření hodnoty emisního limitu s cílem zabránit možnost jeho dosažení zředěním odpadního plynu vzduchem (O₂ ve vzduchu) ať již úmyslně nebo nejčastěji neúmyslně přisáváním spalovacího vzduchu ventilátorem spalin, jsou-li kouřovody před ventilátorem zkorodované (děravé). Vodní pára ve spalinách má svůj původ ve dvou faktorech. První z nich závisí na obsahu samotného vodíku v hořlavině paliva, druhý je pak voda obsažená v samotném palivu (zejména uhlí), která přechází do spalin. Obsah H₂O v uhlí se významně liší. Hnědá uhlí mohou obsahovat až okolo 50 % vody, černá pak obvykle okolo 10 %. Přepočtem na standardní podmínky, na vztažný obsah kyslíku a odečtením vlhkosti přesně definujeme hmotnostní koncentraci emise.

2. **Hmotnost znečišťující látky v objemové jednotce vlhkého plynu** vztažená na standardní podmínky, (273 K, 101,32 kPa), někdy i po přepočtu na vztažný obsah kyslíku;
3. **Hmotnost znečišťující látky v objemové jednotce plynu za běžných provozních podmínek**, tedy při dané teplotě, tlaku a bez korekce na obsah vlhkosti a na vztažný plyn (O₂).

Toto poslední vyjádření se běžně používá pro odpadní plyny s vysokým obsahem O₂, blízkým obsahu O₂ ve vzduchu, které jsou emitovány při teplotách blízkých teplotám v ovzduší.

Pojem vztažný kyslík představuje obsah kyslíku běžný při spalování určitého paliva nebo výrobního procesu. Příklady nejčastěji užívaných hodnot vztažného kyslíku uvádí tab. č. 1.

Spalované palivo nebo výrobní proces	Vztažný obsah kyslíku [% obj.]
Tuhá paliva (uhlí)	6
Kapalná paliva	3
Plynná paliva	3
Dřevo	11
Spalovací turbíny	15
Spalování odpadů	11
Výroba cementu	10

Tabulka 1: Vztažné obsahy kyslíku při spalování paliv.

Vedle spalování paliv jsou v tabulce uvedeny vztažné obsahy kyslíku pro spalování odpadů a pro cementárny. Na spalitelné odpady se počíná nahlížet jako na zdroj energie a jejich spalování i v jiných zařízeních než spalovnách je umožněno nařízením vlády č. 354/2002 Sb. jako „spoluspalování“ s palivy za přesně vymezených podmínek. Dnes se celá řada spalitelných odpadů spaluje jako přídatné palivo zejména v cementárnách.

Pokud naměřený obsah kyslíku se liší od uvedených hodnot, je nutné naměřenou koncentraci na něj přepočítat. Přepočet se provede pomocí vztahu:

$$C_{\text{ref}} = C_{\text{nam.}} \cdot \frac{21 - O_{2\text{vzt}}}{21 - O_{2\text{nam}}}$$

přičemž symboly znamenají:

C_{vzt}	koncentrace přepočtená na referenční (vztažný) obsahu O_2 ;
C_{nam}	koncentrace vypočtená při naměřeném obsahu O_2
$O_{2\text{nam}}$	obsah O_2 v odpadním plynu zjištěný měřením
$O_{2\text{vzt}}$	vztažný obsah O_2 v odpadním plynu

Příklad 1:

Emisní limit pro oxid uhelnatý při spalování uhlí u kotlů o tepelném výkonu vyšším než je 5 MW činí $250 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ (Nařízení vlády 352/2002 Sb.). Při autorizovaném měření emisí byla zjištěna koncentrace CO ve spalinách z kotle na uhlí (C_{nam}) $150 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ po přepočtu na suchý plyn Obsahu kyslíku ve spalinách byl 10 % obj. Byl splněn emisní limit?

$$C_{\text{vzt}} = 150 \cdot \frac{21 - 6}{21 - 10} = 204,5 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$$

Naměřená koncentrace CO ve spalinách po přepočtu na vztažný kyslík činí $204,5 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ a je nižší než nejvyšší přípustná hodnota koncentrace (emisní limit) pro CO (tj. $250 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$). Emisní limit byl tedy splněn.

Poněkud jinak jsou vyjadřovány obecné emisní limity. Tyto limity jsou stanoveny pro jednotlivé znečišťující látky nebo stanovené skupiny látek a uplatňují se tam, kde nejsou vyhlášeny emisní limity specifické (tj. pro konkrétní výroby či technologie). Obecný emisní limit se skládá ze dvou hodnot. První z nich je hmotový tok, od kterého obvykle platnost obecného emisního limitu počíná, druhá je pak hodnota samotného emisního limitu.

Příklad 2:

„Zdroje znečišťování musí být zřizovány a provozovány tak, aby při hmotnostním toku tuhých znečišťujících látek (TZL) 2,5 kg za hodinu a menším, hmotnostní koncentrace TZL v odpadním plynu nepřekročila hodnotu 200 mg . m⁻³. Při hmotnostním TZL 2,5 kg za hodinu a vyšším, nesmí hmotnostní koncentrace TZL v odpadním plynu překročit hodnotu 150 mg . m⁻³.“

Příklad 3:

„Zdroje znečišťování se zřizují a provozují tak, aby při hmotnostním toku obou oxidů síry vyšším než 20 kg za hodinu, hmotnostní koncentrace oxidů síry v odpadním plynu nepřekročila hodnotu 2 500 mg . m⁻³. Hodnoty hmotnostního toku a hmotnostní koncentrace se vyjadřují jako oxid siřičitý.“

V případě emisního limitu pro oxidy síry (dle příkladu 2) při hmotovém toku nižším než 20 kg za hodinu, emisní limit se neuplatňuje. Je-li hmotový tok vyšší, navrhne provozovatel zdroje, který nemá povinnost plnit emisní limit pro technologie, orgánu kraje zda je účelné (v souladu se zásadou o nejlepší dostupné technologii s přihlédnutím k přiměřenosti výdajů) tento limit uplatnit.

V některých případech se může jednat o zanedbatelná množství znečišťujících látek, jejichž odlučování by bylo neúnosně nákladné. Od emisních limitů obecně platných u jednotlivých látek nebo jejich stanovených skupin lze upustit, pokud výsledky autorizovaného měření prokáží nebo odborný posudek doloží, že jejich emise jsou nižší než 10 % emisního limitu a pod 10 % hodnoty emisního toku.

Vlastní hodnoty emisních limitů

Podle § 54 zákona 86/2002 Sb. o ovzduší hodnota emisního limitu pro zvláště velký zdroj závisí na době vydání prvního stavebního povolení.

Pokud bylo toto povolení vydáno před 1. 1. 1987, zůstávají v účinnosti emisní limity platné přede dnem účinnosti zákona (§ 54, odst. 7). Provozovatelé zdrojů jsou povinni do 30. června 2004 předložit orgánu kraje plán snižování emisí u stacionárního zdroje s cílem splnit uložený emisní strop, pokud nepředloží plán útlumu provozování stacionárního spalovacího zdroje ministerstvu životního prostředí do 30. 4. 2004. Plán útlumu povoluje provoz zdroje nejvýše po 20 000 provozních hodin, nejpozději však do 31. 12. 2015.

Provozovatelé spalovacích ZVZ, na které bylo vydáno první stavební povolení od 1. 7. 1987 do 31. 12. 2002 (§ 54 odst. 8) jsou povinni plnit emisní limity stanovené nařízením vlády 352/2002 Sb. nejpozději od 1. ledna 2003. To ovšem platí i pro nové části zdroje o jmenovitém tepelném příkonu 50 MW a vyšším, na které se vztahují emisní limity jako hodnoty odpovídající celkovému jmenovitému příkonu zdroje.

Číselné hodnoty emisních limitů v členění podle § 54 odstavců 7 a 8 jsou dány nařízením vlády č. 352/2002.

4. Zjišťování emisí výpočtem

Pro účely informačních systémů, stanovení národních emisí a pro účely přiznání poplatků za znečišťování ovzduší se v určitých případech používají emisní faktory. Tak např. informační systém REZZO (**R**egistr **e**misí **z**drojů **z**nečišťování **o**vzduší) bilancuje emise z množství spáleného paliva v tunách po vynásobení hodnotou emisních faktorů uvedených v příloze č. 5 Nařízení vlády 352/2002 Sb.

REZZO eviduje energetické zdroje podle jejich míry vlivu na kvalitu ovzduší. Zdroje jsou rozděleny do čtyř informačních souborů s názvy REZZO I – IV.

REZZO I eviduje údaje o energetických zařízeních a jejich emisích, jejichž tepelný výkon je 5 MW a vyšší. REZZO II eviduje zdroje od 0,2 MW do 5 MW tepelného výkonu. REZZO III pak zdroje o tepelném výkonu do 0,2 MW. REZZO IV se zabývá emisemi mobilních zdrojů.

Z uvedeného výčtu je patrné, že klasifikace zdrojů v REZZO I – III představuje kategorizaci stacionárních zdrojů, REZZO IV mobilní zdroje. Toto rozdělení zdrojů převzal z REZZO zákon 309/1991 Sb. o ovzduší. Jak již bylo uvedeno, nový zákon č. 86/2002 Sb. o ovzduší převzal tuto kategorizaci, nicméně část velkých zdrojů, jejichž tepelný příkon přesahuje 50 MW tepelného příkonu, vyčlenil v souladu s legislativou ES do kategorie zvláště velkých zdrojů.

REZZO používá pro číselný odhad emisí emisní faktory. Emisní faktor vyjadřuje pravděpodobnou emisi dané znečišťující látky pro dané technologické zařízení. Emisní faktor nikdy nemůže nahradit měření provedené u konkrétního zařízení, protože neodráží jeho skutečný technický stav. Používané hodnoty emisních faktorů dosti často emise spíše nadhodnocují, protože obvykle neodrážejí vývoj dané technologie a její zlepšení, které je dáno tlakem legislativy, iniciativ a veřejnoprávních orgánů.

Jakkoliv se dnes pro výpočet emisí z provozovaných zdrojů používají emisní faktory technologie vyplynulé z autorizovaných měření, při plánování nových zdrojů a při bilancování emisí ze zdrojů nepodléhajících povinnosti měření, mají emisní faktory nezastupitelnou úlohu. Tato část pojednání bude věnována výpočtům emisí znečišťujících látek pomocí emisních faktorů.

Výpočty emisí znečišťujících látek pomocí emisních faktorů jsou předepsanou náležitostí energetických auditů a také důležitými podklady při rozhodování o podporách ze Státního fondu životního prostředí na plynofikace, náhrady paliv biomasou či ostatními netradičními zdroji energie.

Ve většině evropských zemí se pro spalování paliv emisní faktory vyjadřují jako emise vztažené na jednotku výhřevnosti paliva, např. $t\ NO_2 \cdot GJ^{-1}$. V příloze č. 5 Nařízení vlády 352/2002 Sb. (a stejně i v REZZO) pro bilancování emisí energetických provozů se používají faktory vyjadřující pravděpodobnou emisi znečišťujících látek vztažené na 1 t spáleného paliva.

Bližší podrobnosti jsou objasněny na několika následujících příkladech. Pro některé výpočty je dobré znát kvalitativní znaky paliv, zejména obsah popela, síry vody a výhřevnost, které jsou jako průměrné znaky našich paliv uvedeny v tabulce č. 2.

4.1. Příklady výpočtů hlavních znečišťujících látek s použitím emisních faktorů

Výpočty jsou sestaveny tak, aby vynásobením množství spáleného paliva pomocí emisního faktoru s použitím dalších údajů o palivu (druh kotle, obsah popela, obsah vody a obsah síry) bylo možno zjistit (odhadnout) množství znečišťující látky.

Příklad č. 4: Emise kotelny

V kotelně je instalován roštový kotel s pásovým roštem na hnědé uhlí (HU) o výkonu 3 MW, který v roce 2000 vykázal podle záznamu o provozu zdroje 15 000 t uhlí a 1 plynový kotel na zemní plyn (ZP) se o výkonu 3 MW s roční spotřebou 3,0 mil m³ zemního plynu.

Jaké byly emise této kotelny (obsah popelu v uhlí činil $A_p = 15\%$, obsah síry v původním stavu $S_p = 1,2\%$, kde index p značí obsah (popela, síry) v uhlí v původním stavu)

Nejprve se vypočtou emise kotle na HU s použitím emisních faktorů podle přílohy č. 5 Nařízení vlády 352/2002 Sb. pro roštový kotel na HU s pásovým roštem o tepelném výkonu nad 3 MW:

	Tuhé látky	SO₂	NO_x (NO₂)	CO	C_xH_y
EF kg.t ⁻¹ HU	$1,9 \cdot A_p$	$19,0 \cdot S_p$	3,0	5,0	1,29
Emise z 15000 t HU v tunách	$15\,000 \cdot 1,9 \cdot 15 = 427,5$	$15\,000 \cdot 19,0 \cdot 1,2 = 342$	$15\,000 \cdot 3,0 = 45$	$15\,000 \cdot 5 = 75$	$15\,000 \cdot 1,29 = 19,35$

Emisní faktory pro kotle na zemní plyn o tepelném výkonu od 0,2 do 5 MW podle zmíněného nařízení vlády a z nich vypočtené emise ze spalování zemního plynu činí:

	Tuhé látky	SO₂	NO_x (NO₂)	CO	C_xH_y
EF kg.mil m ⁻³ ZP	20	9,6	1 920	320	64
Emise ze 3,0 mil. m ³ ZP v tunách	$3,0 \cdot 20 = 0,06$	$3,0 \cdot 9,6 = 0,29$	$3,0 \cdot 1920 = 5,8$	$3,0 \cdot 320 = 0,96$	$3,0 \cdot 64 = 0,192$

Celkové emise kotelny v roce 12997 jsou součtem emisí vzniklých při spalování uhlí a zemního plynu a činí:

	Tuhé látky	SO₂	NO_x (NO₂)	CO	C_xH_y
Emise kotelny	427,56	342,29	50,8	75,96	19,158

Podobným způsobem se vyjadřují emise zdrojů znečišťování ovzduší pro přiznání poplatků za znečišťování ovzduší i pro jiné druhy kotlů a pro jiná paliva (jako černé uhlí, dřevo, kapalná paliva, propan-butan a další) uvedené v příloze č. 5 nařízení vlády 352/2002 Sb.. Tato množství znečišťujících látek po vynásobení sazbami (§ 19 zákona 86/2002 Sb. o ovzduší) představují číselné hodnoty poplatků za znečišťování ovzduší, které provozovatelé zdrojů mají povinnost přiznat příslušnému správnímu orgánu ochrany ovzduší (zvláště velké a velké zdroje krajským úřadům, střední zdroje okresním úřadům).

Příklad 5: Poplatky za znečišťování ovzduší

Vypočtete poplatek za znečišťování ovzduší kotelnou podle příkladu 4, jestliže poplatek je součinem množství a sazeb znečišťujících látek

	Tuhé látky	SO₂	NO_x (NO₂)	CO	C_xH_y
Emise kotelny v tunách	427,56	342,29	50,8	75,96	19,158
Sazba za 1 t v Kč	3 000,-	1 000,-	800,-	600,-	2 000,-
Celkem za látku	1 282 680,-	342 290,-	40 640	45 576,-	38 316,-
Poplatek celkem	1 749 502,- Kč				

Vypočítané poplatky je nutno oznámit správci poplatku (ZVZ a VZ orgánům kraje, střední zdroje okresním úřadům. Malé zdroje platí rovněž podle množství spáleného paliva v tunách, ale poplatek určí obec podle přílohy č. X k zákonu 86/2002 Sb. Součástí poplatkové povinnosti je platit i zálohy v dalším roce podle skutečnosti předcházejícího roku.

Poplatky se neplatí za ty látky, na které má zdroj stanoven emisní limit. V našem případě není stanoven emisní limit na organické látky pro spalovací zařízení, proto poplatek je nižší o

$$38\,316,-, \text{ tj. činí } 1\,749\,502 - 38\,316 = 1\,711\,186,- \text{ Kč.}$$

Spalovací zdroje o instalovaném tepelném výkonu do 50 kW nejsou zpoplatněny, pokud provozovatel ZVZ, VZ nebo SZ prokazatelně zahájí práce za účelem snížení emisí zpoplatněné znečišťující látky alespoň o 15 % a splní podmínky podle § 21 odst. 2, správce poplatku rozhodne o odkladu placení záloh u této látky ve výši 60 % z celkové výše poplatku po dobu realizace těchto prací.

Příklad č. 6: Ekologické přínosy náhrady uhlí plynem:

V kotelně je instalován roštový kotel s pásovým roštem na hnědé uhlí (HU) o výkonu 3 MW, který v roce 1998 vykázal podle záznamu o provozu zdroje spotřebu uhlí 15 000 t uhlí, který bude nahrazen po provedení plynofikace kotlem na zemní plyn (ZP) o výkonu 5 MW s vypočtenou roční spotřebu 6,0 mil m³ zemního plynu. Jaký bude přínos plynofikace kotelní, jestliže obsah popelu v uhlí činil $A_p = 15\%$, obsah síry v původním stavu $S_p = 1,2\%$, kde index „p“ značí obsah (popela, síry) v uhlí v původním stavu?

1. Emise před plynofikací – (stejně jako v příkladu č. 4)

	Tuhé látky	SO₂	NO_x (NO₂)	CO	C_xH_y
EF kg.t ⁻¹ HU	1,9·A _p	19,0·S _p	3,0	5,0	1,29
Emise z 15000 t HU v tunách	15 000 * 1,9·15 = 427,5	15 000·19,0 * 1,2 = 342	15 000 * 3,0 = 45	15 000 * 5 = 75	15 000 * 1,29 = 19,35

2. Emise po plynofikaci (oproti příkladu č. 4 větší objem spáleného zemního plynu):

	Tuhé látky	SO₂	NO_x (NO₂)	CO	C_xH_y
EF kg/mil. m ³ ZP	20	9,6	1 920	320	64
Emise ze 6,0 mil. m ³ ZP v tunách	6,0·20·10 ⁻³ = 0,12	6,0·9,6·10 ⁻³ = 0,576	6,0·1920·10 ⁻³ = 11,6	6,0·320·10 ⁻³ = 1,92	6,0·64·10 ⁻³ = 0,384

3. Přínos plynofikace ke snížení emisí (rozdíl emisí znečišťujících látek před a po plynofikace)

Znečišťující látka	Před plynofikací	Po plynofikaci	Přínos
TZL	472,50	0,12	472,38
SO ₂	342,00	0,58	341,42
NO _x (NO ₂)	45,00	11,60	33,40
C _x H _y	19,35	0,38	18,97
CO	75,96	0,77	75,19
Celkem	954,81	13,45	941,36

Někdy se ještě do této tabulky zařazuje další řádek, v němž jsou uvedeny emise oxidu uhličitého (CO₂) jako skleníkového plynu. O emisích se pojednává v kap. 4.2.

Příklad 7: Emise kotle s odlučovačem prachu

Granulační kotel o instalovaném výkonu 40 MW spálil podle záznamu o provozu zdroje 160 000 t hnědého uhlí energetického v roce 2001. Kotel je vybaven elektrostatickým odlučovačem (EO) popílku s garantovanou účinností 99 % (v EO se zachytí 99 % popílku, do ovzduší odchází jen 1 % z množství vstupujícího do EO). Odhadněte emise tohoto kotle do ovzduší!

Konkrétní údaje o kvalitě paliva nejsou zadány, použijeme průměrné údaje (REZZO) z tabulky č. 2 pro hnědé uhlí energetické (HUEN), které jsou pro popel Ar 21,53 % hm.a pro síru Sr 1,17 % hm. Emisní faktory pro granulační kotel na hnědé uhlí v příloze 1 jsou pro

popílek 8,5.Ar, pro SO₂ 19.Sr, pro NO₂ 6, CO 0,5 a pro C_xH_y 0,14, vždy v kg na 1 tunu spáleného uhlí.

Všimnete si, že v příloze 1 jsou pro původní stav paliva uváděny symboly s písmenem „p“ ve spodním indexu, tak jak jsou uvedeny v příloze č. 5 vyhlášky 352/2002 Sb. Tento materiál záměrně používá mezinárodní nomenklatury, přičemž platí, že např. Ap = Ar, Sp = Sr apod.

	Tuhé látky	SO ₂	NO _x (NO ₂)	CO	C _x H _y
Emise ze spálení 160000 t HU před EO	$160000 \cdot 8,5 \cdot 21,53 \cdot 10^{-3} = 29280,8 \text{ t}$	$160000 \cdot 19 \cdot 1,17 \cdot 10^{-3} = 3566,8 \text{ t}$	$160000 \cdot 6 \cdot 10^{-3} = 960 \text{ t}$	$160000 \cdot 0,5 \cdot 10^{-3} = 80,0 \text{ t}$	$160000 \cdot 0,14 \cdot 10^{-3} = 22,4 \text{ t}$
Emise za EO	$29280,8 \cdot 0,01 = 292,808 \text{ t}$	3566,8 t	960 t	80,0 t	22,4t

PALIVO (druh)	Výhřevnost Q _r (MJ/kg)	Obsah vody W _r (% hm.)	Obsah popela A _r (% hm.)	Obsah síry S _r (% hm.)
HUTR	16,69	30,31	11,53	1,03
HUEN	13,03	31,42	21,53	1,17
CUTR	25,47	11,45	11,64	0,59
CUEN	21,94	9,2	24,15	0,59
PROPLÁSTEK	17,12	9,19	39,37	0,59
LIGNIT	9,18	46,05	23,1	1,71
KOKS	27,02	8,99	10,66	0,61
BRIKETY	18,72	25	13	0,5
DŘEVO ¹	15,5	20,0	2,27	0,1
TTO	40,84	0	0	2,45
STO	40,94	0	0	1,23
LTO	41,7	0	0	0,59
NAFTA	42,03	0	0	0,49
ZEMNÍ PLYN	34,04	0	0	0
SVÍTIPLYN	14,69	0	0	0
PB	45,47	0	0	0,18
GENER. PLYN	11,9	0	0	3
KOKS. PLYN	16,18	0	0	0,39
JINÁ TUHÁ	16,06	24,49	36,23	0,81
JINÁ KAPALNÁ	33,29	5,87	0,68	1,04
JINÁ PLYNNÁ	21,37	0	0	0,35
BIOPLYN	32,03	0	0	0

Tabulka 2: Průměrné kvalitativní znaky paliv používaných v České republice.

Symboly: HUTR – hnědé uhlí tříděné LTO – lehký topný olej
 HUEN – hnědé uhlí energetické STO – střední topný olej
 CUTR – černé uhlí tříděné TTO – těžký topný olej
 CUEN – černé uhlí energetické PB – propan – butan

1/ výhřevnost pro dřevo odlišné vlhkosti viz tabulka č. 4

V souvislosti s výpočty emisí je třeba podotknout, že emise NO_x v přepočtu na oxid dusičitý jsou pro hnědé uhlí poloviční, jak prokázal měření na kotlích elektráren a tepláren, prováděná v letech 1987 – 1988 v ÚVP. Místo faktoru 6 kg . t⁻¹ hnědého uhlí by skutečnosti lépe odpovídala hodnota 3 kg . t⁻¹.

4.2. Výpočty emisí oxidu uhličitého

Skleníkový efekt je přirozený jev, jehož podstatou je odraz infračerveného záření emitovaného ze Země od molekul některých plynů obsažených ve vysokých vrstvách atmosféry. Tím dochází ke zvyšování teploty na zemském povrchu a změně klimatu. Zvýšení koncentrace těchto plynů, které se nazývají skleníkové, se přirozený efekt zvyšuje a může způsobit poruchu tepelné rovnováhy na Zemi.

Skleníkový efekt vyvolává řada plynů, z nichž se na samotném efektu podílí nejvýrazněji oxid uhličitý:

Oxid uhličitý (CO ₂)	61 %
Metan	17 %
Chlorofluorovodíky	12 %
Vodní pára	6 %
Oxid dusný	4 %.

Při výpočtu emisí lze vycházet ze znalosti obsahu uhlíku v palivu, jehož spálením vzniká CO₂, který se na skleníkovém efektu výrazně podílí. Protože obsah uhlíku v konkrétních druzích paliv se mění jen v úzkém rozmezí hodnot, průměrná hodnota obsahu uhlíku v daném palivu se zahrnuje do hodnoty emisního faktoru. Obdobně jako v případě emisí znečišťujících látek do ovzduší, emisní faktor pro určitý druh paliva lze vyjádřit buď v kg (resp. v tunách) CO₂ na 1 tunu spáleného paliva, nebo v jeho hmotovém množství vztaženém k jednotce výhřevnosti tohoto paliva. Protože s rostoucím obsahem uhlíku v palivu roste i jeho výhřevnost, pro bilancování emisí CO₂ se používají emisní faktory téměř výhradně vztažené k výhřevnosti.

V následujících tabulkách jsou uvedeny emisní faktory doporučené k bilancování národních emisí mezinárodním panelem o klimatických změnách (IPCC - International Panel of Climate Changes)) v Kiotu (viz tabulka č. 3) s tím, že tento panel dává přednost národním faktorům, které jsou odvozeny na základě skutečné spotřeby paliv.

Emise CO₂ se nejčastěji vyjadřují v přepočtu na 1 MJ výhřevnosti paliva. Obvykle se udávají v přepočtu na uhlík a udávají se jako g C · MJ⁻¹ nebo také jako g CO₂ · MJ⁻¹. Vyjádření v hmotnostních jednotkách na hmotnost paliva není ve světové odborné literatuře obvyklé. Proto vedle údajů podle IPCC, obsažených v tab. č. 3 se uvádějí emisní faktory vypočtené na 1 t paliva pro tuhá a kapalná paliva a na 1000 m³ plyných paliv vypočtené na základě databáze Registru emisí zdrojů znečištění ovzduší (REZZO) za rok 1997 (tab. č. 4).

Příklad 8:

Jaké emise oxidu uhličitého vzniknou spálením 160 000 t hnědého uhlí energetického s použitím emisních faktorů podle průměrných kvalitativních znaků českých uhlí (tabulka č. 4)?

Emisní faktor pro hnědé uhlí energetické (podle tabulky č. 4) 1 161,6 kg na 1 tunu spáleného uhlí. Emise podle údaje v tab. č. 4 (odvozeno od průměrných kvalit v REZZO):

$$160\,000 \text{ [t]} \cdot 1\,161 \text{ [kg} \cdot \text{t}^{-1}] = 185\,856\,000 \text{ kg CO}_2 = \mathbf{185\,856 \text{ t CO}_2}$$

Příklad 9:

Vypočtete snížení emisí při náhradě hnědého uhlí zemním plynem podle příkladu č 6, při kterém bylo spalování 15 000 t hnědého uhlí nahrazeno 6 miliony m³ zemního plynu

Emisní faktor pro hnědé uhlí energetické podle předchozího příkladu je 1 161,6 kg.t-1 uhlí, emisní faktor pro zemní plyn podle tabulky č. 4 je 1 981 kg CO₂ pro 1 tisíc m³ zemního plynu.

Emise CO₂ ze spalování uhlí:

$$15\,000 \cdot 1\,161,6 \cdot 10^{-3} = 17\,424 \text{ t CO}_2$$

Emise ze spalování zemního plynu:

$$6 \cdot 1\,981 \cdot 10^3 = 11\,886 \text{ t CO}_2$$

Snížení emisí CO₂ náhradou uhlí zemním plynem:

$$17\,424 \text{ t} - 11\,886 \text{ t} = 5\,538 \text{ t CO}_2$$

Palivo	Výhřevnost	Emisní faktor	Emisní faktor
	(MJ/g)	(g C/MJ)	(g CO ₂ /MJ)
Pevná paliva:			
Antracit		26,8	98,3
Černé koksovateľné uhlí		25,8	94,6
Ostatní černá uhlí		25,8	94,6
Hnědé uhlí		26,2	96,1
Lignit		27,6	101
Břidlice		28,9	106,7
Rašelina		28,9	106
Biomasa		29,9	109,6
Kapalná paliva			
Ropa		20	73,3
Gasolin	44,8	18,9	69,3
Letecký petrolej	44,59	19,5	71,5
Technický petrolej	44,75	19,6	71,9
Benzin a motorová nafta	44,33	20,2	74,1
Lehký topný olej	42,3	20,45	75
Těžký topný olej	40,8	20,8	76,4
Propan, Propan-butan	47,31	17,2	63,1
Etan	47,49	16,8	61,6
Maziva	40,19	20	80,66
Asfalt	40,19	22	80,7
Petrolejový koks	31	27,5	100,8
Ostatní ropné produkty	40,19	20	73,3
Plynná paliva			
Zemní plyn		15,3	56,1
Zkapalněný zemní plyn		17,2	63,1
Bioplyn		30,6	112,2
Rafinérský plyn	48,15	18,2	66,1
Dehet z koksování uhlí	28		
Svítiplyn	14,44	17,36	63,66
Vysokopeční plyn		66	248,9
Koksárenský plyn		13	47,58
Poznámka: Prázdné řádky ve sloupci výhřevnost – IPCC neuvádí.			
Uvedená čísla jsou doporučené hodnoty emisních faktorů			
A nenahrazují přesnější hodnoty používané jednotlivými zeměmi			

Tabulka 3: Emisní faktory oxidu uhličitého (uhlíku) pro paliva podle IPCC.

5. Kvalita paliv

Vyhláška 357/2002 Sb. stanoví požadavky na kvalitu, způsob dodávky a prodej paliv spalovaných ve **stacionárních zdrojích** znečišťování ovzduší, požadavky na osvědčení o kvalitě paliva u prodávajících a požadavky na odběr vzorků pro stanovení veškeré síry a měrné sírnatosti.

Ve smyslu znění vyhlášky se za palivo považují z tuhých paliv černé uhlí, hnědé uhlí, rašelina a paliva z nich odvozená (např. brikety, koks), dále přírodní kusové a nekusové dřevo, včetně přirostlé kůry, chraští, šišek, briket, štěpků, pilin, biomasa nebo vyrobené (alternativní) palivo. Z kapalných paliv jsou to kapalné produkty zpracování zemního plynu, methanol nebo ethanol a kapalné produkty zpracování uhlí ropy a oleje. Z plyných paliv zemní plyn ropný nebo karbonský, propan či butan nebo jejich směs a jiné čisté uhlovodíky,

PALIVO (druh)	Výhřevnost Q^r (MJ/kg) nebo (MJ/m ³) plynná paliva	Emisní faktor (g C/MJ)	Emisní faktor (g CO ₂ /MJ) výhřevnosti paliva	Emisní faktory: (kg CO ₂ /t) pro tuhá a kapalná paliva; (kg CO ₂ / 1 000 m ³) pro plynná paliva
HUTR	16,69	27,5	101	1685,7
HUEN	13,03	24,3	89,15	1161,6
CUTR	25,47	21,2	77,78	1981,1
CUEN	21,94	31,4	115	2523,1
PROPLÁSTEK	17,12	45,1	165,52	2826,5
LIGNIT	9,18	32,4	118,91	1094,3
KOKS	27,02	32,9	121	3269,4
BRIKETY	18,72	21,8	80,12	1499,8
DŘEVO suché, 5 % vody (ze sušárny)	20,0	35,5	130,2	1219,4
DŘEVO 15 % vody, (vyschlé, suchá oblast)	16,6	31,7	116,45	1090,8
DŘEVO 20 % vody, (vyschlé, vlhká oblast)	15,5	29,9	109,6	1026,9
DŘEVO 40 % vody čerstvě řezané	10,9	22,45	82,2	770,2
TTO	40,84	20,8	76,4	3120,2
STO	40,94	20,7	75,9	3107,3
LTO	41,7	20,45	74,99	3127,1
NAFTA	42,03	20,4	74,86	3146,4
ZEMNÍ PLYN	34,04	15,87	58,21	1981,5
PROPAN	46,0	18	66	
PB	45,47	18	66	3001,0
GENER. PLYN	11,9	3		
KOKS. PLYN	16,18	14,12	51,8	838,1
JINÁ TUHÁ	16,06			
JINÁ KAPALNÁ	33,29			
JINÁ PLYNNÁ	21,37			
BIOPLYN	32,03	30,6	112,3	

Tabulka 4: Emisní faktory odvozené z průměrných kvalit tuzemských paliv (podle údajů REZZO 1997).

Symbole:

HUTR – hnědé uhlí tříděné	LTO – lehký topný olej
HUEN – hnědé uhlí energetické	STO – střední topný olej
CUTR – černé uhlí tříděné	TTO – těžký topný olej
CUEN – černé uhlí energetické	PB – propan – butan

koksárenský plyn, důlní plyn, vysokopecní plyn, konvertorový plyn, bioplyn, plyn z rafinerií, syntézní plyn s obsahem síry do 0,1 % hm. a jiné průmyslové plyny s obsahem síry do 0,1 % hm. Za paliva se nepovažují odpady, jejichž spalování a spoluspalování (tj. spalování odpadu s palivy) upravuje samostatný prováděcí předpis o spalování odpadu (Nařízení vlády č. 352/2002 Sb.). Rovněž paliva pro pohon motorových vozidel se neřídí touto vyhláškou. Vyhláška stanoví požadavky na obsah síry v tuhých palivech. Tyto požadavky vyjadřuje pojmem **měrná sirnatost**. Ta je definována jako hmotový obsah síry v uhlí vztažený na jednotku výhřevnosti paliva:

$$S_m^r = \frac{S_t^d * (100 - W_t^r)}{10 * Q_i^r},$$

kde S_m^r je měrná sirnatost paliva v původním stavu [g . MJ⁻¹], S_t^d obsah síry veškeré v bezvodém stavu [% hm.], W_t^r voda veškerá v původním stavu [% hm.], Q_i^r výhřevnost paliva v původním stavu [MJ . kg⁻¹].

Vyhláška nesprávně vychází při stanovení měrné sirnatosti z obsahu veškeré síry v palivu. Při tom je známo, že při spalování paliva určitý podíl síry zůstává v popelu v množství závisícím na charakteru popelovin v uhlí. Ve většině našich hnědých uhlí se váže asi 5 % síry v palivu na popílek. Čím má popel alkaličtější charakter, tím více váže síru. Lépe by bylo při stanovení měrné sirnatosti vycházet z obsahu spalitelné síry a tuto hodnotu vztáhnout k výhřevnosti.

Maximální přípustné měrné sirnatosti tuhých paliv, které mohou být spalovány v malých zdrojích, jsou uvedeny v tabulce č. 5.

Druh uhlí	Měrná sirnatost [g S . MJ ⁻¹]
Hnědé uhlí:	
• tuzemské	1,07
• dovážené	0,50
Černé uhlí	
• tuzemské	0,78
• dovážené	0,50
Brikety:	
• tuzemské	0,60
• dovážené	0,50

Tabulka 5: Nejvyšší přípustné měrné sirnatosti tuhých paliv pro malé zdroje.

Tyto hodnoty se nevztahují na spalování paliv ve středních, velkých a zvláště velkých zdrojích, které jsou povinny plnit emisní limity. Avšak uhlí, které má být dodáváno do domácností a ostatních malých zdrojů, musí být skladováno odděleně od ostatních druhů uhlí.

Pro kapalná paliva vyhláška rovněž stanoví přípustný obsah síry. Oproti tuhým palivům jej však vyjadřuje v procentech hmotnostních (tabulka č. 6):

Druh kapalného paliva	Platnost opatření od:	Obsah síry [% hm.]
Těžký topný olej	1. 1. 2003	1,0
Plynové a střední oleje	do 1. 1. 2008	0,2
	po 1. 1. 2008	0,1

Tabulka 6: Přípustný obsah síry v kapalných palivech.

6. Příloha č. 1 k textu:

Emise energetických zařízení, jejich zjišťování a výpočty

Hodnoty emisních faktorů pro stanovení množství emisí výpočtem

Údaje v této příloze jsou převzaty z přílohy č. 5 nařízení vlády č. 352/2002 Sb.s tím,
že:

- 1) jsou vypuštěny emisní faktory pro svítiplyn, který se v České republice od roku 1996 nevyrábí (dnes se rozvádí ve veřejných distribučních sítích pouze zemní plyn)
- 2) tabulka je doplněna o emisní faktor na lehký topný olej nízkosirný s obsahem síry 0,2 % hm a dále propan II (ČSN 656481) a maximálním celkovým obsahem síry 50 g . t⁻¹;
- 3) cirkulační atmosférické fluidní kotle s odsířením vápencem zaváděným do fluidní vrstvy a s odloučením popílku v tkaninovém nebo elektrostatickém odlučovači prachu s účinností cca 99 % (odhad).

Údaje, které byly do přílohy č. 5 nařízení vlády doplněny, jsou hodnoty doporučené a jsou v tabulce odlišeny kurzívou.

Hodnoty emisních faktorů pro stanovení množství emisí výpočtem

Druh paliva	Druh topeniště	Tepelný výkon kotle	Tuhé látky	SO ₂	NO _{x6}	CO	C _x H _y	Jednotka
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Všechna tuhá paliva mimo černé uhlí a koks	pevný rošt	jakýkoliv	1,0.Ap	19,0.Sp	3,0	45,0	10,0	kg/t spáleného paliva
Černé uhlí a koks		jakýkoliv	1,0.Ap	19,0.Sp	1,5	45,0	10,0	
hnědé uhlí, proplástek lignit, brikety	pásový rošt	do 3 MW	1,9.Ap	19,0.Sp	3,0	5,0	1,5	
		> 3 MW	1,9.Ap	19,0.Sp	3,0	1,0	0,5	
cirkulační fluidní kotle na hnědé uhlí s odsířením vápencem a odlučovačem popílku s účinností 99 %(EO, TO)		> 5 MW	0,1 A _p	4.S _p	3,0	0,3	0,10	
Černé uhlí tříděné a prachové, jiná tuhá paliva		do 3 MW	1,7.Ap	19,0.Sp	3,0	5,0	1,5	
		> 3 MW	1,7.Ap	19,0.Sp	7,5	1,0	0,5	
Všechna tuhá paliva mimo černé uhlí a koks	pásový rošt s pohazovačem	jakýkoliv	5,0.Ap	19,0.Sp	3,0	1,0	0,5	
	pohyblivý rošt (přesuvný, vratný aj.) a kombin. rošt+olej rošt+plyn		3,5.Ap	19,0.Sp	3,0	1,0	0,5	
	granulační a kombin. rošt+práš. práš.+plyn		8,5.Ap	19,0.Sp	6,0	0,5	0,15	
	Tavící		5,5.Ap	19,0.Sp	15,0	0,5	0,15	
	Cyklonové		1,5.Ap	19,0.Sp	27,5	0,5	0,15	
Černé uhlí a koks	pásový rošt	jakýkoliv	5,0.Ap	19,0.Sp	7,5	1,0	0,5	
	pohyblivý rošt (přesuvný, vratný aj.) a kombin. rošt+olej rošt+plyn		3,5.Ap	19,0.Sp	7,5	1,0	0,5	
	granulační a kombin. rošt+práš. práš.+plyn		8,5.Ap	19,0.Sp	9,0	0,5	0,15	
	Tavící		5,5.Ap	19,0.Sp	15,0	0,5	0,15	
	Cyklonové		1,5.Ap	19,0.Sp	27,5	0,5	0,15	

Druh paliva	Druh topeniště	Tepelný výkon kotle	Tuhé látky	SO ₂	NO _x	CO	C _x H _y	Jednotka
1	2	3	4	5	6	7	8	9
dřevo	Jakékoliv	do 3 MW	12,5	1,0	3,0	1,0	1,0	kg/t spáleného paliva
		> 3 MW	15,0	1,5	3,0	1,0	1,0	
těžký a stř. topný olej	Jakékoliv	do 100 MW	2,91	20.S	10,0	0,53	0,37	
Lehký topný olej	Jakékoliv	jakýkoliv	2,13	20.S	10,0	0,59	0,41	
Lehký topný olej nízkosírný (0,2 % hm)	Jakékoliv	jakýkoliv	21,3	4,0.S	10,0	0,59	0,41	
nafta a podobná paliva	jakékoliv	jakýkoliv	1,42	20.S	5,0	0,71	0,41	
Propan	jakékoliv	jakýkoliv	0,45	0,01	2,4	0,46	0,18	
Propan a butan	jakékoliv	do 3 MW	0,45	0,02.S (0,004)	2,4	0,46	0,18	
		> 3 MW	0,42	0,02.S (0,004)	2,8	0,37	0,07	
koksárenský plyn	jakékoliv	do 3 MW	302	2,0.S (9500)	1920	320	128	kg/10 ⁶ .m ³ spáleného plynu
		> 3 - 100 MW	290	2,0.S (9500)	3700	270	48	
generátorový plyn	jakékoliv	do 3 MW	302	2,0.S (6500)	1920	320	128	
		> 3 - 100 MW	290	2,0.S (6500)	3700	270	48	
vysokopecní plyn	jakékoliv	do 3 MW	302	2,0.S (150)	1920	320	-	
		> 3 - 100 MW	290	2,0.S (150)	3700	270	-	
Zemní plyn	jakékoliv	< 0,2 MW	20	2,0.S (9,6)	1600	320	128	
		0,2 - 5 MW	20	2,0.S (9,6)	1920	320	128	

(Poznámka: Symboly v podobě, jak jsou uvedeny ve vyhlášce, a jak je přebírá i tato tabulka, nerespektují mezinárodně používanou symboliku, která byla používána v této práci; proto se dále se uvádí porovnání symboliky:

Ap popel v původním stavu (podle ČSN Ar),

Sp obsah síry v původním stavu (% hm.) (jinak *Sr*), kde pro kapalná paliva je uváděn v (% hm.), pro propan-butan v(g/kg) a pro plynná paliva v (mg/m³).

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Vztažné obsahy kyslíku při spalování paliv.....	12
Tabulka 2: Průměrné kvalitativní znaky paliv používaných v České republice.....	17
Tabulka 3: Emisní faktory oxidu uhličitého (uhlíku) pro paliva podle IPCC.	19
Tabulka 4: Emisní faktory odvozené z průměrných kvalit tuzemských paliv (podle údajů REZZO 1997.	20
Tabulka 5: Nejvyšší přípustné měrné síratosti tuhých paliv pro malé zdroje.	21
Tabulka 6: Přípustný obsah síry v kapalných palivech.	21