

**Univerzita Pardubice
Fakulta chemicko-technologická**

Vliv spalování biomasy na životní prostředí

Jiří Hlavatý

Bakalářská práce

2009

**University of Pardubice
Fakulty of chemical technology**

**The effect of biomass combustion on
environment**

Jiří Hlavatý

Bachelor Work

2009

Univerzita Pardubice
Fakulta chemicko-technologická
Ústav ochrany životního prostředí
Akademický rok: 2008/2009

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE
(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Jiří HLAVATÝ**

Studijní program: **B2802 Chemie a technická chemie**

Studijní obor: **Chemie a technická chemie**

Název tématu: **Vliv spalování biomasy na životní prostředí**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

1. Zpracujte literární rešerši zaměřenou na energetické využití biomasy a jeho dopady na životní prostředí.
2. Zmapujte a porovnejte vznikající škodlivé látky při spalování biomasy a při spalování uhlí.
3. Získané výsledky vhodným způsobem zhodnoťte.

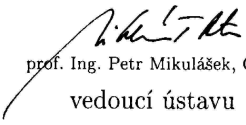
Rozsah grafických prací:
Rozsah pracovní zprávy:
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná**
Seznam odborné literatury:

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Jiří Palarčík**
Ústav ochrany životního prostředí

Datum zadání bakalářské práce: **20. února 2009**
Termín odevzdání bakalářské práce: **26. června 2009**


prof. Ing. Petr Lošťák, DrSc.
děkan

L.S.


prof. Ing. Petr Mikulášek, CSc.
vedoucí ústavu

V Pardubicích dne 20. února 2009

Prohlašuji: Tuto práci jsem vypracoval samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využil, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byl jsem seznámen s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č.121/2000 Sb., autorský zákon, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60, odst.1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice ode mne oprávněna požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Souhlasím s prezenčním zpřístupněním své práce v Univerzitní knihovně.

V Pardubicích dne 22.6.2009

Jiří Hlavatý

Souhrn:

Cílem této bakalářské práce je zmapování a porovnání polutantů vznikajících při spalování uhlí a biomasy při výrobě tepelné a elektrické energie. Polutanty jsou v práci rozděleny do tří skupin podle oblasti životního prostředí, kterou ovlivňují (tj. ovzduší, vody a půdy).

Vznik škodlivin (polutantů) a následná kontaminace okolního životního prostředí jsou nedílnou součástí procesu výroby tepelné a elektrické energie. Při spalovacím procesu dochází ke vzniku a šíření polutantů do ovzduší, do vody a do okolních půd. Spalování biomasy za účelem výroby tepelné a elektrické energie pomáhá tento negativní jev zmírnit.

Klíčová slova:

Biomasa, polutant, zelená elektrická energie, popeloviny, emise, těžké kovy

Summary:

The aim of this bachelor work is a chart and comparison pollutants rising by combustion of coal and biomass at heat and electric energy production. In this work pollutants are divided according to the part of environment (i.e. water, air, earth) they effect on.

The injurant (pollutants) rise and subsequent alteration contamination of surrounding environment are integral part of industrial process of heat and electric energy production. During the combustion process rises diffusing pollutants into the atmosphere, water and surrounding earth. Combustion of biomass with the view of the heat and electric energy production helps this negative effect to reduce.

Key words:

Biomass, pollutant, green electric energy, combustion residue, emission, heavy metals

Seznam použitých zkratk:

AOX	Absorbované organické halogeny
BM	Biomasa
DNA	Deoxyribonukleová kyselina
CHSK _{Cr}	Chemická spotřeba kyslíku dichromanem
IARC	International Agency for Research on Cancer (Mezinárodní agentura pro výzkum rakoviny)
IRZ	Integrovaný registr znečišťovatelů
NL	Nerozpuštěné látky
PAH	Polycyklické aromatické uhlovodíky
PCB	Polychlorované bifenoly
PCCDD/F	Polychlorované dibenzodioxiny a dibenzofurany
POL	Persistentní organické látky
RAS	Rozpuštěné anorganické soli
RL	Rozpustné látky
RNA	Ribonukleová kyselina
TK	Těžké kovy

O B S A H :

1. Ú V O D.....	10
2. BIOMASA A JEJÍ ENERGETICKÉ VYUŽITÍ	11
2.1 Přehled spalované biomasy.....	12
3. POPIS TECHNOLOGIE VÝROBY TEPELNÉ A ELEKTRICKÉ ENERGIE	13
3.1. Vlastní technologické zařízení	15
3.2. Odkaliště IV/2	16
4. PŘEHLED PRODUKOVANÝCH POLUTANTU PODLE OBLASTÍ JEJICH PUSOBENÍ.....	18
4.1 Oblast vod.....	19
4.1.1. Charakter prvotní struskopopílkové směsi	20
4.1.2. Charakter usazené struskopopílkové směsi po přeplavení na odkaliště.....	20
4.1.3. Významné sledované polutanty obsažené v odpadních vodách z odkaliště	21
4.2 Oblast ovzduší.....	29
4.3 Oblast půd.....	35
4.3.1 Produkce tuhých odpadů ze spalovacího procesu – polutanty v popelovinách uložených na odkališti.....	35
5. POLUTANTY V SOUHRNU	41
6. ZÁVĚR	45
7. POUŽITÁ LITERATURA.....	46
8. PŘÍLOHY:.....	47

1. ÚVOD

Stále přísnější emisní limity, snižování emisních stropů oxidu siřičitého a skleníkových plynů na jedné straně a ekonomické výhody ve formě vyšší výkupní ceny „zelené“ elektrické energie se současným snižováním nákladů spojených s produkcí škodlivin na straně druhé, vedou u průmyslových zdrojů spalujících klasická fosilní paliva k hledání nových cest. Jednou z nich je spalování biomasy, tj. dřevních štěpek, pilin a rostlinných pelet či briket.

V České republice jsou pro spalování biomasy vytvořeny poměrně dobré podmínky. Jedná se zvláště o využití neobdělávané zemědělské půdy nebo rekultivovaných ploch, o druhotné využití odpadů ze zpracování a těžby dřeva, odpadů z pěstování a zpracování obilnin či olejnin a v poslední době i o možnost využití starého papíru ve formě slisovaných peletek. Zanedbatelný není ani ekonomický přínos pro místní rozvoj regionů, spočívající ve vytváření nových pracovních míst při pěstování a výrobě biomasy.

Pro samotné životní prostředí představuje spalování biomasy významné odlehčení od emisí oxidu uhličitého, který se významně podílí na tvorbě tzv. skleníkového efektu, oxidu siřičitého a spousty dalších polutantů, které se podílejí na kontaminaci okolního životního prostředí. Při spalování biomasy sice také dochází k produkci emisí oxidu uhličitého, ten je však na rozdíl od oxidu uhličitého ze spalování fosilních paliv k životnímu prostředí neutrální (rostliny za svého růstu odebírají z ovzduší oxid uhličitý a tato část se při jejich spalování do ovzduší vrací). Biomasa také prakticky neobsahuje síru a není tak zdrojem emisí oxidu siřičitého ve spalinách a má ve srovnání s hnědým uhlím malý obsah popela.

2. BIOMASA A JEJÍ ENERGETICKÉ VYUŽITÍ

Biomasa je dle zákona č. 180/2005 Sb. definována jako: „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 vyříděného průmyslového a komunálního odpadu.“ [1]

Definici a stanovení druhů biomasy pro energetické využití na výrobu elektrické energie, upravuje vyhláška 482/2005 Sb.: „biopalivem je palivo vyrobené z biomasy.“ Vyhláška rozděluje biomasu do tří kategorií: [2]

Kategorie 1

Zahrnuje zejména byliny nebo dřeviny cíleně pěstované pro energetické využití a biopaliva z nich vyrobená (šťovík, amarant, konopí, vrbičky)

Kategorie 2

Zahrnuje zejména biomasu včetně zbytkové biomasy, kterou nelze materiálově využít, především z těžby dřeva, z procesů zpracování dřeva, ze zemědělství a z průmyslových výrob a biopaliva z ní vyrobená, a biopaliva vyrobená z jinak nevyužitelných kalů z čistíren odpadních vod:

- sláma obilnin a olejnin, sláma kukuřice na zrno včetně vedlejších produktů z jejich zpracování, potravinářsky nevyužitelné obiloviny a olejnin,
- zbytková hmota z těžby dřeva a prořezávek v lese, hmota z údržby zeleně, a biopaliva z této zbytkové hmoty vyrobená (štěpka)
- druhotně nevyužitelný papír a lepenka a biopaliva z nich vyrobená

Kategorie 3

Zahrnuje materiálově využitelnou biomasu, biopaliva z ní vyrobená a ostatní biomasu nezařazenou do kategorie 1 nebo 2 (piliny, hobliny, odřezky a dřevo nevhodné pro materiálové využití, zbytková kůra a další zbytky z průmyslového zpracování dřeva, použité dřevo, dřevěné obaly).

2.1 Přehled spalované biomasy

V teplárně se spalují následující druhy biomasy s touto charakteristikou a dělením:

- štěpka bílá (kategorie 2 a 3 dle původu)

dřevní odpad obsahující téměř čisté dřevo, vysoký obsah vlhkosti, rovnoměrná zrnitost v rozsahu 50 x 50 x 10 mm.,

- štěpka hnědá (kategorie 2)

dřevní odpad s vysokým obsah kůry a jehličí, dodávky občas zapařené, občas s vyšším obsahem nerozdrcených částí s jedním převládajícím rozměrem (délka až 400 mm), ale celkově jemnější než štěpka bílá [3]

Obsah vody	39 %
Obsah popele	1 %
Obsah síry	0,01 %
Výhřevnost	11,20 MJ/kg

- peletky (kategorie 1 – šťovík, amarant nebo kategorie 2 – peletkované rostlinné nebo obilné zbytky)

granulované palivo na bázi rostlinných materiálů slisované do tvaru pelet nebo briket. Peletky mohou být složeny ze 100% rostlinného materiálu, který byl pro tento účel pěstován (šťovíky, vojtěška) nebo s příměsí rostlinného odpadu (rostlinné plevy, rostlinná semena, žitovec, kukuřice, slunečnice, sláma) [3]

Obsah vody	11,5 %
Obsah popele	9 %
Obsah síry	0,12 %
Výhřevnost	15,1 MJ/kg

- **rostlinné plevy** (*kategorie 2*)

volně sypané rostlinné zbytky obsahující semena, maková zrna, kukuřici, plevy

Obsah vody	14 %
Obsah popele	11 %
Obsah síry	0,12 %
Výhřevnost	14,2 MJ/kg

- **otruby** (*kategorie 2*)

obilný odpad ze zpracování žita a pšenice, nízký obsah vlhkosti

Obsah vody	12 %
Obsah popele	4 %
Obsah síry	0,19 %
Výhřevnost	15,5 MJ/kg

3. POPIS TECHNOLOGIE VÝROBY TEPELNÉ A ELEKTRICKÉ ENERGIE

Základem výrobního programu teplárny je výroba a dodávka elektrické a tepelné energie. Do roku 2003 výroba probíhala výlučně ze spalování hnědého uhlí s občasnými změnami těžebních lokalit (Komořany, Most, Bílina). Od roku 2003 teplárna začala přidávat do spalovaného paliva podíl biomasy v rámci programu výroby tzv. zelené energie s postupným navyšováním tohoto podílu. Cílovým stavem je výroba tepelné a elektrické energie ze 100%-ního spalování čisté biomasy a tím výrazně snížit zatížení životního prostředí polutanty ze spalovacího procesu teplárny. V roce 2008 činila výroba tepelné energie 656 548 GJ (z toho 82 758 GJ bylo vyrobeno z biomasy). Veškerá tepelná energie

vzniklá spálením biomasy byla využita na výrobu elektrické energie, jejíž výroba činila 13 510 MWh_{el}.

Tabulka č.1.: Přehled výroby tepelné a elektrické energie v letech 2003 až 2008:

Rok	Tepelná energie (GJ)			Elektrická energie (MWh _{el})		
	Celkem	pouze z BM	% podíl BM	Celkem	pouze z BM	% podíl BM
2003	1 183 117	2226*)	0,2	34 345	483	1,4
2004	1 031 027	36736*)	3,6	28 600	5117	17,9
2005	930 227	49497	5,3	26 454	8829	33,4
2006	889 534	27868	3,1	23 615	2104	8,9
2007	701 515	88 274	12,6	15 042	12 732	84,6
2008	656 548	82 758	12,6	13 510	13 020	96,4

*) výroba tepla z biomasy stanovena odhadem

Na začátku probíhaly topné zkoušky pouze se spoluspalováním obilných otrub s hnědým uhlím. V roce 2003 činil objem spálených otrub 160 tun. V letech 2004 až 2005 se do směsi uhlí a otrub začal přidávat čím dál větší podíl dřevní biomasy – štěpky a pilin. Spalování obilných otrub však muselo být ukončeno z důvodu tvorby velkých nánosů v kotli, které byly zapříčiněny nízkými teplotami tečení popela z otrub. Tloušťka vrstvy nánosů byla až 1 metr a v kotli se nedařilo udržet patřičný podtlak, docházelo ke ztrátě výkonu, nedokonalému prohoření palivové směsi (vysoký nedopal ve škváře) a vyšší koncentrace v emisích oxidu uhelnatého do ovzduší. V současné době při spalování směsi peletek a dřevní štěpky sice také dochází ke tvorbě nánosů ve spalovací komoře, ale již ne v takové četnosti. U jednotlivých komodit biomasy, byly provedeny zkoušky tečení popelů a výsledky byly porovnány s teplotami ve spalovací komoře. Na jejich základě byla stanovena nejvhodnější kombinace směsi spalovaných komodit biomasy od jednotlivých dodavatelů.

Tabulka č.2.: Přehled množství a poměru spalování biomasy a uhlí v letech 2003 až 2008:

Rok	Otruby	Štěpka	Peletka	Uhlí	Podíl BM v palivu
	t	t	t	t	%
2003	160	0	0	93553	0,17
2004	1187	1357	0	78071	3,16
2005	1930	812	0	70550	3,74
2006	189	270	0	68345	0,67
2007	118	4547	2686	45264	13,97
2008	0	6463	2863	38782	19,39

3.1. Vlastní technologické zařízení

V teplárně jsou dva turbogenerátory o celkovém výkonu 18,3 MW (jedna protitlaká turbína o výkonu 6,3 MW a jedna kondenzační s částečným regulovaným odběrem o výkonu 12 MW) a tři uhelné kotle o celkovém výkonu 107,6 MW (dva roštové o výkonu 2 x 24,9 MW a jeden granulační o výkonu 57,8 MW).

Na obou roštových kotlích je jako hlavní palivo spalováno hnědé uhlí ze Severočeských dolů – Ledvice Bílina, které je spalováno průměrně s cca 20%ním hmotnostním podílem biomasy. Bylo provedeno i několik spalovacích zkoušek se spalováním 100%ního podílu biomasy. Pro trvalé spalování 100%ního podílu biomasy je však zapotřebí provést mnoho úprav a to jak na zařízení přísunu paliva, tak i na samotném kotelním zařízení. [4]

Na granulačním kotli je spalováno pouze hnědé uhlí ze Sokolovské uhelné pánve. Tento kotel se však v současné době využívá jen minimálně, je výkonově dosti naddimenzován a nelze na něm spalovat biomasu. Do budoucna se proto uvažuje s jeho úplnou demontáží a nahrazením malým fluidním kotlem, na němž je spalování biomasy možné.

V teplárně je taktéž nainstalován rezervní zdroj skládající se ze tří kotlů na lehký topný olej BK-8 (Tatra Kolín) o celkovém výkonu 15,6 (3 x 5,2) MW, který se využívá pro vykrytí odběrových špiček páry.

Škvára a struska ze spalovaného paliva propadá z kotlů skrze drtiče (kde se drtí na rozměr zrna pod 40 mm) do tzv. splavovacího kanálu, ve kterém je proudem splavovací vody unášena do bagrovací jímky. Úletový popílek v kouřových plynech je před vstupem do komína zachycen v odlučovacím zařízení: v elektrostatickém odlučovači EKF 1-24-9-7-2-250-3,5A (účinnost odlučování tuhých znečišťujících látek 96%), který je společný pro oba roštové kotle K1 a K2 a v tkaninovém filtru Elkem ET 2 x 4/54 (účinnost odlučování tuhých znečišťujících látek 97,5%) pro granulační kotel K3. Zachycený popílek se z odlučovačů dostává přes vodní uzávěr do splavňovacího kanálu, v němž je splavovací vodou unášen do bagrovací jímky. V této bagrovací jímce dochází ke smísení všech odpadních vod teplárny s popelovinami a bagrovacím čerpadlem se hydraulickou dopravou tato směs (hydrosměs) přepraví na odkaliště. Splavovací voda využívaná k této hydraulické dopravě se odebírá z recipientu. [5]

3.2. Odkaliště IV/2

Odkaliště IV/2 se nachází ve vzdálenosti asi 500 m jihovýchodním směrem od teplárny při okraji městské zástavby.

Na odkališti tuhá fáze hydrosměsi (popel) sedimentuje a odsazená voda odpadá přepadovými věžemi přes potrubní systém zpět do recipientu. Rovněž průsaková voda je přes drenážní systém svedena zpět do recipientu.

Prostor odkaliště IV/2 vznikl vybudováním čtyř navyšovacích hrází (výška každého zvyšovacího stupně je 2 m) na původních odkalištích IV/1, III/2 + II/2 a III/1 + II/1. Kóta koruny hráze současného odkaliště IV/2 je 289,60 m n.m. Kóta paty spodních hrází původních odkališť II/1 a III/1 je 281,60 m n.m. Zvyšovací hráze jsou vytvořeny převážně z popele naplaveného na předchozí odkaliště. V jednotlivých hrázových stupních je vždy po celém obvodu drenážní systém, který odvádí průsakové vody ze vnitřku odkaliště přes tzv. obvodový příkop, který je okolo paty nejnižšího hrázového stupně odkaliště III/1, do

vodoteče. Vně odkaliště jsou pro odvod transportní vody umístěny dvě přelivné věže P1 a P4A, které odsazenou vodu odvádějí potrubním systémem do recipientu.

K zabránění prášení z nádvorních naplavených pláží popela, bylo na odkališti vybudováno skrápěcí zařízení, které je v současné době nefunkční. Nadvodné pláže jsou ale hojně zarosteny porostem a tak nedochází k prášení z odkaliště do okolí.

Charakteristika odkaliště: - odkaliště je rovinné s hrázemi po celém obvodu, neprotékané povrchovou vodou a s jednorázovým využitím transportní vody.

Geologická a hydrogeologická pozice odkaliště

Odkaliště se nachází v oblasti české křídové pánve, v centrální části tzv. královédvorské synklinály. Vrstva cenamanských pískovců, která je zásobárnou kvalitní pitné vody s artézským napětím, je překryta relativně nepropustnými tutonskými slínovci a jílovci o mocnosti kolem 100 m. Na tomto podloží leží vrstva labských štěrkopísků o mocnosti kolem 3 metrů, uzavřená písčitymi a jílovitými náplavovými hlínami ve vrstvě asi 2,5 metru mocné. V tomto souvrství se nachází další obzor mělké podzemní vody, jejíž hladina je ovlivňována stavem vody v řece Labi. [6]

Plocha úložného prostoru v úrovni koruny hráze je 72.000 m².

Objem úložného prostoru je 137.000 m³.

Průměrný roční výpar: 670 mm

Průměrný roční srážky: 740 mm

Bilance provozu na odkališti v roce 2008:

Produkce popela: celkem 5.183 t z toho 4.780 t ze spalování uhlí a 403 t ze spalování biomasy.

Množství transportní vody čerpané na odkaliště: 1.362.830 m³

Množství průsakové vody z drenáží odkaliště: 1.212.930 m³

Množství odsazené vody z přelivných věží: 0 m³

Průsaky z odkaliště do podloží: 149.900 m³

4. PŘEHLED PRODUKOVANÝCH POLUTANTU PODLE OBLASTÍ JEJICH PUSOBENÍ

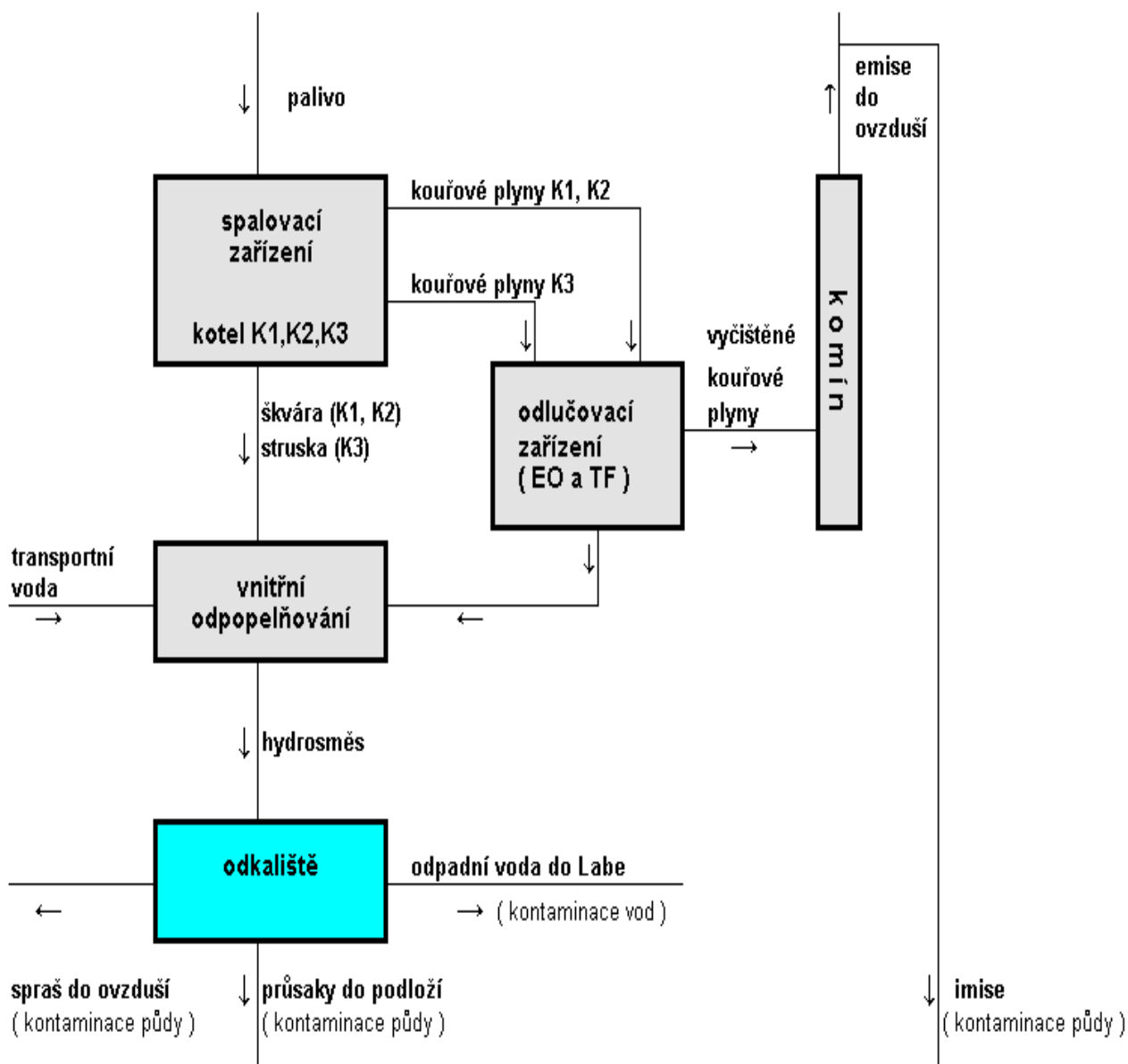
Při výrobě elektrické a tepelné energie vzniká v teplárně poměrně velká produkce odpadů a polutantů, které přímo nebo nepřímo ovlivňují okolní životní prostředí. Pro účely této práce jsou odpady a polutanty rozděleny podle oblastí na něž působí, tj. na oblast vod, ovzduší a půdy.

Pro účel výpočtu hmotnostních toků pro **bilanční porovnání produkce** škodlivin při spalování paliva složeného pouze uhlí a pouze ze 100%ní biomasy, byl jako **vzorové období vybrán rok 2008**. Pro stanovení obsahu polutantů v jednotlivých odpadních produktech teplárny, byla sledovaná období vybrána tak, aby co nejméně odpovídala provozu teplárny při spalování buď čistého uhlí nebo čisté biomasy. Stanovení obsahu polutantů v popelovinách bylo prováděno ve vzorcích ze spalovacích zkoušek v letech 2006 - 2008, polutantů vypouštěných do ovzduší při jednorázovém měření emisí v letech 2002, 2007 a 2008 a polutantů v odpadních vodách z odkaliště při pravidelných odběrech vzorků odpadních vod v letech 1993, 2000 - 2009.

Jelikož granulační kotel K3 se z důvodu výrazného poklesu odběru páry odběrateli najíždí do provozu pouze pro účely jednorázového měření emisí, nebude pro tuto práci brán jeho provoz v úvahu. Totéž platí pro provoz špičkového zdroje na LTO, jehož provoz je pouze výjimečný.

Toky nosných médií jednotlivých polutantů (škodlivin) jsou znázorněny ve schématu č.1.

Schéma č.1: Toky nosných médií polutantů v provozu Teplárny



4.1 Oblast vod

Mezi nejvýznamnější odpady teplárny, které svým obsahem polutantů ovlivňují okolní životní prostředí v oblasti vod, patří popeloviny. Popeloviny podle jejich velikosti a charakteristických vlastností rozlišujeme na:

- **škváru**, odpadající z výsypek kotlů s roštovým ohništěm (kotle K1 a K2), rozměr zrna cca 3 až 40 mm
- **strusku**, odpadající z výsypek kotlů bez roštového ohniště (granulační kotel K3), rozměr zrna cca 0,5 až 1 mm

- **popílek**, odpadající z odlučovacích zařízení kouřových plynů, rozměr zrna 0,005 až 0,5 mm.

A nebo také dle místa výskytu na:

- **prvotní struskopopílkovou směs** (tj. před stykem popelovin s transportní vodou)
- **usazenou struskopopílkovou směs** po přeplavení na odkaliště (dále hydrosměs)

Na vlastnosti (tj. fyzikální, chemické a mechanické) popelovin má velký vliv spalované palivo, druh spalovacího zařízení a druh odlučovacího zařízení. Velmi odlišné mechanické, fyzikální a chemické vlastnosti mají i jednotlivé druhy popelovin (škvára, popílek).

4.1.1. Charakter prvotní struskopopílkové směsi

Fyzikální vlastnosti popela závisí převážně na druhu a typu kotelního zařízení, na způsobu přípravy paliva, na druhu a účinnosti odlučovacích zařízení a na zařízení vnitřního popelového hospodářství, méně pak na druhu používaného paliva. [7]

Chemické vlastnosti popela závisí převážně na chemickém složení používaného paliva. Popel našich energetických uhlí a to hlavně ze severočeského uhelného revíru, odkud odebírá teplárna palivo, má oproti zahraničním popelům nízký obsah alkalických oxidů (zejména CaO) a vyšší obsah kyselých složek, jako například Al_2O_3 a SiO_2 . [7]

4.1.2. Charakter usazené struskopopílkové směsi po přeplavení na odkaliště

Fyzikální vlastnosti hydrosměsi z odkaliště závisí na charakteru prvotní struskopopílkové směsi a na zařízení vnitřního popelového hospodářství. K degradaci jednotlivých zrn v průběhu hydraulické dopravy i při delších vzdálenostech, dochází jen v malém rozsahu. Různorodost zrnitostního složení

a na něm závislé další vlastnosti, jako je propustnost, měrná hmotnost, únosnost, stlačitelnost, atd., jsou dány především průběhem sedimentačního procesu na odkališti. Na jeho průběh má vliv zejména manipulace a jednotlivými výtoky hydrosměsi na odkališti, odběrná zařízení a udržování volné hladiny na odkališti. [7]

Chemické vlastnosti hydrosměsi závisí primárně na chemickém složení paliva. V průběhu hydraulické dopravy a ukládání na odkaliště však dochází k vyluhování některých složek popela a tím ke změně chemických vlastností usazené hydrosměsi.

4.1.3. Významné sledované polutanty obsažené v odpadních vodách z odkaliště

Pro potřeby plnění legislativních požadavků (zákon o vodách č.20/2004 Sb. a zákon o integrované prevenci č. 76/2002 Sb.) se v teplárně provádí monitoring následujících polutantů:

- **Těžké kovy (TK):** arsen, chrom, kadmium, kobalt, měď, nikl, olovo, rtuť, zinek
- **Ostatní sledované polutanty:** sírany, chloridy, RAS, NL, CHSK_{Cr}, anorganický dusík, fosfor celkový, AOX, pH

Z důvodu vyššího toxického významu těžkých kovů narozdíl od ostatních polutantů, uvádím zde základní charakteristiku jednotlivých těžkých kovů:

Arsen – jako kov je toxický jen nepatrně, v organismu je však metabolizován na látky toxické (např. As_2O_3). Karcinogenita je známá od roku 1820, mutagenita a teratogenita je rovněž nesporná. Obecně platí, že sloučeniny trojmocného arsenu jsou akutně podstatně více toxické než arsenu pětímocného, který však vykazuje významnější účinky karcinogenní. [8]

Ekotoxikologie arsenu: Emise některých závodů obsahují různé sloučeniny As. Arsen v píci skotu vede k průjmům, hubnutí, celkové slabosti, suchosti pokožky a vypadávání srsti. Podobně u volně žijící zvěře. Velmi citlivé jsou včely, které

mohou sloužit jako bioindikátor na přítomnost sloučenin arsenu v životním prostředí. [9]

Chrom – je esenciální prvek, ovlivňující metabolismus cukrů a tuků. Toxické účinky Cr^{2+} a Cr^{3+} jsou malé, Cr^{6+} velmi závažné. Toxicita vyplývá zřejmě z jejich oxidačních vlastností, rozpustné sloučeniny mají charakter mutagenní a karcinogenní. Sloučeniny jsou výrazně neurotoxické a hepatotoxické. [9]

Kadmium – je prvkem významně toxickým. Jeho jedovatost se vysvětluje inhibicí některých enzymů (tzv. sullyhydriových – vazbou na –SH skupinu), zásahem do metabolismu Zn, Cu, Ca a sacharidů. Sloučeniny kadmia inhibují tvorbu hemoglobinu, podporují vznik hypertenze. Cd sloučeniny jsou považovány podle IARC za pravděpodobně karcinogenní pro člověka, asi se jedná o teratogeny. [9]

Kobalt – je esenciálním prvkem, především jako součást vitamínu B12, který ovlivňuje tvorbu erytrocytů. Některé sloučeniny kobaltu jsou podezřelé z karcinogenity. [9]

Měď - patří mezi esenciální prvky (enzymatické systémy, krvetvorba a další). [9]

Nikl – nikl a jeho sloučeniny patří mezi dlouho známé kožní alergeny, řada sloučenin je pak řazena v ČR mezi karcinogeny kat.1. [9]

Olovo – patří mezi nejstarší průmyslové jedy. Ovlivňuje reprodukční schopnosti (teratogenita, embryotoxicita). Olovo je kumulativní jed, který se váže na červené krvinky a převážně ukládá v kostech. [8]

Rtuť – patří mezi nejstarší průmyslové jedy. Sloučeniny rtuti poškozují nervový systém, játra, ledviny, snadno pronikají i do plodu v těla matky. [8]

Zinek – je prvkem esenciálním, především jako součást některých enzymatických systémů. [9]

Množství a druh polutantu v odpadních vodách z odkaliště je závislý na charakteru a chemickém složení spalovaného paliva, dále pak na mocnosti naplavené vrstvy popela na odkališti. Vrstvy naplaveného popela mohou fungovat jako sorbční filtr, na kterém se zachytává určitá část polutantů nebo naopak jako materiál, ze kterého dochází k extrakci polutantů do odpadních vod z odkaliště. Přehled vybraných polutantů (zvoleny těžké kovy) jenž jsou ve vrstvách naplavených popelovin sorbovány nebo naopak z nich extrahovány je uveden v tabulce č.3.

Tabulka č.3.: Porovnání sorbce (extrakce) polutantů TK do (z) naplaveného popela odkaliště při spalování směsi BM s uhlím a čistého uhlí:

	As	Cd	Hg	Cr	Pb	Zn
	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Spalování směsi BM s uhlím (období 2007 – 2009)						
Volná hladina	0,0115	0,00040	0,0002	0,011	0,014	0,119
Obvodový příkop	0,0180	0,00007	0,0002	0,008	0,0011	0,038
Extrakce(+)/sorbce(-)	56,5	-83,1	0,0	-27,3	-92,1	-67,8
Spalování čistého uhlí (období 1992-93)						
Volná hladina	0,1299	0,00020	0,0005	0,017	0,003	0,010
Obvodový příkop	0,0081	0,00028	0,0005	0,018	0,0038	0,013
Extrakce(+)/sorbce(-)	-93,7	40,0	0,0	5,0	25,0	25,0

Červeně zvýrazněny a šedě podbarveny jsou hodnoty, které vycházejí v neprospěch spalování biomasy.

Z tabulky č.3 je zřetelný rozdíl v sorbci nebo extrakci jednotlivých polutantů TK před a po zahájení spalování biomasy. Nejvýraznější rozdíl je u **arzenu**, který se při klasickém spalování uhlí do naplavené vrstvy popela na odkališti sorbuje, ale při spalování biomasy se naopak z naplavené vrstvy popela velmi dobře **extrahuje** do odpadních vod. U zbylých polutantů s výjimkou rtuti, u které nedochází ani k sorbci nebo extrakci do odpadní vody, byl zjištěn opačný efekt: při spalování uhlí dochází k extrakci , ale při spalování biomasy k výrazné **sorbci** z odpadní vody do naplavené vrstvy popela. Nejvíce je viditelný u **kadmia, olova a zinku**, mírněji u **chromu**.

V tabulce č.4 je porovnání hmotnostních koncentrací a ročních produkcí vybraných těžkých kovů v odpadních vodách vypouštěných z odkaliště před a po zahájení spalování biomasy.

Tabulka č.4.: Obsah polutantů (těžkých kovů) ve vodách vypouštěných z odkaliště před a po zahájení spalování biomasy

Polutant	Období *)	Transportní voda	Odsazená voda	Průsaková voda			Vyprodukované znečištění **)	
			Přelivná věž	Obvodový příkop	Svod č.1	Svod č.4	Svod č.5	Odkaliště celkem
		mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	Kg
As	a	0,0017	0,1299	0,0081	0,0143	0,0044	0,0123	10,11
	b	0,001	0,0115	0,018				20,62
Pb	a	0,0047	0,003	0,0038	0,0033	0,0030	0,0037	- 1,28
	b	0,0005	0,014	0,0011				0,73
Cd	a	0,00023	<0,0002	0,00028	0,00014	0,00013	0,00015	-0,01
	b	<0,00005	0,0004	0,00007	0,00004	<0,00005	0,00002	0,08
Cr	a	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0
	b	<0,001	0,011	0,008				9,7
Co	a	<0,027	<0,030	<0,027	<0,027	<0,030	<0,027	0
	b							Neměřeno
Cu	a	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0
	b			0,006				7,28
Ni	a	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0
	b			0,0033				4,0
Hg	a	0,00025	<0,0005	0,00045	0,00045	0,00047	0,00045	0,24
	b	<0,00005	< 0,0002	< 0,0002	<0,00005	<0,00005	<0,00005	0
Zn	a	0,027	0,010	0,013	0,013	0,010	0,013	- 17,13
	b	<0,01	0,119	0,038				46,09

Vysvětlivky:

*) období „a“ – období před zahájením spalování biomasy, pro toto období vzaty průměrné hmotnostní koncentrace polutantů (těžkých kovů) z roku 1993 (u rtuti a kadmia z let 1993, 2000 až 2002)

období „b“ – období po zahájení spalování biomasy, pro toto období vzaty průměrné hmotnostní koncentrace polutantů (těžkých kovů) z let 2007 až duben 2009

**) vyprodukované znečištění je vztaženo k objemu vypuštěných odpadních vod z odkaliště v roce 2008 a je vypočteno jako rozdíl množství těžkých kovů vypouštěných z odkaliště po odečtu množství těžkých kovů obsažených v odebrané vstupní vodě z Labe

Červeně zvýrazněny a šedě podbarveny jsou hodnoty, které vycházejí v neprospěch spalování biomasy.

Záporné hodnoty značí zápornou produkci polutantu do vodoteče, tzn. množství polutantu v odpadních vodách vypouštěných z odkaliště je menší než ve vodě odebrané z vodoteče a využité k transportu popelovin na odkaliště.

Z hodnot v tabulce č.4 je vidět velké zvýšení koncentrace arzenu, chromu, mědi, niklu a zinku v odpadních vodách po zahájení spalování

biomasy. K mírnému zvýšení také došlo u olova a kadmia. Zvýšení koncentrace u těchto dvou těžkých kovů může ale být, vzhledem k jejich nízkým koncentracím, způsobeno chybou při vlastním stanovení. Za účelem splnění povinností vyplývajících ze zákona o vodách 254/2002 Sb. a vyhlášky č. 293/2002 Sb. o poplatcích za vypouštění odpadních vod je v teplárně prováděn pravidelný monitoring následujících jakostních ukazatelů znečištění odpadní vody z odkaliště: CHSK_{Cr}, RAS, NL, fosfor celkový, dusík anorganický, AOX a nad rámec legislativních povinností i síranů a chloridů [15]. Stanovení hodnoty pH je prováděno na základě vodohospodářského rozhodnutí. Trendy hmotnostních koncentrací těchto polutantů od roku 2000 jsou uvedeny v následující tabulce:

Tabulka č.5.: Hmotnostní koncentrace vyprodukovaného znečištění vypouštěného z odkaliště v letech 2000 až 2009:

Polutant	jednotka	Spalování uhlí			Spalování uhlí s biomasou						
		2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
CHSK _{Cr}	mgO ₂ /l	-6,0	1,7	-7,5	-6,1	-5,6	-8,7	-9,4	-8,6	-19,8	-4,3
RAS	mg/l	114	139	136	111	155	162	170	212	159	187
NL	mg/l	-1,6	-5,2	0,3	-8,5	-2,2	-0,1	-0,5	-3,0	-6,2	-1,2
Fosfor celk.	mg/l	-0,027	0,006	0,038	-0,052	-0,093	-0,031	-0,059	-0,052	-0,061	-0,056
N-NH ₄	mg/l	-0,005									
Nanorg.	mg/l		-1,97	-1,48	-1,98	-1,39	-1,58	-1,08	-1,70	-1,39	-2,2
AOX	ug/l		-4,9	5,4	-3,2	12,1	10,6	36,3	7,0	7,2	7,8
SO ₄ ²⁻	mg/l	48,2	52,3	56,1	31,8	46	34,7	38,9	57,5	51,1	80,1
Cl ⁻	mg/l	18,5	13,8	18,1	15,0	17,1	27,7	36,4	19,0	17,1	21,2
pH	-	7	7,2	7,3	6,9	7,2	7,4	7,1	7,4	7,4	7,4

Vysvětlivky:

Červeně zvýrazněny a šedě podbarveny jsou hodnoty, které vycházejí v neprospěch spalování biomasy. Záporné hodnoty značí zápornou produkci polutantu do vodoteče, tzn. hmotnostní koncentrace polutantu v odpadních vodách vypouštěných z odkaliště je menší než ve vodě odebrané z vodoteče a využité k transportu popelovin na odkaliště.

Velmi znatelné navýšení koncentrace při spalování biomasy je u hodnot „RAS“ (viz.tabulka č.5.) U tohoto znečištění se postupně od zahájení spalování biomasy začala zvyšovat koncentrace z původní hodnoty 111 mg/l až na

současných 187 mg/l. Maximální hodnot dosáhla v roce 2007 a to 212 mg/l, což je dvojnásobek původní koncentrace. V roce 2008 došlo k mírnému poklesu na 159 mg/l a to z důvodu přejetí plavení hydrosměsi do „vytěžené“ části odkaliště, ze které byla naplavená vrstva popela ze směsi uhlí-biomasa vytěžena a zůstala pouze původní vrstva naplaveného popele z doby před zahájením spalování biomasy. Po opětovém naplavení vrstvy popele ze spalování směsi uhlí s biomasou dochází od konce roku 2008 k opětovnému vzestupu koncentrace RAS v odpadních vodách v důsledku vyluhování z usazených popelovin ze spoluspalování biomasy. Dá se předpokládat, že tento vzestupný trend bude i nadále pokračovat a mohou nastat problémy s překročením limitního vypouštěného množství (500 t/rok), stanoveném v integrovaném povolení. U ostatních jakostních ukazatelů znečištění nebyly koncentrační rozdíly před a po zahájení spalování biomasy shledány.

Za účelem zjištění příčiny výrazného zvýšení koncentrace RAS v odpadních vodách byly provedeny výluhové zkoušky ve vzorcích škváry a popílků ze spalování samotné biomasy a samotného uhlí. Vzorky popelovin ze spalování samotné biomasy byly odebrány při topné zkoušce, která v teplárně proběhla ve dnech 5.-7.5.2008. Ve dnech 5 - 6.5.2008 byla spalována směs dřevní štěpky s peletkou v objemovém poměru 1:1. Z odebraných vzorků škváry a popílků z obou sekcí elektroodlučovače byly provedeny vodní výluhy a následně provedeno stanovení konduktivity, pH, RL, RAS, SO_4^{2-} a Cl^- (viz. tabulka č.6). Totéž bylo provedeno dne 7.5.2008, kdy byly spalovány samostatné peletky (viz. tabulka č. 7).

Tabulka č.:6 Vodní výluh v popelovinách ze spalování 100% biomasy (dřevní štěpka a peletka v poměru 1:1) ve dnech 5.-6.5.2008:

		Škvára	Popílek EO - 1	Popílek EO - 2
Konduktivita	uS/cm	3300	32800	81700
pH	-	12,28	11,43	5,87
RL	mg/l	1872	24650	76090
RAS	mg/l	1531	24050	72710
SO_4^{2-}	mg/l	404	12296	36503
Cl^-	mg/l	53	4615	12070

Tabulka č.:7 Vodní výluh v popelovinách ze spalování **100% biomasy** (100% peletka) ve dnech 7.5.2008:

		Škvára	Popílek EO - 1	Popílek EO - 2
Konduktivita	uS/cm	3300	29000	80400
pH	-	12,28	10,63	5,75
RL	mg/l	1872	24100	77070
RAS	mg/l	1531	23740	71890
SO ₄ ²⁻	mg/l	404	10374	31316
Cl ⁻	mg/l	53	3550	11183

Pro porovnání vodního výluhu popelovin ze spalování 100% biomasy a ze spalování uhlí, byl ve dnech 10. – 26.5.2008 proveden odběr sesypových vzorků škváry a popílků z obou sekcí elektroodlučovače při spalování směsi uhlí-biomasa s většinovým podílem uhlí (viz. tabulka č.8).

Tabulka č.:8 Vodní výluh popelovin ze spalování směsi uhlí-biomasa s **většinovým podílem uhlí**:

		Škvára	Popílek EO - 1	Popílek EO - 2
Konduktivita	uS/cm	523	4580	13660
pH	-	7,89	7,11	4,33
RL	mg/l	341	4170	14061
RAS	mg/l	285	3725	12765
SO ₄ ²⁻	mg/l	230	2786	9606
Cl ⁻	mg/l	< 1,8	35,5	177,5

Poznámka: sesypový vzorek je za období 10. – 26.5.2008

Výsledky z tabulek č.6 až č.8 vysvětlují proč je velký nárůst znečištění RAS v odpadních vodách z odkaliště při spalování biomasy. Popeloviny, zvláště popílků, ze spalování 100% biomasy vykazují ve vodních výluzích znatelně až o několik řádů vyšší rozpustnost (RL a RAS) na rozdíl od popelovin ze spalování uhlí. A to zejména v anorganických solích (množství RL je zhruba rovno RAS). Vysoký podíl v těchto rozpuštěných látkách mají draselné (viz.tabulka č.9 „obsah kationů v popelovinách...“) soli SO₄²⁻ a Cl⁻. Je zde také vidět zřetelná závislost rozpustnosti popelovin na jejich granulometrii. Čím jemnější a lehčí frakce popelovin, tím více je rozpustná ve vodě. Popílek ze sekce č.2 ze spalování biomasy se ve vodě rozpustí až z 76%!

Ve vodním výluhu z tohoto popílku byly stanoveny RAS v koncentraci 76090 mg/l, z toho 36503 mg/l připadá na SO_4^{2-} a 12070 mg/l na Cl^- . Vysoký obsah chloru ze spalování biomasy může mít i velmi významný vliv na korozi kovových částí kotle, kouřových cest, měřících přístrojů.

Zajímavý je také zřetelný pokles hodnoty pH směrem k jemnější frakci popelovin. Tento pokles, tj. výrazně nízké pH v nejjemnější frakci popílku ze sekce č.2 oproti vysokému pH ve škváře, pozitivně ovlivňuje rozpustnost těžkých kovů ve vodních výluzích, zvláště pak arsenu.

Tabulka č.:9 Obsah kationtů v popelovin ze spalování uhlí a biomasy:

Kationt	Jednotka	spalování 100% biomasy				uhlí 18.9.
		28.4.07	19.5.07	20.5.07	13.10.	
K^+	mg/kg suš.	107000	135000	113000	214000	3210
Na^+	mg/kg suš.	< 50	< 50	< 50	2340	3930
Ca^{2+}	mg/kg suš.	95200	82600	76600	78700	30000

V popílcích ze spalování 100% biomasy je z kationů ve velmi vysoké koncentraci zastoupen draslík a to až 214 000 mg/kg sušiny, významněji pak ještě vápník. Zbylé kationy se pohybují „pouze“ v řádu desítek mg/l.

Naproti tomu, v sušině vzorku popílku ze spalovaného čistého uhlí převládá vápník s koncentrací 30 000 mg/kg, druhým v pořadí je sodík, i když jen s „pouhou koncentrací“ 3930 mg/kg a ve významnější koncentraci ještě draslík s obsahem 3210 mg/kg sušiny.

Na potvrzení porovnání obsahu kationtů K^+ , Na^+ a Ca^{2+} v popelovinách bylo provedeno i stanovení obsahu těchto kationtů přímo ve spalovaném palivu – viz. Následující tabulka č.10:

Tabulka č.:10 Obsah draslíku, sodíku, vápníku, chlóru a síry v uhlí a v biomase:

Kationt (prvek)	Jednotka	štěpka	peletky	uhlí
K^+	mg/kg suš.	1100	13700	1153*)
Na^+	mg/kg suš.		93	846*)
Ca^{2+}	mg/kg suš.	1170		5720*)
$\text{Cl}_{\text{celk.}}$	mg/kg suš.	89	862	285*)
$\text{S}_{\text{celk.}}$	mg/kg suš.	1200	2570	11700

Vysvětlivky: *) hodnoty stanoveny výpočtem z chemického rozboru popela z katalogu uhlí SD, a.s.

Stanovení obsahu kationů a aniontů (K^+ , Na^+ , Ca^{2+} , Cl^- , SO_4^{2-} , popř. chloru a síry celkové) v popelovinách z biomasy a z uhlí a v samotném palivu, vysvětluje příčinu velkého nárůstu RAS v odpadních vodách z odkaliště. Při spalování biomasy je na rozdíl od spalování uhlí v popelu velký obsah vysoce rozpustných solí KCl a K_2SO_4 . V popelovinách ze spalování uhlí naopak spíše převažuje nerozpustný $CaSO_4$.

Pokud by v budoucnu došlo k problémům s vysokou koncentrací RAS v odpadních vodách, bylo by nutné provést oddělení popílku ze sekce č.2 a popřípadě i části popílku ze sekce č.1 od ukládané hydrosměsi na odkaliště a provádět jeho likvidaci jiným způsobem (viz. kapitola č.5 Závěr).

4.2 Oblast ovzduší

V oblasti znečišťování ovzduší polutanty ze spalovacího procesu jsou na prvním místě co se týče produkovaného množství emise oxidu siřičitého (SO_2), dále pak emise oxidů dusíku (NO_x), oxidu uhelnatého a tuhých částic.

V malém měřítku jsou produkovány, ale co se týče nebezpečnosti jsou také významné emise persistentních organických látek (polychlorované dibenzodioxiny, dibenzofurany, bifenyly a polycyklické aromatické uhlovodíky), emise chlorovodíku, fluorovodíku a emise těžkých kovů (arsen, kadmium, nikl, olovo, rtuť). Povinnosti provozování zdrojů znečišťování ovzduší a monitoring vypouštěných polutantů do ovzduší ukládá zákon o ochraně ovzduší č.86/2002 Sb. za pomoci prováděcí vyhlášky č.356/2002 Sb., kterou se stanovuje seznam znečišťujících látek, obecné emisní limity, způsob zjišťování množství vypouštěných znečišťujících látek.

Oxid siřičitý – zaujímá vedoucí místo mezi toxickými škodlivinami, které produkuje průmysl, především pak energetika. Oxid siřičitý působí destruktivně na faunu, floru, technické a umělecké stavby. Rovněž je známá reakce SO_3^{2-} s DNA a RNA (poškození chromozomů) a tedy jeho mutagenní schopnost.
[9]

Oxidy dusíku – jsou pravděpodobně vedle dusičnanů a dusitanů nejvýznamnějšími dusíkatými sloučeninami, které znečišťují životní prostředí. Každý z oxidů dusíku má své specifické účinky a chemický vzorec, ale protože

se obvykle vyskytují ve směsi (oxidy dusíku totiž mohou přecházet vzájemně jeden v druhý podle podmínek prostředí), která se nazývá nitrósní plyny, užívá se pro ně obecný vzorec NO_x. [9] Přispívají ke vzniku skleníkového efektu a podílí se na změnách klimatu. [10]

Oxid uhelnatý – je z hlediska bezpečnosti velmi zákeřný plyn, jeho průmyslové emise jsou řazeny ihned za CO₂. Dominantním účinkem CO je přeměna hemoglobinu na karboxyhemoglobin. Afinity CO k hemoglobinu je asi 200-300x větší než afinita kyslíku k hemoglobinu, s kterým vytváří oxyhemoglobin. Následkem je snížení přenosu kyslíku a dušení organismu. [9]

Tuhé částice – emise tuhých částic vznikají z nespáleného materiálu v uhlí. Emitovaný popílek po výstupu z komína dopadá do různých vzdáleností, způsobuje znečišťování ovzduší a např. spolu s absorbovaným SO₂ se může usazovat v dýchacím systému a poškozovat jej. [9]

Polychlorované dibenzodioxiny a dibenzofurany (PCDD/F) – látky PCDD/F mají potencionálně hepatotoxický, karcinogenní a teratogenní účinek na zdraví lidí. Jejich nadlimitní přívod do organismu člověka může působit inhibici epidermálního růstového faktoru, efekty na biochemické úrovni a srdeční a cévní choroby a celkové snížení imunity organismu. [11]

Polychlorované bifenyly (PCB) – mají přes 200 izomerů, které mají různé toxické účinky podle stupně chlorace a sférického uspořádání. Akutní toxicita není velká, ale chronická toxicita je velmi závažná. Hepatotoxická až hepatokarcinogenní, embryotoxicita. Likvidace PCB je velmi obtížná, při jejich spalování vznikají vysoce toxické dioxiny.

Polycyklické aromatické uhlovodíky (PAH) – jsou skupinou látek, ve které je zastoupena řada genotoxických látek (karcinogeny, mutageny, teratogeny)

Chlorovodík a fluorovodík – fluoridy a fluorovodík má svůj význam i z hlediska ekotoxikologie, protože rostliny mají schopnost akumulovat fluor (vstřebává se převážně listy) a dochází k nekróze listů, odumírání pletiva a úhynu rostliny.

Vysoce citlivé jsou např. tulipány, vinná réva, ovocné stromy, jehličnany a celá řada dalších. [9]

Množství vypouštěných škodlivin v kouřových plynech do ovzduší je vypočteno na základě jednorázových emisních měření, prováděných autorizovanou firmou. Četnost měření je prováděna dle požadavků Zákona o ovzduší č. 86/2002 Sb., a to 2x ročně [12]. Měření se provádí vždy zvlášť na jednom roštovém kotli na němž je spalováno čisté uhlí a na druhém roštovém kotli na němž je spalována čistá biomasa (oba kotle jsou parametrově zcela stejné).

Výsledky jednorázového měření emisí v roce 2007 a 2008 jsou uvedeny v následujících tabulkách.

Tabulka č.11.: Množství emisí SO₂, CO, NO_x a TC:

emise	spalované palivo	Březen 2007 (mg/m ³)	Listopad 2007 (mg/m ³)	Březen 2008 (mg/m ³)	Říjen 2008 (mg/m ³)
SO₂ limit 2500	100% uhlí	1660	2381	2331	2190
	100% biomasa	464	153	187	44
CO limit 400	100% uhlí	189	375	248	195
	100% biomasa	325	78	235	88
NO_x limit 650	100% uhlí	422	192	418	408
	100% biomasa	177	301	329	387
TC limit 100	100% uhlí	9	15	8	10,2
	100% biomasa	20	24	28	25,9

emise	Roční produkce emisí			
	při spalování 100% uhlí	při spalování 100% biomasy	Snížení (-), nárůst (+) produkce při spalování biomasy oproti uhlí	
	t/rok	t/rok	t/rok	%
SO₂	632,888	104,152	-528,736	-84
CO	59,488	66,243	6,754	11
NO_x	117,841	150,676	32,835	28
TC	3,195	10,884	7,689	241
Celkem	813,412	331,955	481,457	-59

Vysvětlivky: SO₂ - oxid siřičitý, CO - oxid uhelnatý, NO_x - oxidy dusíku, TC - tuhé částice. Červeně zvýrazněny a šedě podbarveny jsou hodnoty, které vycházejí v neprospěch spalování biomasy

Tabulka č.12.: Množství emisí POL, TK, HF a HCl:

emise		koncentrace		produkce		Snížení (-), nárůst (+) produkce při spalování biomasy oproti uhlí	
		100% uhlí	100% BM	100% uhlí	100% BM	kg	%
PCCDD/F	ng/m ³	0,0021	0,0746	0,6.10 ⁻⁶	23,4.10⁻⁶	22,8.10⁻⁶	3924
PCB	ng/m ³	1,614	0,0021	467.10 ⁻⁶	0,6.10 ⁻⁶	-466,4.10 ⁻⁶	-100
PAH	ng/m ³	11052	752	3,09	0,24	-2,85	-92
Cd	mg/m ³	0,0034	0,0069	1,0	1,9	0,9	101
As	mg/m ³	0,0239	0,0120	6,7	3,4	-3,3	-49
Hg	mg/m ³	<0,0010	0,0017	<0,0153	0,6	0,6	>3587
Pb	mg/m ³	0,0505	0,0234	14,1	6,9	-7,2	-51
Ni	mg/m ³	0,0444	0,1218	12,5	44,7	32,2	259
HCl	mg/m ³	25,3	16,0	7046	8730	1684	24
HF	mg/m ³	8,6	0,9	2347	360	-1988	-85

Vysvětlivky: PCCDD/F - Polychlorované dibenzodioxiny a dibenzofurany, PCB – polychlorované bifenylly, PAH – polyaromatické uhlovodíky. Červeně zvýrazněny a šedě podbarveny jsou hodnoty, které vycházejí v neprospěch spalování biomasy

Z údajů ve výše uvedených tabulkách je naprosto zřetelné **snížení** produkce emisí **SO₂** při spalování 100%ní biomasy a to až o 84%, což je způsobeno absencí síry ve spalované biomase (obsah síry ve spalovaném uhlí se pohybuje okolo 0,85%, kdežto v biomase pouze okolo 0,01% u štěrky a 0,12% u peletek). Emise **CO** zůstávají zhruba na **stejně** úrovni. **Zvýšení** produkce emisí dochází u emisí **NO_x** a to o 28%. Toto zvýšení může být způsobeno vyšším přídávkem vzduchu do spalovací komory z důvodu udržení emisního limitu CO při spalování biomasy. Dochází zde zřejmě k účinnější oxidaci vzdušného dusíku ve spalinách v důsledku vysokých teplot ve spalovací komoře, které místy dosahují až 1350 °C. Jedná se o tzv. „termické“ oxidy dusíku. Jejich tvorba je silně závislá na teplotě a době pobytu plynných spalin v prostoru o vysoké teplotě. Reakce začíná probíhat nad teplotou 1200 až 1300 °C [10].

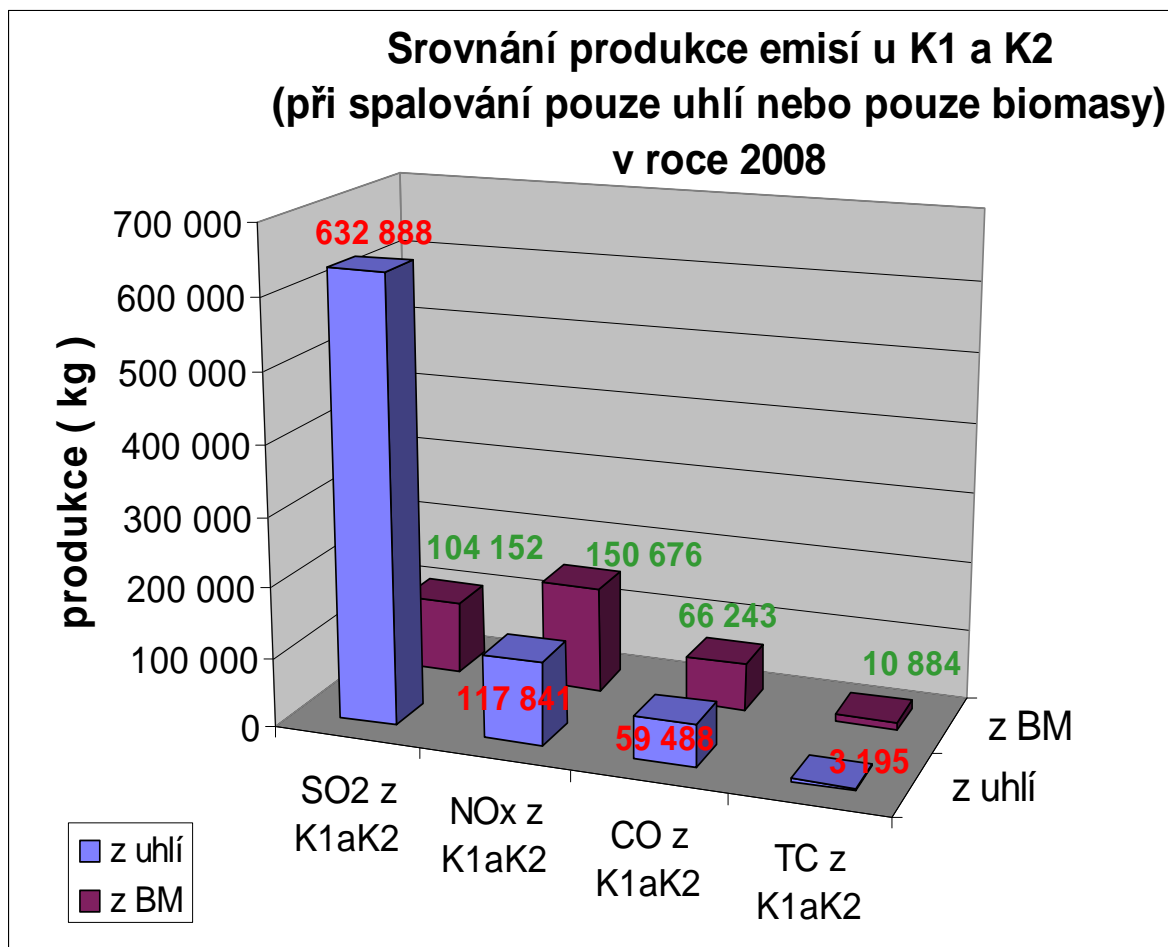
K výraznějšímu **zvýšení** produkce emisí při spalování 100% biomasy dochází u emisí **tuhých částic** a to o 241%. K tomuto zvýšení dochází

pravděpodobně z důvodu výrazně nižší měrné hmotnosti úletového popílku ve spalinách na vstupu do elektrostatického odlučovače. Měrná hmotnost úletového popílku z biomasy je zhruba 2x menší než u úletového popílku ze spalování uhlí. Tento „lehčí“ popílek má menší záchytnou schopnost na elektrodách odlučovače a dochází proto k vyššímu úletu tuhých částic do ovzduší a snižuje se účinnost elektrostatického odlučovače. Na druhou stranu, sice dochází ke zvýšení úletu tuhých částic o zdánlivě vysokých 241%, ale při pohledu na hodnotu emisního limitu, který je 100 mg/m^3 a na hodnoty naměřených koncentrací ($10,5 \text{ mg/m}^3$ u uhlí a $24,5 \text{ mg/m}^3$ u biomasy), je toto zvýšení zcela nepodstatné.

Závažnějším problémem je vysoké **navýšení** koncentrace **PCCDD/F** a to o 3924 %. Při spalování biomasy se koncentrace PCCDD/F (zvýšení z $0,02 \text{ ng/m}^3$ při spalování uhlí na $0,7 \text{ ng/m}^3$) blíží k emisnímu limitu $0,1 \text{ ng/m}^3$. Zvýšení koncentrace PCCDD/F ve spalinách je paralelně doprovázeno výrazným **snížením** emisí u **PCB** a **PAH**. V důsledku teplot v kotli a vyššímu obsahu chloru ve spalované biomase, dochází ke vzniku PCCDD/F z PCB a PAH.

Emise HCl zůstávají zhruba na stejné úrovni, výrazné snížení při spalování biomasy se projevilo u emisí HF.

U těžkých kovů dochází v emisích do ovzduší k **nárůstu u kadmia**, velmi výrazně u **rtuti** (dost zajímavé) a **niklu**. **Snížení** koncentrace je naopak u **arsenu** a **olova**. Snížení koncentrace arsenu a olovo při spalování biomasy zcela odpovídá nižšímu obsahu těchto těžkých kovů v biomase a následně i v popelovinách (viz. kapitola č. 4.3.1.). Zvýšení kadmia v emisích při spalování biomasy, i když je obsah kadmia v biomase 10x nižší než ve spalovaném uhlí, lze vysvětlit akumulací kadmia na nejjemnější frakce popelovin, tj. na úletový popílek (viz. kapitola č. 4.3.1.). Nelogický je ale výrazný nárůst obsahu rtuti v emisích ze spalování biomasy - nekoresponduje ani s obsahem rtuti ve spalované biomase ani v popelovinách z biomasy, ve kterých je její obsah výrazně nižší.



Graf č.1.: Porovnání produkce emisí u roštových kotlů při spalování pouze uhlí nebo pouze biomasy:

Jak vyplývá z tabulky č.11 a z grafu č.1, dochází při spalování paliva složeného ze 100%ní biomasy k celkovému snížení emisí do ovzduší a to o 59% ! K nejvýraznějšímu poklesu přitom dochází u nejproblémovější emisní škodliviny elektrárenského průmyslu – oxidu siřičitého (o 84%). Toto výrazné snížení produkce emisí do ovzduší má kromě ekologického hlediska také velmi vysoký ekonomický význam, tj. snížení plateb za vypouštěné škodliviny do ovzduší zhruba o 475.000,- Kč za rok při stejném množství vyrobeného tepla. Zvýšení koncentrací zbylých emisí (CO, NOx, a TC) je ve srovnání s velikostí celkové produkce všech emisí zanedbatelné, zvláště pak vůči již výraznému snížení produkce emisí SO₂. Nepříjemnou záležitostí je však poměrně vysoké navýšení produkce dioxinů (PCCDD/F), sice řádově v mg, ale vzhledem

k vysokému toxickému významu dioxinů, jejich nesmírné stálosti v životním prostředí a obtížné odbouratelnosti, nelze tento fakt brát na lehkou váhu.

4.3 Oblast půd

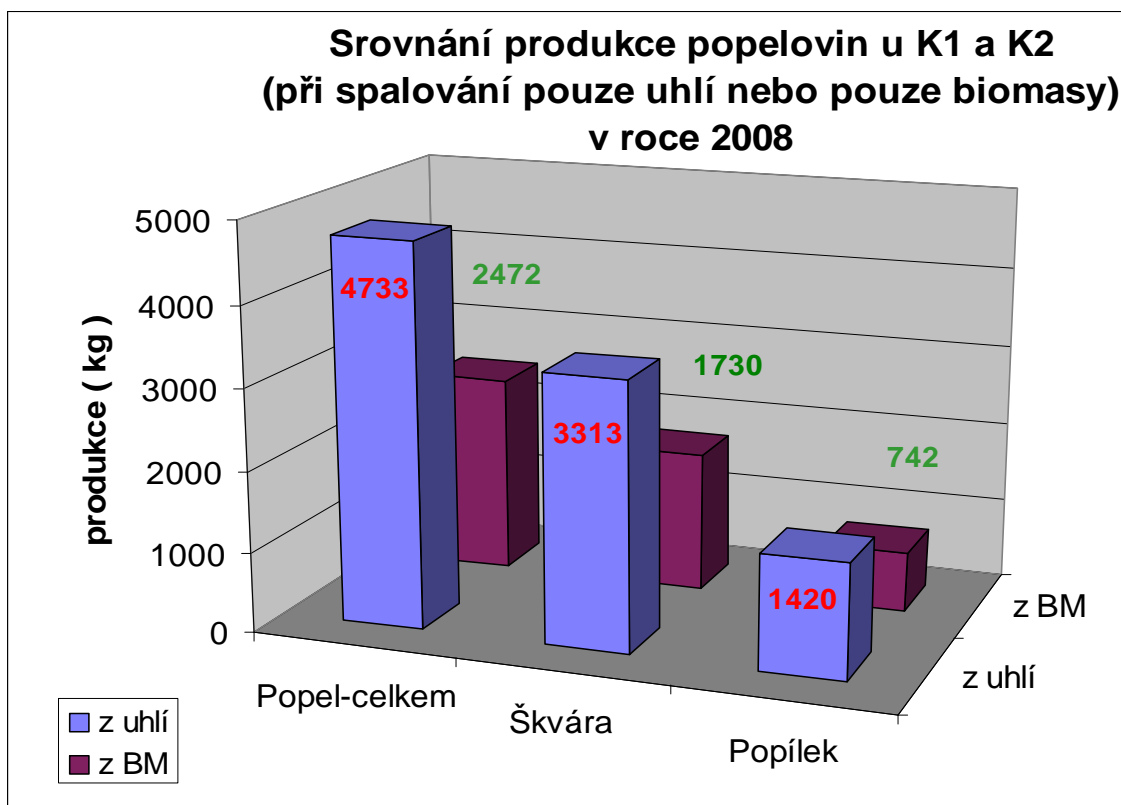
Znečišťování oblasti okolních půd polutanty z teplárny je oproti znečišťování vod a ovzduší poměrně málo významnou oblastí. K jejich znečištění může v blízkém okolí dojít prostřednictvím polutantů obsažených v popelovinách uložených na odkališti, které se ve výluzích do průsekových vod z odkaliště dostávají do okolních půd. V letním suchém období může dojít ke kontaminaci okolních půd i úletem lehčích popílkových frakcí z naplavených odvodněných pláží odkaliště. V širším okolí dochází k znečišťování půd v důsledku imisí oxidu siřičitého (kyselá dešť) a spadu úletového popílku.

4.3.1 Produkce tuhých odpadů ze spalovacího procesu – polutanty v popelovinách uložených na odkališti

V důsledku nižšího obsahu popele ve spalované biomase a jemnějších frakcí jednotlivých druhů spalované biomasy, zvláště u peletek, ve srovnání se spalováním čistého uhlí (jemnější frakce mají za následek mnohem nižší nedopal), je při spalování čisté biomasy až o 48 % nižší produkce popelovin, jak je zřejmé z tabulky č.10.

Tabulka č.10.: Porovnání produkce popelovin při spalování čistého uhlí a 100%ní biomasy:

	Produkce		Snížení (-), nárůst (+) produkce popelovin při spalování biomasy oproti uhlí %
	100% uhlí t/rok	100% biomasa t/rok	
Škvára	3313	1730	- 48
Popílek	1420	742	- 48
Popeloviny celkem	4733	2472	- 48



Graf č.2.: Porovnání produkce popelovin u roštových kotlů při spalování uhlí nebo 100% biomasy

Tabulka č. 11.: Hmotnostní koncentrace těžkých kovů v popelovinách při spalování uhlí a 100%ní biomasy:

TK	škvára		popílek z EO sekce 1		popílek z EO sekce 2	
	100% uhlí	100% biomasa	100% uhlí	100% biomasa	100% uhlí	100% biomasa
	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
As	12,6	4,4	160	42,5	449	119
B	160	52,0	363	520	634	910
Ba	631	230	1383	285	1479	305
Be	6,41	1,0	11,6	3,7	19,9	6,25
Cd	1,63	< 0,54	2,05	4,92	5,40	14,5
Co	47,5	4,8	79,6	13,2	138	23,0
Cr	151	33,0	266	50,4	462	87,5
Cu	124	50,7	199	123,7	554	345
Hg	0,089	0,004	0,606	0,339	0,967	0,541
Mo	4,82	< 13,0	8,20	15,8	14,2	27,5
Ni	109	21,7	187	44,7	296	70,7
Pb	11,9	< 3,1	115	63,7	424	235
Sn	24,2	< 65,7	36,3	< 67,5	44,4	82,5
V	268	< 60,5	481	147	712	218
Zn	44	75	564	1123	1330	2650
TK suma	1597	615	3856	2506	6564	5094

Vysvětlivky: červeně zvýrazněny a šedě podbarveny jsou hodnoty, které vycházejí v neprospěch spalování biomasy

Tabulka č.12.: Produkce těžkých kovů v popelovinách při spalování uhlí a 100% biomasy:

těžký kov	škvára		popílek z EO sekce 1		popílek z EO sekce 2	
	100% uhlí	100% biomasa	100% uhlí	100% biomasa	100% uhlí	100% biomasa
	kg	kg	kg	kg	kg	kg
As	33,8	6,23	165	22,9	53,1	7,05
B	429	73,1	374	280	74,9	53,8
Ba	1690	323	1425	153	175	18,0
Be	17,2	1,38	12,0	1,97	2,35	0,369
Cd	4,35	0,76	2,11	2,65	0,64	0,855
Co	127	6,78	82,0	7,12	16,3	1,36
Cr	405	46,4	275	27,1	54,6	5,17
Cu	332	71,3	205	66,6	65,5	20,4
Hg	0,237	0,006	0,625	0,183	0,114	0,032
Mo	12,9	< 18,3	8,45	8,52	1,68	1,62
Ni	292	30,4	193	24,1	35,0	4,18
Pb	32,0	4,33	119	34,3	50,1	13,9
Sn	64,8	< 92,3	37,4	36,3	5,24	4,87
V	717	85,0	496	79,3	84,1	12,9
Zn	119	105	581	605	157	157
TK suma	4277	865	3974	1349	776	301

Vysvětlivky: Červeně zvýrazněny a šedě podbarveny jsou hodnoty, které vycházejí v neprospěch spalování biomasy. Výpočty produkce těžkých kovů v popelovinách při porovnání ze spalování čistého uhlí a 100% biomasy jsou vztaženy na roční výrobu tepla (rok 2008), tj. na 656 548 GJ.

Tabulka č.13.: Snížení produkce těžkých kovů v popelovinách při spalování 100%ní biomasy oproti čistému uhlí: (souhrn z tabulek č.11 a č.12)

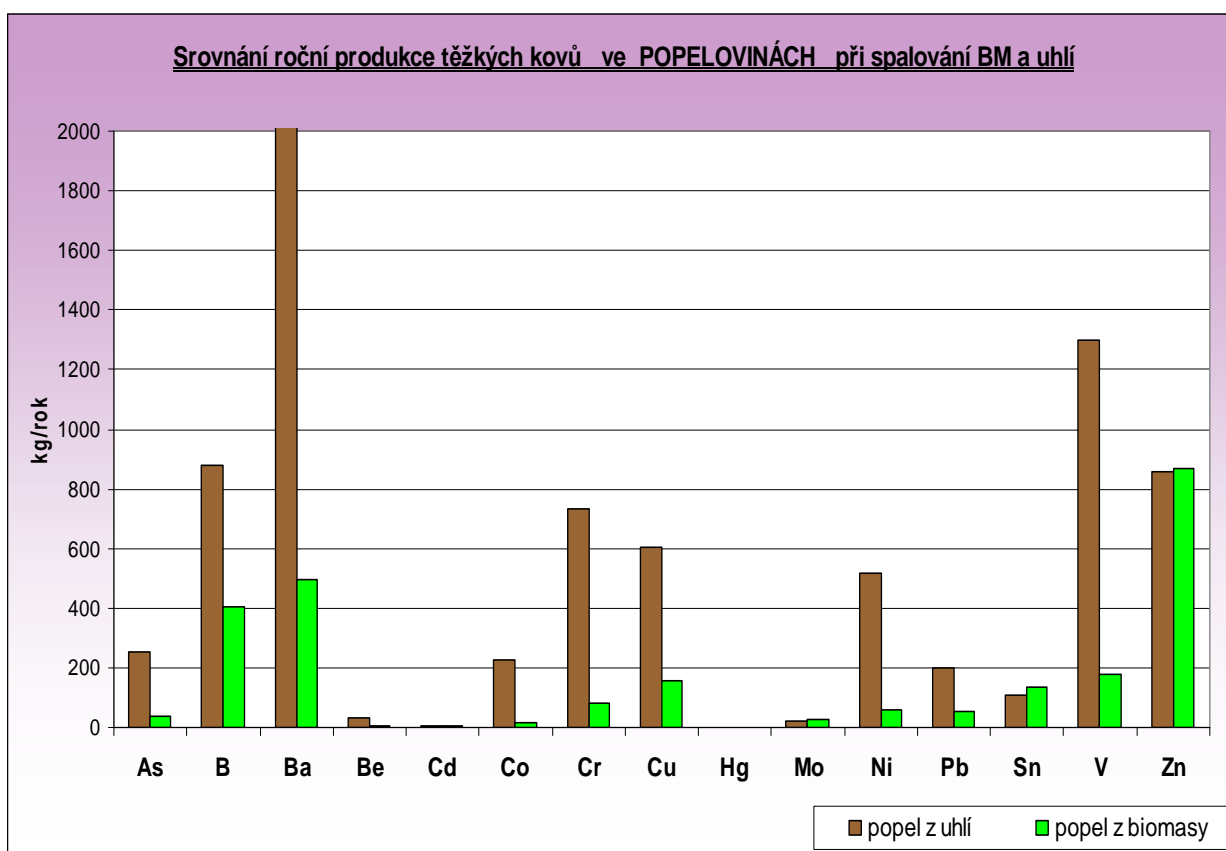
	Popel celkem			Škvára			Popílek z EO celkem		
	100% uhlí	100% biomasa	±Δ	100% uhlí	100% biomasa	±Δ	100% uhlí	100% biomasa	±Δ
	kg	kg	%	kg	Kg	%	kg	kg	%
As	252	36,1	-86	33,8	6,2	-82	218	29,9	-86
B	878	407	-54	429	73,1	-83	449	334	-26
Ba	3290	495	-85	1690	323	-81	1600	172	-89
Be	31,5	3,7	-88	17,2	1,4	-92	14,4	2,3	-84
Cd	7,1	4,3	-40	4,4	0,8	-83	2,8	3,5	27
Co	226	15,3	-93	127	6,8	-95	98,4	8,5	-91
Cr	734	78,7	-89	405	46,4	-89	329	32,3	-90
Cu	603	158	-74	332	71,3	-79	270	87,0	-68
Hg	1,0	0,2	-77	0,2	0,0	-97	0,7	0,2	-71
Mo	23,0	< 28,4	< 23	12,9	18,3	42	10,1	10,1	0
Ni	520	58,7	-89	292	30,4	-90	228	28,3	-88
Pb	201	52,5	-74	32,0	4,3	-86	169	48,1	-71
Sn	107	< 134	< 24	64,8	92,3	43	42,7	41,2	-3
V	1297	177	-86	717	85,0	-88	580	92,2	-84
Zn	857	867	1	119	105	-11	738	761	3
TK suma	9027	2515	-72	4277	865	-80	4750	1650	-65

Vysvětlivky: červeně zvýrazněny a šedě podbarveny jsou hodnoty, které vycházejí v neprospěch spalování biomasy

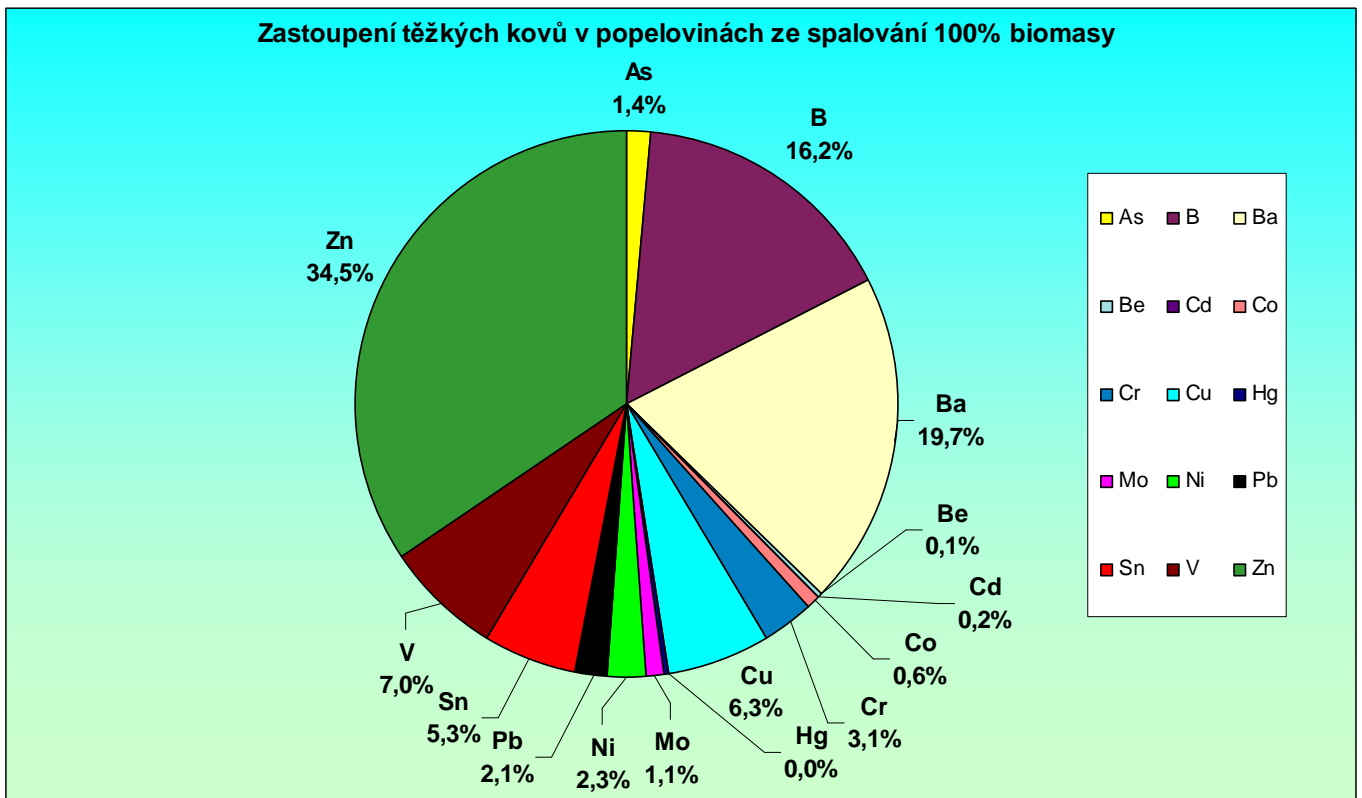
Z výsledků stanovení těžkých kovů v jednotlivých druzích popelovin (viz tabulka č.11 a č.12), vyplývá závislost jejich koncentrace na granulometrii. Čím jemnější frakce (rozměr zrna škváry se pohybuje v rozmezí 3 až 40 mm, popílku ze sekce č.1 0,01 až 0,04 mm a popílku ze sekce č.2 okolo 0,01 mm), tím je vyšší koncentrace těžkých kovů. Tato závislost platí stejně jak pro popeloviny ze spalování uhlí, tak i pro popeloviny ze spalování 100% biomasy. Mezi nejvýznamnější těžké kovy, co se týká jejich koncentrace v popelovinách, patří: arsen, bor, barium, kobalt, chrom, měď, nikl, olovo, vanad a zinek. Z toho ve **vyšší koncentraci** se v popelovinách ze spalování biomasy oproti uhlí vyskytují pouze **molybden, cín a zinek** ve škváře a **bor, kadmium, molybden, cín a zinek** v popílcích (v tabulkách č.11 až 13 jsou zvýrazněny červeně). Zajímavá situace nastává u arsenu. Jeho koncentrace jsou v popelovinách ze spalování

100% biomasy 4x nižší než v popelovinách z uhlí, ale z důvodu jeho lepší vyluhovatelnosti z těchto popelovin, lépe proniká v rozpuštěné formě skrz „popelovinový filtr odkaliště“, dochází zde i k jeho extrakci (viz. kapitola 4.1.3, tabulka č.3) a zvyšuje se jeho koncentrace v odpadních vodách z odkaliště až dvojnásobně.

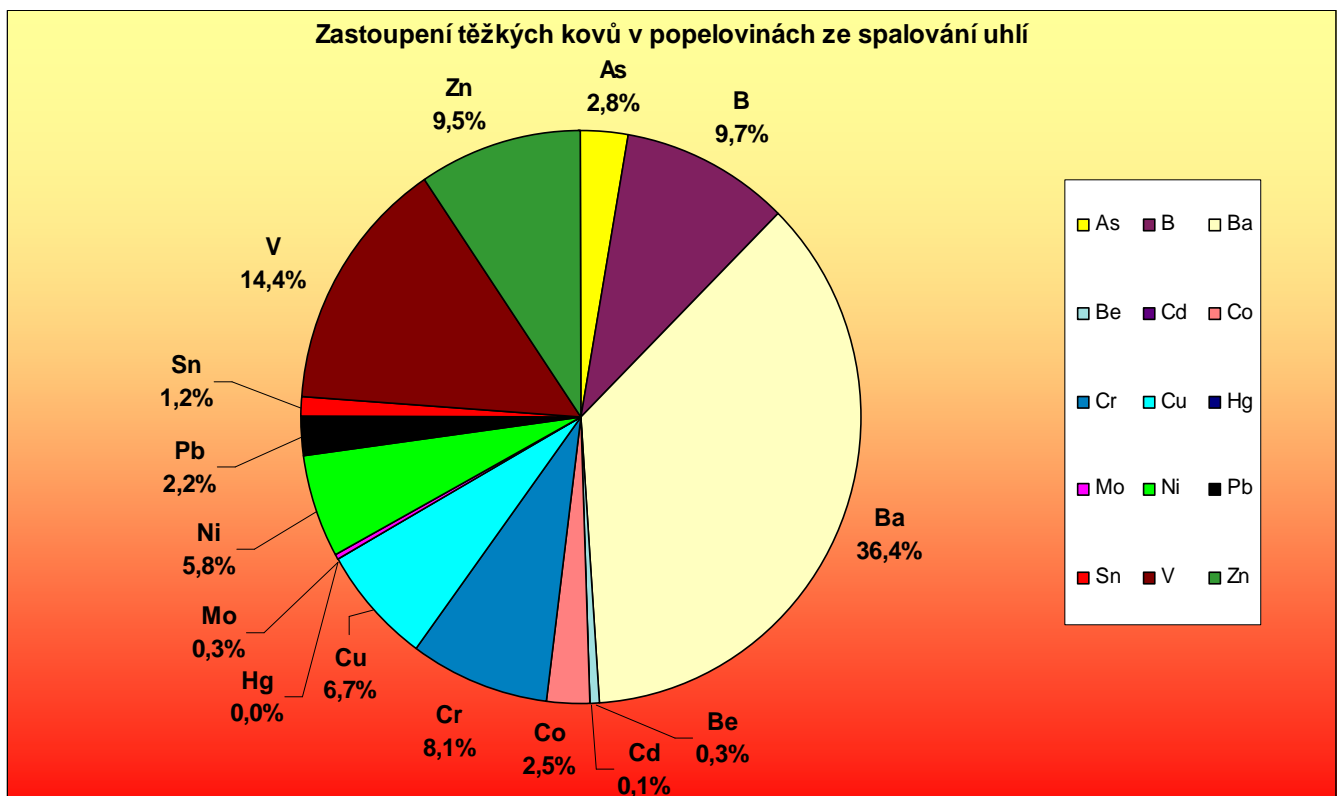
Pro objektivní porovnání produkce těžkých kovů ze spalování 100% biomasy a uhlí je nutné přihlídnout k výrazně nižší produkci popelovin při spalování 100% biomasy a provést výpočet vyprodukovaného množství těžkých kovů na jednotku vyrobeného tepla (viz. tabulka č.12 a č.13 a graf č.3). Tzn. při spalování 100% biomasy sice dochází u několika těžkých kovů ke zvýšení jejich koncentrace v popelovinách, ale v důsledku výrazně nižší produkce těchto popelovin je jejich celková produkce výrazně nižší. Z těchto tabulek je zřetelné výrazné snížení roční produkce těžkých kovů v popelovinách uložených na odkališti ze spalování 100% biomasy oproti uhlí a to až o 72 %, tj. z 9,027 tun produkce těžkých kovů při spalování uhlí na 2,515 tuny těžkých kovů při spalování 100% biomasy za 1 rok.



Graf č.3.: Porovnání produkce těžkých kovů v popelovinách při spalování pouze uhlí nebo pouze biomasy



Graf č.4.: Zastoupení těžkých kovů v popelovinách při spalování 100% biomasy



Graf č.5.: Zastoupení těžkých kovů v popelovinách při spalování uhlí

5. POLUTANTY V SOUHRNU

U ovzduší je jako největší **pozitivum** při spalování čisté biomasy snížení emisí nejproblematictější škodliviny – oxidu siřičitého (SO₂) o 84 % vlivem nízkého obsahu síry ve spalované biomase. Se snížením jeho roční produkce o 529 tun je to velmi významný pozitivní faktor při spalování čisté biomasy. V emisích ze spalování biomasy došlo ještě také k výraznému snížení u PCB a PAH, které je však kompenzováno vysokým navýšením koncentrace polychlorovaných dibenzodioxinů a dibenzofuranů, které zřejmě vznikají při spalovacím procesu z PCB a PAH za podpory chloru, který je ve větší koncentraci obsažen ve spalované biomase. **Negativum** u spalování čisté biomasy je nárůst tuhých emisí, způsobené odlišnými fyzikálními vlastnosti popílku z biomasy (nízkou měrnou hmotností). Stávající odlučovací zařízení (elektroodlučovač) nedokáže tento úletový popílek zachytit s takovou účinností jako při spalování uhlí. K nárůstu také dochází u všech ostatních monitorovaných polutantů, tj. u emisí CO, NO_x a těžkých kovů. Jejich zvýšené hmotnostní koncentrace a produkce jsou však vůči výraznému snížení emisí SO₂ zanedbatelné. Riziko, i přes poměrně malou roční produkci (23,4 µg/rok), znamená výrazné zvýšení koncentrace polychlorovaných dibenzodioxinů a dibenzofuranů. Dioxiny patří k nejjedovatějším látkám na zemi vůbec - dokonce ještě v koncentracích jedna ku miliardě jsou životu nebezpečné (jsou sedmdesátkrát jedovatější než kyanid draselný). [14]

V oblasti vod nebyl zjištěn žádný pozitivní přínos při spalování biomasy, naopak jako výrazné **negativum** je zde vysoký nárůst produkce co do množství spolu s oxidem siřičitým nejvýznamnějším polutantem – RAS (roční produkce cca 200 tun) v odpadních vodách z odkaliště o **40 %**, tj. o 60 tun. Vyšší koncentrace a produkce RAS je zapříčiněna vysokou rozpustností ukládaných popílků do transportní vody, zvláště potom popílku ze 2. sekce elektroodlučovače. Také koncentrace těžkých kovů je v odpadních vodách značně vyšší – o 1197%. Zatímco v případě spalování čistého uhlí je obsah těžkých kovů v odpadních vodách z odkaliště nižší než v použité vodě transportní (těžké kovy z Labské vody se sorbují do naplavené popelové vrstvy na odkališti), při spalování biomasy dochází naopak k jejich výrazné extrakci

z naplavených popelovin do odpadní vody. Roční nárůst produkce těžkých kovů při spalování biomasy činí 96 kg!

Mírný vzestup produkovaného znečištění v odpadních vodách také nastal u chloridů a to v důsledku vyšší rozpustnosti popílků ze spalování biomasy, ve kterých jsou rozpustné chloridy značně zastoupeny a jeho vyššího obsahu ve spalované biomase. Toto zvýšení však není nikterak významné.

V oblasti zatížení půdy je situace naprosto opačná než v oblasti zatížení vod. Velkým **positivem** je velmi výrazné snížení obsahu těžkých kovů v ukládaných popelovinách a to o 72%. V hmotnosti se jedná o snížení 6,5 tun produkce těžkých kovů ročně. Dalším velkým positivem je snížení produkce ukládaných popelovin na odkaliště o **48 %**, tj. o 2261 tun ročně. Negativa zatížení půdy při spalování spalování čisté biomasy nebyla zjištěna.

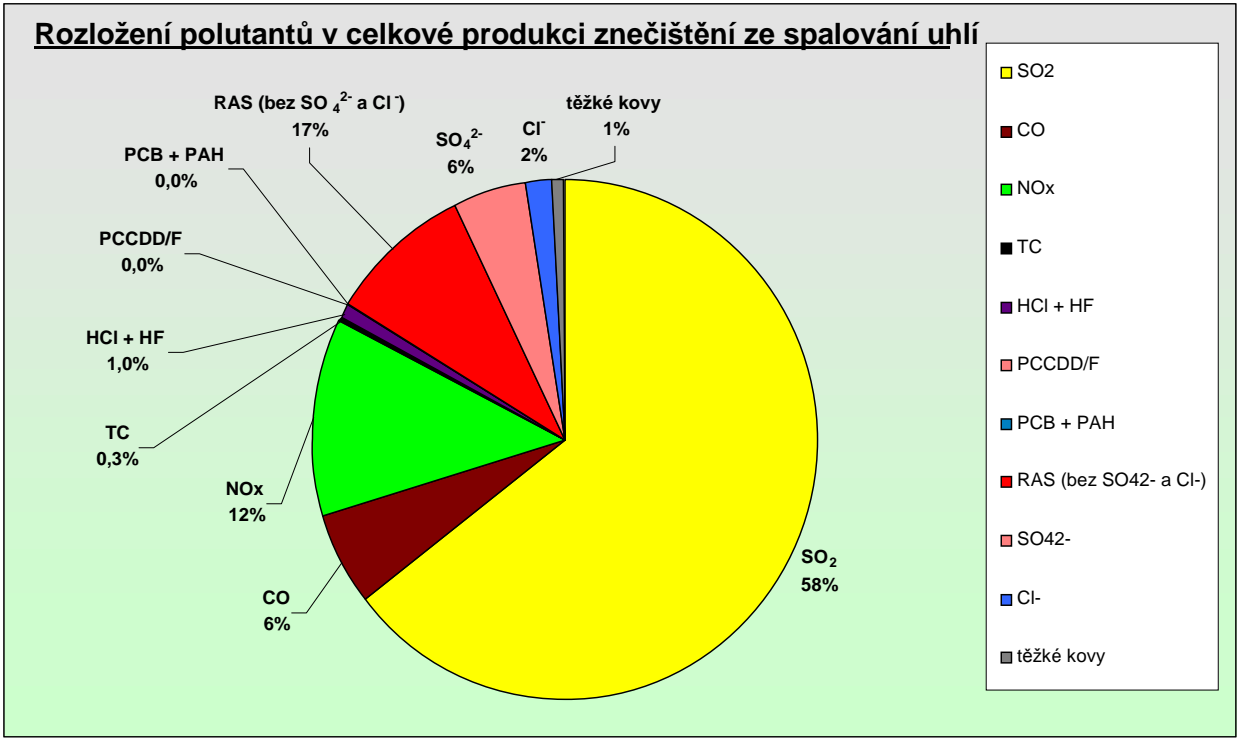
Celkový přehled s porovnáním zvýšení či snížení produkcí jednotlivých významných polutantů při spalování uhlí a biomasy je uveden v tabulce č. 14.

Porovnání zastoupení jednotlivých polutantů v celkové produkci znečištění teplárnou při spalování čistého uhlí a 100% biomasy je znázorněno v grafech č.6. a č.7.

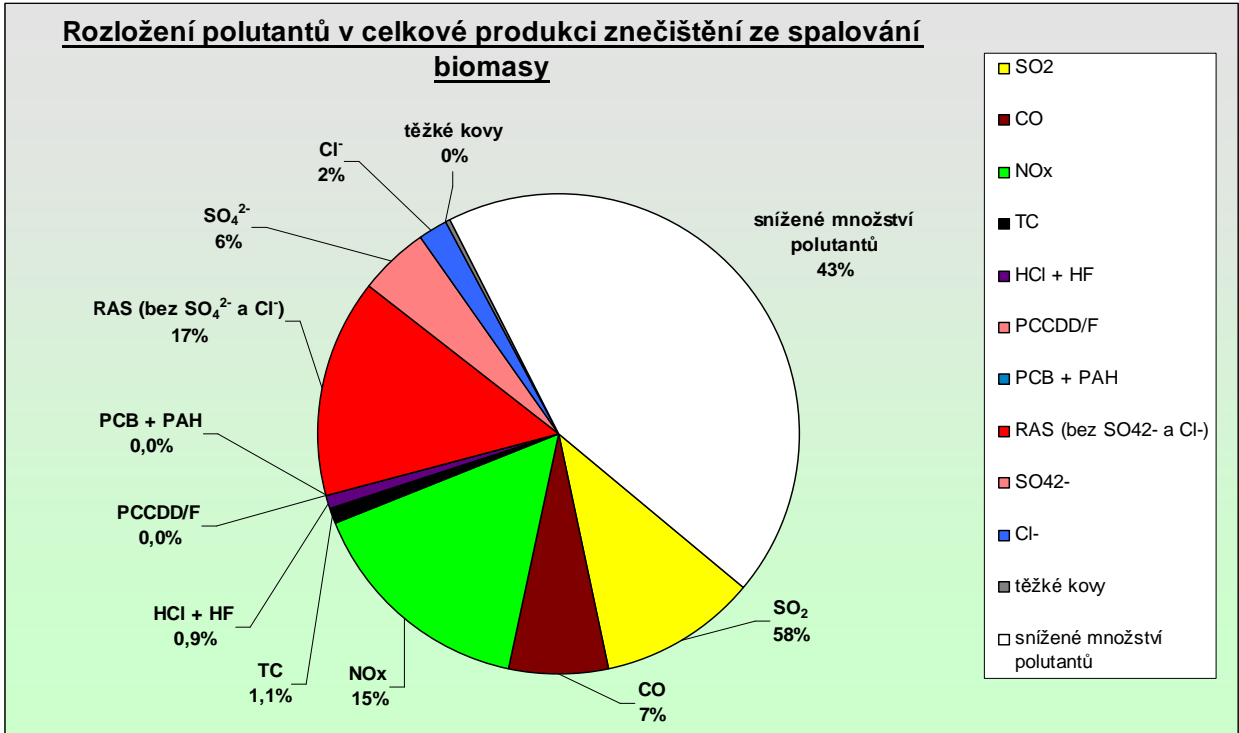
Tabulka č.14.: Celkový přehled nejvýznamnějších faktorů zatěžujících životního prostředí provozem teplárny:

polutant	Roční produkce polutantů			
	při spalování 100% uhlí	při spalování 100% biomasy	Snížení (-), nárůst (+) produkce při spalování biomasy oproti uhlí	
	t/rok	t/rok	t/rok	%
znečišťování ovzduší				
SO ₂	632,888	104,152	-528,736	-84
CO	59,488	66,243	6,754	11
NO _x	117,841	150,676	32,835	28
TC	3,195	10,884	7,689	241
PCCDD/F	0,6.10 ⁻⁹	23,4.10⁻⁹	22,8.10⁻⁹	3924
PCB + PAH	3,09.10 ⁻³	0,24.10 ⁻³	-2,85.10 ⁻³	-92
Těžké kovy	34,3.10 ⁻³	57,5.10⁻³	23,2.10⁻³	68
HCl + HF	9,4	9,1.10 ⁻³	-0,3.10 ⁻³	-3,2
Celkem	813,459 t	332,022 t	- 481,437 t	- 59 %
znečišťování povrchových vod				
RAS	151,6	212	60,4	40
SO ₄ ²⁻	47,37	46,48	-0,89	- 1,8
Cl ⁻	15,85	20,5	4,65	29
Těžké kovy	-8,1.10 ⁻³	88,5.10⁻³	96,6.10⁻³	1197
Celkem	151,6 t	212,1 t	60,5 t	40 %
znečišťování půdy – ukládání TK na odkaliště				
TK v popelu na odkališti	9,027	2,515	-6,512	-72
Celkem	9,027 t	2,515 t	-6,512 t	-72 %
polutanty znečišťující životní prostředí celkem				
Polutanty celkem	974,086 t	546,637 t	- 427,449	- 44 %
ostatní zatěžující faktory životního prostředí				
odpadní vody	1 212 930 t	1 212 930 t	0 t *)	0 % *)
popeloviny	4733 t	2472 t	- 2 261 t	- 48 %

Vysvětlivky: *) množství vypouštěných odpadních vod z odkaliště je i při výrazně nižší produkci popelovin při spalování 100% biomasy stejné, nezávisí na množství produkovaných popelovin, ale na zachování minimálního proudění transportní vody v dopravním potrubí hydrosměsi z teplárny na odkaliště. Červeně zvýrazněny a šedě podbarveny jsou hodnoty, které vycházejí v neprospěch spalování biomasy



Graf č.6.: Rozložení polutantů v celkové produkci znečištění ze spalování uhlí:



Graf č.7.: Rozložení polutantů v celkové produkci znečištění ze spalování 100% biomasy:

Vysvětlivky: položka „rozdíl“ znázorňuje množství snížených polutantů při spalování 100% biomasy oproti množství polutantů při spalování čistého uhlí

6. ZÁVĚR

Mezi nejvýznamnější polutanty produkované provozem teplárny co do množství patří:

- v oblasti znečišťování ovzduší: SO₂, NO_x, CO a TC, v menší míře i těžké kovy
- v oblasti znečišťování povrchových vod: RAS (z nich nejvíce sírany a chloridy), v menší míře pak i těžké kovy
- v oblasti zatížení půdy: těžké kovy obsažené v uložených popelovinách na odkališti
- dalším nezanedbatelným faktorem zatěžujícím životní prostředí je množství produkovaných popelovin, které jsou ukládány na odkaliště a množství vypouštěných odpadních vod z odkaliště do řeky Labe, popřípadě i jejich průsak do podloží odkaliště a okolních půd.

Po vyčíslení koncentrací a produkcí polutantů ze spalování čistého uhlí a ze spalování 100% biomasy a jejich porovnání, je **znatelné snížení zátěže životního prostředí** produkovanými polutanty při spalování 100% biomasy a to o **44 %**.

V největší míře se toto snížení projevuje v oblasti kontaminace okolních půd, kde při spalování biomasy nastává výrazné snížení produkce ukládaných popelovin na odkaliště a tím i těžkých kovů, které jsou v ukládaných popelovinách obsaženy. Výrazné snížení zátěže životního prostředí nastává i v oblasti ovzduší, na němž se nejvyšší mírou podílí oxid siřičitý.

Jedinou oblastí, na níž se spalování biomasy projevuje negativně, je oblast vod. Zde při spalování biomasy dochází k zvýšení produkce RAS a těžkých kovů v odpadních vodách vypouštěných do recipientu a to v důsledku vyšší rozpustnosti jemných frakcí popelovin ze spalování biomasy.

7. POUŽITÁ LITERATURA

- [1] Zákon č.180/2005 Sb. o podpoře výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů energie
- [2] Vyhláška č.482/2005 Sb. o stanovení druhů, způsobů využití a parametrů biomasy při podpoře výroby elektřiny z biomasy
- [3] Kolovrat, : *Technická zpráva "Spalovací zkouška 100% biomasy na kotly K1"*, ENGO servis, s.r.o., **2006**
- [4] Místní provozní předpis pro roštové kotle K1 a K2, Teplárna Dvůr Králové, **2006**
- [5] Místní provozní předpis pro odstruskování, Teplárna Dvůr Králové, **2000**
- [6] Manipulační a provozní řád odkaliště IV/2, Teplárna Dvůr Králové, **2000**
- [7] Douša K., Polický K.: *Likvidace popelů z energetických výroben*, editor: Státní nakladatelství technické literatury, Praha **1977**,
- [8] Marhold J.: *Přehled průmyslové toxikologie*, editor: Státní zdravotnické nakladatelství, Praha **1964**
- [9] Rusek V., *Základy toxikologie a úvod do problematiky hygieny a bezpečnosti práce v chemické laboratoři*, Univerzita Pardubice, Ústav ochrany ŽP, Pardubice **2001**,
- [10] Ibler Z., Karták J. a kol.: *Příručka energetika*, **1996**
- [11] Váňa J., *Spalování biomasy s ohledem na životní prostředí a zdraví lidí*
<http://biom.cz/cz-spalovani-biomasy/odborne-clanky/spalovani-biomasy-s-ohledem-na-zivotni-prostredi-a-zdravi-lidi>
Datum uveřejnění: 7.1.2003
- [12] Zákon č.86/2002 Sb. o ovzduší
- [13] Váňa J., *Energetické využití biomasy - možnost omezení produkce skleníkových plynů*
<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/energeticke-vyuziti-biomasy-moznost-omezeni-produkce-sklenikovych-plynu>
Datum uveřejnění: 12.11.2001
- [14] Koutský M., Machníková E., Henkel M., Dittrich M., Vošta J., Koutský B., *Emise při spalování biomasy*
<http://biom.cz/cz-spalovani-biomasy/odborne-clanky/emise-pri-spalovani-biomasy>
Datum uveřejnění: 7.8.2002
- [15] Zákon č.254/2002 Sb. o vodách

8. PŘÍLOHY:



Příloha č.1: Odkaliště IV/2 – pohled na severní část hráze



Příloha č.2: Odkaliště IV/2 – pohled na východní část hráze s přelivnou věží P1 a provozovaným výtokem hydrosměsí



Příloha č.3: Odkaliště IV/2 – pohled na jednotlivé stupně západní části hráze odkaliště



Příloha č.4: Odkaliště IV/2 – pohled na západní část odkaliště (v pozadí je teplárna)