

**TPK**

Komíny a kouřovody (spalinové cesty)

**K 04-01**

**TECHNICKÁ PRAVIDLA**

**ANALÝZA POPELA**



Schváleno dne

Registrováno Hospodářskou komorou České republiky

Číslo registrace ..... ze dne .....

TPK 05-01 byla zpracována a schválena podle Metodických pokynů pro plánování, tvorbu a schvalování Pravidel správné praxe Hospodářské komory České republiky



Realizace a vydání technických pravidel:

Nakladatel:

**Společenstvo kominíků ČR**

Registrované ve spolkovém rejstříku  
vedeném u Městského soudu v Praze  
v oddílu L. vložce č. 2019

**Společenstvo kominíků ČR**

Registrované ve spolkovém rejstříku  
vedeném u Městského soudu v Praze  
v oddílu L. vložce č. 2019

**ISBN**

**COPYRIGHT © SKČR, 2017**

Pořizování dotisků a kopii pravidel nebo jejich částí je dovoleno jen se souhlasem SKČR.

Při spalování dřevěného odpadu a starého dřeva a také domovního odpadu se uvolňuje velké množství škodlivých látek, jejichž množství se může v závislosti na druhu dřeva popř. odpadu a na způsobu spalování značně měnit. Mnoho spalitelných odpadů je kontaminováno těžkými kovy nebo halogenovými sloučeninami, které se při spalování uvolňují nebo zůstanou v popelu. Podle původu dřeva vznikají v průběhu spalovacího procesu různá množství toxicických plynů. Jako základní pravidlo platí, že čím více bylo dřevo zpracované, tím jedovatější je kouř a popel. Proto je nutné, aby se v topeništích na dřevo používalo jen suché dřevo v přírodním stavu nebo speciálně pro tento účel vyrobené dřevěné brikety. Papír nebo lepenka se může používat jen v malém množství pro zapálení. Jiné druhy dřeva, jako průmyslový dřevěný odpad a dřevo ze starých výrobků vytvázejí další jedovaté látky. Tyto se dílem dostávají s kouřovými plyny do vzduchu a dílem zůstávají v popelu. Následně se mohou vzduchem nebo půdou dostat do naší potravy a poškodit zdraví lidí nebo zvířat.

Kontaminované dřevo se smí spalovat jen ve spalovnách odpadu, průmyslových topeništích určených ke spalování starého dřeva nebo ve speciálních k tomu zřízených cementových topeništích, které mají potřebné filtry pro čistění kouřových plynů a tak mnohem méně zatěžují životní prostředí. Například dioxiny se mohou při ilegálním spalování odpadů uvolňovat až v tisíckrát větších koncentracích, než při odpovídajícím spalování v moderně zařízené spalovně odpadů!

V těchto technických pravidlech je uveden postup, jak pomocí chemické analýzy EMPA (EMPA St. Galen - Švýcarsko) se může jednoznačně prokázat, zda se topilo nepovoleným palivem nebo ne.

Pravidla byla projednána s dotčenými orgány státní správy a organizacemi zabývajícími se danou problematikou.

#### **NAHRAZENÍ PŘEDCHOZÍCH PŘEDPISŮ**

Tato technická pravidla nenahrazují žádný obdobný předpis

Pravidla byla projednána s dotčenými orgány státní správy a organizacemi zabývajícími se danou problematikou.

V Praze dne:

Tato pravidla platí od:

**Společenstvo kominíků ČR – registrováno ve spolkovém rejstříku  
vedeném u Městského soudu v Praze,  
v oddílu L, vložce číslo 2019**

K 04-01 .....	1
<b>OBSAH .....</b>	
1     OBECNÉ .....	Chyba! Záložka není definována.
2     VYBAVENÍ PRO ANALÝZU POPELA .....	5
3     Vizuální hodnocení popela .....	5
4     Postup analýzy popela rychlotestem .....	6
Pracoviště .....	10
Návod k provedení analýzy popela rychlotestem .....	10
1. Odběr vzorku popela .....	11
2. Prosévání .....	11
3. Vážení .....	11
5. Filtrace .....	11
7. Zkušební roztok smíchejte s kyselinou dusičnou .....	12
8. Měření chloridů „chloridovou soupravou“ .....	13
9. Neutralizace zkušebního roztoku .....	13
10. Měření obsahu olova pomocí „olověné sady“ .....	14
V souhlase s LRV: žádná z orientačních hodnot není překročena .....	14
Příloha 1 .....	15
Odvození mezních hodnot rychlotestu pro analýzu popela .....	16
Databáze .....	16
chlór: < 2000 mg/kg .....	16
Vypovídací schopnost analýzy popela rychlotestem .....	16
Příloha 2 .....	16
Seznam závad při provádění analýzy popela rychlotestem a možné zdroje chyb .....	17
Příloha 4 .....	17
Protokol o odběru a analýze vzorků .....	18
Údaje o provozovateli, zařízení a vzorku popela .....	18
	18

**TPK****Analýza popela****K 04-01****1 OBECNÉ**

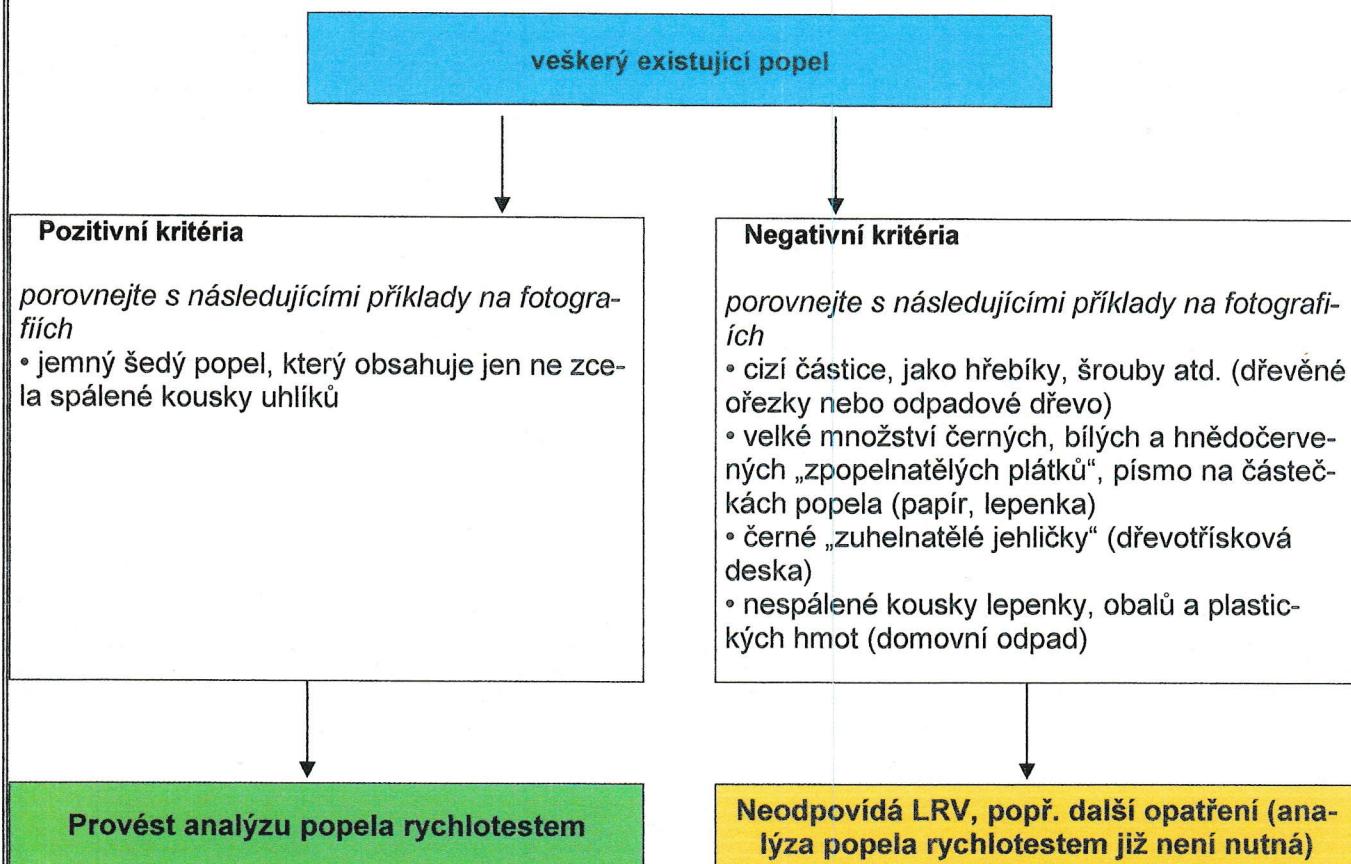
- 1.1 Při rostoucím energetickém využívání dřeva je důležité, aby se s dřevem, jako palivem a se vznikajícím popelem zacházelo s ohledem na ochranu životního prostředí. Zkoumáním této problematiky se zjistilo, že již malá množství přidaných zbytků kontaminovaného dřeva (např. klíženého, potahovaného nebo natřeného dřeva) nebo hořlavého odpadu může vést k silnému zvýšení obsahu těžkých kovů a dioxinů v popelu.
- 1.2 Vizuální posouzení popela a rychlotest pro analýzu popela má následující možnosti uplatnění:  
 a) Jako preventivní a zjišťovací nástroj používání nepovoleného druhu paliva  
 b) Při stížnosti na imise  
 c) Kdy na základě zásoby paliva nebo odpovídajícího poškození spalovacího zařízení existuje podezření na používání nedovoleného paliva  
 d) Jako kontrola kvality dřevěného popela ze spalování kusového dřeva, které se má použít jako hnojivo.
- 1.3 Před provedením analýzy popela je nutné nejprve vizuálně posoudit zásobu dřeva. Nedovolené hořlavé materiály signalizují případné používání zakázaného paliva. Následně se vizuálně posoudí popel na rostu nebo ve spalovacím prostoru. Zbytky hřebíků, šroubů, plastických hmot nebo lepenky prozrazují, že bylo použito nevhodné palivo. Rychlotest popela pak již není nutný.
- 1.3 Správnost výsledků rychlotestu popela je, při správném použití, velmi dobrá. Tím je také vypovídající schopnost rychlotestu pro analýzu popela fundovaná a průkazná. Při pochybnosti o výsledcích rychlotestu je možné provedení obsáhlé chemické laboratorní zbytku vzorku provést u odborné, profesionální laboratoře.

**2 VYBAVENÍ PRO ANALÝZU POPELA**

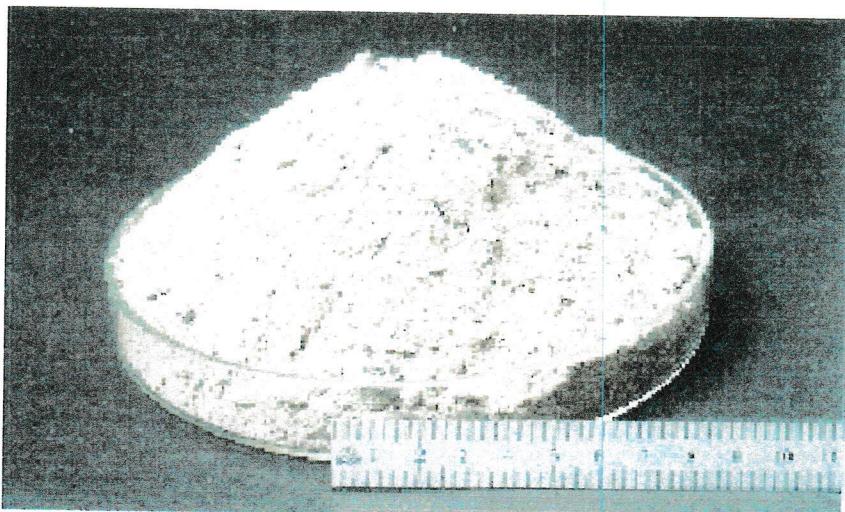
- 2.1 Pro analýzu popela je nutné mít odpovídající laboratorní vybavení a odpovídající chemikálie
- 1.3 Laboratorní vybavení a pomůcky jsou následující:  
 - Kapesní váha elektronická s přesností 0,2 g  
 - Plastová lopatka obsahu 25 ml  
 - Skleněná odměra obsahu 100 ml  
 - Odměrka obsahu 50 ml  
 - Plastový kelímek na vzorky  
 - Laboratorní lopatka  
 - Lžička na odběr vzorků  
 - Krabice na nástroje z plastu  
 - Lahvička z plastu obsahu 500 ml  
 - Lahvička s kapátkem z plastu obsahu 250 ml  
 - Lahvička s kapátkem z plastu obsahu 50 ml  
 - Lahvička s dlouhým hrdlem obsahu 50 ml  
 - Trychtýř z plastu  
 - Pipety jednocestné 3,5 ml  
 - Ochranné brýle, popřípadě gumové rukavice
- 1.4 Požadované chemikálie:  
 - Hydroxid sodný  
 - Kyselina dusičná 50 hmotnostní % a 4 hmotnostní %  
 - Trihydrát octanu sodného  
 - Demineralizovaná voda
- 1.5 Další pomocný materiál:  
 - Skládaný filtrační papír průměru 125 mm  
 - Síto na popel  
 - Keramické nebo plastové misky  
 - Sáčky na odpad  
 - Papírové ubrousinky

### 3 Vizuální hodnocení popela

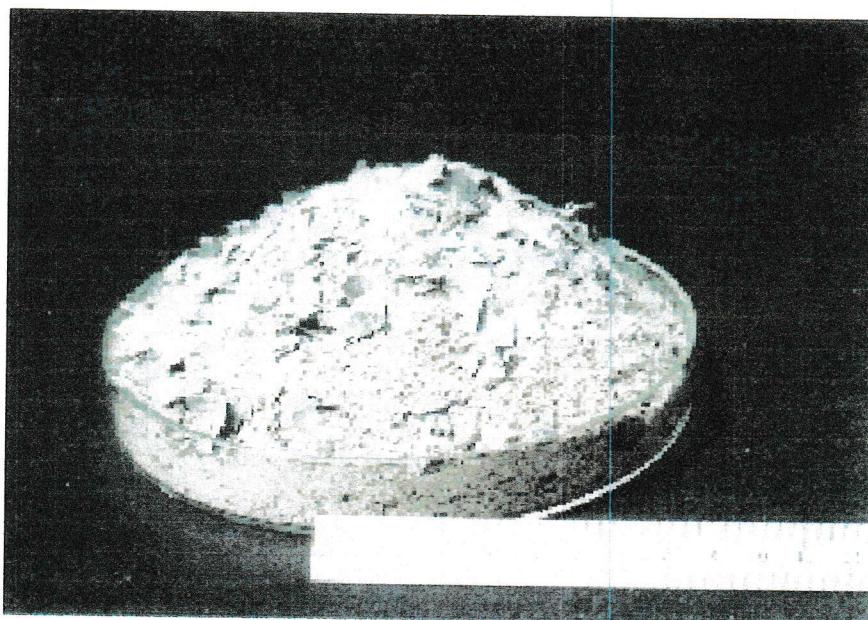
3.1 Při vizuálním hodnocení popela se postupuje podle následujícího schématu:



3.2 Fotografické příklady popela při spalování dřeva:



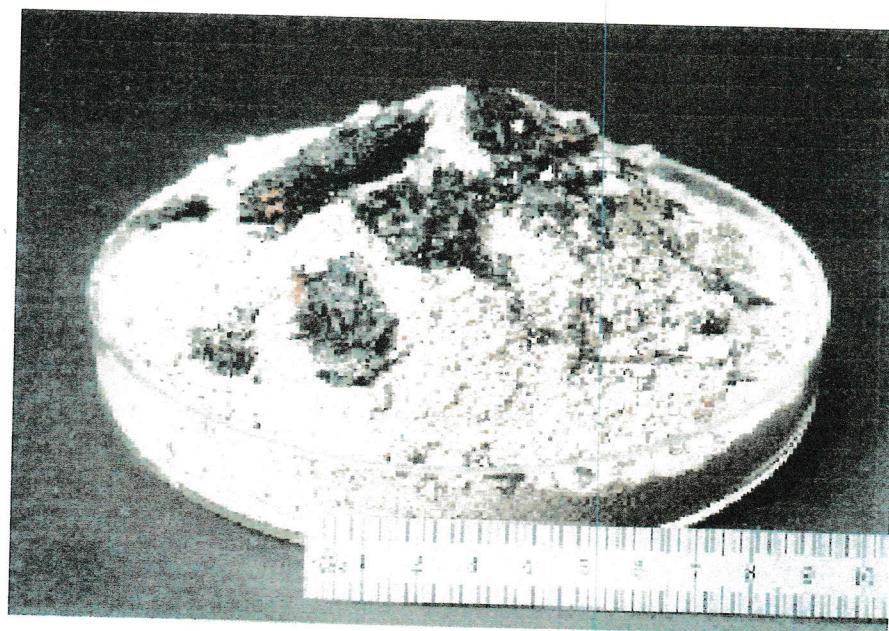
**Popel z přírodního kusového dřeva:** spalování přírodního dřeva dává světle šedý jemný popel osahující jako jedinou cizí (hrubozrnnou) příměs uhlíkové kousky.



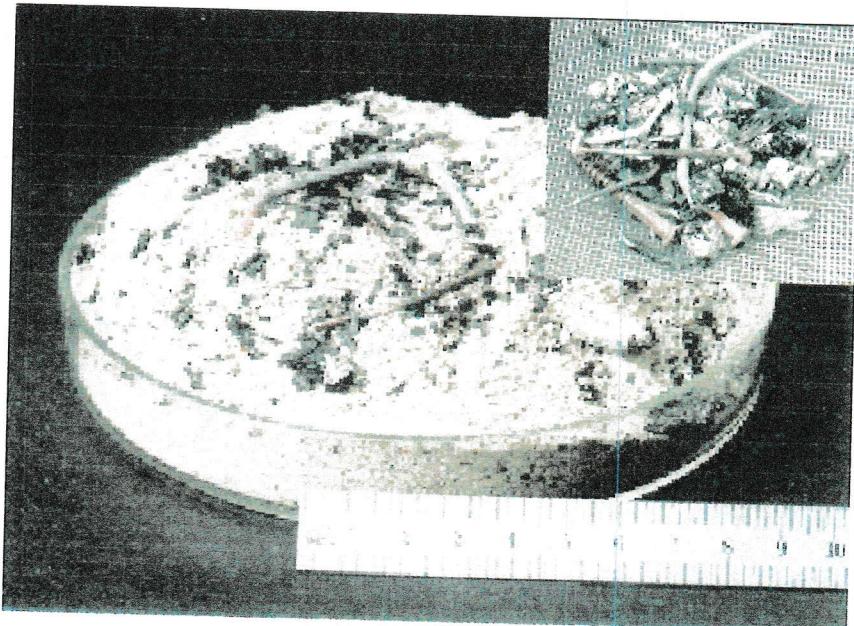
**Popel z přírodního dřeva, velké množství papíru a lepenky:**  
Spalování velkého množství papíru a lepenky spolu se dřevem vede vytvoření špatně prohořlého popela a je dobře zjistitelné podle nespálených kousků papíru, bílých a černých „plátků popela“ nebo písma na částicích popela



**Popel s přírodního dřeva a domovního odpadu:** Spalování s přidáním podílu domovního odpadu zanechává v popelu špatně spálené kovové částice, kousky hliníkové fólie, stopy po plastických hmotách atd.



**Popel z přírodního kusového dřeva a dřevotřískových desek:**  
Přidání dřevotřískových desek k palivu je díky často vláknité struktuře popela dobře patrné



**Popel z dřevěných odřezků nebo starého dřeva:** Po spalování dřevěných odřezků a nebo dřeva ze starých věcí zůstává popel s kovovými kousky, jako jsou hřebíky, dráty atd.

#### 4 Postup analýzy popela rychlotestem

##### Pracoviště

Analýza popela rychlotestem se musí provádět na rovné pracovní ploše (v ideálním případě na stole). Denní světlo není nezbytné. Tekoucí voda musí být k dispozici v bezprostřední blízkosti, protože:

- pracovní nástroje se po použití musí vždy pokud možno ihned očistit,
- oči nebo pokožka se při nechtemém zasažení chemikáliemi musí ihned důkladně opláchnout.

Analýza popela rychlotestem se nesmí provádět v obytných prostorách, jako např. v kuchyni nebo v koupelně.

##### Zacházení s chemikáliemi

K provedení analýzy popela rychlotestem se používají silně toxicke (souprava pro stanovení chloridů a olova) a silně žírané (granule hydroxidu sodného, 50 % kyselina dusičná). Tyto chemikálie se nesmí požívat. Je třeba se vyvarovat potísnění pokožky. Případně zasažené části těla se musí ihned umýt vodou. Všechny chemikálie se musí uchovávat mimo dosah dětí.

##### Bezpečnostní opatření

- Ti, kteří nenosí brýle, musí vždy používat ochranné brýle.
- V případě potřeby k provedení analýzy popela rychlotestem a pro očistění použitého náčiní použijte rukavice.

##### Zacházení s váhou

Elektronická kapesní váhy tvoří „srdce“ kufříku s rychlotestem pro analýzu popela. Její funkční schopnost se musí pravidelně kontrolovat. K tomu je třeba zvážit předměty, jejichž hmotnost je známá. K tomu se například hodí:

- mince (5 švýc. franků: 13,2 g ( $\pm 0,2$  g)
- závaží z úředních měřicích středisek
- porovnáním hmotnosti nějakého předmětu (např. jablka) s údajem z digitální váhy v obchodě.

##### Příprava hydroxidu sodného o koncentraci 2 M

Pro analýze je třeba mít 100 ml 2 M hydroxidu sodného. Hydroxid sodný o koncentraci 2 M ve lahvičce 500 ml (k dispozici jsou 2 lahvičky) se musí při každém pátém měření připravit znovu.

- lahvičku 500 ml postavte na váhu (na vodorovné ploše !) a zasuňte do ní trychtýř
- váhu nastavte na nulu (vytárujte ji)

- pomocí (červené) plastové lopatky navažte 40g ( $\pm 1$ g) hydroxidu sodného.
- trychtýř vytáhněte, přidejte přibližně 300 ml demineralizované vody, láhev uzavřete a protřepávejte ji tak dlouho, až se všechny granulky rozpustí.
- lahvičku 500 ml zcela naplňte demineralizovanou vodou a zamíchejte.

##### Slepá zkouška

Aby se zjistily případné chyby při práci a znečistění chemického náčiní nebo chemikálií, může s současně s analýzou popela provést jedna slepá zkouška (od bodu 5 Filtrace). Slepá zkouška se musí provést v každém případě, když:

- se začnou používat nové chemikálie nebo nová „zkušební souprava“ (kontrola nových materiálů),
- existuje podezření, náčiní je znečistěné (znečistění sloučeninami chlórem, zinkem, olovem a jejich sloučeninami vedou k falešným výsledkům měření). Při slepé zkoušce musí být analýza přítomnosti zinku, chlóru a olova vždy negativní, tj. žádný zinek, chlór ani olovo nesmí být prokazatelné (měření podle bodu 5., 8. a 10.). Pokud se u některého s těchto stanovení se zjistí kladný obsah, musí se postupovat následovně:
  - celá analýza (také analýza popela) se ihned přeruší
  - všechno chemické náčiní se důkladně umyje ve vodě a osuší
  - analýza znova začne od bodu „3. Vážení“ (u slepé zkoušky od bodu „5. Filtrace“)

Pokud nyní budou u slepé zkoušky všechny naměřené výsledky negativní (měření u bodů 5., 8. a 10.), je výsledek opakováné provedené analýzy popela použitelný. Pokud některý z výsledků slepé zkoušky bude znova pozitivní, jsou chemikálie nebo příslušná testovací souprava znečistěné nebo jinak chybějí. Příslušné chemikálie nebo testovací souprava se pak musí vyměnit. Popel, který se má analyzovat, se v tomto případě musí vrátit a pak, jakmile se závada odhalí a odstraní, se dodatečně proměří (od bodu „5. Filtrace“ znova se slepou zkouškou).

##### Kontaminování se může a musí zabránit pomocí následujících opatření:

- Při práci vždy mějte čisté ruce.
- Všechno použité chemické náčiní umyjte po použití vodou a osušte.
- Nádoby s chemikáliemi a v testovací soupravě se musí po použití ihned uzavřít.

## Návod k provedení analýzy popela rychlotestem

Postup k provedení analýzy popela rychlotestem je podrobně popsán v následujících bodech.

**Poznámka:** "VÍCE NENÍ LÉPE"; pokud je v návodu například uvedeno „doplňit až po značku“, musí se vždy naplnit (jen) po značku! U prvního z obou pracovních kroků ("1. Odběr vzorku popela" a "2. Prosévání") se musí zabránit

### 1. Odběr vzorku popela

Odeberte vzorky z roštového popela nebo z popela ze spalovacího prostoru, který pochází z co možná největšího počtu jednotlivých zatápění (z popelníku, z kontejneru atd.).

- z různých míst kontejneru (také zespodu) naberte nejméně 10 vrchovatých plastových lopatek (bílá, obsah 25 ml) a vysypete je na sítu.

**Poznámka:**

Analýza popela rychlotestem není vhodná pro zkoumání popela a škváry z kotlů a sazí z komína.

nadměrnému prášení a tím způsobenému znečistění kufříku s analytickou soupravou a pracovní plochy. Tyto práce se tedy musí provádět vedle zapnutého vysavače nebo venku pod širým nebem. Použité náčiní se pak může očistit vysavačem. Před krokem "3. Vážení" si umyjte ruky



### 2. Prosévání

- namátkové vzorky popela na sítu prosejte a dobře promíchejte
- vizuální posouzení případných cizích příměsí, které zůstaly na sítu (viz kapitolu 5 "Vizuální posouzení popela")

pokud se nevyskytují žádné cizí příměsi, je palivo v souladu s LRV

pokud naleznete cizí příměsi, palivo není v souladu s LRV

- v případě potřeby odeberte vzorek pro uložení; přesátý popel naplňte do lahvičky o objemu 125 ml, popište a popřípadě zapečeťte.



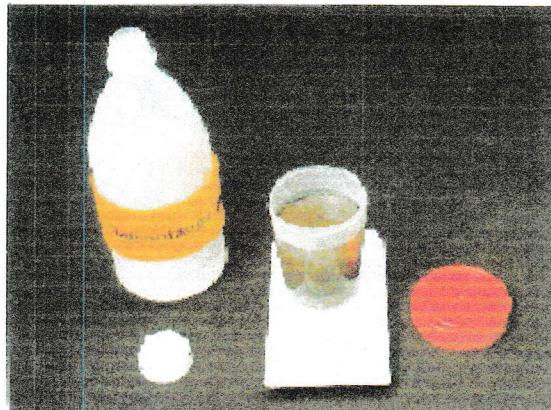
### 3. Vážení

- váhu zapněte (ON), musí stát na rovném podkladu!
- uzavíratelnou lahvičku 125 ml postavte bez víčka na váhu
- váhu vynulujte (TÁROVÁNÍ)
- pomocí plastové lopatky (červená) navažte do lahvičky 125 ml 2,5g ( $\pm 0,1$ g) prosetého popela



4. Uvolnění chloridu, zinku a olova (nejpozdeji od tohoto okamžiku používejte ochranné brýle!)

- lahvičku 125 ml nechejte stát na váze
- váhu vynulujte (TARE)
- přidejte 108g ( $\pm 4$ g) hydroxidu sodného 2M
- lahvičku 125 ml sejměte z váhy
- lahvičku 125 ml uzavřete (otočením víčka!)
- silně protřepat
- nejméně 2 minuty nechejte stát, a mezičím ještě dvakrát protřepat (může se také nechat déle stát)



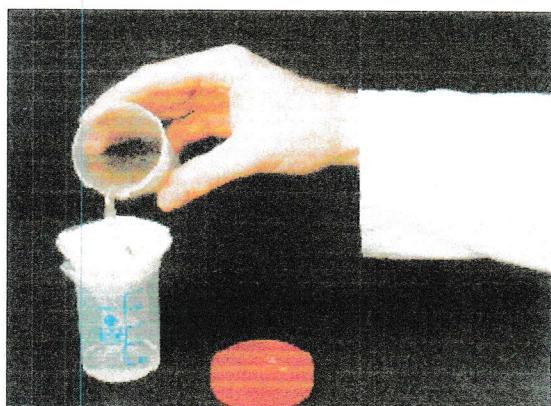
Poznámka:

Pro přípravu hydroxidu sodného 2 M viz stranu 12

**5. Filtrace**

- do kádinky o obsahu 100 ml postavte trychtýř
- do trychtýře vložte filtrační papír
- směs popela s roztokem hydroxidu nalijte do trychtýře, až bude dosahovat max. 0,5 cm pod okraj filtru
- přefiltrujte přibližně 30ml a filtr dejte zpět na lahvičku 125 ml

Filtrát v kádince 100 ml = zkušební roztok



Slepá zkouška: filtrace 30 ml lounu sodného 2M se samostatnou kádinkou, filtrem a filtračním papírem, filtrát v kádince 100 ml = slepý roztok

6. Stanovení zinku pomocí „zinkové soupravy“

- zkoušecí tyčinky ponořte asi na 2 sekundy do zkušebního roztoku, nadbytečný roztok setřejte, po 30 sekundách porovnejte zkušební plošku s barevnou stupnicí:

**Obsah menší, než 7mg/l vyhovuje LRV**  
(odpovídá < 600 mg / kg zinku v popelu)

**Obsah větší, než 7mg/l nevyhovuje LRV**  
(odpovídá > 600 mg / kg zinku v popelu)



Slepá zkouška: slepý roztok se změří podobně; naměřený obsah zinku musí být < 2 mg/l; jinak viz „Slepá zkouška“ na straně 12

### 7. Zkušební roztok smíchejte s kyselinou dusičnou

- na váhu postavte kádinku 50 ml
- váhu vynulujte (TARE)
- pomocí pipety přidejte 21,4 g ( $\pm 0,3$  g) zkušebního roztoku
- váhu vynulujte (TARE)
- přidejte 5,2 g ( $\pm 0,3$  g) 50% kyseliny dusičné, opatrně promíchejte
- pomocí papírku pro stanovení pH zkонтrolujte hodnotu pH zkušebního roztoku; hodnota musí být v rozmezí od 1 do 6. Když hodnota pH bude větší, než 6: za stálého míchání přidávejte jednotlivé kapky 50 % kyseliny dusičné, až dosáhnete hodnoty pH 1 – 6 (měří se pomocí zkušebních papírků)

Slepá zkouška: podobně jako výše se smíchá 21,4 g ( $\pm 0,3$  g) slepého roztoku s 5,2 g ( $\pm 0,3$  g) L

50% kyseliny dusičné, zamíchat, hodnota pH se musí nacházet v rozmezí od 1 do 6, jinak se dále po kapkách přidává 50 % kyselina dusičná, až se dosáhne hodnoty pH 1 – 6



### 8. Měření chloridů „chloridovou soupravou“

- "Chloridovou zkumavku" naplňte až po prstencovou značku zkušebním roztokem
- přidejte 2 kapky indikátoru CL 500, zamíchejte: Zkušební roztok se zbarví dožluta (červeně zbarvený zkušební roztok:

viz Přílohu 3)

- za opatrného míchání přidávejte jednotlivé kapky roztoku 2 M hydroxidu sodného, až se zkušební roztok zbarví modře či fialově
- po kapkách přidávejte 4% kyselinu dusičnou, až se roztok zbarví žlutě; po přidání každé kapky roztok zamíchejte
- na titrační pipetu nasaděte titrační špičku, zatlačte stříkací píst dolů, špičku ponořte do titračního roztoku TL CL 500 a píst pomalu vytáhněte nahoru, až spodní okraj černého těsnění pístu se bude krýt s ryskou 0 na stupnici stříkačky; vzduchový polštářek pod pístem při stanovení neruší
- přidejte přesně "chlorid 60 mg/l", zamíchejte:  
**Změna barvy na modrou signalizuje soulad s LRV**

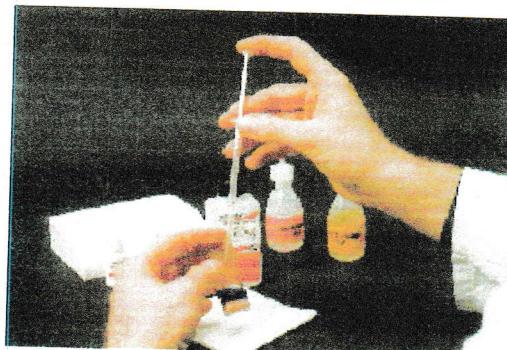
(odpovídá < 2000 mg/kg chlóru v popelu)

Když nedojde ke změně barvy, signalizuje to nesoulad s LRV

(odpovídá > 2000 mg/kg chlóru v popelu)

- zbývající titrační roztok TL CL 500 vystříkněte zpět do původní nádobky.
- obsah "chloridové zkumavky" se musí sbírat jako „odpad obsahující rtut“.
- nakonec se „chloridová zkumavka“ ihned vypláchne vodou, protože jinak by se zbarvila do modra.

Slepá zkouška: slepý roztok se zpracuje stejným způsobem; roztok "chlorid 20 mg/l" musí způsobit změnu barvy; jinak viz "Slepá zkouška" na straně 12





#### 9. Neutralizace zkušebního roztoku

(velmi důležitá: viz Přílohu 3 ! )

- 1 do zkušebního roztoku (od bodu 9 v kádince 50 ml) přidejte 1 vrchovatou lopatku trihydrátu octanu sodného (bílý prášek), zamíchejte násadou lopatky, až se všechno rozpustí
- pomocí papírku pro stanovení pH zkонтrolujte hodnotu pH; musí být v mezích od 4 do 8; jinak se při opatrném míchání musí přidat další octan, až se dosáhne hodnoty pH v rozmezí od 4 do 6 (kontrolovat zkušebním papírkem).



Slepá zkouška: slepý roztok neutralizujte octanem sodným; hodnot pH musí být v rozmezí od 4 do 8

---

#### 10. Měření obsahu olova pomocí „olověné sady“

(Pozor: obsah zkumavky je silně jedovatý ! )

- do skleněné zkumavky ke stanovení olova dejte 5 kapek ( $\pm 1$ ) Pb-1K
- Skleněnou zkumavku bez víčka postavte na váhu (v případě potřeby se může použít skleněná kádinka 50 ml jako „stojánek“)
- váhu vynulujte (TARE)
- pomocí pipety přidejte 5,4 g ( $\pm 0,2$  g) zkušebního roztoku
- víčko přišroubujte, zamíchejte a víčko sejměte
- skleněnou zkumavku podržte v šikmé poloze, přidejte 2 lžičku Pb-2K, přišroubujte víčko, jemně zamíchejte (otáčením zkumavky):

1 lžička Pb-2K; nesmí dojít k žádné ztrátě zabarvení či reakci; jinak viz „Slepá zkouška“ na straně 12

žádná změna barvy či žádná reakce  
(zůstává žlutooranžová) je v souladu s LRV

(odpovídá < 100 mg/kg olova v popelu)

změna barvy (zesvětlání) nebo reakce  
(např. zakalení) není v souladu s LRV

(odpovídá > 100 mg/kg olova v popelu)

Slepá zkouška: 5 kapek ( $\pm 1$ ) Pb-1K se dá do skleněné zkumavky pro stanovení olova, přidá se 5,4 g ( $\pm 0,2$  g) slepého roztoku, zamíchá, do kyvety se dá



- všechno náčiní se musí umýt vodou a osušit. Přitom se může směs sodného louchu s popelem vylít do odpadu. Použitý filtrační papír a papír pro stanovení pH a tyčinky pro stanovení zinku se mohou likvidovat spolu s komunálním odpadem.

- odpad obsahující rtuť a „skleněné zkumavky pro stanovení olova“ se musí shromáždit a likvidovat jako nebezpečný odpad (viz Přílohu 1).

Orientační hodnoty pro popel z roštů nebo ze spalovacího prostoru vzniklý spálením přírodního dřeva, údaje jsou uvedeny v mg/kg suché látky (empirické hodnoty platné pro Švýcarsko)2):

Chlór: < 2000	zinek < 600	olovo: < 100	chrom: < 100	měď: < 150
---------------	-------------	--------------	--------------	------------

Analyzované druhy popela (odpovídající použitému palivu) se posuzují následovně:

V souhlase s LRV: žádná z orientačních hodnot není překročena

Mezní pásmo: 1 nebo více orientačních hodnot jsou překročeny až dvojnásobně

1) V oznámení BUWAL č. 1 k předpisům LRV a TVA se doporučuje „jen“ analytické stanovení zinku, olova a chromu. Zkušenosti EMPA ukazují, že zakázané spalování domovního odpadu se může (vedle vizuálního posouzení) nejspíše zjistit analytickým stanovením chlóru a mědi. Doplňkové spalování například PVC se může zjistit (pokud vůbec) jen chemickým rozborem popela a stanovením obsahu chlóru; analytickým stanovením obsahu těžkých kovů se to ale jednoznačně nezjistí.

2) Orientační hodnoty se musí případně podle nových poznatků upravit.

## Příloha 1

### Odrození mezních hodnot rychlotestu pro analýzu popela

#### Databáze

Základem pro posouzení kvality použitého paliva tvoří empirická znalost výsledků analýzy popela z roštů a ze spalovacího prostoru při spalování přírodního dřeva. Rozdělení na „vyhovující LRV“ a „nevyhovující LRV“ pomocí analýzy popela rychlotestem se provádí na základě zjištění koncentrací chlóru, zinku a olova<sup>1)</sup>.

EMPA navrhoje pro klasifikaci popela z roštů a topenišť, kde se spaluje kusové dřevo, a pro zakládání ohňů pod širým nebem následující **orientační hodnoty**:

chlór: < 2000 mg/kg

zinek: < 600 mg/kg

olovo: < 100 mg/kg

Analyzované druhy popela (odpovídající použitému palivu) se posuzují následovně:

**vyhovující LRV:** Jsou splněny všechny orientační hodnoty

**mezní pásmo:** 1 nebo více orientačních hodnot jsou překročeny až na dvojnásobek

**nevyhovující LRV:** 1 nebo více orientačních hodnot je překročena na více než dvojnásobek

#### Mezní hodnoty pro analýzu popela rychlotestem

Orientační hodnoty jsou východiskem pro stanovení mezních hodnot při analýze popela rychlotestem. Ty se skládají z následujících parametrů:

- faktor zředění popela sodným louhem a přidáním kyseliny dusičné.

- rozpustnost příslušných prvků sodném louhu 2 M
- hodnota slepé analyzy, ke které se musí přihlédnout, a nejistota měření příslušného rychlotestu.

Z orientačních hodnot (v mg na kg popela) se tak dostanou následující mezní hodnoty pro analýzu rychlotestem popela získaného pod roštěm při spalování přírodního dřeva (mg na litr popelového výluhu)<sup>2)</sup>:

Prvek	Mezní hodnota rychlotestu v mg/l výluhu z popela	=	Orientační hodnota v mg / kg popela
Chlór	60	=	2000
Zinek	7	=	600
Olovo	0,5*	=	100

#### Vypovídací schopnost analýzy popela rychlotestem

Aby se mohla zjistit vypovídací schopnost analýzy popela rychlotestem, bylo rychlotestem vyhodnoceno 187 vzorků dřevěného popela. Stejný popel by analyzován pomocí ověřených laboratorních měřicích metod a posouzen. Výsledky získané rychlotestem a laboratorní analýzou se porovnaly. Ukázalo se, že ze 187 vzorků analyzovaných pomocí rychlotestu byl pouze jeden vzorek vyhodnocen chybně. Spolehlivost

1) Pro „rozsáhlou laboratorní analýzu“ se doporučuje analýza obsahu chlóru, zinku, olova, mědi a chromu. Podle zkušenosti se může říci, že při překročení jednoho nebo více mezních hodnot obsahu těchto prvků s velkou pravděpodobností došlo k úmyslnému nebo neúmyslnému zneužití nepovoleného paliva (viz kapitolu 7). Z důvodů proveditelnosti se při analýze rychlotestem provádějí stanovení pouze u chlóru, zinku a olova. Tím se neodhalí takový popel, který je kontaminován „pouze“ zvýšeným množstvím chrómu a mědi, které analýza rychlotestem nezachytí. Je však nutné si všimnout, že zvýšený obsah chlóru, zinku a olova se pozoruje mnohem častěji. Zvýšené obsahy chrómu a mědi se vyskytují většinou v kombinaci se zvýšeným obsahem chlóru, zinku a olova.

2) Podrobné odvození mezních hodnot rychlotestu je zachyceno ve zprávě EMPA č. 251 „Posuzování kvality palivového dříví podle LRV pomocí analýzy dřevěného popela rychlotestem“ (FE 46'011).

3) Mezní hodnota olova 0,5 mg olova na litr popelového výluhu odpovídá takové barevné reakci (popř. míře odbarvení) v „olověné zkumavce“ (v reakční kyvetě), která je okem právě postřehnutelná.

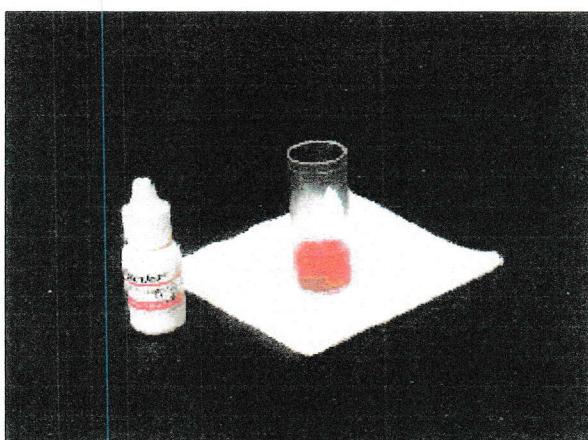
## Příloha 2

### Seznam závad při provádění analýzy popela rychlotestem a možné zdroje chyb

- **váha nefunguje, jak má**
  - Je baterie v pořádku, "MODE" nastaveno na "g." ?
  - Stojí váha na rovné položce?
- Respektujte "NÁVOD K OBSLUZE"
- **v bodě "8." se zkušební roztok po přidání indikátoru CL 500 zabarví červeně**
  - Měření obsahu chlóru se nemůže provést; posouzení popela s ohledem na obsah chlóru není možné! (viz níže); pokračujte stanovením obsahu olova podle bodu 9.
- **v bodě "8." se „chloridová zkumavka“ zabarví modře**
  - „Chloridová zkumavka“ by se měla hned po použití vymýt, aby se trvale nezbarvila do modra; pokud se časem přece je zabarví, může se zabarvení odstranit následovně:
    - do zkumavky dejte trochu kuchyňské soli
    - doplňte vodou až po prstencovou značku a opatrně nakláněním promíchejte
    - přidejte několik kapek 50% kyseliny dusičné, opatrně zamíchejte, až se veškerá barva rozpustí
    - „chloridovou zkumavku“ umyjte vodou a osušte
- **v bodě "10." se při nalévání zkušebního roztoku do olověných zkumavek projeví zápach po mandlích**
  - Olověnou zkumavku ihned uzavřete a místo dobře vyvětrejte, neboť bod 9 se neprověděl a uvolnil se silně toxickej kyanovodík (HCN); dale se musí postupovat následovně:
    - se zkušebním roztokem z bodu 7 proveděte bod 9
    - s novou měřicí zkumavkou proveděte bod 10
- **v bodě "10." došlo k reakci (např. vytvoření sraženiny), ale barva se nezmění**
  - U popela, který je v souladu s vyhláškou LRV, nesmí dojít k žádné reakci jakéhokoliv druhu; tento popel tedy není v souladu s LRV
- **v bodě "10." nastane „jen“ velmi, velmi malá změna barvy (zesvětlení)**
  - I velmi, velmi malá změna zabarvení znamená

V bodě „8.“ se zkušební roztok zabarví pro přidání indikátoru CL 500 červeně.

U některých druhů popela může dojít k tomu, že se měření chloridů nemůže provést správně, protože barevná reakce indikátoru je porušena (zabarvení do červena po přidání indikátoru). Tento problém se bohužel nedá odstranit. Tím nebude moci v tomto vzorku popela posoudit obsah chlóru. Empirické hodnoty ukazují, že tyto „rušivé druhy popela“ téměř po každé nejsou v souladu s LRV. Tento problém je tedy nutné chápat jako upozornění (nikoliv jako důkaz !) možného zneužití nepovoleného paliva. Důkaz se musí podat pomocí analýzy obsahu zinku a olova.



Příloha 4

Protokol o odběru a analýze vzorků

Údaje o provozovateli, zařízení a vzorku popela

Provozovatel: \_\_\_\_\_  
Adresa: \_\_\_\_\_  
Tel. č.: P: \_\_\_\_\_ G: \_\_\_\_\_  
Typ kamen: \_\_\_\_\_

Datum odběru vzorku: \_\_\_\_\_  
Vzorek č.: \_\_\_\_\_  
Záložní vzorek:  ne  odnesen s sebou  
 ano  u provozovatele

Důvod analýzy

- Stížnost sousedů  
 Servisní služba provozovateli  
 \_\_\_\_\_
- Rutinní  
 Podezření na zneužití zakázaného paliva

Vizuální kontrola popela

- v souladu s LRV  
 neprověděna  
 zbytky papíru / lepenky, hodně „popelnatých plátků“
- černé „popelové jehličí“ z dřevotřískových desek  
 hřebíky, šrouby atd.  
 hliník, plasty atd.

Vizuální kontrola paliva

- v souladu s LRV  
 neprověděna
- podezření na zneužití zakázaného paliva; jakého: \_\_\_\_\_

Analýza popela rychlotestem

Zinek:  v souladu s LRV (obsah < 7 mg/l)  
 není v souladu s LRV (obsah > 7 mg/l)

Poznámky: \_\_\_\_\_

Chlór:  v souladu s LRV  
(změna barvy na modrou)  
 není v souladu s LRV  
(ke změně barvy nedošlo)

Problémy / poznámky: \_\_\_\_\_

Olovo:  v souladu s LRV  
(žádné zesvětlení / žádná reakce)  
 není v souladu s LRV  
(zesvětlení barvy / reakce)

Poznámky: \_\_\_\_\_

Celkové hodnocení

- v souladu s LRV  
 není v souladu s LRV

Všeobecné poznámky

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Opatření: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Místo, datum:

Podpis