

Metodika vzorkování a analýz skladby směsného domovního odpadu

Ke zkoumání a zejména ke kvantitativnímu a kvalitativnímu popisu odpadu slouží **základní charakteristiky** odpadu. Na základě zhodnocení sledovaných charakteristik v rámci dosud prováděných systematických sledování a vývoje cílů a způsobů nakládání s domovním odpadem byly aktuálně pro nově prováděné analýzy definovány následující sledované charakteristiky:

Množství odpadu

a) Měrná množství (směsného) domovního odpadu ve sledovaných typech zástavby (kg/osobu a týden, kg/osobu a rok)

Skladba odpadu

a) Podíl (směsného) domovního odpadu v zrnitostních frakcích ve sledovaných typech zástavby (hmotnostní % frakcí)

b) Skladba domovního odpadu v látkových skupinách ve sledovaných typech zástavby (hmotnostní % látkových skupin – materiálů)

Ostatní fyzikální a chemické charakteristiky

a) Objemová hmotnost (hustota) směsného domovního odpadu ve sled.typech zástavby (kg/m³ ve sběrných nádobách)

b) Vlhkost (směsného) domovního odpadu ve sledovaných typech zástavby (% hmotnostní obsahu vody)

c) Výhřevnost (směsného) domovního odpadu ve sledovaných typech zástavby (MJ/kg)

d) Vybrané stopové prvky a další ukazatele v jemných frakcích domovního odpadu ve sledovaných typech zástavby

Základní charakteristiky domovního odpadu budou sledovány v následujících typech obytné zástavby:

- a) sídlištní zástavba (velké město)
- b) sídlištní zástavba (menší město)
- c) venkovská zástavba

Sledované typy obytné zástavby

Sídlištní zástavba

Sídlištní zástavba je zástavbou bytových domů s centralizovaným zásobováním teplem, bez možnosti jakéhokoli využití odpadu v místě jeho vzniku.

Venkovská zástavba

Venkovská zástavba je tvořena rodinnými domy s převažujícím podílem lokálního vytápění tuhými palivy a tedy i s větší možností spalování odpadu v domovních topeništích. Větší možnost zahradního kompostování, ale i zkrmování potenciálních odpadů.

V závěrečné fázi zaměřené na vyhodnocení naměřených hodnot budou **výsledky doplněny hodnotami z měření, prováděných společností EKO-KOM a.s.** K tomu účelu byly vybrány následující typy obytné zástavby:

- a) sídlištní zástavba

- b) smíšená zástavba
- c) vilová zástavba
- d) venkovská zástavba

Sídelní a venkovská zástavba jsou popsány výše. Další typy se charakterizují takto:

Smíšená zástavba

Smíšená zástavba je převážně starší zástavbou bytových domů se smíšeným ústředním, etážovým či lokálním vytápěním plynem či elektřinou. Vytápění tuhými palivy je zanedbatelné.

Vilová zástavba

Vilová zástavba je tvořena rodinnými domy a nájemními vilami většinou s etážovým či lokálním vytápěním plynem či elektřinou. Vytápění tuhými palivy je zanedbatelné. Možnost zahradního kompostování.

Velikost vzorku podle typu zástavby

Hlavní vzorek

Velikost hlavního vzorku odpadu svezového pro provádění analýz je adekvátní výskytu domovního odpadu ve vymezeném svozovém regionu, jedná se přibližně o množství odpovídající jednomu naplnění svozového automobilu při jednom sběrovém cyklu.

Velikost analyzovaného vzorku souvisí především s konkrétním typem svozového automobilu a s konkrétním složením sváženého odpadu. Závisí zejména na objemu nástavby svozového automobilu, na poměru stlačení odpadu ve sběrné nádrži, na původu odpadu, na ročním i týdenním období svozu.

Pravděpodobná hmotnost hlavního vzorku domovního odpadu pro každý typ zástavby:

6.000 – 8.000 kg

Z hmotnosti hlavního vzorku a z velikosti svozové oblasti vyjádřené počtem obyvatel se stanoví charakteristiky měrné produkce odpadů.

Pomocný vzorek

Z hlavního vzorku je odebrán vzorek pomocný o přibližné hmotnosti 200 kg, který je analyzován za účelem zjištění charakteristik skladby směsného domovního odpadu. Vzorek by měl splňovat podmínku reprezentativnosti. Optimálním postupem v tomto případě je odběr vzorku metodou tzv. „kvartace“.

Laboratorní vzorek

Z vybraných frakcí a látkových skupin se odebírají tzv. laboratorní vzorky za účelem zjišťování dalších fyzikálních a chemických charakteristik, u kterých je třeba splňovat rovněž podmínku reprezentativnosti a jejich hmotnost představuje 20 % celkově naměřené hmotnosti látkové skupiny (maximálně však 1 kg).

Velikost svozové oblasti

Z průměrné hmotnosti hlavního vzorku lze odvodit také přibližnou velikost svozové oblasti. Velikost svozové oblasti vychází z požadavků na sourodost podmínek daného typu obytné zástavby. Je vyjádřena počtem obyvatel napojených na sběrné nádoby pro směsný domovní odpad umístěné ve zvoleném svozovém regionu. Pro jednotlivé typy zástaveb jsou co do počtu obyvatel rozdílné velikosti svozových oblastí.

Velikosti svozových oblastí:

- | | |
|------------------------------------|--|
| - sídlištní zástavba (velké město) | 1.000 – 1.500 obyvatel (svoz 1x týdně) |
| - smíšená zástavba (menší město) | 1.500 – 2.000 obyvatel (svoz 1x týdně) |
| - venkovská zástavba | 1.000 – 1.500 obyvatel
(svoz v zimě 1x týdně, v létě 1x za 2 týdny) |

Skutečná velikost jednotlivých svozových oblastí, jakož i velikost jednotlivých odebíraných vzorků, jsou upřesněny v průběhu prováděných odběrů vzorků a vlastních analýz odpadů.

Rozsah prováděných analýz

Odběr vzorků a zjišťování všech stanovených charakteristik domovního odpadu se provádí měsíčně po dobu 1 roku. Pro každý měsíc je plánován následující rozsah odběru hlavních vzorků (z nich se pak provádí odběr pomocných vzorků a laboratorních vzorků).

Odběr hlavních vzorků:

Směsný DO ze zástavby sídlištní velkého města
Směsný DO ze zástavby sídlištní menšího města
Směsný DO ze zástavby venkovské

Odběr vzorků a analýzy domovního odpadu byly zahájeny v listopadu 2008 a ukončeny budou v říjnu 2009. Vyhodnocení a oponentní projednání výsledků analýz se předpokládá na závěrečném kontrolním dnu v roce 2009.

Způsob odběru vzorků

Odběr vzorků k analýze za účelem stanovení základních charakteristik domovního odpadu se provádí dále popsáním způsobem.

Odběr hlavního vzorku

Hlavními vzorky jsou vzorky směsného domovního odpadu z předem vymezené svozové oblasti. Svozové oblasti pro jednotlivé typy obytné zástavby jsou zvoleny předem a v průběhu provádění analýz se nemění. U svezeneho odpadu se zjistí hmotnost odpadu.

Hlavní vzorek je odebrán za účelem:

- stanovení měrného množství odpadu (z hmotnosti svezeneho odpadu a z počtu obyvatel svozové oblasti),
- stanovení objemové hmotnosti (hustoty) odpadu (z hmotnosti svezeneho odpadu a objemu odpadu po jeho vyložení),
- odběru pomocného vzorku ke stanovení skladby odpadu.

Odběr pomocného vzorku

Pomocné vzorky jsou vzorky domovního odpadu odebrané z hlavního vzorku. Z každého odebraného hlavního vzorku se odebere pomocný vzorek o přibližné **hmotnosti 200 kg**, který je analyzován za účelem zjištění skladby domovního odpadu.

Pomocný vzorek by měl rovněž splňovat podmínku reprezentativnosti. Optimálním postupem v tomto případě je odběr vzorku metodou tzv. „kvartace“ (formování odpadu do tvaru kužele např. nakladačem, odebrání dvou protilehlých čtvrtin, promísení a opakování předešlých operací v počtu podle množství svezeného odpadu až do požadované hmotnosti vzorku).

Pomocný vzorek je odebrán za účelem:

- stanovení skladby odpadu (po rozřídění odpadu do předepsaných zrnitostních a látkových skupin a zjištění jejich hmotnosti a objemu),
- stanovení objemových hmotností jednotlivých látkových skupin (z hmotnosti a objemu skupin),
- odběru laboratorních vzorků ke stanovení dalších vlastností.

Odběr laboratorního vzorku

Z vybraných frakcí a látkových skupin se odebírají tzv. laboratorní vzorky za účelem zjišťování dalších fyzikálních a chemických charakteristik, u kterých je třeba splňovat rovněž podmínku reprezentativnosti a jejich **hmotnost představuje 20 %** celkově naměřené hmotnosti frakce či látkové skupiny, **maximálně však 1 kg**.

Pro odběr a uchování laboratorního vzorku platí následující všeobecná doporučení.

Odebraný vzorek:

- musí být uložen v suchém prostředí (vzorkovnici),
- musí být chráněn před teplem (obvykle udržován při teplotě 4 °C),
- pro přepravu musí být zajištěn proti možnosti porušení obalu a ztráty obsahu,
- musí být co nejrychleji předán k analýze.

Laboratorní vzorek je předán za účelem:

- stanovení vlhkosti u vybraných látkových skupin,
- stanovení výhřevnosti u vybraných látkových skupin,
- stanovení obsahu vybraných stopových prvků a dalších ukazatelů.

Podrobnosti jsou dohodnuty s vybranou laboratoří.

Způsob provedení analýzy

Odebrané vzorky domovního odpadu jsou analyzovány následujícím způsobem.

Sledování a stanovení měrného množství

Ve zvolených svozových oblastech podle jednotlivých typů zástavby a podle analyzovaného druhu odpadu se zjistí základní údaje, především

- počet sběrných nádob podle jednotlivých objemů a
- počet napojených trvale bydlících obyvatel.

Údaje o sběrných nádobách lze získat od svozové firmy. Údaje o počtu obyvatel jsou sledovány statisticky nebo lze odvodit od počtu obytných objektů a v nich bytových jednotek nebo přímým zjištěním u majitelů či správců objektů. Průměrný počet obyvatel na bytovou jednotku v daném typu zástavby se zjistí ze statistiky (ČSÚ).

Ukazatele měrného množství se stanoví jako aritmetický průměr hodnot jednotlivých měření hmotnosti hlavního vzorku a počtu trvale bydlících obyvatel svozové oblasti.

Četnost sledování: měsíčně po dobu jednoho roku v každém typu obytné zástavby

Sledování objemové hmotnosti (hustoty)

Ukazatele objemové hmotnosti odpadu se stanoví jako aritmetický průměr hodnot jednotlivých hmotností hlavního vzorku a jednotlivých měření objemů odpadu po vyložení ze svozového automobilu, před odběrem pomocného vzorku.

Četnost sledování: měsíčně po dobu jednoho roku v každém typu obytné zástavby

Analýzy skladby odpadu

Skladba směsného domovního odpadu se zjišťuje analýzou pomocného vzorku. **Skladba je zjišťována metodou sítové analýzy a ručního dotřídování** do předem stanoveného souboru látkových skupin. Pro síťovou analýzu jsou v každé ze sledovaných zástaveb jednotně užitá 3 síta o velikosti ok 40x40 mm, 20x20 mm, 8x8 mm.

Analýzován je reprezentativní vzorek domovního odpadu odebraný z odpadu svezeneho z předem vymezené oblasti. Vzorek je označován jako „pomocný“ a jeho hmotnost je stanovena na přibližných 200 kg. Pomocný vzorek se odebírá z homogenizovaného hlavního vzorku.

Nadsítná frakce větší než 40 mm je zcela podrobena látkovému rozboru (10 látkových skupin). Frakce 20-40 mm a 8-20 mm se analyzují do 5 látkových skupin a z podsítných zbytků se odebere homogenizovaný laboratorní vzorek o 20 % hmotnosti. Frakce menší než 8 mm se látkově netřídí.

U všech zrnitostních a látkových skupin je měřena hmotnost. Objem se zjišťuje pouze u látkových skupin ve frakci větší než 40 mm a u zrnitostních frakcí.

Četnost sledování: měsíčně po dobu jednoho roku v každém typu obytné zástavby

Analýzované zrnitostní frakce:

frakce větší než 40 mm,
frakce 20-40 mm,
frakce 8-20 mm,
frakce menší než 8 mm.

Analyzované látkové skupiny:

1. stupeň třídění	2. stupeň třídění	3. stupeň třídění
Papír, lepenka, karton	Papírové obaly Tiskoviny Jiný papír	Karton, lepenka Kombinované obaly Jiné obaly Noviny, časopisy Knihy Jiné tiskoviny (letáky)
Plasty	Plastové obaly Jiné plasty	Fólie obalová PET lahve číré PET lahve barevné Jiné obaly Fólie neobalová Ostatní plasty
Sklo	Skleněné obaly nevratné Skleněné obaly vratné Jiné sklo	Číré sklo Hnědé sklo Zelené sklo
Kovy	Kovové obaly Jiné kovy	Fe kovy Al kovy
Biologický odpad	Kuchyňský odpad (z domácností) Zahradní odpad	
Textil	Přírodní vlákno Směs vláken	
Minerální odpad		
Nebezpečný odpad		
Spalitelný odpad	Výrobky pro osobní hygienu Ostatní (kůže, guma, korek, dřevo)	
Elektrozařízení	(popis)	
Jemný podíl	Zbytek 20-40 mm Zbytek 8-20 mm Frakce menší než 8 mm	

Další fyzikální a chemické analýzy

Při analýzách skladby odpadu se odebírají vzorky pro laboratorní analýzy. Hmotnost každého odebraného vzorku představuje 20 % z celkově naměřené hmotnosti dané frakce či látkové skupiny (maximálně však 1 kg). Odebraný vzorek např. v plastovém (tmavém) pytli je neodkladně po odběru přepraven do laboratoře.

Při každé analýze skladby domovního odpadu se odebere 7 reprezentativních vzorků:

- papír a lepenka,
- biologický odpad,
- textil,
- spalitelný odpad,
- zbytek 20-40 mm,
- zbytek 8-20 mm,
- frakce menší než 8 mm.

U odebraných vzorků se zjišťuje vlhkost a výhřevnost, obsah vybraných stopových prvků a další stanovené charakteristiky. Způsob přípravy vzorků pro laboratorní analýzy a metodika stanovení charakteristik se dohodnou s vybranou laboratoří.

Četnost sledování: měsíčně po dobu jednoho roku v každém typu obytné zástavby

Výběr konkrétních míst pro provádění analýzy

Pro provádění analýz domovního odpadu byly zvoleny následující lokality:

- sídlištní zástavba velkého města – Hradec Králové, sídliště Labská kotlina
- sídlištní zástavba menšího města – Benešov, panelové bytové domy uvnitř města
- venkovská zástavba – obce na Ústeckoorlicku (Přívrat, Řetová, Řetůvka)

Výběr lokalit byl proveden na základě následujících kritérií:

- zástavba odpovídá požadovanému typu,
- lokalita tvoří uzavřený urbanistický celek,
- lokalita je dostatečná pro odběr hlavního vzorku,
- obyvatelstvo z hlediska socioekonomického patří k průměru ČR,
- v lokalitě nejsou prováděny analýzy domovního odpadu (např. EKO-KOM),
- svozová firma má zájem na spolupráci,
- vhodná místa pro vlastní ruční třídění odpadu,
- nabízené ekonomické podmínky spolupráce jsou přijatelné.

Pro realizaci analýz, počínaje sběrem a svozem hlavního vzorku pro vlastní analýzu až po následné odstranění odpadů, je nutná bezproblémová spolupráce se svozovou firmou, která zajišťuje nakládání s domovním odpadem v regionu. Výběr svozových oblastí určených k odběru vzorků pro analýzy je samozřejmě také vázán na umístění místa, kde budou analýzy prováděny. Svozové trasy jsou pak následně voleny tak, aby co nejméně zatěžovaly běžný provoz firmy a současně umožňovaly plynulý svoz odpadu v den analýz v ucelené zástavbě.

Ve vybraných lokalitách probíhá spolupráce s následujícími svozovými firmami:

- Hradecké služby a.s.
- Technické služby města Benešov s.r.o.
- EKOLA České Libchavy s.r.o.

Jako místa vhodná pro provádění analýz byla zvolena:

- překládací stanice komunálního odpadu, Hradec Králové – Temešvár
- skládka komunálního odpadu, Příbyšice – ORP Benešov

Systematické analýzy skladby domovního odpadu jsou provozně i ekonomicky náročnou činností. Vzhledem k tomu, že domovní odpad je poměrně heterogenním materiálem, není množství zodpovědně prováděných analýz nikdy dostatečné. Proto bude soubor získaných výsledků rozšířen o další výsledky z databáze EKO-KOM. Ze souboru měst, kde jsou prováděny v letech 2008–2009 analýzy domovního odpadu na základě objednávky společnosti EKO-KOM a.s. byly pro doplnění výsledků měření vybrány následující lokality (výběr proveden za účasti společnosti):

- sídlištní zástavba – Kroměříž a Rokycany
- smíšená zástavba – Cheb a Praha (podmíněno souhlasem magistrátu)
- vilová zástavba – Ostrava a Rokycany
- venkovská zástavba – Černošín a Kroměříž

Vybavení místa pro analýzu

Místo pro provádění analýz musí vyhovovat zejména možným změnám povětrnostních vlivů. Místo určené k provádění analýz by mělo být kryté a uzavřené (ochrana pracovníků před nepřízní počasí). Pracovní plocha by měla mít uzavřený povrch a měla by být vybavena zařízením k jejímu úklidu. Nutné je přiměřené osvětlení.

Plocha musí být snadno přístupná manipulační technice zejména pro odstranění odpadu po ukončení analýzy. V blízkosti by mělo být sociální zařízení přístupné pracovníkům provádějícím analýzy – šatny, WC a umývárny. Prostory pro vlastní analýzu musí být dobře větratelné.

Vybavení pro provádění analýzy:

Zjišťování množství svezeneho domovního odpadu provádí svozové firmy na vázicím zařízení (mostní váze) zabudovaném v místě analýz (překladiště, skládka).

Ke zjišťování skladby má řešitel projektu následující speciální technické zařízení a pracovní vybavení:

- a) 2 sady třídících sít, které tvoří:
 - 2 x 3 síta o rozměrech 70 x 180 cm a o velikosti čtvercových ok 40 x 40 mm, 20 x 20 mm a 8 x 8 mm,
- b) váha s váživostí do 100 kg (minimálně),
- c) 5 ks plastových nádob o objemu 2 litry,
- d) pracovní a ochranné oděvy a pomůcky (bezpečnost a ochrana zdraví),
- e) pytle pro odběr vzorků k laboratorní analýze.

Zapůjčení nebo pronájem dalšího vybavení od svozových firem:

- a) 10 ks plastových sběrných nádob na odpad o objemu 240 litrů (případně 10 ks kovových nádob na odpad o objemu 110 litrů),
- b) úklidové prostředky (koště a lopata),
- c) možnost využití sociálního zázemí v provozním objektu v místě analýz (šatna, WC, umyvadlo, příp. sprchy).

Laboratorní analýzy

Laboratorní analýzy domovního odpadu byly rozděleny na fyzikální ukazatele a ukazatele chemické. Ukazatele byly vybrány na základě dalšího zpracování odpadů, především s ohledem na biologické způsoby a způsoby energetického využití odpadů. Soubor sledovaných charakteristik uvádí **příloha č. 1** této metodiky.

Analýzy jsou souběžně prováděny na dvou pracovištích v ÚNS – Laboratorní služby, s.r.o., Kutná Hora (laboratoř má zkušenosti s analýzami domovního odpadu) a u řešitele projektu v Ústavu pro životní prostředí PřF UK (dále pouze ÚŽP). Důvodem je jednak srovnatelnost výsledků a potvrzení jejich správnosti, jednak porovnání různých technik laboratorní předúpravy vzorků, před konečnou analýzou.

Metodika fyzikálně-chemických rozborů

1. Stanovení vlhkosti

je prováděno v horkovzdušné sušárně s nastavitelnou teplotou. Sušení je prováděno při standardní teplotě 105 °C. Pro stanovení vlhkosti je použita gravimetrická metoda.

2. Stanovení spalitelných látek (stanovení ztráty žháním)

je prováděno v laboratorní muflové peci s nastavitelnou teplotou. Vysušený jemně umletý vzorek je žhán v peci při teplotě 550 °C, do konstantní hmotnosti. Výsledek je opět stanoven gravimetricky.

3. Stanovení spalného tepla

je prováděno podle platných norem v ÚNS.

4. Stanovení celkových fluoridů

je prováděno po rozkladu vzorku tavením s Na_2CO_3 a následném vyloužení taveniny horkou destilovanou vodou. Fluoridy jsou stanovovány fotometricky po reakci s xylenilovou oranží.

5. Stanovení celkového dusíku

se provádí po rozkladu vzorku kjejdalizací.

6.. Stanovení celkových chloridů

je prováděno po rozkladu vzorku tavením, (stejně jako u stanovení fluoridů) dále jsou chloridy stanovovány titrací s AgNO_3 .

7. Stanovení celkové síry

se provádí po rozkladu vzorku tavením (Na_2CO_3) a celková síra se z výluhu taveniny stanoví gravimetricky jako BaSO_4 (ISO 9280).

8. Stanovení těžkých kovů

se provádí po rozkladu lučavkou královskou (ÚNS) nebo kyselinou dusičnou a mikrovláknou troubou. Po mineralizaci jsou vybrané kovy stanoveny metodou AAS.

9. Stanovení TOC

Celkový organický uhlík (TOC) je stanovován po rozkladu vzorku na přístroji Skalar 2CA10.

10. Stanovení specifických organických látek (PCB, PAU)

se provádí po předchozích úpravách (převedení do roztoku po rozkladu) na plynovém chromatografu event. na plynovém chromatografu s hmotnostní koncovkou.

CHEMICKÉ ANALÝZY SKLADBY DOMOVNÍHO ODPADU

Frakce nad 40 mm		
papír	Vlhkost	
bioodpad	Vlhkost	
textil	Vlhkost	
spalitelné odpady	Vlhkost	
	TOC	
	spalné teplo	
	spalitelné látky v sušině	
zbytek nad 40 mm	Vlhkost	
Frakce 20 - 40 mm		
v celku	Vlhkost	
	spalné teplo	
	spalitelné látky v sušině	
	TOC	
Frakce 8 - 20 mm		
v celku	Vlhkost	
	spalné teplo	
	TOC	
	spalitelné látky v sušině	
prvky	H	
	O	
	S	
	N	
	P	
	Cl	
	F	
	C:N	
kovy	Cd	
	Hg	
	Tl	
	Ni	
	As	
	Pb	
	Cr	
	Cu	
	Mn	
	Fe	
	Zn	
org.látky	PCB	
	PAU	

Frakce pod 8 mm		
v celku	Vlhkost	
	spalné teplo	
	TOC	
	spalitelné látky v sušině	
prvky	H	
	O	
	S	
	N	
	P	
	Cl	
	F	
	C:N	
kovy	Cd	
	Hg	
	Tl	
	Ni	
	As	
	Pb	
	Cr	
	Cu	
	Mn	
	Fe	
	Zn	
	org.látky	PCB
PAU		