



PŘÍRUČKA PRO NAKLÁDÁNÍ S KOMUNÁLNÍM BIOODPADEM



**Ing. Zdenka Kotoulová
Ing. Jaroslav Váňa, CSc.**

Edice „Na pomoc praxi v odpadovém biohospodářství“
Svazek I.

PŘÍRUČKA PRO NAKLÁDÁNÍ S KOMUNÁLNÍM BIOODPADEM

**Ing. Zdenka Kotoulová
Ing. Jaroslav Váňa, CSc.**

Vydavatel: Ministerstvo životního prostředí
ve spolupráci s Českým ekologickým ústavem

Edice „Na pomoc praxi v odpadovém biohospodářství“
Svazek I.

Praha, listopad 2001

ISBN 80-7212-201-0

Předmluva

V souvislosti s novou právní úpravou odpadového hospodářství v České republice dochází ke změnám zákonem stanovených podmínek i pro nakládání s komunálním odpadem. Kvantitativně významnou skupinu v tomto odpadu tvoří biologicky rozložitelný odpad, jehož ukládání na skládky bude postupně omezováno.

„Příručka pro nakládání s komunálním bioodpadem“ byla zpracována pro Ministerstvo životního prostředí na základě objednávky Českého ekologického ústavu. Příručka má být pomůckou pro rozhodování orgánů veřejné správy a provozních firem o způsobech nakládání s biologicky rozložitelným odpadem obsaženým v komunálním odpadu.

Příručka je v rozložena do 10 kapitol. V úvodní části jsou vymezeny podmínky a způsoby nakládání s bioodpadem z hlediska nově připravované legislativy odpadového hospodářství v České republice, současného stavu a zahraničních zkušeností. V této části jsou také definovány základní užívané pojmy. Návazně jsou specifikovány druhy bioodpadu a jejich měrný výskyt v komunálním odpadu. Zhodnoceny jsou způsoby odděleného sběru bioodpadu v závislosti na zdrojích jeho výskytu v členění do skupin odpadu ze zeleně, bioodpadu z domácností a specifických druhů komunálních bioodpadů.

Samostatné kapitoly tvoří popis kvalitativních vlastností komunálního bioodpadu s ohledem na optimalizaci procesu fermentace při aerobním zpracování bioodpadu, užívané technologie a organizační systémy. Vedle centrálního kompostování bioodpadu je předkládán podrobný návod na postupy domácího a komunitního kompostování. Územně technické požadavky na výstavbu kompostáren jsou rozvedeny v kritériích výběru stanovišť, v postupu stanovení kapacity a stavebního řešení objektů. Součástí užívaných technologií je také způsob anaerobního rozkladu bioodpadu s následným využitím bioplynu a nerozložené frakce – digestátu.

Samostatnou kapitolou je také technická vybavenost kompostáren v závislosti na zvolených technologiích. Nejsou opomenuty ani požadavky na zajištění provozu kompostáren, vyplývající z legislativních a technických norem. Příručka je doplněna obrázky, které ilustrují užívané technologické postupy a strojní vybavení, její součástí je i seznam projektantů a dodavatelů kompostáren, strojů a zařízení.

OBSAH

1. Úvod	7
2. Podmínky a způsoby nakládání s bioodpadem	8
2.1 Vymezení pojmů	8
2.2 Legislativní podmínky	10
2.3 Způsoby nakládání s bioodpadem	12
3. Shromážďování a sběr bioodpadu	15
3.1 Druhy a množství komunálního bioodpadu	15
3.2 Způsoby odděleného sběru bioodpadu	16
4. Kvalitativní znaky komunálního bioodpadu	21
4.1 Odpad ze zeleně	21
4.2 Bioodpad z domácností a specifické bioodpady	23
5. Fermentace bioodpadu a surovinová skladba kompostu	24
5.1 Fermentace bioodpadu a její optimalizace	24
5.2 Surovinová skladba kompostu	29
6. Organizace a technologie kompostování bioodpadu	31
6.1 Domácí kompostování	31
6.1.1 Domácí kompostování na kompostových zakládkách	32
6.1.2 Kompostování v boxech nebo kompostérech	34
6.1.3 Domácí kompostování s využitím žížal (vermikompostování)	36
6.2 Komunitní kompostování	38
6.3 Centrální kompostování komunálního bioodpadu	38
6.4 Zpracování bioodpadů na bioplynové stanici	40
7. Územně technické požadavky při výstavbě kompostárny	42
7.1 Kritéria výběru stanoviště a stanovení kapacity kompostárny	42
7.2 Stavební řešení objektů kompostárny	44
7.2.1 Výrobní plochy	44
7.2.2 Jímka na odpadní vodu	44
7.2.3 Ostatní zařízení kompostárny	45

8. Technické vybavení kompostárny	48
8.1 Vybavení kompostárny pro kompostování v zakládkách	48
8.1.1 Drtiče a štěpkovače	48
8.1.2 Překopávače kompostu	49
8.1.3 Prosévače kompostu	51
8.2 Biofermentory	52
8.3 Další systémy pro kompostování bioodpadů	54
9. Zajištění provozu kompostárny	56
9.1 Požadavky vyplývající z ČSN 46 5735 „Průmyslové komposty“	56
9.2 Provozní řád kompostárny	58
9.3 Uvádění kompostu do oběhu	59
9.4 Rizika při kompostování odpadů a jejich eliminace	60
10. Závěr	62
11. Seznam projektantů a dodavatelů kompostáren, strojů a zařízení a další důležité adresy	64
Seznam literatury	67
Příloha č. 1	
Příklad informačního letáku s návodem na provádění domácího kompostování	69

1. Úvod

V souvislosti s novou právní úpravou odpadového hospodářství v České republice dochází ke změnám zákonem dosud stanovených podmínek i pro nakládání s komunálním odpadem. Přijatá opatření se projeví v separaci využitelných a nebezpečných složek, v podmínkách svozu směsného komunálního odpadu, ale také v úpravě, využívání a odstraňování zbytkových komunálních odpadů. Významným opatřením je postupné snižování množství biologicky rozložitelných odpadů ukládaných na skládky a nakládání s těmito odpady jiným způsobem.

Odpady biologického původu jsou v komunálním odpadu kvantitativně významnou skupinou odpadů a způsob nakládání s nimi může pozitivně i negativně ovlivnit základní složky životního prostředí. Při skládkování těchto odpadů se uvolňují plyny stupňující antropogenní skleníkový efekt, jehož důsledkem je globální oteplování a nástup nevratných klimatických změn. Převážná část těchto odpadů je předurčena k materiálovému nebo energetickému využití. Obsahují rostlinné živiny a organickou hmotu, kterou je možno stabilizovat a výhodně uvádět do přírodního koloběhu jako organické hnojivo – kompost. Separovaný bioodpad se může také zpracovat technologií anaerobní digesce, jejímiž produkty jsou bioplyn a rovněž organické hnojivo.

V předkládané příručce jsou rozvedeny postupy odděleného sběru a materiálového využití biologicky rozložitelných odpadů, obsažených v komunálním odpadu. Příručka poskytuje podklady pro rozhodování orgánů veřejné správy i provozních firem o způsobech nakládání s bioodpady a o postupech jejich realizace, které směřují ke kvantitativnímu i kvalitativnímu odlehčení skládek komunálního odpadu.

2. Podmínky a způsoby nakládání s bioodpadem

Vývoj v nakládání s biologicky rozložitelným odpadem bude ovlivňován mnoha faktory, z nichž za určující lze považovat podmínky dané legislativou, současnou úroveň nakládání s odpady v obcích, cíle a potřeby obcí. Pro předložení doporučených postupů je nutno nejprve sjednotit užívanou terminologii.

2.1 Vymezení pojmů

Komunální odpad

Komunálním odpadem v souladu s § 4 zákona č. 185/2001 Sb., o odpadech, je veškerý odpad vznikající na území obce při činnosti fyzických osob, s výjimkou odpadů vznikajících u právnických osob nebo fyzických osob oprávněných k podnikání. V Katalogu odpadů (vyhláška MŽP č. 381/2001 Sb.) je komunální odpad zařazen ve skupině 20.

Odpad podobný komunálnímu odpadu

Za odpad podobný komunálnímu je považován odpad z činnosti právnických a fyzických osob oprávněných k podnikání, který je zařazen podle Katalogu odpadů jako odpad podobný komunálnímu ve skupině 20. Jedná se o odpad, který vzniká v procesu spotřeby v obchodech, kancelářích, úřadech a institucích a který je podobné povahy a složení jako komunální odpad.

Domovní odpad

Domovním odpadem je odpad vznikající v domácnostech jako spotřební odpad jejich obyvatel. Domovní odpad je součástí komunálního odpadu.

Objemný odpad

Za objemný odpad je považován takový komunální odpad, který vzhledem k jeho rozměrům a/nebo hmotnosti nelze odkládat do sběrných nádob (případně sběrných pytlů), určených pro pravidelný sběr směsného komunálního odpadu.

Odpad ze zeleně

Za odpad ze zeleně je považován komunální odpad rostlinného původu z údržby veřejných sadů a parků, sídlištní a uliční zeleně, travnatých hřišť, ze zahrad fyzických osob, ze hřbitovů apod. Jedná se zejména o větve stromů, trávu, listí (s výjimkou uličních smetků), ale i piliny, odřezky dřeva a ostatní odpadní dřevo neošetřené prostředky s obsahem těžkých kovů nebo organických sloučenin.

Biologicky rozložitelný odpad (bioodpad)

Za biologicky rozložitelný odpad je považován jakýkoli odpad, který je schopen anaerobního nebo aerobního rozkladu mikroorganismy (např. potraviny, odpad ze zeleně, papír). Pojem je užíván ve zjednodušené podobě jako „bioodpad“.

Biologicky rozložitelný komunální odpad (komunální bioodpad)

Biologicky rozložitelným komunálním odpadem se rozumí biologicky rozložitelný odpad obsažený v komunálním odpadu a v odpadu podobném komunálnímu. Pojem je užíván ve zjednodušené podobě jako „komunální bioodpad“.

Využitelné složky komunálního odpadu

Využitelné složky jsou druhy komunálního odpadu získané odděleným sběrem, které lze po úpravě nebo přímo recyklovat či jinak materiálově využít (např. odděleně sebraný papír, sklo, plasty, kovy, textil aj.).

Nebezpečné složky komunálního odpadu

Nebezpečné složky jsou nebezpečné druhy komunálního odpadu získané odděleným sběrem. Jedná se o druhy odpadů označené ve skupině 20 Katalogu odpadů jako nebezpečný odpad.

Směsný komunální odpad (zbytkový komunální odpad)

Směsným komunálním odpadem je směs druhů komunálního odpadu, která zůstává po oddělení využitelných a nebezpečných složek (druhů) komunálního odpadu nebo, ze které nebyly tyto složky (druhy) vůbec odděleny. Užíván je také pojem „zbytkový“ komunální odpad.

Kompost

Kompost je stabilizovaná, nepáchnoucí, hnědá až černá homogenní hmota, drobtovitá až hrudkovitá struktury, vzniklá aerobním biologickým zráním rozložitelných odpadů, bohatá na humusové látky a rostlinné živiny.

Digestát (produkt vyhnívání)

Digestát je tuhá, nerozložená frakce, která je výsledkem anaerobního vyhnívání biologicky rozložitelných odpadů a která je před aplikací na půdu upravována na kompost.

Bioplyn

Bioplyn je směs metanu, oxidu uhličitého, dusíku, vodíku a dalších plynů, vzniklá anaerobním vyhníváním biologicky rozložitelných odpadů, která je schopná hoření.

Domácí kompostování

Domácím kompostováním se rozumí kompostování biologicky rozložitelných odpadů a používání kompostu v zahradách u soukromých domů.

Komunitní kompostování

Komunitním kompostováním se rozumí kompostování biologicky rozložitelných odpadů určité komunity (zahradkářské kolonie, školy, sídliště) a používání kompostu převážně komunitou.

Oddělený sběr

Odděleným sběrem se rozumí sběr biologicky rozložitelných odpadů odděleně od ostatních druhů odpadů metodou, která předchází smísení různých frakcí a složek odpadů a jejich kontaminaci.

Mechanicko biologická úprava

Mechanicko biologickou úpravou se rozumí úprava zbytkového komunálního odpadu, netříděných nebo jiných biologicky rozložitelných odpadů nevhodných ke kompostování nebo pro anaerobní rozklad s cílem stabilizovat a snížit objem odpadů.

2.2 Legislativní podmínky

Nová právní úprava odpadového hospodářství se vyznačuje důslednou aproximací předpisů Evropské unie (EU) do právního řádu České republiky. Hospodaření s biologicky rozložitelným odpadem v této souvislosti zásadně ovlivní směrnice EU o skládkách odpadu.

Směrnicí Rady 1999/31/ES z 26. dubna 1999 o skládkách odpadu je členským státům mimo jiné ukládáno

- vypracovat národní strategii opatření k recyklaci, kompostování, produkci bioplynu nebo zhodnocení surovin a energie, jejíž realizace povede k omezení množství biologicky rozložitelného odpadu odcházejícího na skládky,
- tato strategie má zabezpečit snížení množství biologicky rozložitelného komunálního odpadu odcházejícího na skládky v roce 2006 na 75 %, v roce 2009 na 50 % a v roce 2016 na 35 % množství vzniklého v roce 1995.

Přičemž členské státy, které v r. 1995 ukládaly na skládky více než 80 % komunálního odpadu, mohou oddálit splnění cílů o období nepřesahující čtyři roky.

Opatření ke snižování množství biologicky rozložitelného odpadu ukládaného na skládky jsou prováděna především za účelem

- snížení tvorby metanu ze skládek v zájmu zmírnění globálního oteplování v důsledku skleníkového efektu,
- podpory odděleného sběru bioodpadu, k jeho úpravě, využívání a recyklaci.

Postupné naplňování uvedených cílů v podmínkách České republiky je již zakotveno v novém zákonu o odpadech (zákon č. 185/2001 Sb.), jehož účinnost je stanovena od 1. 1. 2002 a podrobněji vymezeno v prováděcí vyhlášce č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady. Pro podmínky České republiky je využito možnosti oddálení cílů o období 4 let.

Realizace cílů bude výsledkem působení nástrojů uplatňovaných v rámci strategie hospodaření s komunálním odpadem, a to jak přímých (zákazy, limity-

vaná omezení), tak i nepřímých (poplatky, dotace a zvýhodněné půjčky). Jedním z významných nástrojů v této oblasti budou plány odpadového hospodářství České republiky, krajů a původců odpadů.

Úsilí členských států EU o zlepšení současné situace v nakládání s biologicky rozložitelnými odpady vyústilo v přípravu další směrnice, která se vztahuje všeobecně k úpravě biologicky rozložitelných odpadů /2/. Priority hospodaření s biologicky rozložitelným odpadem v připravované směrnici se zakládají na obecně uznávaných zásadách odpadového hospodářství:

- 1) prevence směřující ke snížení produkce bioodpadu (např. čistírenských kalů) a jeho kontaminace znečišťujícími látkami,
- 2) opakované použití bioodpadu (např. dřevěné a lepenkové obaly),
- 3) recyklace odděleně sebraného bioodpadu na původní materiál (papír, lepenka), kdekoli je to environmentálně oprávněné,
- 4) kompostování nebo anaerobní rozklad odděleně sebraného bioodpadu, který není recyklován na původní materiál, s využitím kompostu a digestátu výhodně v zemědělství nebo ke zlepšení životního prostředí (rekultivace, údržba veřejné zeleně),
- 5) mechanicko/biologická úprava bioodpadu,
- 6) použití bioodpadu jako zdroje energie (anaerobní digesce bioodpadu, termické využití odpadního dřeva nebo nerecyklovatelných frakcí odděleně sbíraného použitého papíru).

Připravovaná legislativní opatření směřují k tomu, aby využívání a recyklace bioodpadu bylo nedílnou součástí koncepčních záměrů odpadového hospodářství a jejich realizace s důrazem na rozvoj technické vybavenosti území ve větších městech a regionech. Koncepční záměry v nakládání s bioodpadem by měly být orientovány především na

- podporu domácího kompostování (zahradního kompostování) v podobě
 - informačních kampaní k seznámení veřejnosti s prospěšností odděleného sběru a recyklace bioodpadu pro životní prostředí,
 - finanční podpory domácího kompostování (např. příspěvek na pořízení kompostéru),
- podporu komunitního kompostování (místního kompostování) způsoby
 - poskytnutí grantů pro organizátory komunitního kompostování,
 - finanční podpory komunitního kompostování (např. příspěvek na nákup drtiče či překopávače),
- zavádění systémů odděleného sběru a zpracování bioodpadu se zaměřením na následující odpady:
 - a) odpad ze zeleně a dřevní odpad ze soukromých i veřejných parků, zahrad a hřbitovů,
 - b) odpad potravin z restaurací, jídelen, škol a veřejných budov,

- c) biologicky rozložitelný odpad z obchodů, živností a obslužných zařízení, pokud není využíván v místě,
- d) bioodpad z domácností.

Hlavním zaměřením předkládané příručky je orientace na nakládání s již vzniklým zejména rostlinným bioodpadem a na jeho recyklaci v komunálních odpadových systémech. Nakládání s komunálním bioodpadem je součástí těchto obecních systémů stejně jako oddělený sběr skla, papíru a plastů za účelem jejich materiálového využití.

2.3 Způsoby nakládání s bioodpadem

V souladu s údaji z evidence odpadů (Informační systém o odpadech) je v České republice přibližně 60 % komunálního odpadu ukládáno na skládky /4/. Biologický rozklad odpadů uložených do skládky je provázen produkcí skleníkových plynů (zejména CH₄), které mají zprostředkovaně negativní vliv na klimatické změny na Zemi. Je proto nezbytné v odpovídající míře zabránovat těmto emisím. Moderní systémy odpadového hospodářství preferují zpracování bioodpadu aerobními postupy, tj. kompostováním, které je rovněž provázeno produkcí skleníkových plynů (CO₂), avšak jejich míra působení je 21x nižší než u skládkových plynů /9/, anebo anaerobně v uzavřených systémech s následným spalováním vznikajícího bioplynu s využitím tepla.

Platné právní předpisy (vyhláška č. 338/1997 Sb.) zakazují ukládat na skládky všech skupin vyříděný kompostovatelný odpad. Podle údajů z evidence (ISO) bylo v roce 1999 v ČR vyprodukováno ve městech s více než 20 000 obyvateli na 55 000 t kompostovatelného odpadu z údržby zeleně v zahradách a parcích. Z tohoto množství pouhých 13 % bylo využito na výrobu kompostu, 2 % byla spalena a 6,5 % skládkováno. Se zbývajícími cca 80 % bylo naloženo jinými způsoby, které nabízí vyhláška č. 338/1997 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady /4/.

Evidované údaje ukazují na to, že nakládání s tímto odpadem, vyloučeným ze skládkování postrádá jakékoli systémové řešení. Řízené kompostování bioodpadu se provádí v několika málo městech. Převážně je tento kompostovatelný odpad ponechán volnému rozkladu, v příznivějších případech na vodohospodářsky zabezpečených plochách (např. fermentace na vyhrazených místech skládek odpadů) a výsledný produkt je určen k méněhodnotnému použití.

V západoevropských zemích je skládkování bioodpadu výrazně omezováno. Převážně vysoké ceny za skládkování bioodpadu (např. v Bavorsku až 800 DM/t) umožňují rozvoj dalších technologií zpracování, a to technologií aerobního rozkladu i anaerobní digesce bioodpadu /9/. Způsoby nakládání s komunálním odpadem v Evropě uvádí tab. č. 1.

Např. v Německu byly v r. 1999 k dispozici kapacity pro zpracování 8,5 mil. t bioodpadu. Z toho se 7,1 mil. t ročně zpracovalo v kompostárnách aerobním

způsobem. Anaerobní technologie využívalo 44 zařízení z celkového počtu 535 zařízení a takto bylo zpracováno 1,2 mil. t bioodpadu. Kromě toho asi 500 – 1000 malých zařízení o celkové kapacitě 1 mil. t zpracovávalo rostlinný odpad. Obdobně je tomu v Rakousku, Nizozemsku a v některých dalších zemích /9/.

Ve Švýcarsku, Německu a Rakousku je předpoklad ukončení provozu tzv. reaktivních skládek komunálního odpadu postupně v letech 2001 – 2005, přičemž nové skládky tohoto typu se již nezřizují. V Nizozemsku se již v současné době bioodpad na skládky neukládá. Pravidlem se stává separovaný sběr komunálního bioodpadu včetně kuchyňského bioodpadu z domácností a z provozů veřejného stravování. Např. v Německu denní produkce kuchyňského bioodpadu vyšší než 10 kg podléhá ohlašovací povinnosti a producenti musí prokázat hygienický způsob zneškodňování nebo využití tohoto bioodpadu /9/.

Tabulka č. 1

Způsoby nakládání s tuhým komunálním odpadem (TKO) v Evropě (r. 1998)

Země	Způsoby nakládání s TKO (% hmotnosti)			
	Recyklace	Kompostování	Spalování	Skládky
Itálie	–	–	6	94
Řecko	7	–	–	93
Irsko	8	–	–	92
Portugalsko	–	12	–	88
Velká Británie	6	1	6	88
Španělsko	1	11	5	83
Finsko	30	3	2	65
Německo	23	5	17	51
Rakousko	23	15	14	48
Francie	–	7	46	47
Belgie	21	2	38	39
Švédsko	16	3	42	39
Lucembursko	26	3	43	28
Nizozemsko	28	18	31	23
Dánsko	9	–	79	12

Zdroj: IBGE, 1998

Odlišné postupy nakládání s bioodpadem jsou voleny ve venkovských regionech. Skládky bioodpadu v okolí mnohých obcí v České republice v podobě posekané trávy, listí, větví apod. nejsou sice nebezpečné, ale kromě toho, že mají negativní vliv na vzhled okolí obcí a vytlačují chudomilné druhy rostlin, jsou často základem černých skládek odpadů a navíc při odstranění těchto skládek rostlinné odpady ztěžují separaci ostatních druhů odpadů.

Bioodpady produkované ve venkovských oblastech by měly uzavírat koloběh látek v regionu. Kromě ekologických aspektů je nutno zohlednit aspekty finanční a zvolit ekologicky i ekonomicky smysluplné využití i při relativně malém množství odpadu ze zeleně. Nejvhodnějším řešením v těchto oblastech je z pohledu obcí podpora domácího případně komunitního kompostování spojená s osvětou či s příspěvkem na výstavbu nebo nákup kompostéru. Možným řešením je také kompostování komunálního bioodpadu prostřednictvím soukromých zemědělců či zemědělských organizací v místě.

Domácí kompostování bioodpadu má své výhody, ale i rizika. Jeho přínosy lze spatřovat zejména

- v přeměně odpadu na hnojivo, ve vylepšení půdy, ve snížení produkce odpadů,
- v žádných nárocích na nákladná zařízení,
- ve snížení frakcí produkujících průsaky a plyny v odpadu přicházejícím na skládky,
- ve snížení dopravních nákladů na sběr odpadů.

V případě, že se kompostování nevěnuje dostatečná péče mohou nastat i problémy

- tvoření průsaků a zápachajících plynů,
- přilákání/líhnutí obtížného hmyzu a hlodavců.

Domácí kompostování je založeno na předpokladu, že obec nebude zajišťovat zpracování bioodpadu, který většina producentů dokáže využít sama. Ve venkovských a řídko obydlených oblastech je neekonomické zavádět separaci a účelnější je vynaložit prostředky na výchovu občanů. Všeobecně je možno konstatovat, že v menších obcích je optimální zavést jak osvětou a podporu domácího kompostování, tak i pro tamní podmínky uzpůsobenou formu komunitního kompostování.

3. Shromážďování a sběr bioodpadu

Kvalita a způsoby použití výsledných produktů zpracování bioodpadu závisí na kvalitě vstupní suroviny. Dlouhodobé zkušenosti potvrzují, že zpracování frakcí získaných mechanickým zpracováním smíšeného komunálního odpadu na kompost představuje výrazné riziko kontaminace vstupní suroviny a následně výsledného produktu. Proto se doporučuje kompostovat výhradně bioodpad získaný odděleným sběrem.

3.1 Druhy a množství komunálního bioodpadu

Zdroje výskytu komunálního bioodpadu představují

- odpad ze zeleně,
- bioodpad z domácností,
- odpad papíru,
- specifické bioodpady.

Měrné množství **odpadu ze zeleně** bez znalosti konkrétního druhu a zdroje výskytu je obtížné stanovit. Podle zahraničních zkušeností se množství odpadu ze zeleně pohybuje v rozmezí 30 – 300 kg na obyvatele a rok (některé starší údaje v ČR uvádí průměrný výskyt 24 kg na obyvatele a rok) /4/. Ne všechny odpady ze zahrad a parků lze bez ohledu na hygienické předpisy kompostovat (např. zvířecí výkaly).

Množství **bioodpadu z domácností** se může odvodit z výsledků analýz domovního odpadu. Množství v podmínkách ČR se pohybuje v rozpětí 30 – 60 kg na obyvatele a rok /1/. Množství závisí na životním stylu občanů a je ovlivněno především

- vyšší spotřeby hotových výrobků (záměnou kuchyňského odpadu za papír z obalů),
- vyšší spotřeby čerstvých potravin při přípravě jídel,
- způsoby stravování (stravování doma nebo mimo domácnost),
- možnostmi zkrmování kuchyňských zbytků domácími zvířaty,
- intenzitou a způsobem práce s informacemi (výskytem papíru).

Bioodpad z domácností je nutné třídít již v místě jeho výskytu, neboť ne všechny kuchyňské odpady je možné kompostovat. Nakládání s nimi se řídí také hygienickými předpisy. Kuchyňské odpady mají vyšší obsah solí a vysokou vlhkost. S ohledem na vlhkost nemůže při jejich sběru docházet k velkému stlačení.

V domovním odpadu je podle zahraničních zkušeností 2 – 6 % **papíru** /4/, který vzhledem k jeho znečištění nelze recyklovat klasickým způsobem. Při vlastním kompostování nemá znečištění papíru podstatný vliv na kvalitu kompostu.

Naopak papír do 10 % hmotnosti vstupních surovin působí při kompostování bioodpadu pozitivně.

Za **specifické** lze označit **bioodpady** z některých živnostenských provozů. Jedná se zejména o odpady z obchodů s květinami, pekáren a obchodů s potravinami, odpady z restauračních zařízení a hotelů, ale i školních a firemních jídelen. Množství těchto odpadů lze určit jen v konkrétních podmínkách daného území. Nakládání s těmito bioodpady se řídí rovněž hygienickými předpisy. Např. odpad některých potravin, vzhledem k nebezpečí výskytu salmonely, musí být před dalším využitím sterilizován.

3.2 Způsoby odděleného sběru bioodpadu

Způsob sběru a jeho organizace podstatně ovlivňují kvalitu a množství získaného materiálu a požadavky na technické vybavení při úpravě sebraného bioodpadu pro následné zpracování.

Zavedení odděleného sběru bioodpadu je spojeno s následujícími požadavky

- co nejširší účastí občanů na třídění (ta je podmíněna intenzivní a nepřetržitou osvětou obyvatelstva),
- zvážením místních podmínek sběru (sociální struktura obyvatel a druhy zástavby),
- znalostí množství a míst produkce bioodpadu na území města,
- zkušebními zavedením odděleného sběru,
- prováděním pravidelného hodnocení účinnosti a kvality sběru a jeho optimalizace,
- prováděním analýz kontaminace sebraného bioodpadu,
- zkoumáním cest odbytu kompostu,
- analýzou nákladů sběru,
- zkoumáním možností využití zbytkové frakce.

Oddělený sběr bioodpadu z technického hlediska se může provádět

- prostřednictvím sběrných dvorů,
- velkoobjemovými kontejnery,
- sběrnými nádobami na odpad (objem 120 l, 240 l),
- sběrnými nádobami upravenými pro sběr bioodpadu,
- pytlovým způsobem sběru.

Z organizačního hlediska se oddělený sběr provádí následujícími způsoby

- donáškovým způsobem,
- odvozným způsobem.

Rozhodující pro zavedení odděleného sběru jsou druhy sbíraného bioodpadu, způsob jejich zpracování, zdroje jejich výskytu, finanční možnosti obcí, úroveň

nakládání s odpady v obcích, kultivovanost občanů při dosavadním třídění využitelných složek a v neposlední řadě potřeby a cíle obcí.

Způsob sběru jak z technického, tak organizačního hlediska předurčuje druh sbíraného bioodpadu. Odpad ze zeleně se získává převážně „donáškovým (dovozným) způsobem sběru“ na určená místa, kterými může být přímo kompostárna, sběrné dvory nebo jiná pro sběr vyhrazená místa. Bioodpad z domácností je získáván „odvozným způsobem sběru“, tj. odděleným sběrem do nádob menších objemů přistavených v blízkosti obytných objektů. Sběr bioodpadu z objektů veřejného stravování a specifických odpadů ze živnosti je prováděn „mobilním sběrem“.

Donáškový způsob sběru

Donáškový (dovozový) způsob sběru do sběrných dvorů občany se uplatňuje při sběru odpadu ze zeleně. Ve sběrných dvorech je bioodpad ukládán do velkoobjemových kontejnerů, určených výhradně pro tento druh odpadu. Shromážděný odpad je ze sběrných dvorů svážen na kompostárnu. Úprava (štěpkování) rostlinného odpadu z prořezávek a jiné dřevní hmoty je zpravidla prováděna až v kompostárně.

Pro sběr odpadu ze zeleně v rozptýlené příměstské zástavbě rodinných domů nebo i na jiných územích měst, kde docházková vzdálenost do sběrných dvorů je příliš vysoká, mohou být také zřizována „stálá sběrná místa“. Tato sběrná místa by měla být vybavena přepravníky odpadu (kontejnery, valníky), měla by být označená a oplocená. V opačném případě je vhodné přistavovat označené kontejnery výhradně na dobu nezbytnou k jejich naplnění, neboť tato místa jsou příležitostí pro vytváření černých skládek. Optimálním řešením v těchto oblastech je mobilní sběr odpadu ze zeleně s obsluhou v předem vyhlášených termínech na určených stanovištích. Zavedením takovýchto stálých sběrných míst se naopak eliminují podmínky pro znečišťování prostranství či přímo tvorbu černých skládek.

Donáškový (dovozový) sběr je nevhodnějším způsobem pro profesionálně prováděnou údržbu zeleně. Při údržbě zahrad a parků je produkováno velké množství odpadu z prořezávek, ale i odpadků a kamenů, které nejsou přijatelné pro kvalitní kompostování. Firmy pro údržbu zeleně musí proto stejně jako občané provádět oddělený sběr. Provozovatelé kompostáren v dohodě s těmito firmami vymezí odpady přijatelné pro kompostování s ohledem na technické vybavení kompostáren, to se týká nejen příměsí minerálních a jiných tuhých odpadů, ale i optimálních velikostí dřevní hmoty apod.

Vzhledem k tomu, že příjem odpadů pro kompostování s ohledem na požadovanou kvalitu dodaného materiálu je nutno kontrolovat, je vhodné přijímat odpad vždy prostřednictvím obsluhy. Při sběru musí být odstraněny především:

- kusy kovových předmětů,

- sklo,
- autobaterie, plechovky od barev,
- kusy minerálního odpadu.

Drobné nekompostovatelné materiály, pokud nemají charakter nebezpečného odpadu, je možno akceptovat s ohledem na možnost jejich odstranění sítováním vyrobeného kompostu. Plastové obaly, ve kterých může být odpad předáván, je vhodné odstranit, neboť mohou skrývat více nežádoucích příměsí.

Odvozový způsob sběru

Odvozový způsob sběru se uplatňuje při sběru bioodpadu z domácností, kdy je v závislosti na druhu zástavby společně sbírán kuchyňský bioodpad a odpad ze zeleně. Odvozový způsob sběru do sběrných nádob menších objemů (120 l, 240 l) přistavených v blízkosti vchodů do obytných objektů představuje pohodlnou službu pro občany. Je to způsob, při kterém se dosahuje nejvyšší účinnosti sběru bioodpadu, ale také je výrazně provozně nákladnější než donáškový sběr.

Sběr bioodpadu z domácností má řadu specifíků, se kterými je nutno se zabývat podrobněji. Na základě zahraničních zkušeností není vhodné sběr bioodpadu z domácností zavádět ve vnitřní části měst, kde logistika sběru působí obtíže a většinou není zajištěna přijatelná úroveň kontaminace. Obdobné problémy s kvalitou byly zaznamenány v některých našich městech při sběru bioodpadu v sídlištní panelové zástavbě.

Cyklus sběru bioodpadu z domácností by měl být v souladu s cyklem sběru směšného (zbytkového) komunálního odpadu. Z hygienického hlediska (vzhledem k emisím do ovzduší a k obsahu vody) by interval svozu neměl v letních měsících překročit 7 dní a v zimních měsících může dosáhnout i 14 dní, v závislosti na typu sběrných nádob a obytné zástavby.

Bioodpad z domácností je v zásadě možno sbírat svozovými automobily se systémem rotačního i lineárního stlačování. Výhodou systému rotačního stlačování je však větší homogenizace odpadu (včetně drcení dřevní hmoty), která příznivě ovlivňuje zrání odpadu, systém snižuje problémy se skladováním v důsledku provzdušnění odpadu při nakládce i vykládce. Systém lineárního stlačování s ohledem na vyšší poměr stlačení odpadu ve sběrné nádrži naopak způsobuje problémy v odvodňování odpadu. Automobily musí být vybaveny přídatným zařízením pro zachycování vody. V tomto směru je vhodné provádět sběr bioodpadu z domácností společně s odpadem ze zeleně a s dalšími suchými využitelnými materiály jako je zbytkový nerecyklovatelný papír.

Pro sběr bioodpadu z domácností jsou většinou užívány nádoby o objemu 120 l a 240 l. V zástavbě rodinných domů i nádoby menších objemů (80 l). Plnění nádob v extrémních případech může dosahovat až 160 kg na nádobu o objemu 240 l. Pro společný sběr bioodpadu z domácností a ze zeleně je vhodné užívat

nádoby větších objemů, odpovídající 14 dennímu cyklu odvozu. Za nejzávažnější problémy při sběru bioodpadu z domácností lze považovat

- namáhavost při nakládání sběrných nádob,
- zápach v okolí nádob a při nkládce,
- rozptyl vody při nkládce,
- rozptyl jemných částic bioodpadu při nkládce,
- rozptyl vody kondenzované na stanovišti.

Některé uvedené nedostatky je možno eliminovat užíváním sběrných nádob speciálně upravených pro sběr bioodpadu. Nádoby jsou vybaveny větracími otvory, žebrováním a mřížkou umožňující shromáždění výluhů ve spodní části nádoby. Nádoby současně plní funkci kompostéru, který umožňuje prodloužit dobu mezi svozem bioodpadu, avšak za vyšších cen jejich pořízení.

Odvozovým způsobem sběru bioodpadu je v podstatě i mobilní sběr specifických odpadů ze živností a ze zařízení veřejného stravování.

Oddělený sběr bioodpadu je možno zajišťovat také prostřednictvím sběrných pytlů. Sběr bioodpadu do pytlů odvozovým způsobem u okraje chodníků je pohodlnou službou pro občany a je provozně jednodušší než překládání odpadu ze sběrných nádob do svozového automobilu. Vzhledem k tomu, že materiál pro kompostování musí být zbaven nežádoucích příměsí je nutno pytle oddělit od bioodpadu. Oddělení pytlů při svozu představuje značné prodloužení nkládky a zvýšení nkládků na sběr. Vysypání odpadu z pytlů až na místě zpracování má řadu problémů. V pytlích se může skrývat vyšší množství jiných kontaminujících odpadů. V letních měsících je v odpadu ze zeleně velké množství trávy (kompaktní a mokry materiál), která při skladování odpadu v pytlích vyhnívá a nastávají problémy se zápachem a hmyzem.

S ohledem na ekonomiku sběru a nutné úpravy odpadu před zpracováním se pytlový sběr nepovažuje za optimální způsob sběru. V případě jeho zavedení je vhodné vybavit kompostárnu zařízením pro destrukci plastových pytlů, která může současně napomoci rozvolnění shluků dřevní hmoty.

Kvalita sběru

Kvalita (čistota) sbíraného bioodpadu z domácností, obdobně jako oddělené sběry využitelných složek všeobecně, je závislá na intenzitě komunikace s původci tohoto odpadu. Při důkladně prováděné osvětě, především v období zavádění sběru, je čistota bioodpadu odloženého do sběrných nádob přijatelná pro následné kompostování. V případě, že časem dochází ke snížení péče o oddělený sběr, což je v našich podmínkách velmi častým jevem, se jeho kvalita zhoršuje.

Opačný trend je zaznamenáván u sběru bioodpadu do velkoobjemných kontejnerů, kde se nízká kvalita projeví hned na počátku zavedení sběru a při soustavně

osvětě dochází postupně k výraznému zlepšení. Vysoké kvality je bioodpad shromážděný ve sběrných dvorech pod dohledem obsluhy dvora.

Přílišnému znečištění bioodpadu ve sběrných nádobách lze předejít také tím, že se nádoby umísťují pouze na žádost občanů a při svozu bioodpadu je prováděna kontrola obsahu nádob. V tomto případě je sběr bioodpadu z domácností doplňkovou záležitostí sběru odpadu ze zeleně a jiných specifických bioodpadů ve městech a je používán jako startér (očkovací materiál) kompostovaného odpadu.

Hlavní zásady sběru komunálního bioodpadu lze vyjádřit v následujícím souhrnu

- občané musí mít větší časový prostor, než se naučí třídit bioodpad,
- za optimální je považován odvoz bioodpadu v týdenních intervalech,
- výsledný kompost je pod hranicí normy obsahu škodlivin,
- kompost je vhodný pro tržní účely,
- kompostovat se může pouze bioodpad získaný odděleně.

Stanovení systému odděleného sběru komunálního bioodpadu je v pravomoci každé obce, stejně tak jako obec nese odpovědnost za provoz tohoto systému. Je zřejmé, že nakládání s bioodpady se stává nedílnou součástí odpadového hospodářství obcí a způsoby jejich sběru jsou zakládány na ověřených postupech s přihlédnutím k možnostem a logice vyplývající z místních zvyklostí a podmínek.

4. Kvalitativní znaky komunálního bioodpadu

Pro následné zpracování odděleně sebraného komunálního bioodpadu je důležitá znalost některých fyzikálních a chemických vlastností vstupních materiálů.

4.1 Odpad ze zeleně

Kvantitativně nejvýznamnějším odpadem z veřejné i soukromé zeleně je **tráva**. Chemické složení trávy z nízko sečených okrasných travníků parkového typu je závislé na používané travní směsi a způsobu hnojení travníku. Obsah dusíku (N) v sušině trávy je v rozmezí 1,6 – 2,9 %, draslíku (K_2O) 1,5 – 2,5 %, fosforu (P_2O_5) 0,6 – 0,9 %, vápníku (CaO) 0,8 – 1 %, hořčíku (MgO) 0,3 – 0,4 %. Poměr uhlíku a dusíku (C:N), který u tohoto odpadu představuje rozmezí 22 – 30 : 1, je zcela optimální pro zpracování technologií kompostování, ale jde i o vhodný odpad pro případnou výrobu bioplynu. Obdobnou charakteristiku vykazuje i travní fytomasa z hřišť a sportovišť.

Odpad travní fytomasy z extenzivních travních ploch, zejména travníků při pozemních komunikacích (okraje silničních komunikací, zárezové svahy dálnic) případně travníků rekreačních, je tvořen travními rostlinami po odkvětu s vyšším stupněm lignifikace pletiv a s větší délkou seče. Obsah dusíku v sušině je v rozmezí 1 – 1,8 % a poměr C:N je podstatně vyšší než u krátkých sečí parkových travníků a může dosáhnout i hodnot v rozmezí 30 – 40 : 1. Méně vyskytujícím se odpadem travní fytomasy je tzv. stařina z pohrabování travníků. Většinou jde o odpad ze soukromé zeleně. Stařina obsahuje minimum dusíku a poměr C:N je 40 – 60 : 1.

Krátké seče trávy z parkových travníků s ohledem na vyšší vlhkost a užší poměr C:N jsou schopny rychlé mikrobiologické přeměny a v hromadách trávy nastupují rychle hydrolyzní procesy provázené nepříjemným zápachem. Proto by tento odpad měl být zpracován co nejdříve. Tráva ze starších porostů je mikrobiologické přeměně podstatně odolnější a rozkládá se až ve zrajícím kompostu.

Odpady z travní fytomasy z veřejné zeleně bývají často kontaminovány příměsí různých obalů, zejména plastů. Tráva z okrajů komunikací, zejména dálnic, ze vzdálenosti do 150 m od komunikace obsahuje mírně zvýšený obsah olova, zinku a kadmia zpravidla v koncentracích, které nejsou na závadu pro kompostování.

Dalším sezónně vyskytujícím se odpadem ze zeleně je odpad **listí**. Veškeré listí ze stromů je kompostovatelné včetně listí kaštanu a ořešáku, které je odolnější mikrobiologickému rozkladu. Poměr C:N u listí je 40 – 60 : 1, obsah dusíku 0,8 – 1 % sušiny. V případě rozsáhlejšího napadení listí kaštanu koňského, javoru nebo různých kříženců jírovce klíněnkou jírovcovou se doporučuje promíchat napadené listí z podzimního nebo jarního hrabání s vápnem a navlhčit a teprve po proběhnutí termické reakce kompostovat. Samotný proces kompostování ničí přezimující kukly jen z 80 %. Vápnění listí před kompostováním je vhodné i při napadení listů různých stromů houbovými chorobami.

Z chemického hlediska zcela odlišným odpadem ze zeleně je **dřevní odpad**, případně kůrodřevní hmota z průřezů stromů, z probírky dřevin v lesoparcích a z odstranění stromů při obnově parků a po polomech. Obsah dusíku v dřevní nebo kůrodřevní hmotě je minimální (0,2 – 0,4 % v sušině), obsah dalších rostlinných živin je zanedbatelný a poměr C:N je v rozmezí 90 – 120 : 1. Dřevní odpady je nutno před kompostováním zpracovat štěpkováním nebo drcením. Nejlepší zrnitost štěpky pro kompostování je 2 – 5 cm. Štěpkování je možné provést mobilními štěpkovači přímo v místě vzniku odpadů nebo na kompostárně, kam se dopravují větve, případně rozřezané kmeny dřevin. Při kompostování dřevní štěpky je třeba zabezpečit optimální vlhkost a poměr C:N snížit přidavkem dusíkatých látek na 30 : 1. Mikrobiologická přeměna dřevní štěpky při kompostování je ve srovnání s travní fytomasou dlouhodobějším procesem. To platí zejména pro tzv. zelenou štěpku větví a vršků jehličnatých dřevin, obsahující pryskyřičné látky. Na kompostárnách je tato štěpka zpracovávána většinou sezónně např. v období zpracování vánočních stromků.

Dřevní štěpka ze zeleně je důležitým doplňkem surovinové skladby kompostů při kompostování trávy, zabezpečujícím pórovitost kompostu. Její nedostatek je při kompostování trávy nutno nahradit řezanou slámou řepkovou nebo obilnou nebo drcenou dřevní hmotou z obalů nebo odpadního dřeva ze staveb. V současné době je možno dřevní štěpku ze zeleně též využít jako paliva v kotelnách na biomasu (v České republice se provozuje 120 biokotelen a biotepláren) nebo jako surovinu pro výrobu dřevních briket nebo pelet. Dřevní štěpka je však nevhodná pro zpracování v bioplynových stanicích.

Sortiment odpadů ze zeleně dále zahrnuje **odpad z květinových záhonů**. Jde o odstraněné části květin a odpad z odplevelování. Odpad nevysemeněných plevelů se zeminou ulpělou na kořincích rostlin obsahuje vhodné půdní mikroorganismy a je výborným očkovacím materiálem do kompostů. Problematickým je odpad z odplevelování za předpokladu, že obsahuje vyzrálé plevele s klíčovými semeny, případně oddénky pýru nebo bršlice. Zamezení vegetace plevelů závisí na intenzitě procesu a zpravidla není absolutní. V případě, že v tomto směru nastanou problémy, je možno doporučit následující postup. Hromadu plevelných rostlin silně ovlhčit, přikrýt nepropustnou fólií a působením slunečního tepla zapařit a tak v hromadě navodit po dobu cca 10 dnů anaerobní hydrolyzu. V malém množství je možno tuto devitalizaci plevelů provést v plastovém pytlí a s výhodou je možno k zapaření použít horkou vodu.

Odpad ze hřbitovů je pro kompostování vhodný, jestliže jsou odloučeny příměsi, které nelze kompostovat (plasty, sklo, kovy, parafín).

Zvláštním odpadem vhodným pro kompostování je odpad z expanzivních rostlin, zejména křídlatky sachalinské nebo japonské, jejichž silné rozšíření v některých oblastech je důvodem k likvidačním zásahům. Jde o vytrvalé bylinné rostliny keřovitého vzrůstu se silně lignifikujícími pletivy. Pro kompostování je třeba odstraněné rostliny zpracovat štěpkovačem nebo řezačkou. Takto upravený odpad

může např. při kompostování trávy nahradit dřevní štěpku. Štěpku z křídlatky je také možné využít v některé kotelně na fytomasu nebo ji slisovat do briquet či pelet a využít jako palivo.

4.2 Bioodpad z domácností a specifické bioodpady

Odpady ze zeleně jsou pro provoz kompostárny sezónní záležitostí. Z provozně-ekonomických důvodů je výhodné udržovat celoroční provoz kompostáren. Kompostárny např. v SRN obvykle kompostují separovaně sbíraný bioodpad z domácností, což je převážně kuchyňský bioodpad. Podíl tohoto bioodpadu, jehož roční produkce v různých typech zástavby představuje 30 – 60 kg na obyvatele je stabilní složkou surovinové skladby kompostů a odpady ze zeleně představují pouze sezónní přírůstek. Kompostování odpadů se tím z organizačně technologického hlediska značně zjednodušuje a vyrobený kompost vykazuje stabilní jakostní znaky.

V České republice je **bioodpad z domácností** většinou součástí směsných komunálních odpadů a jeho následná separace je obtížná s ohledem na kontaminaci cizorodými látkami, zejména těžkými kovy z ostatních složek směsného odpadu. Separovaný sběr bioodpadu z domácností se provádí již řadu let v Nové Pace a v posledních letech v Uherském Hradišti, Strážnici, Kroměříži, Písku a dále i v několika malých obcích a nejnověji v Plzni. Součástí separovaně sbíraného bioodpadu jsou zbytky zeleniny, ovoce, vařených jídel, potravin, kávová sedlina, čaj, vaječné skořápky, ale též odpad ze zahrad. Do separovaného sběru bioodpadu se přidávají i znečištěné papírové utěrky, piliny, hobliny, popel ze dřeva, peří a vlasy. Řada obcí v České republice doporučuje svým občanům bydlícím v rodinných domcích domácí kompostování bioodpadu a odpadů ze zeleně a poskytuje jim formou letáků metodické návody.

V podmínkách České republiky se velmi často kompostuje **bioodpad z provozu veřejného stravování** (restaurace, závodní jídelny, přípravny lahůdek apod.). V zahraničí je tento odpad využíván především na bioplynových stanicích. Ke kompostování je možné využít i bioodpad živnostenský, z tržišť a tržnic, z jízdáren a z potravinářského průmyslu.

Ze zemědělských provozů je možné kompostovat jak odpady rostlin (např. slámu, nať, chrást), tak i zvířecí fekálie (kejda, hnůj, drůbeží trus).

Před kompostováním **kalů z čistíren odpadních vod** veřejných kanalizací je nutné posoudit jejich vhodnost na základě obsahu cizorodých látek, zejména těžkých kovů. Příčinou obsahu těžkých kovů v kalech jsou průmyslové odpadní vody, svedené na čistírnu. Pro kompostování bývají zpravidla vhodné čistírenské kalů z menších obcí a z izolovaných komunit. Čistírenský kal je v kompostu zdrojem dusíkatých látek a bývá využíván jako tekutý o sušině 8 – 10 % nebo odvodněný o sušině 18 – 25 %.

5. Fermentace bioodpadu a surovinová skladba kompostu

Přeměnu organické hmoty odpadů na humusové látky při kompostování zabezpečují převážně mikroorganismy. Jde o analogické procesy jako při přeměně organické hmoty v půdním prostředí. Vytvářením optimálních podmínek pro rozvoj aerobních mikroorganismů je možno získat v kompostu až desetkrát většího počtu mikroorganismů ve srovnání s půdou a získat tak humusové látky rychleji a produktivněji. Při přeměně organické hmoty se dále uplatňují houby a drobní živočichové, zejména roztoči, chvostoskoci a žížaly.

5.1 Fermentace bioodpadu a její optimalizace

Přeměna organických látek při kompostování probíhá v různých fázích (fáze rozkladu, přeměny, dozrávání). **Fáze rozkladu** je provázena uvolňováním tepla a zahříváním substrátu na teplotu 50 – 60 °C. Aerobní mikroorganismy rozkládají celulózu, škrob, hemicelulózu, bílkoviny a tuky na nižší látky a ke svému metabolismu využívají uvolněné živiny. Termofilní houby se uplatňují při rozkladu lignocelulóзовých pletiv. Vlivem intenzivní tvorby organických kyselin se zvyšuje kyselost substrátu. Při tomto procesu se dýcháním aerobních mikroorganismů vytváří oxid uhličitý. Při nadbytku dusíku se v kompostu uvolňuje čpavek. Probíhá též velká objemová redukce substrátu. Vytvářejí se základní kameny ke stavbě humusových látek. Tato fáze rozkladu bývá též nazývána hydrolyzní, mineralizační nebo též horká fáze. Její doba trvání může být při intenzivním provzdušňování 2 – 3 týdny, ale u kompostů s velkým podílem dřevní štěrky trvá i 2 měsíce.

Následuje **fáze přeměny** s poklesem teploty na 40 – 45 °C a se změnou složení mikroorganismů. Kompost mění svůj vzhled, nelze již poznat původní hmoty odpadů. Nástupem činnosti žížal a jiných drobných živočichů vzniká drobtovitá struktura. Kompost získává stejnoměrnou hnědou barvu a slabou vůni po lesní zemině. Ve fázi přeměny je třeba udržovat dobré aerobní podmínky, aby kompost nezksyl, aerace nemusí však být tak intenzivní jako na počátku zrání.

Ve **fázi dozrávání** se zvyšuje stabilita kompostu, tvoří se nové humusové látky, a to především huminové kyseliny a molekulová váha humusových látek se zvyšuje, živiny se pevněji zabudovávají do organických vazeb, kyselost substrátu se opět snižuje (pH stoupá). V této fázi by se již neměl vyskytnout v substrátu čpavek a fytotoxické látky. Struktura má být drobtovitá a výrazný zápach po zahradní nebo lesní zemině. Teplota kompostu ve fázi dozrávání postupně klesá na teplotu okolí.

Některé postupy kompostování doporučují do čerstvého kompostu aplikovat mikroorganismy různými přípravky. V provozních podmínkách bývají tyto preparáty většinou bez prokazatelného účinku a **aplikace** těchto **přípravků** zbytečně prodražuje výrobu kompostu. Nejvhodnější skladbu mikroorganismů je

možno do kompostu vnést ornici, pařeniřtní zeminou nebo zrajícím kompostem. Rovněž dostatečné množství odpadu z odplevelování záhonů zabezpečuje vhodnou mikrofloru, zejména při domácím kompostování. Dobrým očkovacím materiálem je nadsítná frakce méně rozložených částic kompostu, vznikající při prosévání zralého kompostu, aplikovaná do nově zakládaného čerstvého kompostu.

Při domácím kompostování travní fytomasy bez jakýchkoliv dalších přísadků strukturních materiálů a zeminy se osvědčují mikrobiologicko enzymatické preparáty např. od firmy Sanitree z Jihoafrické republiky, a to i v podmínkách nedostatečného provzdušňování kompostové zakládky. V České republice je možno tento preparát získat pod označením Oxygenátor. Na 2 m³ kompostovatelné hmoty se aplikuje 50 g preparátu v suspensi se 2 litry vlažné vody. Tento preparát byl testován při kompostování krátké seče čerstvé parkové trávy v zakládkách 2,5 m vysokých a zabezpečil zahřátí těchto zakládek na 70 °C a objemovou redukci zakládek na třetinu původního objemu, a to bez tvorby zápachu. Během dvou měsíců s jednou překopávkou byl s pomocí preparátu získán použitelný kompost z trávy. Preparát je možno doporučit v podmínkách domácího kompostování tam, kde chybějí vhodné očkovací hmoty. Pro větší kompostárny odpadů představuje aplikace preparátu zvýšení nákladů na kompostování až o 25 % a preparát bývá používán ke kompenzaci nedostatků extenzivní technologie a špatně sestavené surovinové skladby kompostů a především k omezení nepříjemného zápachu hnilící trávy.

Optimální podmínky pro rozvoj mikroorganismů při kompostování odpadů se zabezpečí

- úpravou poměru uhlíku a dusíku (C:N) vhodným poměrem zpracovávaných odpadů,
- úpravou vlhkosti,
- minimální přítomností fosforu,
- úpravou pH,
- úpravou zrnitosti a homogenity substrátu,
- provzdušňováním substrátu,
- regulací teploty v průběhu kompostování.

K dosažení poměru C:N v rozmezí 25 – 30 : 1 u zralého kompostu (dobrá stabilita a agronomická účinnost), je nutno optimalizovat C:N v čerstvém kompostu v rozmezí 30 – 35 : 1. V průběhu zrání ubývá část uhlíku jako oxid uhličitý a poměr C:N se zužuje. Odpady se širokým poměrem C:N (dřevní štěpka, sláma, papír) jsou více odolnější mikrobiologickému rozkladu než odpady s úzkým poměrem C:N (tabulka č. 2). Nadměrně široký poměr C:N v čerstvém kompostu prodlužuje jeho zrání a v případě aplikace kompostu s širokým poměrem C:N do půdy pokračuje rozklad kompostu v půdním prostředí, k čemuž se spotřebovává půdní dusík, který pak chybí pěstovaným rostlinám. Při příliš úzkém C:N v čerstvém kompostu převyšuje obsah dusíku metabolickou potřebu mikro-

organismů, vznikají ztráty čpavkového dusíku, doba zrání se prodlužuje a produktivita tvorby humusových látek klesá.

Tabulka č. 2

Poměr C:N v kompostovatelných bioodpadech

Odpady	Poměr C:N
Tráva mladá (krátká seč)	22 – 30 : 1
Tráva z extenzivních ploch	30 – 40 : 1
Stařina	40 – 60 : 1
Listí	40 – 60 : 1
Zelená štěpka	70 – 90 : 1
Štěpka z průřezů	90 – 120 : 1
Štěpka z kmenů	100 – 200 : 1
Kůra jehličnatých stromů	100 – 120 : 1
Kuchyňské odpady	20 – 30 : 1
Papír	150 – 200 : 1
Piliny, hobliny	120 – 200 : 1
Králičí trus	15 : 1
Zvířecí fekálie, drůbeží trus	8 – 10 : 1
Koňský hnůj	15 – 25 : 1
Sláma	100 – 120 : 1
Čistírenské kaly	5 – 8 : 1
Obsah kuchyňských lapolů	180 – 200 : 1

V kompostářské praxi se vychází ze zjištění, že obsah uhlíku (C) představuje cca polovinu obsahu organické hmoty. To umožňuje sestavení optimální surovinové skladby čerstvého kompostu (s C:N 30 – 35 : 1) podle výsledku základních chemických rozborů odpadů nebo podle tabulkových údajů (tabulka č. 2). K hmotám se širokým poměrem C:N (dřevní štěpka, piliny, listí, papír) se přidávají odpady s úzkým poměrem C:N (zvířecí fekálie, čistírenské kaly) a v případě jejich nedostatku je možné aplikovat dusíkaté hnojivo, nejlépe močovinu nebo síran amonný. Čerstvá tráva i bioodpady z domácností mají C:N pro kompostování optimální.

Používaný sortiment odpadů ze zeleně, případně bioodpadů z domácností obsahuje většinou **minimální potřebné množství fosforu** pro mikroorganismy (cca 0,2 % P₂O₅ v sušině). Nedostatek fosforu může nastat jen při kompostování samotné dřevní štěpky (s močovinou), kdy je nutno doporučit přírůstek 0,5 kg superfosfátu na 1 m³ štěpky.

Obtížná je **optimalizace vlhkosti** čerstvého kompostu. Nedostatečná vlhkost způsobuje vývoj nevhodné mikroflory s převahou plísní a aktimycet. Při nadbytečné vlhkosti dochází rychle k nedostatku kyslíku v kompostu a k vývoji

anaerobní mikroflory, ke zkysnutí kompostu a ke hnití odpadů provázenému nepříjemným zápachem. Optimální vlhkost je taková, při níž je 70 % pórovitosti čerstvého kompostu zaplněno vodou. Komposty zemité vyžadují optimální vlhkost 50 – 55 %, oproti tomu komposty s převahou dřevní štěpky vyžadují vlhkost 65 – 70 %. Kompost s obsahem cca 75 % hmotnosti trávy by měl mít počáteční vlhkost 60 – 62 %.

Orientační zkouška správné vlhkosti čerstvého kompostu spočívá v odebrání substrátu asi 30 cm pod povrchem zakládky rukou (nejlépe v pryžové rukavici) a jeho silné zmáčknutí prsty. Při optimální vlhkosti se nesmí mezi prsty objevit kapičky vody a po uvolnění tlaku prstů se nesmí substrát rozpadnout a hrouda substrátu zůstane pohromadě. Při kompostování vysokých podílů řezané trávy nastává rychlá objemová redukce materiálů, pórovitost se snižuje, ale zároveň dochází k odpařování vody v důsledku zahřátí substrátu a zpravidla se proces neobejde bez dalšího zvlhčování v průběhu zrání. Při zavádění výroby kompostu, jestliže není zřejmá optimální vlhkost, volí se raději nižší vlhkost, která se snadno koriguje závlahou kompostů. Převlhčení kompostu se upravuje mnohem obtížněji překopávkami a přidávkem sušších hmot.

Při **optimalizaci surovinové skladby kompostu** z hlediska C:N, vlhkosti a zabezpečení minima fosforu se vychází ze skutečných chemických rozborů odpadů nebo z tabulkových odhadů (tabulka č. 3).

Tabulka č. 3

Vlhkost (v %), organická hmota a živiny (v % sušiny) v odpadech vhodných do kompostu

Odpad	Vlhkost	Org. látky	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
Tráva, seno	10 – 80	85 – 92	1 – 2,9	0,4 – 0,9	0,9 – 2,5	0,6 – 1	0,2 – 0,3
Listí	15 – 40	88 – 94	0,9 – 1,5	0,1 – 0,2	0,2 – 0,5	1,7 – 3,0	0,1 – 0,2
Odpad zeleniny	80 – 90	85 – 90	1,5 – 2,5	0,8 – 1,3	1,0 – 2,0	0,8 – 2,0	0,2 – 0,4
Stařina z luk	10 – 30	88 – 95	0,8 – 1,0	0,4 – 0,6	1,0 – 1,8	0,9 – 1,7	0,1 – 0,2
Výhozy z přík.	10 – 40	15 – 20	0,3 – 0,6	0,3 – 0,5	0,4 – 0,7	2,0 – 7,0	0,6 – 1,2
Kuchyň. odpad	65 – 80	75 – 88	1,2 – 2,3	0,3 – 0,7	0,4 – 0,8	1,9 – 3,0	0,3 – 0,6
Výlisky z ovoce	65 – 87	78 – 92	0,1 – 0,6	0,1 – 0,3	0,3 – 0,6	0,1 – 0,3	0,0 – 0,1
Piliny	40 – 70	97 – 99	0,0 – 0,2	0,0 – 0,1	0,0 – 0,1	0,1 – 0,2	0,0
Stromová kůra	40 – 70	94 – 98	0,2 – 0,4	0,0 – 0,2	0,0 – 0,3	0,1 – 0,3	0,0
Zemina cukrov. a škrobárenská	15 – 35	7 – 13	0,1 – 0,2	0,1 – 0,4	0,2 – 1,2	2,0 – 6,0	0,0 – 0,3
Šáma cukrovar.	15 – 50	3 – 12	0,2 – 0,5	0,7 – 1,0	0,1 – 0,4	48 – 52,0	3,0 – 4,5
Kanalizační kal	55 – 96	27 – 45	2,0 – 4,5	0,6 – 1,3	0,3 – 0,8	2,5 – 10,0	0,4 – 1,0
Jímkový kal	91 – 98	30 – 48	2,2 – 4,0	0,5 – 1,2	0,3 – 0,8	1,5 – 6,0	0,2 – 0,4
Popel ze dřeva	5 – 40	4 – 10	0,0 – 0,1	2,0 – 4,0	6,0 – 10	33 – 35	4,0 – 7,0

Odpad	Vlhkost	Org. látky	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
Vytříd. bioodpad	37 – 64	69 – 82	1,2 – 1,9	0,2 – 0,5	0,3 – 0,6	1,5 – 2,5	0,2 – 0,5
Pazdeří	10 – 15	83 – 98	0,4 – 0,7	0,0 – 0,1	0,0 – 0,1	0,3 – 0,5	0,0
Rybniční bahno	25 – 80	8 – 25	0,3 – 0,6	0,2 – 0,3	0,4 – 0,6	2,5 – 3,5	0,1 – 0,5
Lihovar. výpalky	80 – 93	86 – 89	2,9 – 3,3	1,1 – 1,4	6,0 – 6,5	0,1 – 0,3	0,0 – 0,1
Kostní šrot	5 – 20	17 – 23	1,4 – 1,9	28 – 33,0	0,1 – 0,4	25 – 40,0	3,0 – 6,0
Kapucín, hnědo-uhelný prach	15 – 40	30 – 64	0,2 – 0,7	0,0 – 0,3	0,1 – 0,3	0,8 – 2,0	0,1 – 0,2
Odpad mlýnský, krmivářský	8 – 15	65 – 85	0,8 – 1,3	0,2 – 0,5	0,3 – 0,5	0,9 – 4,0	0,1 – 0,3
Rašelina	60 – 80	55 – 90	1,2 – 3,0	0,1 – 0,2	0,1 – 0,3	0,5 – 1,0	0,1 – 0,3
Jateční odpad	70 – 85	75 – 95	5,0 – 9,0	0,2 – 0,4	0,2 – 0,6	0,6 – 1,0	0,1 – 0,3

S ohledem na požadavky mikroflory by mělo být počáteční **pH** čerstvého kompostu 6 – 8. V průběhu kompostování se pH v jednotlivých fázích výrazně mění. Optimální pH zralého kompostu je v rozmezí 7 – 7,5, pokud záměrně nechceme připravit kompost s nižším pH pro acidofilní okrasné rostliny.

Zrnitostní úpravy odpadů ze zeleně a jejich dokonalá homogenizace jsou významným intenzifikačním faktorem urychlujícím zrání kompostu. Drcení, štěpkování a řezání zvyšuje povrch části odpadů a je zcela nezbytné u dřevních odpadů. Krátké seče trávy se kompostují rychleji než seče dlouhé. Homogenizace trávy se strukturním materiálem odstraňuje nebezpečí vzniku ulehklých vrstev travní fytomasy ve spodních částech kompostu, které jsou nepropustné pro výměnu plynů a podléhají rychle hnití a při překopávkách kompostu jsou zdrojem hnilobného zápachu. Příliš jemná zrnitost odpadů má za následek snížení pórovitosti a vznik anaerobních podmínek v kompostových zakládkách i při minimální vlhkosti (např. problémy při kompostování pilin).

Provdzušňování substrátu a vytváření aerobních podmínek je hlavní zásadou kompostování. Mikroorganismy, přeměňující organickou hmotu při kompostování, mají vysoké nároky na kyslík a produkují oxid uhličitý. Technologie kompostování musí umožnit výměnu plynů mezi zrajícím kompostem a okolím tak, aby v substrátu bylo dostatek čerstvého vzduchu s kyslíkem.

Připravený čerstvý kompost by měl být kyprý, porézní a nepřevlhčený, musí obsahovat dostatek kyslíku pro počáteční nastartování procesu. Další způsoby zabezpečování kyslíku v průběhu zrání se liší podle jednotlivých technologií. Při zakrývání nízkých kompostových zakládek k zabránění atmosférických vlivů (děšť, sníh, odpařování) je nutné použít pouze speciálních prodyšných kompostárenských fólií.

Správná technologie kompostování by měla zabezpečit v období termofilní hydrolyzní fáze **teploty** vyšší než 45 °C po dobu alespoň 5 dnů. Teploty vyšší než

55 °C devitalizují semena plevelů a zárodky chorob rostlin. V kompostových zakládkách nižších než 120 cm (při domácím kompostování) jsou již značné tepelné ztráty a požadované teploty se obtížně dosahují. Teploty vyšší než 75 °C, které mohou nastat při kompostování odpadů ze zeleně mohou poškodit řadu vhodných mikroorganismů. Nástup těchto teplot je možné omezit snížením počtu překopávek a zálivkou.

5.2 Surovinová skladba kompostu

Sestavení správné surovinové skladby čerstvého kompostu rozhoduje o úspěšném průběhu vlastního kompostování a o výsledné kvalitě vyzrálého kompostu.

Surovinová skladba se optimalizuje propočtem těmito kroky:

- výběr odpadů, které budou kompostovány a určení jejich předpokládané hmotnosti,
- odhad vlhkosti, obsahu organických látek a P_2O_5 jednotlivých odpadů, buď na základě tabulkových hodnot nebo využitím chemických rozborů,
- propočet složení čerstvého kompostu,
- provedení korelací surovinové skladby tak, aby byly u čerstvého kompostu optimální vlhkost (55 – 65 %), C:N (30 – 35 : 1), a aby byl minimální obsah P_2O_5 alespoň 0,2 % v sušině, vlhkost se koriguje přidáním tekutin, při širokém poměru C:N se přidávají hmoty bohaté na dusík nebo přímo síran amonný, nebo močovina, nedostatek P_2O_5 se koriguje přidávkem superfosfátu, po navržených korekcích se surovinová skladba znovu propočte,
- odhadnou se ztráty v průběhu kompostování (při vysokém podílu trávy jsou hmotnostní ztráty cca 25 %, z toho přibližně dvě třetiny představuje ztráta vody a jednu třetinu ztráta organických látek),
- výpočet předpokládaného množství a kvality kompostu.

Tabulka č. 4

Přehled propočtu surovinové skladby kompostu (bez korekce)

Položka (odpad)	hmotn. (t)	Obsah látek				Hmotnost látek			
		vlhkost (%)	org. lát. % suš.	dusík % suš.	P_2O_5 % suš.	voda (t)	org. lát. (t)	dusík (t)	P_2O_5 (t)
Tráva čerstvá	65	75	80	2,0	0,4	48,5	13,0	0,325	0,065
Dřevní štěpka	25	40	87	0,3	0,05	10,0	13,05	0,045	0,008
Ornice	10	10	4	0,1	0,1	1,0	0,36	0,009	0,009
Zakládka (C:N = 34,9)	100	59,75	65,61	0,94	0,20	59,75	26,41	0,379	0,082
Ztráty	25	x	x	x	x	17,0	8,0	–	–
Zralý kompost (C:N = 24,4)	75	57,00	57,08	1,17	0,25	42,75	18,41	0,379	0,082

V níže uvedeném přehledu jsou uvedeny nejčastější surovinové skladby kompostů v % hmotnosti čerstvého kompostu.

Kompostárna Praha 10:

tráva	60 %
listí	10 %
štěpka dřevní	20 %
zemina	10 %

Pozn.: zeminu lze nahradit zrajícím kompostem nebo nadsítnou frakcí při prosévání kompostu

Kompostárna Nová Paka:

bioodpad z domácností	60 %
tráva	20 %
stromová kůra drcená	10 %
piliny	10 %

Zemědělská kompostárna Olešná:

travní fytomasa	70 %
řezaná řepková sláma	10 %
kejda prasat	10 %
ornice	10 %

Kompostárna Svojsice:

tráva	60 %
čistírenský kal odvodněný	20 %
dřevní štěpka	20 %

Pro domácí kompostování:

králíčí trus	20 %
tráva	20 %
listí	10 %
bioodpad z domácnosti	30 %
odpad plevelů	20 %

6. Organizace a technologie kompostování bioodpadu

Kompostování odpadu ze zeleně a dalších bioodpadů se z organizačního hlediska může provádět na následujících úrovních:

- domácí kompostování (v rodinných zahradách),
- komunitní kompostování (na sídlištích, u škol, v zahrádkářských koloniích),
- centrální kompostování (průmyslové a zemědělské kompostování).

6.1 Domácí kompostování

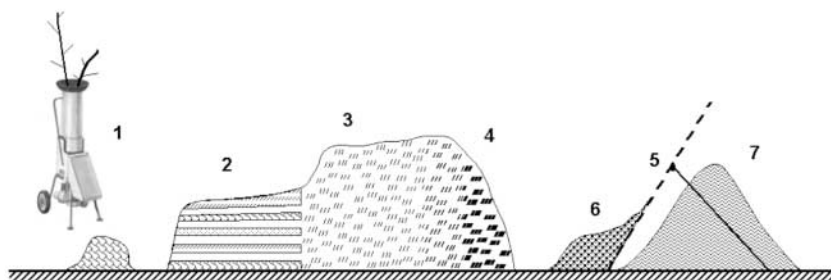
Domácí kompostování je jednoduchý způsob jak omezit podíl odpadu ze zahrady a kuchyňského bioodpadu ve směsném komunálním odpadu. Tento způsob kompostování by měl být **podporován prostřednictvím informačních akcí a finančními výhodami** v podobě nižších poplatků za odvoz směsného odpadu. Informační letáky pro občany (příloha č. 1) by měly vysvětlit ekologický význam kompostování, hlavní technologické zásady kompostování, objasnit, co lze kompostovat a upozornit na nebezpečné a problematické materiály pro kompostování. Je výhodné spojit domácí kompostování odpadu ze zahrady s kompostováním odděleně sbíraného kuchyňského bioodpadu z domácnosti.

Domácí kompostování se může provádět **v kompostových zakládkách, v boxech nebo v kompostérech**. Domácímu kompostování občané zemí Evropské unie věnují stejnou péči jako ostatním zahrádkářským činnostem. Při tom úspěšně uplatňují nejrůznější podpůrné prostředky zejména kompostové startéry pro urychlení kompostování, nebo různé dynamické postřikové substance pro zintenzivnění fermentačního procesu a zvýšení agronomické účinnosti kompostu.

Účinnost biodynamických preparátů byla prokázána univerzitními pracovišti ve SRN, Rakousku a Švýcarsku, kde se nejvíce používají. Preparáty se ředí vodou v doporučeném poměru 10 g na 100 l vody a množství vzniklé emulze je dostačující pro 50 t kompostovaných odpadů. Tyto preparáty mají v zemích EU jednotné číselné označení. Pro podporu domácího kompostování je doporučován preparát č. 500 Hornmist, dále preparát z květů řeběřku (č. 502), z květů heřmánku pravého (č. 503), z kopřivy dvoudomé (č. 504), z dubové kůry (č. 505), z květů smetanky lékařské (č. 506) a z kozlíku lékařského (č. 507). Dále je oblíben „Humofix“, prášek ze sušených bylin aplikovaný dávkou jedno čajové lžičky na 1 m³ kompostu. Pro omezení vzniku plísní při kompostování je vhodný nejen preparát z kopřivy, ale i dostatek posečených kopřiv v čerstvém kompostu. Nutnost dokonalé homogenizace a dodržení předepsaných návodů, které nutí věnovat přípravě kompostů náležitou péči je pro kompostování možná významnější než vlastní účinek preparátu.

6.1.1 Domácí kompostování na kompostových zakládkách

Nejvhodnější způsob je **kompostování na jedné zakládce** umístěné na méně exponovaném zastíněném místě zahrady s dobrým přístupem i za nepříznivého počasí. Kompostová zakládka by měla být vysoká cca 1 – 1,5 m, její šířka u země asi 2 m, délka je libovolná. Při vrstvení odpadů do zakládky je vhodné tyto odpady promíchávat a při dosažení výšky 1,5 m provést homogenační překopávku založené partie čerstvého kompostu. K takto zhomogenizované partii zrajícího kompostu přidáváme v průběhu roku další odpady. Je vhodné po 3 – 6 měsících opětně překopat zrající kompost za účelem provzdušnění. Při kompostování na jedné zakládce je vhodné překopávku provést opakovaným přehozem tak, že se překopaná provzdušněná zakládka vrátí na své původní místo. Po 9 – 12 měsících je většina odpadů ve zrajícím kompostu přeměněná a stabilizovaná. V této době se provádí zpravidla prosetí kompostu (přes prohazovačku 5 x 5 cm) a nadsítná frakce dosud nerozložených částic odpadů se přidá k nově zakládané partii (obr. č. 1).



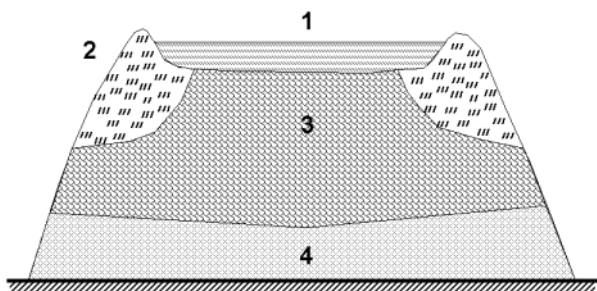
Obrázek č. 1: Domácí kompostování na jedné zakládce

- | | |
|------------------------------|---|
| 1 – drcení zahradního odpadu | 5 – síto |
| 2 – čerstvý kompost | 6 – nadsítná frakce pro zaočkování čerstvého kompostu |
| 3 – zrající kompost | 7 – prosátý kompost pro hnojení |
| 4 – vyžrálý kompost | |

Při ukládání trávy do tvořícího se kompostu je dobré trávu prohazovat nadsítnou frakcí z prosévání hotového kompostu nebo přímo zrajícím kompostem. Suché části nově zakládaného kompostu je vhodné ovlhčovat vodou, s výhodou je možno použít i tekutinu ze záchodové jímky. Ovlhčování zrajícího kompostu je nejlépe provádět při překopávkách. V objektech, kde je k dispozici jímka na vyvážení, je výhodné minimálně jednou v roce kompost zavlažit do závlahové laguny vytvořené v koruně zakládky (obr. č. 2).

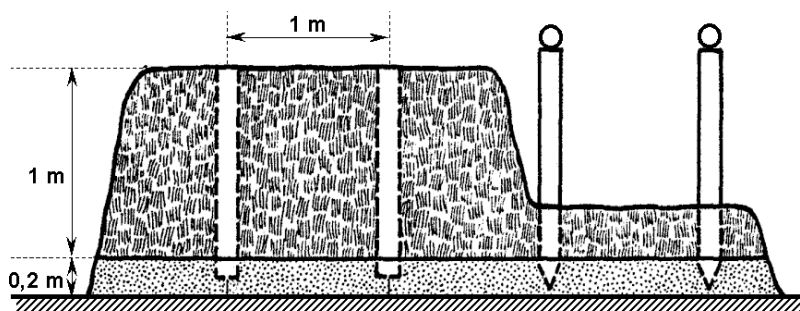
V případě dostatku odpadů a místa na zahradě může být příprava kompostu organizována tak, že **zakládka čerstvého kompostu, zrající kompost po homogenační překopávce a dozrávající kompost po provzdušňovací překopávce mohou tvořit samostatné figury**. Při zintenzivnění přeměny organických látek ještě dalšími překopávkami, se překopávky mohou provádět též v podélném

profilu figur. Pro zintenzivnění provzdušnění kompostu je možno v kompostu zbudovat ventilační průduchy. Při zhotovování ventilačních průduchů pomocí odřezků kulatiny o průměru 10 cm se dává do podlaží kompostové zakládky porézní substrát (sláma, štěpka, kůra), do kterého se fixují připravené kůly ve vzdálenosti cca 1 m od sebe. Na porézní podloží se pak překope nebo zakládá kompost (obr. č. 3) a po dosažení potřebné výšky se otáčivým pohybem vytáhnou kůly. Pro lepší manipulaci se kůly opatří železným okem a k vytažení se použije páky. Další malé průduchy při kompostování vznikají činností žížal, které se do založeného kompostu stahují z půdy.



Obrázek č. 2: Domácí kompostování s využitím tekutých odpadů ze záchodové jímky

- | | |
|------------------------------|--------------------------|
| 1 – laguna s tekutými odpady | 3 – suché bioodpady |
| 2 – drny a zemina | 4 – tráva, listí, štěpka |



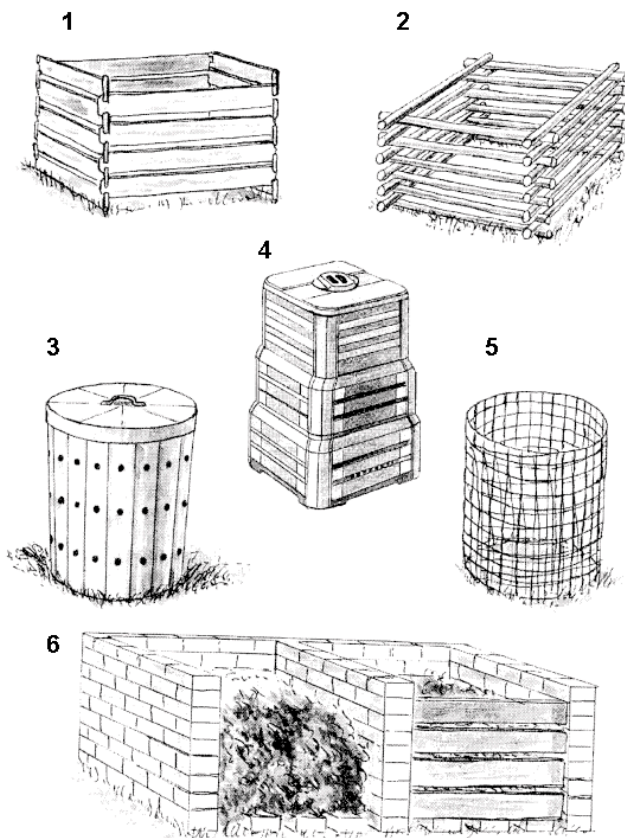
Obrázek č. 3: Zhotovování ventilačních průduchů u kompostu na pevném podloží

Domácí kompostování se provádí s **pomocí jednoduchého nářadí** (lopata, vidle, prosévačka, konev) a při dodržení zásad správného kompostování bez jakýchkoliv dalších podpůrných prostředků (kompostové startéry, mikrobi-

logické a enzymatické přípravy). Při manipulaci s kompostem je nutno dbát pravidel osobní hygieny.

6.1.2 Kompostování v boxech nebo kompostérech

Při domácím kompostování se často uplatňuje kompostování v boxech nebo v kompostérech. **Boxy** mohou být zhotoveny z prken, kulatiny, z kovového pletiva nebo mohou být boxy stavebně vybudovány (obr. 4). Boxy ušetří práci



Obrázek č. 4: Boxy, používané při domácím kompostování

1 – z prken

2 – z kulatiny

3 – dřevěný kompostér vlastní výroby
s ventilačními průduchy a víkem

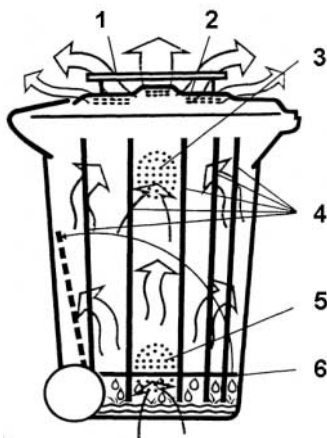
4 – kompostér z recyklovaného plastu
(390 litrů)

5 – box z kovového pletiva

6 – cihlové boxy pro čerstvý a zrající kompost

s tvarováním kompostové figury při kompostování v zakládkách a v boxech se dociluje požadovaných teplot již při množství 1 m^3 odpadu. Doporučená výška boxů je 1 – 1,5 m. Boxy je možno zhotovit svépomocí tak, že budou tvořit dekorativní prvek zahrady. Boxy se s výhodou budují bez dna z důvodu umožnění vstupu žízá z půdy do kompostu. Technologie kompostování v boxech je stejná jako u kompostování na zakládkách. Překopávky se provádí buď ze zaplněného boxu do prázdného boxu nebo opakovaným přehozem ven a dovnitř. Optimální případ je kompostování ve třech boxech, jeden pro ukládání odpadů, jeden na zrání čerstvého kompostu a jeden pro dozrání kompostu po aerační překopávce.

Kromě boxů, které si mohou občané sami zhotovit se při domácím kompostování uplatňují různé **komerční kompostéry** o obsahu 240 – 400 l z recyklovaného polyetylénu. Kompostéry bývají různé konstrukce, plní se otvíratelným víkem s otočným ventilem pro regulaci aerace nebo bočními otvory na vybírání hotového kompostu. Některé kompostéry jsou bez dna, jiné mají na dně nádobu pro shromažďování odkapávající vlhkosti a vlastní kompost zraje na kovovém roštu. Dobrá aerace kompostéru je závislá na přesném umístění a velikosti otvorů pro vstup a výstup vzduchu. Vnitřní strany některých kompostérů jsou svísele žebrovány z důvodů zabránění přilnutí biohmoty ke stěnám. Větrací soustava kompostéru využívá komínového efektu a zrající kompost je pod stálým proudem čerstvého vzduchu (obr. č. 5).



Obrázek č. 5: Kompostér, vyráběný firmou SSI Schäfer

- | | |
|----------------------------|----------------------------|
| 1 – kryt | 4 – vnitřní žebrování |
| 2 – odvětrání | 5 – boční ventilační otvor |
| 3 – boční ventilační otvor | 6 – ocelový rošt |

Rovnocenný **kompostér** je možno zhotovit z **200 l sudu** s vyříznutým dnem a víkem, který se postaví na kovovou nebo dřevěnou mříž podepřenou asi 15 cm nad terénem. Ve vrchní a spodní třetině se vyvrtají po okruhu otvory o průměru 10 mm a další otvory do poklopu zhotoveného z víka nebo dna sudu. Takto zhotovený kompostér je možno zdokonalit tepelnou izolací vnějšího pláště, např. molitanem, avšak při zachování přístupu vzduchu do ventilačních průduchů.

6.1.3 Domácí kompostování s využitím žížal (vermikompostování)

Vermikompostování, neboli výroba biohumusu se v posledních letech začala rozvíjet po celém světě. **Kompost**, získaný s pomocí žížal **dosahuje vyššího stupně přeměny organické hmoty** odpadů než běžné komposty. Nejcennější částice vyrobeného vermikompostu jsou žížalí výkaly, které je možno oddělit po usušení vermikompostu na výšku vrstvy cca 3 mm. Tato frakce obsahuje až 35 % humusových látek, s významným zastoupením nejučinnějších huminových kyselin a její agronomická účinnost je podle literárních údajů 60 – 70 násobně vyšší než u běžných kompostů. Biohumus při použití na zeleninových záhonech zvyšuje nutriční hodnotu produktů, omezuje vstup cizorodých látek do rostlin a zabezpečuje dobrý zdravotní stav rostlin. Vodní výluhy z biohumusu aplikované na rostliny působí jako stimulátor růstu rostlin a prostředek k potlačování plísňových chorob rostlin, zejména na okurkách, rajčatech a paprikách.

V našich podmínkách se pro toto kompostování využívá druh *Eisenia Foetida* – **kalifornský červený hybrid** s vysokou produktivností a plodností. Tento hybrid pohlavně dozrává ve stáří 3 měsíců a dva hermafroditní jedinci vyprodukují ročně 1500 mladých červů a to po dobu až 16 let. V optimálních podmínkách je možno chov dvojnásobně zreprodukovat za 3 měsíce. Dospělý červ spotřebuje denně tolik krmiva, co sám váží a z něj vyrobí 60 % biohumusu a 40 % využije pro vlastní metabolismus.

Pro vermikompostování je nutno zabezpečit **optimální teplotu** prostředí 19 – 22 °C. Při teplotě pod 7 °C a nad 33 °C jsou žížaly netečné a při teplotě pod 0 °C a nad 42 °C hynou. **Optimální vlhkost** substrátu je 78 – 82 %. Vlhkost nižší než 60 % a vyšší než 90 % působí úhyn žížal. Žížaly potřebují **neutrální pH**. Vyšší pH než 8 a nižší než 6 žížaly zabíjí. Žížaly vyhledávají vrstvy krmiva s dostatkem vzdušného kyslíku. Krmivo nesmí obsahovat nadměrné množství čpavku nebo bílkovin. **Žížaly zabíjí již nízké koncentrace pesticidů, nesnášejí sluneční paprsky a vítr**. Jejich přirození nepřítelé jsou ptáci, žáby, stonožky, mravenci, krčci a další hlodavci.

Domácí kompostování s využitím žížal je náročná záležitost, přesto existuje velký počet uživatelů této technologie. Nasazení kalifornského hybridu do kompostové zakládky při kompostování odpadů ze zeleně a bioodpadu z domácností bývá většinou provázeno neúspěchem. Tyto žížaly potřebují vlhčí prostředí a vyšší teploty kompostových zakládek a zvýšení kyselosti zrajícího kompostu v hydrolyzní fázi vypuzuje žížaly z kompostu.

Pro **vermikompostování na zahradě** se na fólii nebo na vybetonovaném místě zakládá nízký záhon (maximálně 30 cm) ze substrátu na bázi částečně zkompostovaného odpadu ze zeleně a z dalších bioodpadů. Zvláště výhodný je zrající kompost s podílem hnoje domácích zvířat, zejména králíků. Stáří tohoto zrajícího kompostu by mělo být 2 – 3 měsíce. Dokonale zralý kompost není vhodným substrátem pro žížaly pro nedostatek sacharidů, bílkovin a vitamínů. Na záhon předfermentovaného substrátu se doporučuje rozhodit mletý vápeneč a záhon

zvlhčit na vlhkost cca 80 %. Na 1 m² takto připraveného záhonu se přidá asi 50 000 jedinců žížal. Další vrstva „krmiva“ se přidává až po 30 dnech. Do předfermentovaného substrátu se mohou přidávat čerstvé rostlinné zbytky, odpady ze zeleniny a ovoce, ale i navlhčený papír nebo kartón. Žížaly se pravidelně po 7 – 10 dnech přikrmují. Při přikrmování čerstvými bioodpady je výhodné zbytky zeleniny nebo ovoce mechanicky upravit na menší částice a zasypávat základním substrátem, aby neplesnivěly. Je nutno pravidelně kontrolovat, zda substrát nevysychá, provádět dovlhčování a zjišťovat, zda se žížaly v horních vrstvách záhonu dostatečně rozmnožují.

Při odběru žížal ze záhonu za účelem založení nového záhonu nebo k jinému využití (k prodeji dalšímu zájemci nebo ke krmení drůbeže, ryb nebo prasat), se doporučuje následující postup. Na již zpracovaný záhon se aplikuje vrstva krmiva, které bude pro žížaly mimořádně atraktivní. Může to být zrající kompost promíchaný s obilním šrotem pro krmení zvířat, nebo je možno použít samotného ovlhčeného šrotu. Do této vrstvy přesídlí do 14 dnů až 90 % žížal a tyto i se substrátem se mohou přenést do nového záhonu. Ze záhonů založených v dubnu je možno žížaly odstranit a využít biohumus již v říjnu a ze záhonů založených v říjnu další rok v dubnu. V případě prosperujícího chovu postačí množství namnožených žížal v uvedených termínech v 1 záhonu k založení 3 dalších záhonů, což může vést k problémům s nedostatkem plochy nebo krmiva (odpadů).

Problémem je chov žížal v záhonu na zahradě v zimním období. Před příchodem mrazů se záhon zateplí vyšší vrstvou krmiva, listím, případně slámou. V případě použití tepelně izolační rohože, je nutno zabezpečit pravidelné větrání. V zimním období stačí dodržovat interval krmení po 30 dnech. Výhodné je na zimu přenést chov žížal do chráněných nebo zateplených prostor.

Vermikompostování kuchyňských bioodpadů je možno provádět též úsporně v **polypropylenových kontejnerech**, nejlépe v tzv. řeznických přepravkách s navrtanými otvory ve dně. Tyto kontejnery lze umístit nad sebou (až 6 ks) na balkónech, v garážích, dílnách a na chodbách. Základním substrátem může být zrající kompost, ale je možno použít i pařeništní zeminu ve směsi s listím, trávou, slámou nebo natrhanými částicemi kartonu nebo papíru. Pro přikrmování se využijí veškeré kuchyňské zbytky rostlinného původu, kávová sedlina, papírové filtry z kávovarů, vylouhované čajové sáčky, starý chléb a pečivo. Zbytky se zakryjí zpracovaným nebo základním substrátem, aby neplesnivěly a nebyly zdrojem zápachu. Při vermikompostování v přepravkách se postupuje stejně jako při vermikompostování na záhonech na zahradě.

V poslední době byly při domácím vermikompostování použity a namnoženy **žížala hnojní** a **žížala obecná** získané z volné přírody, buď sběrem po dešti nebo nalákáním do připraveného substrátu. Tyto žížaly jsou odolnější nízkým teplotám, ale nemají tak vysoké rozmnožovací schopnosti a výkonnost při zpracování bioodpadu jako má tzv. kalifornská žížala, kterou je možno koupit u profesionálních chovatelů žížal.

6.2 Komunitní kompostování

Při komunitním kompostování občané třídí své odpady a vytríděný bioodpad přinášejí na kompostoviště, které je společným zařízením příslušné komunity. **Komunitní kompostování je vhodné pro sídliště**, ve kterých občané nemají své vlastní zahrady, ale jsou zde zelené plochy nebo společná zahrada, např. v uzavřených domovních blocích. Další příležitostí pro komunitní kompostování jsou **zahrádkářské kolonie** nebo **společné kompostování několika majitelů zahrad**.

Komunitní kompostování se u nás pokoušejí organizovat aktivisté ekologických organizací, případně zahrádkářské svazy. Obdobná organizační forma přichází též v úvahu u základních škol a ekologických středisek pro mládež jako součást ekologické výchovy. Zpravidla jde o roční výrobu kompostu v rozsahu 10 – 20 t. Vhodnou **formou podpory** jsou **granty místních úřadů** pro organizátory komunitního kompostování.

Ze zahraničních i tuzemských zkušeností vyplývá, že organizace bezproblémového komunitního kompostování není jednoduchou záležitostí. Předpokladem úspěchu je dobrá informovanost účastníků o vytríděných bioodpadech a závazný provozní řád. Komunitní kompostoviště by mělo být uzavřeno dalším subjektům mimo účastníků, v opačném případě se stane samoobslužným sběrným dvorem.

Motivací pro společné kompostování několika majitelů zahrad může být v rámci akce **zakoupený štěpkovač, případně překopávač kompostů** a tato forma kompostování poskytuje i možnost trvalé výměny zkušeností občanů při zabezpečování technologie. O vyrobený kompost se dělí účastníci komunitního kompostování.

O společné zařízení ke komunitnímu kompostování v obcích by se měli starat obyvatelé domů, nebo správci domů. Vyrobený kompost je používán pro zelené plochy a květinové záhony a z části kompostu je účelné připravit substrát pro truhlíkové nebo hrnkové květiny. Při komunitním kompostování vzniká problém s horší kvalitou tříděných bioodpadů ve srovnání s domácím kompostováním a tuto zhoršenou kvalitu lze obtížně kompenzovat dodatečným dotříděním, které se často provádí u centrálního kompostování.

Z technologického hlediska se při komunitním kompostování využívají kompostové zakládky, obdobně jako na centrální kompostárně, vhodné je i kompostování v otevřených boxech. Jako mechanizační prostředek k překopávání slouží nakladač, v menším rozsahu může jít o překopávání manuální. Při kompostování u škol je možno použít velkého kompostéru nebo biofermentoru se řízenou aerací.

6.3 Centrální kompostování komunálního bioodpadu

Centrální kompostování (průmyslové kompostování) organizují obce, jejich podniky veřejných služeb a další většinou soukromé podnikatelské subjekty. Jde o náročnou činnost, která musí splňovat řadu předpisů vodohospodářských, hygienických a z legislativy odpadů.

Další požadavky jsou kladeny na kompostárny, především v případě, kdy se vyrobený kompost uvádí do oběhu prodejem.

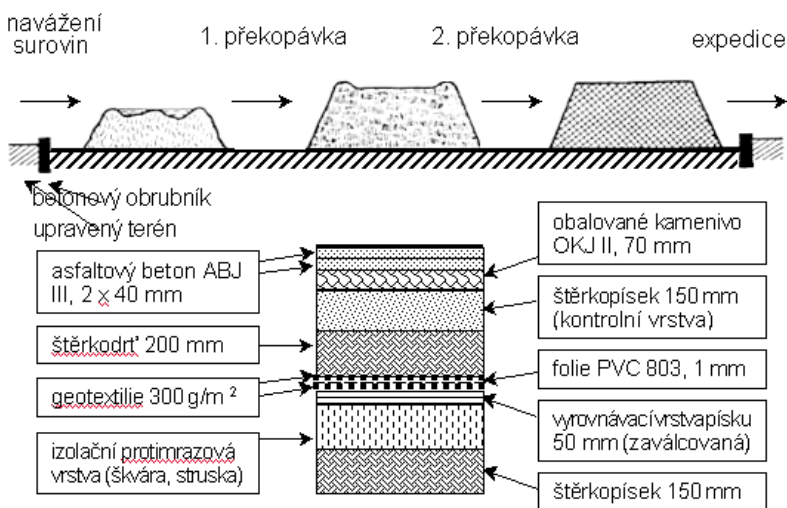
Centrální kompostování se zajišťuje **na kompostovišti** (s roční produkcí kompostu 50 – 500 t) **nebo na průmyslové kompostárně** (s roční produkcí kompostu minimálně 500 t). Na těchto zařízeních se provádí kompostování většinou na kompostových základkách nebo v biofermentorech. Tato centrální zařízení bývají tradičně označována jako průmyslové kompostárny a způsob výroby kompostu je usměrněn platnou ČSN 46 5735 „Průmyslové komposty“. Při kompostování je nutné dodržovat vyhlášku č. 6/1977 Sb., o ochraně jakosti povrchových a podzemních vod, podle které jsou aerobně stabilizované komposty a některé kompostované odpady považovány za látky ohrožující jakost nebo zdravotní nezávadnost vod.

Kompostoviště nebo kompostárny musí být zabezpečeny nepropustnou úpravou proti riziku úniku závadných látek do půdy nebo do vod a zároveň musí zabránovat nežádoucímu smísení látek se srážkovými vodami. Výrobní plochy kompostárny musí být nepropustné a musí být chráněny proti vniknutí přívalových srážkových vod obrubníky a musí být konstrukčně řešeny tak, aby umožnily odvod srážkových vod a splachů z kompostů do podzemní nebo nadzemní jímky odpovídající kapacity. Způsob výroby kompostů s ohledem na vodohospodářské zabezpečení kompostárny vyplývá z obr. č. 6. Jelikož vodohospodářsky zabezpečená kompostárna je investičně nákladná (1 m² cca 3000 Kč), často se dnes pro kompostování odpadů využívají vodohospodářsky zabezpečené silážní žlaby, hnojiště a zemědělská složiště a ve městech též areály bývalých uhelných skladů. Rekonstrukce těchto zařízení na kompostárnu probíhá s minimálními úpravami, takže investiční náklady na zřízení objektů ke kompostování značně klesnou a tím se sníží i náklady na výrobu výsledného kompostu.

Na základě zahraničních zkušeností (např. SRN) je možno doporučit, aby průmyslové **kompostárny** byly **doplněny malým sběrným dvorem**, neboť pro občany je výhodné, aby při dovážení odpadů ze zahrad na kompostárnu zároveň dováželi i zařízení vyřazená z domácností včetně odděleně shromážděných nebezpečných složek komunálního odpadu a nazpět přiváželi komposty a substráty pro svou zahradu.

Průmyslové kompostování je finančně náročné s ohledem na investiční náklady vodohospodářsky zabezpečených kompostáren. Výkonná **mechanizace**, zabezpečující jednotlivé operace při kompostování odpadů tvoří soustavu většinou jednoúčelových strojů, které i na velké kompostárně nebudou dostatečně využity a finanční odpisy těchto prostředků vytvářejí neúměrné fixní náklady. V případě použití univerzálních mechanizačních prostředků – nakladačů, není možno zabezpečit takovou kvalitu prováděných technologických operací jako u použití jednoúčelových strojů a jednotkové náklady mzdové a na pohonné hmoty jsou u nakladačů značně vyšší než u jednoúčelové výkonné mechanizace. Tento problém je u zahraničních kompostáren řešen půjčovnami výkonných strojů na krátké období. V České republice spíše připadají v úvahu mobilní technologické linky,

kteř se přepravují v dohodnutých intervalech od kompostárny ke kompostárně a formou placené služby provádějí technologické operace, většinou štěpkování, překopávání a prosévání vyrobeného kompostu. Z ekonomického hlediska je tento způsob výhodnější, než zabezpečení vlastní mechanizace. Další možností využívání mobilních linek je sdružování několika provozovatelů kompostáren v daném regionu, nebo provozování několika kompostáren jedním subjektem.



Obrázek č. 6: Výroba kompostů na vodohospodářsky zabezpečeném kompostišti

6.4 Zpracování bioodpadů na bioplynové stanici

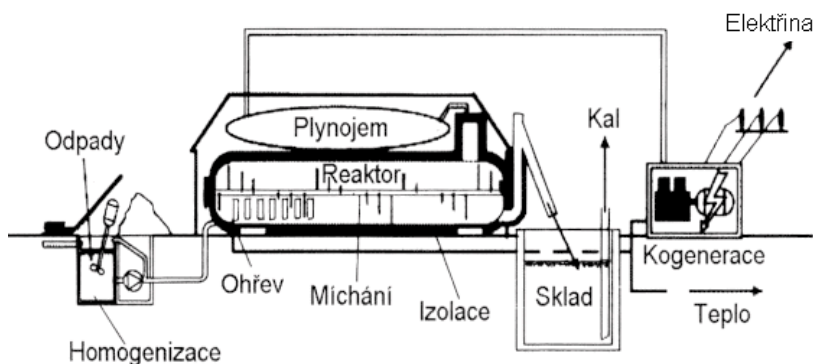
Na základě zahraničních trendů je možno také uvažovat o tom, že se tráva a další bioodpady v České republice budou zpracovávat na bioplynových stanicích. Takovéto **zpracování** bioodpadů se předpokládá **na centrální úrovni**. V zahraničí je též technologie biozplynování využívána na komunitní úrovni a v Asii se provozují nejčastěji domácí bioplynové stanice. V podmínkách České republiky se předpokládá, že namísto centrálních svozových bioplynových stanic na zpracování komunálního bioodpadu budou zřizovány bioplynové stanice u zemědělských provozů pro společné zpracování zvířecích fekálií a komunálního bioodpadu.

Tráva, bioodpad z domácností a odpady z restaurací jsou výhodným substrátem pro výrobu bioplynu a v zemích Evropské unie je využití těchto odpadů za účelem získání obnovitelné energie preferováno a podporováno. Např. v SRN

je v současnosti vybudováno 800 bioplynových stanic, v České republice je v provozu 10 bioplynových stanic zaměřených výhradně na zemědělské odpady.

Konečnými produkty zpracování trávy a dalších bioodpadů na bioplynové stanici je **elektrická energie, teplo a organické hnojivo**. Součástí bioplynové stanice je zpravidla linka na výrobu kompostů, na které je kompostován odvodněný zbioplynovaný substrát s dřevní štěpkou. Pro zbioplynování jsou zvlášť vhodné krátké seče trávy při údržbě trávníků. Z 1 t trávy se získává v průměru 150 m³ bioplynu s energetickým obsahem 21,6 MJ/m³ (6 kWh/m³). Ze získaného bioplynu z 1 t trávy je možno vyrobit (po odečtu spotřeby elektrické energie a tepla pro bioplynovou stanici) 255 kWh elektrické energie a současně 450 kWh tepla pro vytápění a průmyslové využití. Z 1 t bioodpadu separovaného z domácností je možno získat cca 100 m³ bioplynu. Zvlášť výhodné je zpracování odpadů z restaurací a velkokuchyní s výrobou až 245 m³ bioplynu z 1 t. Nejvyšší výtěžnost bioplynu je z odpadu kuchyňských lapolů a z použitých fritovacích olejů, kdy je možno z 1 t získat až 800 m³ bioplynu.

Získaný bioplyn je v zahraničí využíván po dočištění a komprimaci jako motorové palivo. Jeden kg zpracované trávy spolehlivě zabezpečuje jeden km jízdy osobního automobilu. Ekologicky a energeticky efektivní technologie výroby bioplynu z bioodpadů (tzv. anaerobní digesce) se v České republice zatím nemohla rozvíjet z důvodů nízkých výkupních cen energií, zapříčiňujících nízkou ekonomickou efektivnost vynaložených investic. Součástí očekávané harmonizace energetické legislativy se zeměmi EU bude i připravovaný zákon na podporu obnovitelných zdrojů energií, který stanoví výhodné výkupní ceny energie z bioplynových stanic. S novou legislativou je možno očekávat i budování bioplynových stanic. Půjde zejména o zemědělské bioplynové stanice zpracovávající zvířecí fekálie až s 50% přídavkem trávy a komunálních bioodpadů (obr. č. 7).



Obrázek č. 7: Jednoduchá bioplynová stanice, vhodná pro společné spalování zvířecích fekálií, trávy a kuchyňských bioodpadů

7. Územně technické požadavky při výstavbě kompostárny

Výběr stanoviště pro umístění kompostárny a její stavební řešení se řídí legislativními a technickými normami, ale i některými dalšími zásadami, které usnadní provoz technologie a mají vliv i na ekonomiku provozu. Tyto obecně platné zásady jsou dále podrobněji rozvedeny.

7.1 Kritéria výběru stanoviště a stanovení kapacity kompostárny

Kompostárna by měla být umístěna v blízkosti zdrojů odpadů (poblíž, nebo na okraji velkých parků, hřbitovů apod.), což často zajišťuje i blízkost místa spotřeby vyrobených kompostů. Předpokládá se umístění mimo zaplavované území a území s vysokou hladinou podzemní vody. Z důvodu případného zápachu je třeba volit umístění mimo souvislou bytovou zástavbu. Je výhodné umístění na pozemku v dostupné vzdálenosti od komunikace a inženýrských sítí (elektřina, voda). Vhodná stanoviště kompostárny bývají v blízkosti čistíren odpadních vod, skládek odpadů a mechanizačních středisek pro údržbu zeleně.

Kapacita kompostárny se stanoví z potřeby zpracování bioodpadů v dané oblasti. U odpadů ze zeleně je obtížné stanovit normativy na produkci odpadů. Z 1 ha trávníků se produkuje podle intenzity sekání 15 – 24 t čerstvé hmoty (5 – 8 t sušiny), která rychle vysychá. Produkce ostatních odpadů ze zeleně závisí na druhu a stáří parkových stromů, na ploše květinových záhonů. V celostátním průměru množství odpadu ze zeleně představuje ročně přibližně 24 kg na obyvatele. Ošetřováním 1 ha městské zeleně vzniká v průměru 10 – 13 t odpadů. Většina odpadů ze zeleně je obtížně skladovatelná a je sezónní záležitostí vegetačního období. Tráva, která představuje nejvyšší hmotnostní podíl odpadů ze zeleně podléhá při kompostování rychlé objemové redukci. Plochy pro zakládání kompostu a pro první fázi kompostování musí mít vyšší kapacitu než plochy pro dozrávání kompostu. Z organizačně technologického hlediska je výhodnější na kompostárně využívat bioodpady, které jsou celoročně k dispozici (např. separovaný bioodpad z domácností, potravinářské odpady, čistírenské kaly) a odpady ze zeleně přidávat jako sezónní přírůstek.

Potřeba výrobních ploch na kompostárně se vypočítává z celkového objemu kompostovaných odpadů, z profilu kompostové zakládky, ze způsobu rozmístění zakládek na výrobní ploše a z doby zrání kompostů. Pro orientační výpočty potřeby výrobních ploch, skladů a zásobníků jsou uvedeny v tabulce č. 5 sypané objemové hmotnosti některých odpadů.

Tabulka č. 5

Sypné objemové hmotnosti některých odpadů a kompostů

Odpad	kg/m³	Odpad nebo kompost	kg/m³
Tráva parková	320 – 450	Štěpka zelená	200 – 280
Tráva extenzivní plochy	280 – 350	Piliny	120 – 180
Seno	50 – 70	Hoblíny	40 – 60
Řezaná sláma	40 – 60	Stromová kůra	120 – 300
Zemina	1400 – 1500	Slamnatý hnůj čerstvý	700 – 800
Kuchyňský bioodpad	700 – 1000	Čistírenské kaly odvod.	800 – 900
Sklizňové zbytky zeleniny	500 – 650	Komposty čerstvé	380 – 600
Plevele ze záhonů	600 – 800	Komposty polozralé	500 – 700
Listí	60 – 90	Komposty zralé	700 – 1000
Větve	50 – 200	Komposty prosáté	800 – 1100
Štěpka drcená	180 – 260	Komposty zemité	900 – 1300

Příčný profil zakládky při překopávání kompostu čelním nebo drapákovým nakladačem by měl mít minimální výšku 2 m a maximální 3 m, u čerstvého kompostu s převahou trávy s ohledem na rychlou objemovou redukci pak 3,5 m. Šířka zakládky se doporučuje 8 – 12 m. Nejčastěji se kompost překopává do boku zakládky na sousední pás. Mezi zakládkami je třeba uvažovat manipulační pás o šíři 2 m. Při výpočtech je třeba zohlednit objemovou redukci materiálu, která umožňuje sloučení dvou zakládek stejného stáří materiálu, nebo dvou po sobě časově následujících partií do jedné hromady dostatečné výšky, a to především z důvodu využití plochy. V případě překopávání zakládky nakladačem podélným způsobem je třeba uvažovat s manipulační plochou o šířce zakládky a délce 10 – 15 m podle typu nakladače. Manipulační pásy mezi zakládkami mohou být zcela minimální.

Při použití frézových překopávačů kompostu je výška a šířka kompostové zakládky a šířka manipulačního pásu dána parametry překopávače a způsobem jeho agregace s traktorem (bočně nesený, tlačný apod.). U překopávačů, které podélně zpracovávají zakládku, je nutno uvažovat s místem pro pravidelný posun zakládky a s potřebným místem pro otáčení překopávače.

V případě, že se provádí prosátí vyrobeného kompostu, je nutno při stanovení objemu kompostových zakládek počítat s recyklací nadsítné frakce v nově zakládaném kompostu. Dále se také musí zohlednit zimní období, kdy se doba zrání kompostu podstatně prodlužuje.

Při celoročním kompostování s průměrnou dobou zrání kompostu 3 měsíce, je možno zpracovat na 1 m² výrobní plochy 4 – 4,5 m³ bioodpadů, tj. cca 1,4 – 2,2 t. Při kompostování bioodpadů v zakládkách do výšky 1,5 m je však možno zpracovat na kompostárně na 1 m² plochy pouze 3 – 3,5 m³, tj. cca 0,9 – 0,95 t.

7.2 Stavební řešení objektů kompostárny

Optimální stavební řešení některých prvků kompostárny jako jsou výrobní plochy, jímka na odpadní vodu a další zařízení kompostárny mohou významně ovlivnit investiční náklady a ekonomiku provozu kompostárny.

7.2.1 Výrobní plochy

Výrobní plochy se výškově omezují na úroveň okolního terénu s obrubníky o minimální výšce 40 cm nad okolní terén. **Konstrukce výrobních ploch** musí odolávat pojezdu vozidel a mechanismů, korozním účinkům výluhu kompostu, účinkům smršťování konstrukce a nestejnoměrnému promrzání.

Povrch výrobní plochy musí být rovný a hladký s minimálním spádem 2 % směrem k jínce. Betonové konstrukce, které přicházejí do styku s kompostem, musí být opatřeny kyselinoodolným povrchem. Obrubníky je nutné založit do nezámrazné hloubky, nebo uložit na šterkopískový podsyp. Nepropustnost plochy se zajišťuje vložením hydroizolační fólie chráněné technickou textilií. Dilatační spáry betonových ploch se těsní pružným tmelem a epoxydehtovou zálivkou. S výhodou je možno použít živichých vícevrstevných bezspárových ploch.

Ve vodohospodářsky zájmových oblastech je nezbytné vybudovat **kontrolní systém** pro zjišťování úniku závadných látek, který se umísťuje pod vrstvu zajišťující nepropustnost. Tento systém umožňuje odvod případné prosáklé tekutiny do kontrolních šachet umístěných mimo výrobní plochu. Záznamy o funkci kontrolního systému provádí do provozního deníku pověřený pracovník zpravidla jednou měsíčně.

Konstrukce výrobní plochy významně ovlivňuje investiční náklady. Míru a způsob vodohospodářského zabezpečení se doporučuje ještě před vypracováním investičního záměru předjednat s vodohospodářskými orgány.

7.2.2 Jímka na odpadní vodu

Jímka na odpadní vodu může být nadzemní se záchytnou vanou nebo zapuštěná do terénu s minimálním vyvýšením okraje jímky 0,4 m nad okolní terén. Hladina v užitém prostoru zemní jímky nesmí přesahovat výšku nejnižšího místa na výrobní ploše. Do jímky odtékají výluhy z kompostu a dešťové vody z výrobních a manipulačních ploch nezaplňených kompostem. Objem jímky musí být dimenzován na zachycení 15 minutového přívalového deště a dešťových srážek za 1 – 3 měsíce. Tekutina z jímky se využívá k ovlhčování kompostu. S ohledem na úsporu investičních nákladů je snaha objem jímky minimalizovat.

Při výpočtu objemu jímky se vychází ze stavu, kdy je výrobní plocha kompostem zaplněna s výjimkou manipulačních ploch. Uskladněný kompost zachytí 3/4 srážkové vody, přičemž dojde až k 40 % odparu. Odpar na manipulační

ploše lze uvažovat do 30 %. Údaje o srážkách pro výpočet jímky se zjišťují u nejbližší meteorologické stanice.

Příválový déšť se vypočítává podle vzorce:

$$Q = 0,9 \cdot \xi \cdot S_b \cdot i_s \text{ m}^3$$

Kde, ξ je součinitel odtoku z výrobních ploch a pro sklon 1 – 5 % má hodnotu 0,8;

S_b ... je sběrná plocha v ha;

i_s ... je nezredukováná intenzita 15 minutového příválového deště ($\approx 20 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{ha}^{-1}$).

Příklad výpočtu kapacity jímky kompostoviště 100 t s výrobní plochou zaplněnou kompostem 162 m^2 v oblasti s ročními průměrnými srážkami 600 mm, uskladněný kompost zachytí 75 % srážek (odteč 150 mm):

a) odtok do jímky srážek ze zaplněné plochy: $162 \cdot 0,15 \cdot 0,6 = 14,6 \text{ m}^3$,

b) odtok do jímky z manipulační plochy: $430 \cdot 0,6 \cdot 0,75 = 193,5 \text{ m}^3$.

Celkový odtok do jímky za rok je $208,1 \text{ m}^3$, na dvouměsíční období připadá $34,7 \text{ m}^3$.

c) odtok příválového deště ze zaplněné plochy:

$$0,9 \times 0,8 \cdot 0,162 \cdot 120 \cdot 0,25 = 0,35 \text{ m}^3,$$

d) odtok příválového deště z manipulační plochy:

$$0,9 \times 0,8 \cdot 0,0430 \cdot 120 = 3,72 \text{ m}^3.$$

Objem příválového deště je tedy $4,07 \text{ m}^3$ a potřebná kapacita jímky $38,8 \text{ m}^3$. Maximální hladina vody v jímce musí být signalizována na objem bez příválového deště, tj. na $34,7 \text{ m}^3$.

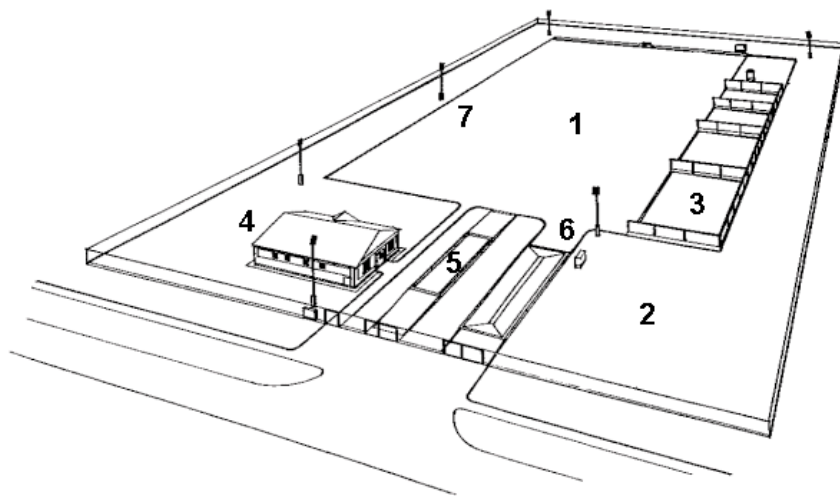
7.2.3 Ostatní zařízení kompostárny

Malé kompostárny je výhodné zřízovat s návazností na využití sociálního zařízení na dalším pracovišti a sociální zařízení minimalizovat na WC, umyvadlo a úkryt obsluhy při nepříznivém počasí. V případě, že kompostárna musí zajišťovat pravidelný příjem dovážených odpadů, je zapotřebí i malá kancelář.

Dalším nezbytným zařízením je čerpadlo na vyprazdňování obsahu jímky do kompostu. Pro evidenci příjmu odpadů se zpravidla instaluje mostní váha. Na kompostárnu je nutné přivést elektrický proud pro pohon elektrického čerpadla, osvětlení objektu a pohon případných technologických zařízení. Z dalších požadavků na inženýrské síť je nezbytné napojení na vyhovující příjezdovou komunikaci a rozvod pitné vody. Odkanalizování sociálního zařízení je možno provést do jímky na splachy. V případě nákladného přívodu pitné vody je možno malé množství vody dovážet a instalovat chemické WC.

Po obvodu kompostárny je nutno provést výsadbu keřových dřevin, které vytvoří pohledovou kulisu a opticky oddělí prostor kompostárny od okolí. Kompostárna musí být vždy oplocena s uzamykatelným vjezdem.

U **svozových kompostáren s kapacitou vyšší než 10 000 t** (obr. č. 8) je zpravidla nezbytné vybavit provozní budovu sociálním zařízením. Pro odpady, které vyžadují mechanickou úpravu (větve, kmeny, vánoční stromky) nebo pro odpady vyžadující dotřídění (bioodpad z domácností) se budují skladovací boxy.



Obrázek č. 8: Svozová kompostárna pro zpracování 12 000 t bioodpadů ročně

- | | |
|---|--------------------------------|
| 1 – kompostovací plocha | 4 – provozní budova |
| 2 – plocha pro příjem, skladování a úpravu odpadů | 5 – mostní váha |
| 3 – boxy pro upravené odpady | 6 – mytí nákladních automobilů |
| | 7 – osvětlení |

Plochy pro skladování prosátého stabilizovaného kompostu a pro úpravu surovin jsou někdy budovány s menší mírou vodohospodářského zabezpečení (např. ze spárových silničních panelů).

Při výstavbě kompostáren do kapacity 1000 t je někdy výhodné vybudovat soustavu boxů (např. o velikosti 8 x 4 x 2,5 m), přičemž jeden box slouží k zakládání čerstvého kompostu a další 2 – 3 k fermentaci a dozrávání. Překopávání z boxu do boxu se provádí čelním nakladačem. Boxy včetně přípravné manipulační plochy mohou být zastřešeny. Při boxovém kompostování je vyšší využití výrobní plochy a lepší ochrana kompostu před nepříznivými klimatickými podmínkami.

Další intenzifikační faktor je zabezpečování ventilace zrajícího kompostu soustavou ventilačních kanálků ve výrobní ploše. Těmito ventilačními kanály je možno provádět tlakové vzdušnění kompresorem nebo z podloží kompostu odsávat spotřebovaný vzduch vývěvou, přičemž čerstvý vzduch vstupuje do kompostu z povrchu zakládky. Odsáváním je dosahováno rovnoměrnějšího provzdušnění a odvodu zápašných plynů, které je možno za vývěvou zneškodnit na biofiltru. Při odsávání se zároveň odvádí přebytečná tekutina, kterou lze opět využít k závlaze kompostů.

8. Technické vybavení kompostárny

Technické vybavení kompostárny je rozdílné podle zvolené technologie. Dále jsou popsány základní parametry strojů a zařízení při kompostování v zakládkách, v biofermentorech a v některých dalších specifických zařízeních pro kompostování bioodpadů.

8.1 Vybavení kompostárny pro kompostování v zakládkách

Základním vybavením pro kompostování na zakládkách jsou drtiče a štěpkovače pro úpravu rostlinného odpadu, překopávače kompostu a jeho prosévače.

8.1.1 Drtiče a štěpkovače

Při kompostování odpadu ze zeleně se musí zabezpečit mechanická úprava dřevního odpadu ze zeleně, který je žádoucím strukturním materiálem při kompostování trávy. Nejmenší štěpkovač pro kompostoviště o roční kapacitě 100 t by měl mít průchodnost materiálu alespoň $6 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ a možnost drcení větví o maximálním průměru 80 mm.

Štěpkovače a drtiče jsou vybaveny elektrickými nebo spalovacími motory, nebo jsou připojitelné k vývodovému hřídeli traktoru nebo malotraktoru. Většinou jsou mobilní, osazeny jednoosým nebo dvouosým podvozkem. Drtiče s motory o výkonu větším než 8 kW jsou schopny zpracovat větve a drobné zbytky do průměru 100 mm. Drtiče a štěpkovače připojitelné k vývodovému hřídeli traktoru jsou schopny zpracovat větve a drobné zbytky do průměru 150 mm. Nejvýkonnější drtiče jsou schopny zpracovat kmeny do průměru 500 mm nebo demoliční dřevo bez ohledu na kov. S ohledem na jejich výkon, který je až $150 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$, jsou ekonomicky využitelné jen v mobilních linkách obsluhujících větší počet kompostáren.

Štěpkovače a drtiče jsou nabízeny v různých výkonnostních třídách desítkami firem. Mezi nejznámější firmy patří Pezzolato, Möschle, Unirec, Jenz, Husmann, Willibald a Dopstadt a Komptecha Cramer.

Zajímavým zařízením pro kompostování odpadu ze zeleně je mobilní drtič a zároveň mobilní míchací zařízení Seko Samurai Green, které slouží nejen k mechanické úpravě jednotlivých odpadů, ale i k jejich homogenizaci v předem stanoveném poměru. Tento stroj jako závěsné nebo samojízdné zařízení je schopen postupně naložit jednotlivé odpady, rozdrtit a připravit čerstvý kompost podle předem naprogramované surovinové skladby. Drcení a homogenizaci provádí protiběžnými šneky vybavenými břity. Nejmenší verze zařízení má zásobník o objemu 10 m^3 a jeho výkon je $23 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ zpracovaných odpadů, největší verze má objem 18 m^3 a za hodinu zpracuje 41 m^3 odpadů. Zpracování odpadů probíhá i během jízdy zařízení.

8.1.2 Překopávače kompostu

Na většině stávajících kompostáren slouží jako překopávače kompostu různé univerzální nakladače zejména s drapákem a čelní lžící. Kvalita jejich práce při homogenizačních a provzdušňovacích překopávkách záleží na zkušenostech obsluhy. Kvalitní homogenizaci a intenzivní provzdušnění může zajistit frézový překopávač.

Překopávače kompostů bývají připojitelné k traktoru s plazivou rychlostí do $1 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ jako stroje tažené, tlačené nebo bočně nesené nebo jde o stroje samojízdné. Pohon rotačního připojitelného překopávače je uskutečňován od náhového hřídele traktoru.

Pro nejmenší kompostárny je použitelný český výrobek tlačенého překopávače typ Ostratický 180, s pracovním prostorem $1800 \text{ mm} \times 1000 \text{ mm}$ a výkonem $375 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$. Nevyžaduje manipulační prostor pro pojezd traktoru. Jeho nevýhodnou je omezení výšky zakládky do 1 m.

Pro větší kompostárny je použitelný tažený překopávač PK 250 od firmy Nuclea, s.r.o. (obr. č. 9) Třebíč s výkonem až $700 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$. Může překopávat zakládky o maximální šířce 2,4 m a výšce 1,2 m. Překopávač je vybaven směrovacími plechy zabezpečujícími optimální tvar zakládky. Nevýhodnou obou těchto překopávačů jsou nízké zakládky vyžadující velké výrobní plochy a zne-



Obrázek č. 9: Překopávač kompostů PK 250 firmy Nuclea pro malé kompostárny

možňující zimní provoz kompostárny. Tím nabídka tuzemských frézových překopávačů končí.

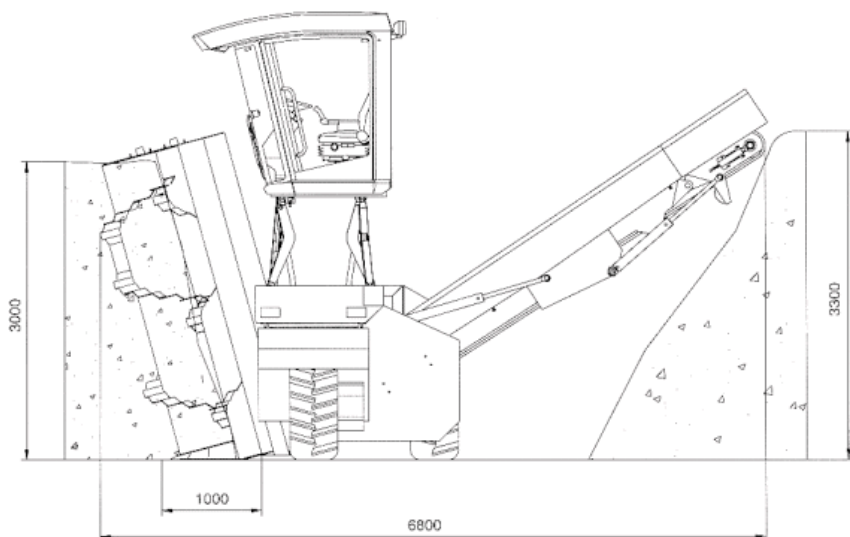
Rozsáhlá nabídka překopávačů kompostu evropských firem je ve výkonovém rozmezí od $150 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ až po výkon $5000 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$.

K zástupcům nejmenších překopávačů patří BABY SF-150 od rakouské firmy Sandberger. Jde o dálkově ovládaný samojízdný překopávač na pásech s pohonem elektrickým motorem.

Většina typů překopávačů čelně zpracovává kompostové zakládky až o šířce 7,5 m a výšce 3,3 m. Zakládky jsou převážně situovány vedle sebe bez manipulačního pásu. Nejznámější jsou v této typové řadě překopávače německé firmy BACKHUS (obr. č. 10). Tyto překopávače jsou vybaveny navijecími hadicemi pro zavlažování kompostu, rozprašovacími zařízeními s tvorbou vodního aerosolu k omezení povrchových emisí a při překopávání mohou čerstvě překopanou zakládku přikrýt kompostárenskou fólií. Tak je možno eliminovat veškerý zápach. Čelní samojízdné překopávače kompostu vyrábí např. rakouská firma KOMPTECH (Topturn 300; 3500; 4000). Překopávač BACKHUS 1010 je však koncipován pro překopávání z boku zakládky vysoké až 3 m (obr. č. 11). Stroj je dobře přepravitelný na přívěsu. Boční překopávače vyrábí i firma Willibald.



Obrázek č. 10: Čelní překopávač firmy Backhus, vhodný pro velké kompostárny

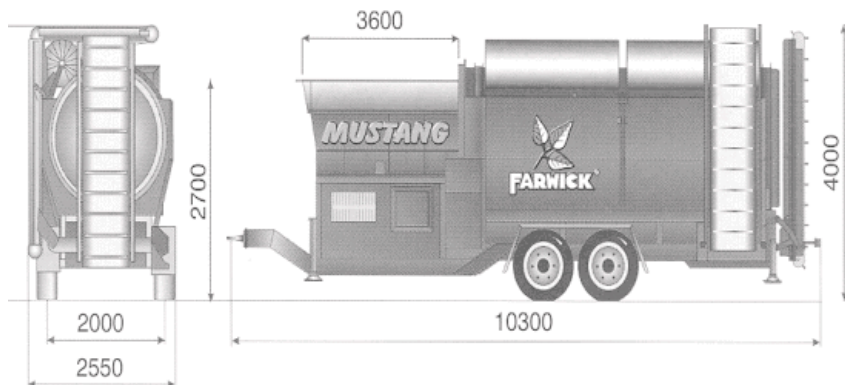


Obrázek č. 11: Boční překopávač firmy Backhus, vhodný pro mobilní obslužné linky

8.1.3 Prosévače kompostu

V současné době je na trhu bubnové rotační síto od firmy Ostratický s výkonem $18 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$. Kompostování odpadu ze zeleně se většinou neobejde bez bubnového síta. Na malých kompostárnách se využívají mobilní síta ze substrátových linek dřívější nabídky STS Vinoř o výkonu $1 - 3 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ nebo se využívají bubnová síta svépomocně zhotovená.

Bohatá zahraniční nabídka mobilních a stabilních bubnových sít je od firmy BAYER o výkonu $100 - 200 \text{ t} \cdot \text{h}^{-1}$ (mobilní třídíč Kompakt, Tandem, Globetrotter, stabilní K 1800 – K 5000), od firmy PEZZOLATIO (s diskovým i elektrickým pohonem), pro malé kompostárny jsou síta s výkonem $10 - 25 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ od firmy FARWICK a od firmy IBAG ($1 - 10 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$). Dokonalé bubnové třídíčky kompostu různých výkonových tříd prodává rakouské konsorcium KOMPTEC FARWICK (obr. č. 12). Nejdokonalejší a nejdražší jsou třídíčky od firmy DOPPSTADT. Zahraniční mobilní bubnová síta jsou vzhledem k vysokým pořizovacím nákladům použitelná jen v mobilních linkách pro obsluhu většího počtu kompostáren.



Obrázek č. 12: Bubnová mobilní třídička kompostu od firmy Farwick

8.2 Biofermentory

Kompostovací biofermentory zajišťují zrání čerstvého kompostu v řízených podmínkách intenzivní aerace při dodržování spolehlivých hygienizačních teplot 65 – 75 °C. Jde o mobilní, tepelně izolované kontejnery o rozměru 8 x 4 x 3,5 m s předním nebo horním plněním (firma AGROFUTURE) a se zabudovanou vzduchotechnikou napojenou na aktivní biologický filtr. Soustava těchto kontejnerových fermentorů je většinou řízena výpočetní technikou. Další tuzemské biofermentory jsou konstrukčně řešeny o výšce cca 4 m s aerací zajištěnou dvěma ventilátory (firma AGRONOM).

Oba typy diskontinuálních fermentorů se uplatňují při kompostování hygienicky rizikových odpadů, zejména čistírenských kalů a zvířecích fekálií s přídavkem vhodných strukturních materiálů a s možností zpracování odpadů ze zeleně. Nezbytným předpokladem je další dozrání kompostu, který prošel intenzivní fermentací po dobu 2 – 7 dnů ještě klasickým způsobem v základce při zabezpečování aerobních podmínek.

Jedním z dalších tuzemských výrobců kontinuálních kompostovacích biofermentorů je VÚCHZ Brno. Kompostovací linka je instalována na kompostárně komunálního bioodpadu v Nové Pace, kde se kompostuje odpad ze zeleně a separovaný bioodpad z domácností (80 % hmotnosti) a zbytek surovinové skladby tvoří drcená stromová kůra a směs hoblin a pilin. Vyrobený kompost je registrován a prodáván jako organické hnojivo.

Klíčovým aparátem kompostovací technologie VÚCHZ je tepelně izolovaný ležatý bioreaktor. Má tvar uzavřeného boxu a je vybaven mechanismem na lineární posun materiálu. Průřez reaktoru je obdélníkový, jeho dno je opatřeno



Obrázek č. 13: Kompostárna bioodpadu v Nové Pace
Separace a drcení bioodpadu (nahore)
Výstup kompostu z biofermentorů (dole)



systémem kanálů a otvorů pro přívod vzduchu do reakčního prostoru. Do objemu 50 m³ se reaktory dodávají v celokovovém provedení, větší až do objemu 200 m³ se stavějí betonové s kovovými vestavbami. Obě verze reaktorů je možné skládat vedle sebe do baterií. Kromě jednoho či více reaktorů tvoří kompostovací linku zpravidla zásobníky, drtič, mísič a dopravníky, příp. manipulační a nakládací mechanismy. Skladba celé linky a její uspořádání jsou závislé na druhu zpracovávaných odpadů a na požadavcích na mechanizaci celé technologie (obr. č. 13).

Svážené odpady se vysypávají do příjmových zásobníků, odkud se dopravují do mísiče, příp. i drtiče a z něho pak do násypného otvoru reaktoru. V reaktoru se před každým založením další dávky odpadů nejprve lineárně posune celý objem vsádky o určitou délku směrem k výstupním vratům a část zkompostované hmoty se tak vysype. Do uvolněného prostoru pod násypným otvorem se poté vsype připravená směs odpadů. Tento úkon se provádí několikrát denně, jinak je po celou ostatní dobu reaktor uzavřen. Založený materiál se začne působením chemických a biochemických pochodů rychle zahřívat, přestože se do reaktoru vhnání pouze studený vzduch. Teplotního maxima 55 – 70 °C se dosáhne v přední části reaktoru. Čím více se postupným posouváním blíží reagující hmota k výstupnímu otvoru, tím termofilní reakce ztrácí na intenzitě. Po dokončení této intenzivní biodegradační fáze, která u snadno kompostujících látek činí pouze 5 – 10 dní, se materiál dopraví na dozrávací plochu, kde chladne a nadále se zbavuje vody. Přitom v něm probíhají další procesy, na nichž se podílejí mezofilní bakterie a vyšší organismy. Dozrávání trvá obvykle 5 – 6 týdnů. Kompostové reaktory s lineárním posunem se vyrábějí s reakčním objemem 10 – 50 m³ a jsou schopny zpracovat 2 – 10 m³ odpadů denně.

V připravované kompostárně v Kyjově je instalováno modulární kompostovací zařízení systému KNEER. Kompost bude vyráběn z čistírenských kalů a z odpadů ze zeleně. Kontejnery, které se plní čerstvým kompostem jsou uzavřeny, mobilní a připojitelné na přívod čerstvého vzduchu a odvod odplynu a na potrubí odvádějící přebytečnou vlhkost.

8.3 Další systémy pro kompostování bioodpadů

Pro kompostování odpadu ze zeleně a dalších bioodpadů je potenciálně vhodná boxová kompostárna COMPAG. Jde o stavebnicovou zastřešenou kompostárnu s otevřenými boxy. Homogenizační zařízení je namontováno na příhradovém mostu, který je podle řídicího programu přemístěn do příslušného boxu, kde se substrát vertikálně homogenizuje při horizontálním posunu homogenizační spirály. Toto překopávací zařízení zároveň umožňuje i zavlažování substrátu. Řízená aerace se provádí odsáváním kanálkovým systémem umístěným na dně boxu. Přebytečná tekutina je sbírána do zásobníku a používána k dovlažování. Základní velikost boxu je (8 – 16) x 4 x 2,5 m, délka kompostování 12 týdnů.

Německá firma RETHMANN zavádí v řadě evropských států systém kompostování BRIKOLARE, který je zaměřen na odpad ze zeleně a separovaný komunální bioodpad. Kompostárny jsou včetně příjmu a zpracování odpadů zastřešeny. Odpady ze zeleně jsou drceny, promíchávány s bioodpady z domácností a společně prosévány. Nadsítná frakce po odstranění nevhodných příměsí je znovu drcena a přidávána do substrátu. Substrát je lisován do tvárnic s dvěma aerovacími kanálky a rovnán na palety, které se ukládají do fermentační haly, kde probíhá zrání 5 – 6 týdnů nejdříve při teplotě 70 °C, později při teplotě 50 °C. Poté se kompost prosévá na jemném sítu a kompostové tvárnice se při prosévání rozpadají.

9. Zajištění provozu kompostárny

Kompostárnu lze jako zařízení k využívání odpadů provozovat pouze se souhlasem příslušného orgánu veřejné správy, od r. 2002 příslušného orgánu kraje, který současně obsahuje i souhlas s provozním řádem kompostárny. Udělení souhlasu může orgán kraje vázat na podmínky. Obsah provozního řádu je stanoven vyhláškou o podrobnostech nakládání s odpady (vyhláška MŽP č. 383/2001 Sb.).

Z pohledu vyhlášky č. 6/1977 Sb., o ochraně jakosti povrchových a podzemních vod, jsou aerobně stabilizované komposty „závadnou látkou“ ohrožující jakost a zdravotní nezávadnost vod. Lze tedy provozovat jen vodohospodářsky zabezpečené kompostárny.

Uvádění kompostů do oběhu prodejem a užívání kompostů na zemědělskou půdu se řídí zákonem č. 156/1998 Sb., o hnojivech, ve znění zákona č. 308/2000 Sb.

Způsob výroby kompostu na kompostárně je usměrněn platnou ČSN 46 5735 „Průmyslové komposty“. Závaznost této normy je jen v některých bodech.

9.1 Požadavky vyplývající z ČSN 46 5735 „Průmyslové komposty“

V souladu s normou musí být průmyslový kompost hnědá, šedočerná až černá homogenní hmota, drobtovitá až hrudkovité struktury bez nerozpojitelných částic. Nesmí vykazovat pachy svědčící o přítomnosti nežádoucích látek.

Závazný je požadavek ČSN na nejvyšší přípustné množství sledovaných látek v kompostovaných odpadech. Další ustanovení ČSN jsou závazná pouze při výrobě registrovaného průmyslového kompostu. Zde jsou závazné požadované jakostní znaky s výjimkou znaku homogenity (tabulka č. 6).

Tabulka č. 6

Požadavek na jakost kompostu (ČSN 465735)

Znak jakosti	Hodnota
Vlhkost v %	od zjištěné hodnoty spalitelných látek do jejího dvojnásobku, avšak min. 40,0 a max. 65,0
Spalitelné látky ve vysušeném vzorku v %	Min. 25,0
Celkový dusík jako N přepočtený na vysušený vzorek v %	Min. 0,60
Poměr C:N	max. 30 : 1
Hodnota pH	od 6,0 do 8,5
Nerозložitelné příměsi v %	max 2,0
Homogenita celku v % relativních	± 30

Tabulka č. 7

Nejvyšší přípustná množství sledovaných látek v kompostu a v surovinách (ČSN 465735)

Požadavky na nejvyšší přípustné množství sledovaných látek v kompostech (tabulka č. 7) uváděných do oběhu upřesňuje vyhláška č. 474/2000 Sb., o stanovení požadavků na hnojiva. Z této vyhlášky vyplývá, že registrované komposty musí splňovat požadavky podle třídy I.

Sledované látky	Nejvyšší přípustné množství sledované látky v mg v 1 kg vysušeného vzorku kompostu podle třídy	
	I.	II.
As	10	20
Cd	2	4
Cr	100	300
Cu	100	400
Hg	1,0	1,5
Mo	5	20
Ni	50	70
Pb	100	300
Zn	300	600

Sledované látky	Nejvyšší přípustné množství sledované látky v mg v 1 kg vysušeného vzorku suroviny
As	50
Cd	13
Cr	1 000
Cu	1 200
Hg	10
Mo	25
Ni	200
Pb	500
Zn	3 000

Doba zrání pro registrované komposty po ukončení homogenizace (homogenizační překopávka) trvá minimálně 60 dní. Během doby zrání je nutno kompost minimálně ještě jednou překopat. Interval mezi první a druhou překopávkou musí být větší než 21 dnů s výjimkou ověřených technologií, kde může být stanovena doba kratší. Výška kompostových zakládek musí být podle normy 2 – 4 m.

U kompostů vyráběných z komunálních bioodpadů, čistírenských nebo farmaceutických kalů nebo z látek s důvodným podezřením na obsah patogenních zárodků musí kompost v procesu zrání dosáhnout minimální teploty 55 °C po

dobu 21 dnů a u ostatních kompostů teploty 45 °C po dobu 5 dnů. Teplota kompostu se měří ve středu výšky zakládky v minimální hloubce 1 m od povrchu zakládky v intervalech umožňujících sledovat průběh zrání. Průmyslový kompost je možno expedovat nejdříve 14 dní po skončení druhé překopávky, jestliže je jeho teplota nižší než 45 °C.

Okresní úřady zpravidla vyžadují, aby v provozních řádech všech kompostáren byl zakotven způsob vedení technologické evidence o každé kompostové zakládce (vyráběné partii kompostu) podle ČSN 46 5735. Tato evidence musí minimálně obsahovat údaje o stanovišti zakládky, výsledky rozborů surovin, množství použitých surovin, údaje o technologii, zejména data technologických operací a výsledky měření teplot a především výsledky výstupní kontroly vyrobených kompostů.

Ostatní obsah ČSN 46 5735 je nezávazný nebo dokonce v rozporu s dalšími legislativními předpisy nebo současnými poznatky vědy a výzkumu.

9.2 Provozní řád kompostárny

Obsah provozního řádu je stanoven vyhláškou č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady. V souladu s přílohou č. 1 vyhlášky se zařízení pro nakládání s odpady za účelem stanovení obsahu provozního řádu člení do 4 skupin, kompostárny náleží do skupiny C. Tuto skupinu tvoří zařízení k využívání odpadů dle technologie R10 „Aplikace do půdy, která je přínosem pro zemědělství nebo zlepšuje ekologii“ (příloha č. 3 k zákonu č. 185/2001 Sb., o odpadech).

Provozní řád kompostárny má obsahovat následující údaje

- základní údaje o zařízení (název, identifikace vlastníka, identifikace provozovatele, jména vedoucích pracovníků, významná telefonní čísla, údaje o sídlech dohlížecích orgánů, údaje o pozemcích, údaj o ukončení stavby, základní kapacitní údaje aj.),
- charakter a účel zařízení (přehled druhů odpadů a účel, k němuž je zařízení určeno),
- stručný popis zařízení (popis technického a technologického vybavení),
- technologie a obsluha zařízení (povinnosti obsluhy zařízení),
- monitorování provozu zařízení (výběr ukazatelů, způsob a četnost jejich sledování),
- organizační zajištění provozu zařízení,
- vedení evidence odpadů (přijímaných i produkovanych),
- opatření k omezení negativních vlivů a pro případ havárie (zde je třeba respektovat požadavky úřadů, týkající se zpravidla minimalizace zápachu, likvidace obtížných živočichů a hmyzu, zákaz spalování jakýchkoliv materiálů, ale i třeba opatření při kompostování listů napadeného klíněnkou jřovcovou),
- bezpečnost provozu a ochrana životního prostředí a zdraví lidí,

- podrobná kvalitativní charakteristika odpadů umožňující jejich přijetí do zařízení,
- suroviny včetně případných biopreparátů a biostimulátorů,
- způsob sledování a řízení kvality biologických procesů a účinnosti technologie (včetně zdravotního rizika).

Při přípravě provozního řádu se doporučuje věnovat pozornost seznamu kompostovaných odpadů s ohledem na budoucí provoz kompostárny a uvést i odpady, které je možno technologicky využívat a zatím nejsou k dispozici. Bude-li se na kompostárně zpracovávat dřevní odpad, je nutné uvést všechny druhy v souladu s Katalogem odpadů (piliny, hobliny a odřezky, dřevěný šrot z obalů, dřevěný odpad stavební a demoliční, dřevo získané odděleným sběrem komunálního odpadu, odpad z lesního hospodářství apod.). Surovinovou skladbu je vhodné uvádět rámcově a brát v úvahu zastupitelnost a případnou absenci některých odpadů.

9.3 Uvádění kompostu do oběhu

Komposty a pěstební substráty se uvádějí do oběhu prodejem podle zákona č. 156/1998, o hnojivech, ve znění zákona č. 308/2000 Sb. Podle tohoto zákona smějí výrobci a dodavatelé uvádět do oběhu pouze komposty, které jsou registrované podle tohoto zákona. O registraci hnojiva rozhoduje Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský na žádost výrobce, který je oprávněn k podnikání. Při podání žádosti je žadatel povinen poskytnout potřebné vzorky, nebo umožnit jejich odběr, uhradit správní poplatek (3000 Kč), uhradit náklady na rozbor vzorků a poskytnout další podklady a informace nezbytné pro registrační řízení. Zpravidla je dostačující informací provozní řád kompostárny, schválený úřadem (okresním úřadem, od r. 2002 orgánem kraje) a předložení dokladů o právní subjektivitě žadatele a o oprávnění k podnikání (živnost výroba hnojiv). Součástí registračního řízení je i předložení příbalového letáku, kde musí být uvedeny veškeré náležitosti požadované zákonem č. 156/1998, o hnojivech, ve znění zákona č. 308/2000 Sb., a především rozsah a způsob použití kompostu.

Vyhláška ministerstva zemědělství č. 474/2000 Sb., o stanovení požadavků na hnojiva, uvádí rizikové prvky a jejich limitní hodnoty v hnojivech a substrátech a stanoví typy hnojiv. Podle této vyhlášky patří průmyslové komposty mezi organická hnojiva (číslo typu 18.1.a.). U balených kompostů a u kompostů, které jsou určeny ke hnojení rekreačních a sportovních ploch a dětských hřišť se vyžaduje hodnocení mikrobiologického znečištění. Jakostní znaky registrovaného kompostu se řídí ČSN 46 5735 a obsah rizikových prvků uvádí vyhláška shodně s ČSN 46 5735 (pro třídu I).

Limitní hodnoty rizikových prvků v kompostech jsou velmi přísné a znemožňují v řadě případů přidávky čistírenských kalů do kompostu. Přísné limity rizikových prvků (zejména zinku) omezují tak kompostování jako účinný způsob využití odpadů. České sdružení pro biomasu „CZ Biom“, které organizuje vý-

robce kompostů v kompostárenské sekci, hledá právní cestu šíření kompostů do oběhu též podle zákona č. 634/1992 Sb. (o ochraně spotřebitele) pro rekultivační komposty využívané na nezemědělských půdách.

9.4 Rizika při kompostování odpadů a jejich eliminace

Kompostování odpadů je spojeno především s riziky technologickými, ekonomickými a kvalitativními.

Rizika technologická

Kompostování odpadu ze zeleně a dalších bioodpadů je z hlediska technologického prakticky bez rizika. Každou technologii kompostování lze doladit na místní podmínky tak, aby byla přínosem pro životní prostředí města nebo obce. Stavba kompostárny, která prošla územním a stavebním a kolaudačním řízením by svým účinkem neměla negativně ovlivňovat složky životního prostředí.

Na úrovni domácího a komunitního kompostování vzniká problém trvalého udržení zájmu občanů o tuto činnost. Tento zájem je možno udržet soustavnou osvětovou činností, odbornou pomocí (poradenstvím) a ekonomickou motivací občanů. Motivací může být výhodné zapůjčení štěpkovače nebo zahradního drtiče nebo příspěvek na zakoupení zahradního kompostéru.

Při organizaci centrálního kompostování je náročné zajistit, aby odděleně sbírané bioodpady byly minimálně kontaminovány nežádoucími příměsmi dalších odpadů. Toto je možno dosáhnout rovněž osvětou a kontrolou spojenou s pravidelným hodnocením.

Rizika ekonomická

Rizikem kompostování odpadů na centrální úrovni může být ekonomická neefektivnost provozu kompostáren. Náklady na kompostování odpadů by měly být podstatně nižší než při ukládání těchto odpadů do skládek. Stávající nízké ceny při skládkování bioodpadů způsobovaly nedostatečnou konkurenční schopnost kompostáren. Dalším problémem nízké ekonomické efektivity kompostáren je nedostatečný odbyt vyrobených kompostů do zemědělství. Dotace na užívání kompostů v zemědělství, která byla v r. 2000 poskytnuta ze státního rozpočtu zvýšila odbyt a iniciovala obnovu činnosti celé řady kompostáren. V případě nezájmu a platební neschopnosti zemědělců je vhodné, aby kompostárny zaměřily odbyt kompostů do oblasti zakládání a údržby veřejné zeleně, na rekultivace nezemědělské půdy a na prodej balených kompostů a z nich připravených substrátů zahrádkářům.

Požizovací cena kompostárny výrazně ovlivňuje ekonomickou efektivnost kompostárny. Kompostárny vzniklé rekolaudací silážních žlabů, hnojišť vybavených levnou mechanizací, která je využívána ještě pro jiné účely (univerzální na-

kladače) mají provozní náklady podstatně nižší než dokonalé kompostárny vybavené mechanizací z dovozu.

Přípravu investičního záměru kompostárny je vhodné svěřit odborníkům se znalostí vývoje budoucí legislativy nakládání s bioodpady a znalostmi, umožňujícími efektivní uplatňování vyrobených kompostů na trhu. Strategie postupného omezování ukládání komunálního bioodpadu na skládkách povede ke zvyšování cen za kompostování bioodpadů, a tím se riziko ekonomické neefektivnosti kompostování bude snižovat.

Kompostování odpadů se neobejde bez státní podpory. O různé formy dotací usiluje „CZ Biom“, sdružující kompostáře. Dobrá dotační politika a legislativní podpora kompostárenství zmenší ekonomická rizika kompostáren.

Rizika kvalitativní

Při kompostování odpadů vzniká riziko trvalého nedodržení technických norem, znemožňující odbyt kompostu. Stávající normy na obsah cizorodých látek v kompostu uvedeném do oběhu prodejem jsou velmi přísné a omezují kompostování např. čistírenských kalů a jiné normy nejsou v současné době schváleny (např. normy pro rekultivační komposty). Kompost nevyhovující jakosti, i když je vyráběn z odpadů bez nebezpečných vlastností je kategorizován jako nebezpečný odpad (kód odpadu 190503). Trvalé nedodržení jakosti vyráběných kompostů bylo důvodem k uzavření kompostárny komunálního odpadu v Lomnici nad Popelkou. Toto riziko je nutno eliminovat dlouhodobým monitorováním chemického složení odpadů a dobrou optimalizací surovinové skladby kompostů.

10. Závěr

Nakládání s komunálním bioodpadem se stává součástí obecních systémů odpadového hospodářství stejně, jako je jím oddělený sběr využitelných složek komunálního odpadu za účelem jejich materiálového využití.

Trend rozšířeného využívání bioodpadu je legislativně nastartován, a to nejen předpisy EU, ale i novým zákonem o odpadech a s ním souvisejícími prováděcími předpisy. Realizace opatření zakotvených v nové právní úpravě pro tuto oblast je stejně jako v jiných oblastech podmíněna investicemi, jejichž financování bude podpořeno z veřejných zdrojů. Významnou součástí však zůstane účast soukromého sektoru. Podstatné změny v rozvoji technické vybavenosti území pro úpravu a využívání bioodpadů lze očekávat v období let 2003 – 2008.

V současné době je nutné řešit především problematiku nakládání s odděleně shromážděným bioodpadem, který je legislativou vyloučen ze skládkování. Nakládání s bioodpadem by mělo být nedílnou součástí obecních vyhlášek. Ve strategických záměrech větších měst a regionů by se mělo počítat s výstavbou zařízení pro zpracování bioodpadu, a to nejen bioodpadu komunálního původu.

V menších městech a v obcích je vhodné propagovat a podpořit domácí a komunitní kompostování bioodpadu. Místní kompostování je výhodné jak ekonomicky, tak i ekologicky. Je spojeno s minimální přepravní zátěží, potřebou mechanizace a zátěží životního prostředí. V místě jsou také příznivější podmínky pro využití kompostu.

Kvalita a způsoby užití kompostu závisí prvořadě na vstupní surovině. Dlouhodobé zkušenosti potvrzují, že kompostování frakcí získaných mechanickým zpracováním směsného komunálního odpadu je vyloučené s ohledem na přítomnost rizikových složek ve vstupní surovině. Kompostovat lze výhradně bioodpad získaný z komunálního odpadu odděleným sběrem. Zpracování takto získaného bioodpadu s podobným odpadem jiného původu je předpokladem výroby kvalitního kompostu.

Současné problémy s kompostováním bioodpadu souvisí především s odbytem tohoto produktu. Kompost je v našich podmínkách prozatím nesnadno prodejnou komoditou. Do ekonomické rozvahy výstavby zařízení na zpracování bioodpadu se proto nedoporučují zahrnovat v plné výši příjmy z prodeje kompostu. Reálná je dohoda o bezúplatném odběru, např. se správci veřejné zeleně, kteří jsou současně producenti bioodpadu. Finančně zajímavá může být úspora při rekultivaci skládky, kde lze s výhodou použít vyprodukovaný kompost. Při přípravě těchto investic je nutné zvážit všechny přínosy a rizika. Neexistuje jednoznačně vhodné nebo nevhodné řešení, výběr závisí na konkrétních místních podmínkách. Řešením pro zpracování komunálního bioodpadu je také jeho anaerobní fermentace např. společně se zemědělskými odpady s využitím získaného bioplynu.

Pro nové zájemce o kompostování odpadu ze zeleně a dalších komunálních bioodpadů se doporučuje návštěva **některých úspěšnějších realizací kompostáren:**

- kompostárna Odpady, a.s. Nová Paka s návazností na separaci bioodpadu z domácností,
- kompostárna OTR, s.r.o. Buchlovice v areálu skládky odpadů,
- ekonomicky efektivní kompostárna firmy Ekodendra Chotějovice,
- kompostárna bioodpadu a odpadu ze zeleně firmy JENA Velké Přílepy u Prahy,
- malé kompostárny odpadů ze zeleně v Bystřici nad Pernštejnem, Žďáru nad Sázavou, ve Ždírci nad Doubravou.

Domácí kompostování organizují např. Technické služby města Bystřice nad Pernštejnem. V tomto městě je možno vidět i komunitní kompostování bioodpadů organizované při místní základní škole.

11. Seznam projektantů a dodavatelů kompostáren, strojů a zařízení a další důležité adresy

1. AGRO FUTURE, s.r.o., Knínská 362, 262 02 Stará Huť, tel.: 0305/22652, e-mail: **Agrofuture@atlas.cz**, kontakt: Václav Jirkovský
 - služby pro kompostárny mobilními linkami (drcení, překopávání, prosévání)
 - služba hygienizace čistírenských kalů vápnem
 - výroba a dodávka mobilních kompostárenských fermentorů (63 – 72 m³)
 - projekce a výstavba kompostovacích bioploch s nuceným provzdušňováním
 - projekce kompostáren bioodpadů a sběrných dvorů
 - nabídka drtičů, překopávačů a rotačních sít firmy KOMPTECH a FARWICK
 - nabídka mísicích a drticích strojů SEKO GREEN
2. AGROINTEG, s.r.o., Zemědělská 1, 613 00 Brno, tel: 05/45135074–5, e-mail: **agrointeg@agrointeg.cz**, kontakt Ing. Josef Šrefl
 - nabídka štěpkovačů a drtičů firmy CRAMER
 - nabídka překopávačů SANDBERGER
3. BIO - DUS, projektový a inženýrsko dodavatelský podnik, Jindřišská 714, 530 02 Pardubice, tel.: 040/517006, kontakt Karel Dus
 - projekce kompostáren a sběrných dvorů
4. BIOGAS TECHNOLOGY, a.s., B. Němcové 2625, 530 02 Pardubice, tel.: 040/396225, e-mail: **Biogas@mbox.vol.cz**, kontakt Ing. Jan Kozák
 - projekce a dodávka bioplynových stanic
5. BYSTRON – Podlesí – Drásky, 757 01 Valašské Meziříčí, tel.: 651/24002, e-mail: **bystron@bystron.cz**, www.bystron.cz
 - výroba a prodej stabilních a mobilních štěpkovačů a drtičů větví
6. COMPAG, s.r.o., Podunajská 24/2, 827 63 Bratislava, tel.: 00421/7/45523070–1
 - dodavatel zastřešených boxových kompostáren COMPAG
7. CZ BIOM – České sdružení pro biomasu, Drnovská 507, 161 06 Praha 6 – Ruzyně, tel.: 02/33022354, e-mail: **czbiom@vurv.cz**, www.vurv.cz/czbiom/
 - kompostárenská sekce sdružuje většinu výrobců kompostů v ČR. Jako profesní sdružení kompostářů hájí legislativní zájmy výrobců kompostů
8. DAVOS, Kounicova 31, 602 00 Brno, tel.: 05/49250891, e-mail: **vostal@sky.cz**, kontakt Ing. Dalibor Vostál
 - projekce kompostáren bioodpadu
 - nabídka drtičů a štěpkovačů JENZ

- nabídka překopávačů BACKHUS
 - nabídka bubnových třídiček BAYER
9. DRE CON ČR, Divadelní 3, 601 00 Brno, tel.: 05/42139256,
e-mail: **cechman-monex@travella.cz**, kontakt JUDr. Čechman
– nabídka kompostáren systému KNEER
 10. EKODENDRA, Ledvická 58, 417 72 Chotějovice, tel.: 0417/821733,
e-mail: **ekodendra@vol.cz**, kontakt: Luboš Hora – předseda kompostářské sekce CZ Biom
– velkovýroba kompostů, výroba rekultivačních substrátů, poradenská činnost
 11. ENVICHKO, s.r.o. Chomutov, Nové Spořice 4987, 430 01 Chomutov,
mob.: 0603/775780, e-mail: **envicho@raz-dva.cz**, kontakt Ing. Roman Honzík
– poradenská činnost při registraci průmyslových kompostů, chemické rozbory kompostů a odpadů
 12. GARTENSTA, s.r.o., K pastvinám 322, 107 09 Praha 10 – Dubeč,
tel.: 02/6848202, e-mail: **gartensta@c.zn.cz**
– projekce a organizace kompostáren odpadů ze zeleně
 13. INTERPROJEKT ODPADY, Heleny Malířové 11, 169 99 Praha 6,
tel.: 02/20517008, kontakt: Ing. Roman Pýcha
– projekce kompostáren
 14. JENA kompostárna a prodejní středisko, 252 64 Velké Přílepy,
tel.: 02/90059660
– vzorové kompostování bioodpadů
– prodej kompostů a substrátů
 15. MULTOS, s.r.o., Pražská 1156, 39301 Pelhřimov, tel.: 0366/323284,
e-mail: **multos@iol.cz** – nabídka nakladačů Schäffer
 16. NUCLEA, s.r.o., Průmyslová 163, 674 25 Třebíč, tel.: 0618/840701–2,
e-mail: **info@nuclea.cz**, www.nuclea.cz, kontakt: Ing. P. Jelínek
– výroba a prodej překopávače kompostu PK – 250
– nabídka drtičů zahradního odpadu MTD
 17. OSTRATICKÝ, s.r.o., 691 54 Týnec u Břeclavi 142a, tel.: 0627/342491–2,
e-mail: **info@ostraticky.cz**, www.ostraticky.cz, kontakt Ing. Radek Ostratický
– prodej a výroba rotačního síta (18 m³.hod)
– prodej a výroba vibračního síta (15 m³.hod)
 18. RAŠELINA, a.s., Na Pískách 488, 392 18 Soběslav, tel.: 0363/521244,
e-mail: **matous@raselina.cz**, kontakt Ing. Jaroslav Matouš
– projekce a organizace kompostáren

19. RETHMANN JEŘALA RECYCLING, s.r.o., Na dělostřelnách 1060/4, 162 00 Praha 6, Břevnov, tel.: 02/33354449, e-mail: **centr.martina@rethmann-gerala.cz**, kontakt Ing. Radek Nechvátal
– nabídka technologií KNEER a BRIKOLARE
– projekce kompostáren
20. SANBIEN, s.r.o., Nádražní 19, 150 00 Praha 5, tel.: 02/57323261, e-mail: **sanbien@volny.cz**, kontakt: Jaroslav Bláha
– prodej biopřípravků ke kompostování (Oxygenator)
21. SOME, s.r.o. Jarošovská 1267/II, 377 01 Jindřichův Hradec, tel.: 0331/372011, e-mail: **some@somejh.cz**, www.somejh.cz, kontakt: Ing. Jiří Horatlík
– nabídka štěpkovačů, drtičů, překopávačů a bubnových sít od firmy PEZOLLATO a DOPPSTADT
22. SSI SCHÄFFER, s.r.o., Přeštínská 1415, 153 00 Praha 5 – Radotín, tel.: 02/57911590, e-mail: **prodej@ssi-schaffer.cz**, kontakt Ing. Jiří Němec
– výroba a nabídka sběrných nádob pro bioodpad – typ Kompostainer
23. TECHNICKÉ SLUŽBY MĚSTA, a.s. Na cihelně 469, 593 01 Bystřice nad Pernštejnem, tel.: 0505/552595, e-mail: **tsby@telecom.cz**, kontakt: Ing. Josef Novotný
– organizování domácího kompostování
– kompostování bioodpadu
24. ÚKZÚZ, Ústřední kontrolní a zkušební ústav v Brně, oddělení registrace hnojiv: Za opravnou 4, 150 06 Praha 5 – Motol, tel.: 02/57294217, e-mail: **olga.blahova@oapvr.zeus.cz**, kontakt Ing. Olga Bláhová
– registrace kompostů podle legislativy hnojiv
25. VÚCHZ, a.s. Křižkova 70, 660 89 Brno, tel.: 05/72621111, e-mail: **fialova@vuchz.cz**, kontakt Ing. Lenka Fialová
– projekce a dodávka linky na kompostování bioodpadu s kontinuálním bioreaktorem
26. VÚRV – Výzkumný ústav rostlinné výroby, Drnovská 507, 161 06 Praha 6 – Ruzyně, tel.: 02/33022354, e-mail: **vana@vurv.cz**, www.vana.zde.cz, kontakt: Ing. Jaroslav Váňa, CSc.
– poradenství a projektová činnost v oblasti kompostování a anaerobní digesce bioodpadů
– odborné posouzení projektů a investičních záměrů kompostáren
27. ZTS Jindřichův Hradec, s.r.o., Janšovská 840/II, 377 47 Jindřichův Hradec, tel.: 0331/321320, e-mail: **zts@zts-jh.cz**, kontakt: Jiří Kupka
– prodej, leasing, servis čelních kolových nakladačů LNC-001, LOCUST 750, BOBEK, otočných nakladačů a přepravníků strojů.

Seznam literatury

1. Benešová, L. a kol.: Intenzifikace sběru, třídění a dopravy komunálních odpadů. Předběžné výsledky sledování množství a skladby, výzkumný projekt MŽP VaV/720/2/00, Univerzita Karlova v Praze, ÚŽP 2001.
2. Biological Treatment of Biowaste, Working Document, European Commission ENV.A.2, Brussels 2/2001, http://www.europa.eu.int/comm/eviroment/waste/facts_en.htm.
3. ČSN 46 5735 Průmyslové komposty.
4. Kalina M.: Kompostování a péče o půdu, Praha, Grada 1999.
5. Kolektiv autorů: Bioodpad 99. Sborník ze symposia ve VÚRV Praha – Ruzyně. CZ Biom 1999.
6. Kotoulová Z.: Očekávaný vývoj v nakládání s bioodpady komunálního původu, Sborník z konference Odpady a obce, Hradec Králové 2001.
7. Kotoulová Z.: Situační zpráva o biologicky rozložitelných odpadech v ČR, Praha, SLEEKO 2000.
8. Kotrčová J.: Odpady z veřejné zeleně, literární rešerše, Praha, ČEÚ 2001.
9. Moňok B.: Kompostovanie – príručka pre obce. Košice, SPZ 2001.
10. Směrnice Rady 1999/31/ES z 26. dubna 1999 o skládkách odpadu.
11. Váňa J., Slejška A.: Bioplyn z rostlinné fyto-masy, Praha, ÚVTIZ 1998.
12. Váňa J.: Kompostování travní fyto-masy. In: Sborník referátů na mezinárodním veletrhu Techagro 2000, s. 82 – 87, Brno, BVV 2000.
13. Váňa J.: Příprava a využití domácích kompostů. Praha, SNTL 1988.
14. Váňa J.: Příprava a využití kompostů v zemědělství, Praha, IVV MZe 1997.
15. Vyhláška č. 6/1977 Sb., o ochraně jakosti povrchových a podzemních vod.
16. Vyhláška MZe č. 474/2000 Sb., o stanovení požadavků na hnojiva.
17. Vyhláška MŽP č. 381/2001 Sb., kterou se stanoví Katalog odpadů, Seznam nebezpečných odpadů a seznamy odpadů a států pro účely vývozu, dovozu a tranzitu odpadů a postup při udělování souhlasu k vývozu, dovozu a tranzitu odpadů (Katalog odpadů).
18. Vyhláška MŽP č. 382/2001 Sb., o podmínkách použití upravených kalů na zemědělské půdě.
19. Vyhláška MŽP č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady.
20. Zákon č. 125/1997 Sb., o odpadech, ve znění pozdějších předpisů.
21. Zákon č. 138/1973 Sb., o vodách (vodní zákon), ve znění pozdějších předpisů.
22. Zákon č. 156/1998 Sb., o hnojivech, ve znění zákona č. 308/2000 Sb.
23. Zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech a o změně některých dalších zákonů.
24. Zákon č. 50/1976 Sb., o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon), ve znění pozdějších předpisů.

Další informační zdroje

1. CZ BIOM – České sdružení pro biomasu – www.vurv.cz/czbiom/
2. Český ekologický ústav, Informační systém o odpadech – www.ceu.cz
3. EnviWeb – komplexní portál pro ochranu a tvorbu životního prostředí nástupnický projekt odpadového serveru www.skladka.cz – www.enviweb.cz
4. Katalog odbytu odpadů – JOGA Luhačovice – www.recyklace.net
5. Ministerstvo zemědělství – www.mze.cz
6. Ministerstvo životního prostředí – www.env.cz
7. Portál veřejné správy – sekce ŽP – www.centralni-adresa.cz/portal/index.html

Příloha č. 1

TS MĚSTA • PŮJČOVNA NÁŘADÍ (TEL 0505 / 551 363) • PŘEPRAVA A LIKVI
DACE VESKERYCH ODPADŮ • PROMÁJEM KONTEJNERŮ • UKLIDOVÉ PRÁCE • ZAHRADNÍ A PARKOVÉ ÚPRAVY

TS města a.s.

Bystřice nad Pernštejnem



KOMPOST

DOMÁČÍ KOMPOSTOVÁNÍ

TU • PRÁCE PLOŠINOU DO 12m • TERENNÍ ÚPRAVY • ZEMNÍ PRÁCE • PRODEJ PÍSKU V MALÉM MNOŽSTVÍ • ZATRAVNOVACÍ DLAŽBA A DALŠÍ VÝROBKY Z RECYKLOVANÉHO PLASTU

Příklad informačního letáku s návodem na provádění domácího kompostování

Příručka pro nakládání s komunálním bioodpadem

Ing. Zdenka Kotoulová
Ing. Jaroslav Váňa, CSc.

Vydavatel: Ministerstvo životního prostředí
ve spolupráci s Českým ekologickým ústavem

Tato publikace je neprodejná

Sazba a litografie:



70 stran

Náklad 1000 výtisků

Praha 2001