



Manuál kvality kompostu

- program kvality
- standardizace procesu kompostárny a kvality kompostu
- správná kompostářská praxe s ohledem minimalizace dopadu na životní prostředí během celého cyklu – principy provozu s nízkými emisemi

V rámci projektu QK1920177
„Nástroje pro lepší využívání kompostovacích zařízení s
následným navýšením vyrobeného kompostu,
aplikovaného na zemědělskou půdu“

ISBN 978-80-87226-41-4

Obsah

1	Proces kompostování – základní biologické podmínky procesu kompostování	8
1.1	Mikrobiologie v kompostovacím procesu	9
1.2	Vyhodnocení změny hmotnosti	10
2	Specifické podmínky pro vstupní suroviny – proces, emise a kvalita	10
2.1	Vlastnosti výchozích surovin ke kompostování, které mají vliv na procesy a emise	10
2.1.1	Vlhkost	10
2.1.2	Struktura surovinové skladby	11
2.1.3	pH	11
2.1.4	Poměr C/N	11
2.2	Produktově orientovaná kvalita vstupních surovin	11
2.2.1	Obsah nerozložitelných znečišťujících látek a cizích látek	12
2.3	Výchozí suroviny dle provozního řádu	13
2.4	Pomocné látky a příměsi (biostimulátory).....	14
3	Principy provozu s nízkými emisemi	14
3.1	Pachové emise	16
3.1.1	Základ provozu s nízkými pachy	17
3.1.2	Opatření na snížení pachů – otevřené zakládky na volné ploše.....	18
3.1.3	Technická opatření pro úpravu odpadního vzduchu v kompostovacích procesech s nuceným provzdušňováním	21
3.1.4	Obecné strategie a procesy při sanačních opatřeních a likvidaci havarijních stavů	22
3.1.5	Souhrn - chyby při plánování a provozu (provozní řízení).....	22
3.2	Kapalné emise	24
3.2.1	Typy kapalných emisí z kompostáren.....	24
3.2.2	Omezení a zabránění vzniku výluhů.....	25
3.2.3	Recyklace a úprava odpadních vod	25
3.2.4	Požadavky na odvádění odpadních vod a velikost /kapacita záchytné jímky	25
3.3	Mikrobiální emise – hygienizační funkce kompostovacího procesu.....	27
3.3.1	Základní požadavky Předpisu o vedlejších živočišných produktech	28
3.3.2	Základní požadavky na řízení procesů v kontextu správné hygienizace	29
3.3.3	Monitoring pro hodnocení hygienizace	30
3.3.4	Záznamy a dokumentace procesu hygienizace	31
3.3.5	Požadavky na kompost – indikační mikroorganismy	31

3.3.6	Vzduchové mikrobiální emise	32
3.4	Jiné plynové emise	34
3.4.1	Metan (CH ₄), oxid dusný (N ₂ O), čpavek (NH ₃): Opatření k optimalizaci procesů pro nízkoemisní provoz	34
3.4.2	Emise klimaticky významných plynů – souhrn a závěry pro provoz s optimálními emisemi / certifikace	36
3.4.3	Těkavé organické sloučeniny (VOC) – souhrn a závěry pro provoz s optimálními emisemi	38
3.5	Hlukové emise	39
3.5.1	Obecné požadavky	39
3.5.2	Požadavky na ochranu proti hluku u pracujících:	39
3.5.3	Požadavky na ochranu proti hluku u osob na přilehlých pozemcích:	39
4	Procesní a provozní struktura kompostování	40
4.1	Přejímka surovin – plochy pro příjem.....	41
4.1.1	Popis hlavních funkcí	41
4.1.2	Základní podmínky pro příjem	41
4.1.3	Technické a konstrukční vybavení v oblasti přejímky a dočasného uložení	42
4.1.4	Požadavky na provozní řízení a dokumentaci.....	42
4.1.5	Evidence / dokumentace	43
4.2	Zpracování surovin	43
4.2.1	Základní funkce	43
4.2.2	Odstranění/oddělení nežádoucích a nerozložitelných příměsí při zpracování surovin	43
4.2.3	Drcení.....	45
4.2.4	Homogenizace a míchání surovin	46
4.3	Primární / horká/ intenzivní fáze	47
4.3.1	Definice	47
4.3.2	Základní funkce	48
4.3.3	Požadavky na dokumentaci	48
4.4	Fáze dozrávání.....	49
4.4.1	Definice	49
4.4.2	Základní funkce	49
4.4.3	Požadavky na dokumentaci	49
4.5	Finální úprava.....	50

4.5.1	Definice	50
4.5.2	Základní funkce	50
4.5.3	Požadavky na dokumentaci	50
4.6	Uložení hotového kompostu.....	50
4.6.1	Definice	50
4.6.2	Základní funkce	51
4.6.3	Požadavky na dokumentaci	51
4.6.4	Další požadavky.....	51
5	Kvalita kompostu.....	52
5.1	Definice	52
5.2	Požadavky nadstandardní kvality kompostu	52
5.2.1	Kvantitativní parametry kompostu	52
5.2.2	Další parametry hodnocení kompostu	53
5.2.3	Limitní hodnoty rizikových prvků	54
5.2.4	Limitní hodnoty indikátorových organismů.....	54
5.2.5	Monitoring kvality kompostu.....	55
5.2.6	Vzorkování	55
5.2.7	Definované využití kompostu dle výsledků analýz	56
5.2.8	Hodnotící systém Manuálu kvality kompostu – certifikace kompostu / interpretace výsledků analýz kompostu.....	56
6	Přílohy.....	57
6.1	Definice a pojmy.....	57
6.2	Příklad poměru C : N.....	60
6.3	Procesní model.....	64
6.3.1	Požadavky na proces kompostování / procesní model.....	65
6.4	Stanovení chemických rizikových prvků a rizikových látek a kvalitativních znaků kompostů.....	66
6.4.1	Metody a postupy mikrobiologických stanovení.....	66
JPP NRL ÚKZÚZ - zkoušení hnojiv - 2. vydání, Brno 2015: postup č. 20221.1 Stanovení hodnoty pH elektrochemicky a postup č. 20370.1 Stanovení hodnoty pH v extraktu typových substrátů a zemin vodou.....		
		67
ČSN EN 13037 (836222) Půdní melioranty a stimulanty růstu - Stanovení pH.....		
		67
ČSN EN 15933 (838120) Kaly, upravený bioodpad a půdy - Stanovení pH.....		
		67
6.4.2	Ověření účinnosti hygienizace kompostovacího procesu	68

6.5	Registr právních požadavků	70
	Nařízení vlády č. 295/2011 Sb. o způsobu hodnocení rizik ekologické újmy a bližších podmínkách finančního zajištění.....	71
6	Vyhláška č. 309/2021 Sb. o odběrech a chemických a biologických rozbořech vzorků hnojiv	71

Úvod

Manuál kvality kompostu je program pro správný proces technologie kompostování, který stanovuje minimální požadavky na konstrukční řešení a techniku, včetně provozně-procesního řízení kompostovacích zařízení k výrobě kompostu z výchozích materiálů v souladu se stávající legislativou včetně ČSN 465735 Kompostování.

Program splňuje podmínky k přidělení známky kvality produktům s ohledem na minimalizaci dopadu na životní prostředí během celého jejího životního cyklu – kompostování:

- kvalita vstupních surovin / technologie vzniku suroviny
- vlastní proces kompostování
- kvalita kompostu
- definice kvality kompostu pro jeho další využití / schéma aplikace do půdy / humusotvorný a hnojivý efekt

Manuál kvality podává základní požadavky a zásady managementu kvality procesu kompostování, podle kterých se provoz kompostárny řídí a monitoruje (příprava provozu kompostárny, vlastní proces kompostování a kvalita kompostu). Obsahuje informace pro standardizaci produkce trvale vysoké kvality kompostu s doporučením pro jeho konkrétní využití aplikačních schémat kompostu ve vazbě především na zemědělské půdy, specificky na půdy degradované (eroze) a na půdy v oblastech ochrany podzemních a povrchových vod. Ověřená kvalita kompostu zajistí jeho využití v rámci půdoochranných technologií – zdroj organické hmoty a živin ve stabilních formách, kdy je kompost:

- nezpochybnitelným kvalitním hnojivem (komplex živin) pro zemědělskou praxi
- bezpečným hnojivem pro využití v ochranných pásmech vod
- významným příspěvkem pro zlepšování kvality půdy – k podpoře ochrany půdy v rámci stabilizace produkční schopnosti

Základní požadavky na kvalitu kompostu včetně aplikace jsou stanoveny následujícími normami

- Zkušební postupy – analýza – kvality kompostu
- Zkušební postupy – interpretace analýzy kvality kompostu pro specifika jeho použití
- Pokyny pro aplikaci

Cíl pro praxi a průběžnou aktualizaci Manuálu kvality kompostu

- začleňování zkušeností praxe průmyslu a regulačních orgánů do uplatňování pokynů a pro zajištění, nových vědeckých a technologických inovací
- preferování kompostování před přímou aplikací nezpracovaných bioodpadů do půdy – kaly
- zajištění důvěry spotřebitelů prostřednictvím certifikace kompostu

Manuál kvality

- je založen na čtyřech kritériích pro bezpečnost produktu:
 - cizorodé látky (nerozložitelné příměsi)
 - zralost a stabilita
 - patogeny
 - rizikové prvky
- respektuje stávající platnou legislativu včetně ČSN 465735 Kompostování,
- definuje požadavky na proces kompostování a kvalitu kompostu s parametry pro standardizaci kvality kompostu, který je vyrobený biologickou cestou z biologicky rozložitelných surovin / odpad
- vztahuje se na kompost – uváděný do oběhu / prodává se, rozdává se anebo pro vlastní potřebu, kdy produkt musí být bezpečný pro všechny složky životního prostředí a pro určité a dané použití

Pro rozlišení kvality výstupu kompostárny byly stanoveny skupiny a typy kompostu

- dle legislativy: vyhláška č. 273/2021 Sb. o podrobnostech nakládání s odpady
 - 1. skupina – výstupy využívané na zemědělské a lesní půdě
 - třída I výstupy, které splňují požadavky na uvádění do oběhu pro výrobky podle jiných právních předpisů (zákon č. 156/1998 Sb. o hnojivech)
 - třída II výstupy, které splňují požadavky na uvádění do oběhu pro výrobky podle nařízení, kterým se stanoví pravidla pro dodávání hnojivých výrobků EU28);
 - třída III výstupy využívané na zemědělské a lesní půdě, které nejsou uváděny do oběhu podle jiných právních předpisů
 - další skupiny využití mimo zemědělskou půdu specifikované dle obsahu rizikových prvků (viz. vyhl. č. 273/2021 Sb. o podrobnostech nakládání s odpady)
- dle certifikace: splňuje požadavky Schématu certifikace kompostu v platné verzi
 - kompost s certifikátem

- kompost s certifikátem pro ekologické zemědělství
- kompost s certifikátem s kaly

Jednotlivé kvality výstupů se liší požadavky na limitní hodnoty rizikových látek a prvků, přičemž kvalita certifikovaného kompostu je hodnocena nadstandardními parametry, které reflektují také výživové hodnoty a stabilitu certifikovaného kompostu. Certifikovaný kompost je známkou kvality celého systému zpracování a recyklace, pro uvádění do oběhu je nutná registrace dle zákona č. 156/1998 Sb. o hnojivech.

1 Proces kompostování – základní biologické podmínky procesu kompostování

Program kvality správného procesu technologie kompostování řeší základní podmínky, které se přímo vztahují k ekologicky šetrnému a na kvalitu zaměřenému řízení biologické přeměny biologicky rozložitelných surovin.

Cílem kompostování je výroba produktu / kompostu bohatého na obsah humózních látek, který pro určité použití splňuje požadavky na kvalitu. Během procesu kompostování se věnuje pozornost zejména hodnotě, které kompost nabývá coby zdroj humusu a živin, jako prostředek zlepšující kvalitu půdy nebo jako organické hnojivo.

Kompostovací proces definuje výrobu kompostu jako „řízenou exotermní biologickou přeměnu rozložitelných organických surovin (s obsahem alespoň s 20 % hm organických látek) do produktu bohatého na obsah stabilního humus a živin“.

K výše uvedenému je třeba požadavky na konstrukční řešení technologie – technika a na řízení procesu kompostování – rozlišovat dle následujících hledisek:

- splnění zákonných požadavků na suroviny a postup kompostování (bezpečnostní pravidla, ekologické řešení částí zařízení a strojů, ochrana personálu, ochrana vlastníků sousedních pozemků atd.)
- splnění zákonných požadavků na kvalitu koncového produktu / kompostu
- kvalitu výchozích organických surovin (s ohledem na minimální možnou ztrátu organického uhlíku a dusíku) a dle specifikace výrobku i mineralizace a stabilizace obsaženého humózního materiálu, uskutečněná ve větším či menším rozsahu (např. stabilní či čerstvý kompost).

- individuální optimalizace systému procesů a řízení provozu s cílem dosáhnout nejnižšího možného objemu plynných či kapalných emisí a emisí pachů, mikroorganismů, prachu a hluku, souběžně s kontrolními postupy/monitoring na jejich sledování a řízení.
- v závislosti na konkrétním zamýšleném použití i dodatečné ověření a opakovatelné rozlišení kvality včetně nezbytné jemné úpravy (např. prosévání na požadovanou velikost částic). V tomto konkrétním případě nemá smyslu stanovit závazné minimální standardy. Obor by si měl pro každý sektor trhu stanovit příslušné standardy sám.

Optimalizaci kompostování lze ovlivnit pouze čtyřmi základními faktory, a to jak v řízení emisí, tak v kvalitě kompostu:

- míchání / homogenizace výchozí surovinové skladby (surovinová skladba základky kompostu).
- sledování objemu vody / vlhkosti
- přísun kyslíku do rozkládajících se surovin
- řízení teploty jednotlivých fází procesu

1.1 Mikrobiologie v kompostovacím procesu

Znalost biochemických procesů během rozkládání a přeměny organických látek je základní výchozí podmínkou pro cílené řízení či regulaci toku procesů během kompostování.

Rozkládání organických látek mikroorganismy způsobuje, v závislosti na intenzitě rozkladných procesů a použitém objemu biomasy, vzestup teploty („samozahřívání“).

Rozlišují se tři rozsahy teplot, v každém, z nichž se uplatní jiné spektrum převládajících druhů mikroorganismů:

Tabulka 1 Druhy mikroorganismů dle tepelných rozsahů

Psychofilní rozsah	- 4 až 20°C	Bakterie a plísňe
Mezofilní rozsah	15 až 42°C	Bakterie a aktinomycety
Termofilní rozsah	45 až 75°C	Bakterie a mezofyly až po tepelně odolné výtrusy hub

U těchto tří primárních požadavků na samotný proces rozkladu (hygienizace, rozkládání organických látek a maximální diverzita mikroorganismů) lze specifikovat následující teplotní optima.

Tabulka 2 Optimální teplotní rozsahy pro jednotlivé fáze kompostovacího procesu

Fáze kompostovacího procesu	Teplotní rozsah
Hygienizace – primární fáze	> 55°C
Dozrávání – sekundární fáze	45 – 55°C
Mikrobiální diverzita	35 – 40°C

Řízení teploty je prováděno dle následujících zásad, odvozených z teplotních optimalizace uvedených v tab.1

- za správně vytvořené homogenní surovinové skladby bude při samozhřívání dosažena teplota přes 55 °C, která je nutná pro tepelnou hygienizaci. Abychom zajistili účinek tepelné hygienizace, je třeba v souladu s procesně specifickými základními podmínkami zajistit, aby byla minimální teplota zaručena v celém profilu zakládky po celé nezbytné období
- po této fázi by se měla teplota snížit co nejrychleji do rozsahu 50–55 °C pomocí provzdušňování a zavlažování, aby bylo dosaženo rychlého rozkládání a přeměny a rychlé humifikace a komplexní tvorby (stabilizace jílovité humusových komplexů).
- za uvedených podmínek lze vyloučit i možnost přežití mikroorganismů, které způsobují choroby rostlin, v tomto případě zejména v oblasti zemědělství a zahradnictví a že bude dosaženo vysokého stupně biologické stabilizace (vyzrálosti) veškerých rozkládajících se surovin

1.2 Vyhodnocení změny hmotnosti

Při kompostování biologicky rozložitelných surovin zjišťujeme ztrátu při rozkladu 55–65 hm.% a poměr užitného jemného kompostu přibližně 30–35 hm.% po odstranění všech znečišťujících látek a nadsítné frakce, které se nevrátí do procesu. Při kompostování surovin ze zahrad a zelených ploch s vysokým poměrem – drcené či štěpkované dřevní hmoty může být ztráta při rozkladu výrazně nižší, přibližně 20–30 hm.%.

2 Specifické podmínky pro vstupní suroviny – proces, emise a kvalita

Výchozí suroviny ke kompostování jsou primárně suroviny s dostatečným obsahem biologicky rozložitelné hmoty.

2.1 Vlastnosti výchozích surovin ke kompostování, které mají vliv na procesy a emise

2.1.1 Vlhkost

Vlhkost (obsah vody) ve výchozích biologicky rozložitelných surovinách se může výrazně měnit v závislosti na jejich strukturní stabilitě a schopnosti zadržovat vodu. Strukturní stabilita

(pórovitost) surovinové skladby zajistí, pokud je směs dostatečně promíchaná (homogenizovaná), správné zajištění vlhkosti a případné odvádění nadbytečných kapalin.

Optimální vlhkost je:

- ve směsích chudých na strukturní suroviny - 45–50 hm.%
- u směsí bohatých na strukturní suroviny - 45–60 hm.%

2.1.2 Struktura surovinové skladby

Strukturní stabilita je výchozí podmínkou pro udržení nezbytné pórovitosti a výměny plynů v kompostovacím procesu. Příznivý poměr drceného dřeva a odřezků větví jako strukturních surovin záleží na strukturních vlastnostech a vlhkosti v ostatních surovinách. Optimální struktura surovinové skladby by měl být v rozmezí 30–40 %.

2.1.3 pH

pH surovinové skladby (např. čerstvého kuchyňského a zeleného odpadu) způsobují nižší pH 4–6 v úvodní fázi rozkladného procesu během prvních 3–7 dní, což naopak má za následek výraznou prodlevu při odbourávání C (zpožděná fáze) a tvorbu nižších karboxylových kyselin.

- *Vápnem stabilizovaný čistírenský kal má hodnotu pH 10–12. Za takové hodnoty není žádná mikrobiální činnost možná. Je pravidlem, že zde musí být odpovídající vysoký poměr čerstvých surovin (např. odřezků, trávy), aby se pH během krátkého období (1–3 dny) snížilo pod 8 a byl opět umožněn růst mikroorganismů. Stabilizovaný kal naopak většinou přináší pH v rozsahu 6,5–7.*

2.1.4 Poměr C/N

Mikrobiálně rozložitelné zdroje uhlíku a dusíku musí být k dispozici ve vyrovnaném poměru. Nadbytek volného dusíku (C/N menší než 15–20:1) může vést k vyšším ztrátám ve formě čpavku, ale rovněž ke tvorbě oxidu dusného. Poměr C/N v rozsahu zhruba 25–35: 1 je považován za správnou hodnotu. Referenční hodnoty typických výchozích surovin jsou uvedeny v příloze č. 6.2

2.2 Produktově orientovaná kvalita vstupních surovin

Je pravidlem, že se kvalitativní zhodnocení kompostu provádí až u hotového konečného produktu. Speciální požadavky na zkoušky a minimální standardy surovin byly stanoveny pouze pro vybrané suroviny s potencionálním vyšším obsahem rizikových prvků či nečistot nebo bez jednoznačně určeného původu. Pro biologicky rozložitelné odpady určuje požadavky na rozboru u vybraných druhů přijímaných bioodpadů vyhl. č. 273/2021 Sb. o podrobnostech nakládání s odpady. Nejsou však stanoveny limitní hodnoty pro příjem na kompostárnu.

2.2.1 Obsah nerozložitelných znečišťujících látek a cizích látek

Do této kategorie se řadí jak potenciálně jedovaté prvky (PTE) nebo těžké kovy (olovo, kadmium, chrom, měď, nikl, rtuť a zinek), tak i stálé organické nečistoty, jako jsou dioxiny, furany, PCB, PAH.

2.2.1.1 Trvalé organické nečistoty a rizikové prvky

Na kompostárnu, která je provozována v režimu zákona č. 541/2020 Sb. o odpadech lze přijímat pouze biologicky rozložitelné odpady uvedené v př. č. 25 vyhl. 273/2021 Sb. a následně schválené v provozním řádu a souhlasu k provozu tohoto zařízení. Pro vybrané druhy biologicky rozložitelných odpadů jsou určeny požadavky na předložení rozborů na příjem těchto druhů bioodpadů, nejsou však stanoveny limitní hodnoty pro příjem na kompostárnu.

- Vztahuje se na odpady skupiny 19, kde je požadováno doložení protokolů o odběru vzorků a protokolů o výsledku zkoušek na obsah rizikových prvků (As, Cr celkový, PCB, PAU, Ni, Cd, Cu, Pb, Hg, Zn), v případě jednorázové nebo první z řady dodávek v jenom kalendářním roce
- U ostatních bioodpadů je nutné doložit popis odpadů, min. u první z řady dodávek

V případě předpokladu využití kompostu v ekologickém zemědělství (dále EZ) je nutné doložit původ surovin z pohledu technologií vzniku a obsahy rizikových prvků (dle nařízení komise EU 2164/2019) s doporučením doložit také analýzu obsahu zbytkových reziduí pesticidů (odkaz ÚKZUZ)

2.2.1.2 Znečištění nežádoucími a nerozložitelnými příměsi (plasty, kovy, sklo)

Znečištění cizími látkami a nečistotami je obecně důležité pouze při separovaném sběru biologicky rozložitelného komunálního odpadu z domácností, zahrad a veřejné zeleně a u specifického komerčního odpadu (např. odpad z restaurací obsahující papír nebo škrobové talířky a šálky)

Snížení obsahu nežádoucích a nerozložitelných příměsí v hnědých nádobách může být podpořeno osvětou.

Nežádoucí a nerozložitelné příměsi by měly být ve velkém rozsahu odstraněny před, během či po ukončení kompostovacího procesu, aby se zajistil maximální možný rozsah odstranění znečišťujících látek a produkce kvalitního kompostu bez rizika přenášení těchto látek (především plastů) do složek životního prostředí

Kroky pro snížení obsahu nežádoucích a nerozložitelných příměsí

- bude zajištěno, aby frakce znečišťujících látek, nečistot a cizích příměsí dodaných surovin neovlivňovala negativně následný proces kompostování a výsledný produkt.

- obce by v rámci svých systémů odděleného sběru měly zajistit co možná nejnižší úroveň znečištění těmito látkami pomocí efektivního poradenství, osvětou a kontrolami během sběru biologického odpadu.
 - Uváděná max. hodnota přijatelného znečištění tříděného BRKO je dle zkušenosti 1 hm.% v čerstvé hmotě na příjmu. A ani v hustě obydlených oblastech by neměla být překročena 2 hm.% čerstvé hmoty. Pokud budou přibližné hodnoty překročeny, pak bude potřeba větších výdajů na třídění.

Pokud úplnost separace dle typu v dodávkách nedostačuje pro požadovanou kvalitu kompostu, pak bude tento odpad odmítnut, pokud není možné snížit obsah nečistot za použití dostupných primárně technických opatření (např. prosívání, vzduchová separace, ukládání kovů) během výroby kompostu v takovém rozsahu, aby bylo dosaženo dostatečné kvality.

2.2.1.3 pH

Hodnota pH je důležitým faktorem surovinové skladby a může ovlivnit průběh primární fáze. Pro úpravu pH nad 7 je nutné upravit surovinovou skladbu o odpovídající podíl strukturních surovin a případně i zralého kompostu, zeminy. Komposty z tradičních směsí dřevní hmoty a biologicky rozložitelného odpadu obecně podporují vzestup pH nad neutrální hodnotu (7,5 – 8). Přidání vápna by mělo být prováděno s velkou opatrností, protože může způsobit uvolňování dusíku ve formě čpavku a zpomaluje biologickou tvorbu dusíku, zejména tehdy, pokud pH překročí hodnotu 8.

2.3 Výchozí suroviny dle provozního řádu

Provozní řád kompostárny rozhodujícím způsobem určuje, které suroviny lze použít pro výrobu kompostu dle uvažovaného využití. Dále definuje příměsi, které slouží k optimalizaci kompostovacího procesu a výroby kompostu. Na kompostárnu, která je provozována v režimu zákona č. 541/2020 Sb. o odpadech lze přijímat pouze biologicky rozložitelné odpady uvedené v př. č. 25 vyhl. 273/2021 Sb. (tab. 25.1) a následně schválené v provozním řádu a souhlasu k provozu tohoto zařízení. V této příloze vyhlášky následně tab. 25.4 stanoví katalogová čísla odpadů, jejichž zpracování podléhá souhlasu veterinární správy a tab. č. 25.5 stanoví katalogová čísla odpadů, jejichž zpracování podléhá povinnosti ověření technologie (validace) a pravidelnému ověření limitních hodnot indikátorových organismů.

- dělení dle legislativy
- provozní **dokumentace** zařízení kompostárny

2.4 Pomocné látky a příměsi (biostimulátory)

Kompostové příměsi jsou organické a minerální pomocné látky, které napomáhají zlepšení procesu kompostování a většinou hrají nevýznamnou roli, pokud jde o množství.

Další funkce příměsí jsou

- potenciální redukce tvorby pachů přidáním diabasové moučky, vápna, jiné kamenné drti, zralého kompostu.
- vázání nadbytečné vlhkosti (suchý kompost, jílový prach, jemně drcené suroviny)
- mikrobiální aktivace (očkování) kompostem, podpora tvorby humusu jílovým prachem či hlinitou půdou, doplnění živin

Pomocné látky se většinou přidávají v malém, za určitých okolností homeopatickém množství do rozkládající se hmoty s cílem urychlit kompostovací proces, případně pozitivně ovlivnit konečný produkt. Použití těchto surovin, příměsí a biostimulátorů musí být ošetřeno v provozním řádu kompostárny.

3 Principy provozu s nízkými emisemi

Tato kapitola stanovuje management kvality, podle kterého se provoz kompostárny řídí – požadavky na biologické provozní postupy a na jejich dokumentaci.

Délka kompostovacího procesu pro výrobu stabilního / vyzrálého kompostu (v závislosti na rychlosti rozkladu zpracovávaných surovin a typu technologie) je min. 60–180 dní.

Bez ohledu na stupeň stabilizace, kterého má být dosaženo po návozu surovin na kompostárnu, je důležité zejména následující:

- emise pachů.
- rychlý konec tvorby metanu.
- oxidace na vyšší valenci redukčních produktů rozkládaním N (potenciální vznik $\text{NH}_3/\text{N}_2\text{O}$).

Emise pachů se vyznačují mimo jiné snížením obsahu sloučenin síry (primárně H_2S) a sloučenin obsahujících dusík (především čpavek kvůli nižšímu poměru C/N a vyšším hodnotám pH). Organické emise sestávají hlavně z metanu v množství v závislosti na vlhkosti a strukturnosti vstupní surovinové skladby.

Kvalita provozu kompostárny je dokumentovaná na základě údajů kompostárny a popisu zařízení, který obsahuje řízení celého výrobního procesu uvedeného v příloze č. 6.3 procesní model.

Výchozí hrubé rozdělení emisí z kompostovacího zařízení lze provést podle základních tras emisí:

- voda (výluhy, splachy způsobené srážkami, vysrážená voda atd.).
- země (znečišťující látky v kompostu).
- vzduch (pachy, prach, mikroorganismy, organické a neorganické látky znečišťující vzduch, hluk).

Emise, se kterými je třeba uvažovat při kompostování:

- pachové emise.
- kapalné emise.
- emise mikroorganismů.
- prachové emise.
- organické a neorganické látky znečišťující vzduch (včetně plynů, které ovlivňují klima).
- hlukové emise.

Příslušné emise vznikající z provozu kompostovacího zařízení a místa jejich akumulace a vypouštění jsou uvedeny v tabulce 3.

Tabulka 3 Součásti kompostovacího procesu, které ovlivňují emise

Fáze procesu	Část zařízení	Emise ²⁾ se šíří		
		vodou	zemí	vzduchem ³⁾
Příjem, uložení	plochy pro příjem a manipulaci	Výluhy a technologická voda	Ne **	Pachy, hluk (prach) (mikroorganismy)
Předúprava Základní příprava	prosévání, třídění, oddělování znečišťujících látek, míchání, homogenizace atd.	Výluhy a technologická voda	Ne **	Pachy, hluk (prach) (mikroorganismy)
Hygienizace, primární fáze (intenzivní rozklad) *	zakládka (na volné ploše, boxy, uzavřené boxy)	Výluhy Kondenzační voda	Ne **	Pachy, prach, mikroorganismy(hluk)
Dozrávání, sekundární rozklad	zakládka (dle potřeby zakrytá, box)	/Výluhy (kondenzační voda)	Ne **	(Pachy), mikroorganismy(prach) (hluk)
Finální úprava	prosévání, oddělení nadsítné frakce, nečistot atd.	Ne	Ne	(Pachy), prach, mikroorganismy, hluk
Konečný produkt	Uložení kompostu	Ne ¹⁾	rizikové prvky, ostatní znečišťující látky	(Pachy), prach, (mikroorganismy), (hluk)

- 1) Doporučení ohledně zakrytí k ochraně před promáčením v oblastech s četnými srážkami
- 2) Pokud je text v závorkách, znamená to omezení či pro proces specifický výskyt.
- 3) Uvolňování ostatních látek znečišťujících vzduch se očekává primárně v průběhu intenzivní fáze.

** Za podmínky, že se toto týká plochy vodohospodářsky zajištěné

Významnými faktory ovlivňujícími působení kompostárny a význam pro životní prostředí jsou:

- umístění zařízení / kompostárny
- vlastnosti vstupních surovin, které budou zpracovávány
- kapacita zpracování (stroje/personál) a nezbytná kapacita / pro příjem denní i týdenní, plus příslušné rezervy.
- technika a opatření pro jednotlivé fáze procesu a části zařízení.
- provozní opatření / management při konkrétním řízení procesu kompostování a nakládání se surovinami mj. s ohledem na opatření ke snížení emisí.

V principu by mělo být dodržováno to, že výčet podmínek zde popsanych pro správný provoz a připojená dokumentace často vedou ke splnění více částí různých požadavků zároveň. Tudíž např. zajištění čistého provozu, rychlé přípravy a míchání surovin a zavlažování podle potřeb by současně znamenalo splnění požadavků na řízení pachů, hygienizaci i snížení

3.1 Pachové emise

Pachové emise se vyskytují u všech metod kompostování i při správném řízení a vybavení zařízení.

Rozdělení na 5 různě dlouhých fází kompostovacího procesu, které jsou uvedeny v tab. 4, vychází z pachových látek, které během těchto fází typicky vznikají. Dochází tak k lehkému odklonu od běžného dělení na fáze kompostování.

Tabulka 4 Fáze produkce pachových látek během procesu kompostování

Fáze rozkladu a rozsah teplot	Charakteristický producent pachu ¹⁾	Rozhodující pachový efekt	Trvání fáze ²⁾	pH rozkládajících se surovin
Mezofilní počáteční fáze (15 – 45 °C)	Nižší karboxylové kyseliny, aldehydy, alkoholy, estery karboxylových kyselin, ketony, terpeny i sulfidy	Alkoholově ovocný až zapařený	Několik dní, nanejvýš týden	4 – 6
Fáze samo zahřívání; teplota stoupá na 45–65 °C	Jako v počáteční fázi	Jako v počáteční fázi	Několik dní, nanejvýš týden	4 – 6
Fáze hygienizace (nad 65 °C, někdy až přes 70°C)	Ketony, organické sloučeniny síry, terpeny, pyraziny, pyridiny, HDMF, i čpavek	Nasládlý plesnivý pach horké hniloby, nepříjemně zatuchlý	Několik dní až týdnů	6 – více jak 7
Fáze chlazení / dozrávání (65–45 °C)	Sulfidy, čpavek, i terpeny	Zatuchlý a čpavý, jako čpavek	Do 12 týdnů	Až přes 8
Fáze zralosti (pod 40 °C)	Humózní materiál	Plesnivý, zemitý	Několik týdnů	Větší jak 7

3.1.1 Základ provozu s nízkými pachy

Prostředky k ovlivnění biologického procesu aktivním řízením kompostování za účelem snížení pachů jsou tyto:

- správná surovinová skladba, homogenizace
- řízení teploty dle fází procesu kompostování
- řízení / regulace vlhkosti
- odpovídající přísun kyslíku do kompostovaných surovin

Je možné pozitivně ovlivnit emise pachu, ke kterým dochází v pozdější fázi procesu rozkladu již během přípravy a smíchání vstupních surovin. Optimálním nastavením objemu pórovitosti (strukturnosti surovinové skladby) se tudíž zvýší přísun kyslíku k mikroorganismům odpovědným za proces odbourávání a tím se zvýší i rozsah procesu. Zabrání se tím rovněž vytvoření anaerobních zón v kompostu. Pokud se mícháním různých typů odpadu zlepšuje strukturní stabilita a současně řídí obsah vlhkosti v surovém kompostu, tohoto cíle lze v praxi snadno dosáhnout. I když výsledkem těchto opatření bude řízení provozu s vyššími náklady, prospěch ze zlepšení toku procesů a snížení potenciálu emisí je více než kompenzuje

Optimálními parametry homogenizované surovinové skladby pro zabránění vytvoření anaerobních zón v základce kompostu:

- C: N
- vlhkost
- struktura

Řízení teploty

- teplota nad 65–70 °C termofilní fáze vede nejprve ke zřetelnému zúžení spektra druhů rozkládajících mikroorganismů a tím k prodloužení procesu kompostování. Kromě zvýšeného vylučování biogenních metabolitů z rozkládajícího se surovin při přehřátí pak vzniká i více abiogenních pachových látek s vyšší intenzitou pachu.
- Omezení teploty při termofilní fázi kompostování (s danou surovinovou skladbou) je možné pomocí zvýšení intenzity provzdušňování, případně zvlhčením.

Tabulka 5 Teplotní režimy hygienizace (př. 27, vyhlášky č. 273/2021 Sb.)

Typ teplotního režimu	Teplotní limit	Časový interval
1.	≥ 70 °C	souvisle po dobu min. 3 dny
2.	≥ 65 °C	souvisle po dobu min. 5 dní
3.	≥ 60 °C	souvisle po dobu min. 7 dní
4.	≥ 55 °C	souvisle po dobu min. 14 dní

Optimální vodní hospodářství / vlhkost je důležité pro správný průběh procesu kompostování a zahrnuje

- vyhnout se produkci příliš velkého objemu odpadních vod. Výluhy a kondenzace představují významné zdroje pachů
- anaerobní podmínky způsobené příliš vysokým obsahem vody (např. mokrá základní vrstva základky)
- je důležité dávkové přidávání vody a sběr a odvádění výluhů
- **vyrovnaný režim vlhkosti je rovněž významnou podmínkou pro správnou hygienizaci.**

Přísun kyslíku

- bez přístupu kyslíku se proces kompostování zastaví

3.1.2 Opatření na snížení pachů – otevřené základky na volné ploše

Emise pachových látek z otevřených systémů jsou většinou ovlivněny:

- okamžitým a rychlým zpracováním přijatých vstupních surovin
- dostatečná zásoba strukturních surovin

- řízením procesu kompostování (např. pravidelným provzdušněním, aby nedošlo k výskytu anaerobních zón v zakládkách, čistotou provozu
- volbou doby manipulace se surovinami (např. pouze při příznivém směru větru).

Dalším velkým vlivem na průběh kompostování a na potenciál emisí pachů zakládek na volné ploše je množství dešťových srážek:

- v lokalitách v oblastech s vysokými dešťovými srážkami je třeba zvažovat, pokud nejsou k dispozici zastřešené plochy, možnost pokrytí trojúhelných profilů zakládek prodyšnou vodoodpudivou krycí textilií
- čím menší je objem zakládky, tím vyšší je riziko absorpce vody.
- zakládky (vyšší jak cca 1,5 m) tvaru lichoběžníkového a ploché zakládky jsou náchylnější kvůli poměru plochy k objemu
- zakládky v pokročilé fázi kompostovacího procesu mohou být, v důsledku nižších průběhů teplot (nižší výpar), náchylné k převlhčení a mohou vznikat anaerobní zóny a následné emise pachů
- vlhké suroviny rovněž ztěžují mechanické zpracování (provzdušnění, prosévání a odstranění znečišťujících látek).

Kromě volby tvaru a velikosti zakládek pro danou surovinovou skladbu je třeba zmínit následující opatření ke snížení pachů:

- přidání zeminy či kompostu (přibližně 10 hm.%) kvůli zvýšení kapacity absorpce páchnoucích výluhů.
- teplota kompostovaných surovin by měla být udržována dle zvoleného teplotního režimu hygienizace (teplota a čas) a co nejdříve stabilizována pod 55 °C
- zakládky nižší jak 1,5 m doporučujeme zakrýt vodoodpudivou látkou.

Kde je možné používat sondy k měření koncentrace CO₂ a O₂ ve vzduchu zakládky, kdy opakované celkové hodnoty převyšující 20,8 obj.% naznačuje, že se již objevují anaerobní podmínky¹.

Zkušenosti s kompostováním v zakládkách rovněž ukázaly, že vzduch v zakládce:

- by neměl obsahovat méně jak 5% O₂
- v první fázi primárního rozkladu jsou běžné hodnoty v rozsahu 7–12 obj.% O₂
- obsah CO₂ by pak neměl překročit 10-12 obj.% a CH₄ hodnotu 1 obj.%.

¹ E. Binner, D. Grassinger, M. Humer, 2002. „Composting conditions preventing the development of odorous compounds“ (Podmínky kompostování k zabránění výskytu pachových sloučenin), in: Microbiology and Composting, Springer Verlag, pp. 551-560

3.1.2.1 *Použití biologických surovin k zakrytí vstupních surovin – alternativní řešení*

Jednou z alternativ u příjmu surovin, které mohou způsobovat zápach je jejich zakrývání na ploše pro příjem. K tomu lze použít následující organické materiály – organický biofiltr:

- vyzrálý kompost
- naštěpkované nebo drcené suroviny (z odřezků dřeva, větve, zbytky po prosévání – nadsítná frakce).
- sláma apod.

Tato metoda může být úspěšně použita, pro dlouhodobé a nepředvídané emise pachů, pokud nemohou být tyto suroviny ihned zapracovány do procesu, např. mimo kompostovací sezónu.

Tato metoda může být využita také pro snížení emisí pachů u technologie na volné ploše s nuceným provzdušňováním ventilátory. Efekt biofiltru:

- na odstranění pachů je ve významné míře podporován vysrážením pachových emisí z plynu vzniklého rozkladem kompostovaných surovin a krycí vrstvou (biofiltr), pokud je chladnější než samotná zakládka.
- Lze předpokládat, že během prvních několika dnů a týdnů budou pach produkující meziproducty již odbourány či ve velké míře absorbovány do vrstvy „organického biofiltru“.
- snížení emisí pachů v tomto případě však předpokládá, že zakládka nebude fyzicky překopávána po období 10–15 dnů, bude provzdušňována pouze ventilací

O účinnosti této metody jako prostředku ke snížení pachů u technologie existuje jen málo studií. Je zřejmé, že dosud nelze učinit žádná výsledná doporučení. Je třeba rovněž stanovit rozdíl mezi procesy s nuceným a přirozeným provzdušňováním. Příkladné nucené provzdušňování za mírného tlaku může pomoci přísunu čerstvého vzduchu přirozenou konvekcí. Mělo by být poznamenáno, že homogenní zavlhčení může být za určitých okolností obtížně dosažitelné, pokud nebude po delší dobu prováděno mechanické zpracování (provzdušnění).

Abychom souhrnně optimalizovali emise (což zahrnuje požadavek, aby se minimalizovaly emise plynů, které ovlivňují klima), musí být splněny následující podmínky:

- zakrytí bude tvořeno vrstvou „biofiltru“ z čerstvé drcené či štěpkované suroviny nebo neprosévaného zralého kompostu, která by měla být alespoň 10-15 cm vysoká
- suroviny by měly být uloženy do trojúhelníkového profilu zakládky o maximální výšce 1,5 m s optimalizovanou strukturou surovinové skladby (zajišťující výměnu plynů komínovým efektem).
- poměr C/N by měl být homogenní a pokud možno lehce vyšší (cca 25–35:1).
- musí být zajištěna náležitá tepelná hygienizace

3.1.2.2 Zakrytí zakládek polopropustnými textiliemi

Polopropustné a vodoodpudivé textilie, které byly vytvořeny speciálně za účelem řízení pachů vznikajících v zakládkách, jsou výhodnější ve srovnání s proloženými vrstvami kompostu nebo drcené či štěpkované suroviny.

- jsou homogenní po celém povrchu a tím vzniká vysoce uniformní charakteristika toku, pokud je v zakládkách použito nucené provzdušňování ventilátory². Proud odpadního vzduchu si pravděpodobně vytvoří svou vlastní trasu pouze, pokud bude textilie poškozena nebo ve spojích mezi látkou a zemí
- spolehlivě odpuzují déšť, a tudíž nedochází k problémům s pachem z promáčení zakládek (anaerobní zóny).
- rovněž se používají u otevřených technologií v boxech a kontejnerech. V těchto případech lze relativně pracné procesy zakrývání textilií a jejich snímání zjednodušit či dokonce automatizovat.

3.1.3 Technická opatření pro úpravu odpadního vzduchu v kompostovacích procesech s nuceným provzdušňováním

V případě (částečně) uzavřených technologií je odstranění pachů z odpadního vzduchu klíčovým krokem v procesu kompostování.

Při tom existují v zásadě tyto postupy:

- biofiltry
- biolátky

Pro všechny tyto postupy je charakteristická mikrobiální činnost skupin organismů, které jsou za ideálních aerobních podmínek schopné biochemicky přeměňovat organické a některé anorganické odpadní produkty do vedlejších produktů jako voda, oxid uhličitý a teplo.

Aby biologické procesy čištění odpadního vzduchu fungovaly, je zcela nezbytné dodržet tyto obecné podmínky:

- látky, které mají být odstraněny z odpadního vzduchu, musí být alespoň v určité míře **rozpustné ve vodě**, pokud mají být schopny odbourání aktivními mikroorganismy (přijímání potravy pouze v rozpuštěné podobě).
- musí být v každém případě být **biologicky odbouratelné**.
- proud odpadního vzduchu nesmí obsahovat **jedovaté látky**, ani velké množství **prachu a tuků**.
- **teplota přiváděného vzduchu** by měla být v rozpětí 15–45 °C (ideálně 25–35 °C)

² Navíc tlakové větrání rámců rovněž způsobuje lehký přetlak, k němuž dochází pod krycí látkou, což dále zlepšuje přísun kyslíku do rozkládající se hmoty oproti „netlakovému systému“.

Anorganické plyny, např. sirovodík (H_2S) nebo čpavek (NH_3), rovněž mohou provádět mikrobiální oxidaci. Metabolity těchto složek odpadního vzduchu (síra a sulfáty či nitráty) se však po čase nahromadí ve filtračním médiu a tím změni pH čistícího vodního či filtračního materiálu

3.1.4 Obecné strategie a procesy při sanačních opatřeních a likvidaci havarijních stavů

Emise pachových látek, které neodpovídají správné praxi a nejsou tudíž nevyhnutelné, mohou v podstatě být odstraněny:

Technickými opatřeními (eliminací chyb při plánování a technickými nápravnými prostředky).

- změnou provozního řízení (provozní opatření).
- profesionální reakcí na objektivní i subjektivní „incidenty“ (stížnosti sousedů).

Tyto body jsou součástí řízení kvality kompostování v užším smyslu. Je rovněž třeba rozlišovat mezi emisemi, které jsou zvláště důležité pro zaměstnance, a imisemi, které jsou zvláště důležité pro sousedy.

3.1.5 Souhrn – chyby při plánování a provozu (provozní řízení)

Analýzou problémů spojených s pachem se ukazuje, že se pravidelně vyskytují následující druhy problémů.

3.1.5.1 Chyby plánování záměru

- podcenění hladiny emisí pachů při zvolené technologii kompostování během přípravy záměru a následně neodpovídající opatření k ochraně před emisemi.
- nesprávná velikost ploch pro zvolenou kapacitu zařízení a tím neadekvátní stabilizace a humifikace (úroveň rozkladu) hotového výrobku a zvýšené pachové emise
- neadekvátní vybavení či nesprávně dimenzované zařízení na čištění odpadního vzduchu a špatné vzduchové hospodářství (klíčová slova: filtrační materiál, klimatizace neupraveného vzduchu) v uzavřených či částečně uzavřených provozech.
- technické problémy při provozu kompostárny vedoucí k neplánovaným provozním podmínkám a tím i ke zvýšeným emisím (například absence havarijního plánu v případě poruchy)

3.1.5.2 Řízení provozu

- nedbalé řízení provozu, nedostatečné zohlednění ochrany před emisemi (klíčová slova: neschopnost zohlednit převládající nebo předpovídané klimatické podmínky při řízení provozu otevřených technologií nebo např. otevřená vrata a další difúzní zdroje u uzavřených technologií).

- vady při zpracování surovin
- podcenění vlivu „drobných“ zdrojů pachů, například otevřených nádob s nekompostovatelným odpadem, zásobníků technologické vody nebo otevřené vykládky čerstvého kompostu.
- neodpovídající kontrola a údržba zařízení na čištění odpadního vzduchu (klíčové slovo: údržba filtru).

3.1.5.3 *Vnější vlivy*

- podcenění stížností sousedů vedoucím provozu, následná eskalace debaty o snesitelných podmínkách v bezprostřední blízkosti příslušného provozu, rovněž využití situace ze strany sousedů, kteří doufají v materiální prospěch, pokud přeženou problémy způsobované přiměřenými emisemi.
- pomalý postup při řešení problémů, ať už z důvodu nákladů či image.
- zmenšení vzdálenosti obytných či průmyslových budov od kompostárny kvůli novým stavbám vybudovaným po zahájení provozu.

3.1.5.4 *Typické chyby v technologii a provozním řízení, které vedou k problémům s pachy:*

- dodávka surovin, které samy o sobě již vykazují silný pach, např. pokud se biologický odpad v létě převáží se sníženou četností (změna intervalu sběru, většinou jednou za dva týdny). Alespoň v létě by proto měly být hnědé nádoby sváženy každý týden
- dlouhé dočasné uložení čerstvého bioodpadu před zpracováním
- zpracování vlhkých surovin (například z restaurací, čerstvá travní hmota)) bez dostatku strukturních surovin
- neodpovídající zpracování surovin, které zničí strukturu, může poté způsobit vznik anaerobních podmínek
- nedostatek kapacit zachytné jímky
- uzavřené technologie – neuzavření částí provozu, které mají být uzavřeny, zejména boxy pro příjem, manipulaci a první fázi kompostovacího procesu, čímž vzniknou vysoké emise difúzních pachů
- neschopnost uklízet pravidelně všechny plochy, zejména při přejímce, zpracování a na plochách primární fáze kompostovacího procesu, za účelem zabránění vzniku difúzních emisí pachů
- manipulace se surovinami s intenzivním pachem za nepříznivého směru větru (například na sousedy) nebo za nevhodných klimatických podmínek (například při inverzi), zejména u otevřených zakládek a skladovacích prostor.
- přetížení provozu nadměrným příjmem nad plánované kapacity. To často vede k akumulaci účinků na úroveň emise např.:
 - neadekvátní délka primární fáze procesu a neodpovídající stabilizace během první fáze kompostovacího procesu
 - zvětšení velikosti zakládky v primární fázi procesu a zároveň ponechání původní četnosti provzdušnění, tzn. je třeba harmonizovat četnosti provzdušnění

s velikostí zakládky (obsah strukturních surovin) s tím účinkem, že nebude dosaženo požadované stabilizace/humifikace v hotovém výrobku a ve všech etapách rozkladu dojde k vyšším emisím pachů až do uskladnění kompostu

- přetížení ploch pro uložení kompostu (následkem je velká výška uloženého kompostu či žádná údržba, nové samozahřívání kompostu, a tudíž i zvýšené emise pachů)
- přetížení zařízení na čištění odpadního vzduchu vysokou pachovou zátěží ze všech částí provozu, které jsou pod zvýšeným tlakem
- obecně menší účinnost technologie kvůli nedostatku času (následkem je to, že se nezbytný úklid, kontrola a údržba provádějí příliš pozdě a neodpovídajícím způsobem)
- neprovádění pravidelné kontroly a údržby zařízení na čištění odpadního vzduchu (viz též oddíl „Čištění odpadního vzduchu“) či neprovádění jiných opatření vedoucích ke snížení emisí (například zakrytí otevřených zakládek drtí nebo speciální textilií)
- neodpovídající reakce na havarijní stavy, například poruchu ventilátorů nebo součástí zařízení (např. pokud dojde k poruše základních strojů technologie a zvýší se tak zátěž, nebo se nadměrně prodlouží uložení přijatého čerstvého odpadu a surovin v prostoru přejímky)
- nedodržení požadavků na vzduchové hospodářství a tím zvýšení podílu odpadního plynu v proudu čistého plynu, zvýšení pachové zátěže v emisích (pouze u částečně nebo úplně uzavřených provozů)

3.2 Kapalné emise

Výluh vznikající během procesu kompostování nesmí proniknout do půdního podloží, a tudíž ani tvořit více jak *čistě nevýznamné znečištění podzemních a povrchových vod*. Proto musí být použito odpovídající vodohospodářské zabezpečení na špičkové úrovni technologie, bez ohledu na typ výchozích surovin a lokalitu. U takto vybavených zařízení pak emise výluhů nemají vazbu na lokalitu s výjimkou oblastí ochrany podzemních vod. Výjimkou pro podmínku vodohospodářsky zabezpečených ploch jsou malá zařízení s kapacitou do 150 t/ rok zpracovaných bioodpadů (pouze rostlinného původu)

3.2.1 Typy kapalných emisí z kompostáren

Níže uvedené kapalné emise byly rozděleny dle procesu, z něž pocházejí, avšak v praxi je ve většině technologií nelze přesně rozlišovat.

- technologická voda (obsahuje *endogenní* technologickou vodu z rozkladu organických látek a *exogenní* výluhovou vodu nebo průsak způsobený deštěm, z čištění provozů) – odpadní voda
- kondenzační voda u uzavřených technologií
- deštěm vzniklá voda zachycená ze střech svedena do samostatné jímky

3.2.2 Omezení a zabránění vzniku výluhů

Opatření k omezení a zabránění vzniku výluhů lze shrnout takto:

- zakrytí zakládek na volné ploše kompostovací geotextílií nebo zastřešením nad plochami intenzivní fáze vede k menšímu znečištění povrchové vody, vypouštěné z kompostovacích ploch, odráží asi 80% dešťové vody. To znamená, že objem vody prosakující látkou a úroveň znečištění „výluhu“, který se vypouští, lze účinně omezit.
- použití vysoce strukturních surovin např. štěpky, stromové kůry, slámy, pilin, nadsítné frakce po úpravě kompostu, listí v poměru alespoň 20 %, zemina, zralý kompost (max. 5–15 hm.%), zvyšuje vodní kapacitu rozkládající se hmoty a tudíž zachycuje t technologickou vodu.
- zvýšení četnosti provzdušnění rovněž zvyšuje rychlost vypařování. Analogicky k tomu lze zvýšené srážky zachytit přirozeným vysoušením zakládek
- optimální vlhkost surovinové skladby je v rozsahu 40-65% čerstvé hmoty

3.2.3 Recyklace a úprava odpadních vod

- pokud je odpadní voda svedena přímo z ploch pro příjem, manipulaci a první fáze kompostovacího procesu a používá se k zavlažování zakládky, je třeba po aplikaci znovu dodržet některý z teplotních režimů hygienizace a o tuto dobu prodloužit dobu kompostovacího procesu
- pokud se použije přímo na zemědělské pozemky, je nutné tuto vodu registrovat dle zákona č. 156/1998 Sb. o hnojivech jako pomocnou půdní látku.
- samostatně shromažďovaná čistá voda ze střech může být recyklována k zavlažování zakládek, aniž by se pak musela dodržovat podmínka opakované hygienizace.
- zejména během etapy primární fáze kompostovacího procesu se preferuje recyklace výluhů před jeho likvidací. Tím se vracejí složky, které byly vyplaveny.
- přebytečné odpadní vody ze záchytné jímky musí být likvidovány na ČOV, a to buď odvozem nebo napojením na kanalizační řad komunálních odpadních vod.

3.2.4 Požadavky na odvádění odpadních vod a velikost /kapacita záchytné jímky

3.2.4.1 Odvádění a zachycování odpadních vod

Prostory procesu kompostování (uložení čerstvých surovin a primární fáze procesu) musejí být konstruovány tak, aby mohla odpaní voda z procesu odtékat a aby se voda nehromadila u spodní vrstvy zakládky. Požadavky ohledně sklonu jsou rozdílné podle výšky zakládek, ročního objemu srážek a existence zastřešení a integrálních provzdušňovacích kanálů a odvodňovacích kanálů.

Tabulka 6 Minimální sklon ploch k rozkladu jako funkce dešťových srážek, výšky řady, zastřešení a provzdušňování/odvodnění.

Minimální sklon pro systém řad (%)	Venkovní systém			Zastřešení	S provzdušňovacím / odvodňovacím kanálem pod řadami
	Roční srážky:				
	<450 mm	450–900 mm	>900 mm		
Trojúhelné řady do 1,5 m výšky	1%	2%	3%	1%	1%
Lichoběžné / ploché řady do 1,5 m výšky	1%			1%	1%

- sklon by neměl přesáhnout 5 %, protože to by vedlo k výrazně obtížnější manipulaci kvůli „cestování“ zakládek po svahu
- u odvodňovacích kanálů se sklon 0,5–1 % považuje za adekvátní
- pro spolehlivé mechanické zpracování kompostu, nedoporučují se plochy 1 fáze s dodatečným bočním sklonem. V takovém případě musí být zakládky řešeny tak, aby se zajistilo, že unikající voda nepronikne do sousední zakládky.
- v prostorách přejímky a dočasného uložení čerstvě dodaných surovin se sušinou pod 40 % musí být zajištěno, aby výluh i dešťová voda rychle odtékaly. V takovém případě je nutno zajistit sklon alespoň 3 %.
- okraje kompostárny se doporučují klopené, aby odpadní voda z prostor dočasného uložení, intenzivní fáze rozkladu a přepravních ploch byla svedena do záchytné jímky. Sklon v oblasti okraje bude alespoň 5–8 cm vysoké a ideálně se vytvoří plochou se sklonem stoupajícím k okraji (pro optimální přejezd nebo manipulace s technikou).

Záchytná jímka musí být trvale nepropustná a nesmí mít přepad, těsnost musí být kontrolována odborně způsobilou osobou v intervalu 5 let.

Objem záchytné jímky musí být navržen tak, aby spolehlivě zadržela jak většinou vyprodukovaný výluh (průměrně 0,028m³/m² vodohospodářsky zabezpečené plochy), tak i dešťové srážky, dle ročního úhrnu srážek a zaplněnosti plochy primární fáze.

Tabulka 7 Kapacita pro zásobník výluhu a dešťové vody z utěsněných ploch (počítáno dle Konstrukčního datového listu ŐKL 24a, 199323)

Roční srážky, mm*	Objem zásobníku pro dešťové srážky v m ³ /m ² izolované plochy	Objem zásobníku pro výluh v m ³ /m ² izolované plochy	Celkový objem v m ³ /m ² izolované plochy	Celkový objem + 20% rezerva m ³ /m ² izolované plochy
do 700	0,03	0,028	0,058	0,070
do 900	0,05	0,028	0,078	0,094
do 1100	0,08	0,028	0,108	0,130
do 1400	0,12	0,028	0,148	0,178
nad 1400	0,17	0,028	0,198	0,238

* Místní srážkové poměry lze zjistit od hydrologické služby.

Kvůli probíhající změně klimatu, která způsobuje vyšší přívalové srážky, se doporučuje zvýšit zde uvedené hodnoty pro dočasné zachycení srážek o 25 %.

3.3 Mikrobiální emise – hygienizační funkce kompostovacího procesu

Tento oddíl se zabývá redukcí na substrát vázaných patogenních mikroorganismů, kteří jsou významní kvůli své infekční povaze pro bezpečnost používání konečného produktu.

Mikrobiální aerobní rozklad je exotermickým procesem, v němž kromě teplot nad 55 °C probíhají biochemické reakce za současného rozkladu organické látky, které vedou k inaktivaci patogenů.

V kompostovacím procesu mají tedy **dvě fáze** hygienizační účinek:

- v primární fázi dochází díky teplotní hygienizaci (viz tab. č.5) k omezení či zničení patogenů ve výchozí surovinové skladbě
- následná fáze dozrávání zajišťuje biologickou stabilitu konečného výrobku a tím i snížení potenciálu k šíření patogenů a následně stažením vektorů přenosu.
- kromě toho vznikají stimulační typické půdní mikroflóry během procesu humifikace antibioticko-antagonistické faktory.

Předpis ES o vedlejších živočišných produktech 1009/2009, který obsahuje prováděcí a přechodná ustanovení, musí být zohledněn spolu s požadavky na hygienizaci a s tím souvisejícím řízením procesů.

Ze základních požadavků na hygienizaci v uvedeném předpisu vychází, v závislosti na typu produktu, stupňovaný profil požadavků vztahujících se na kompostárny.

3.3.1 Základní požadavky Předpisu o vedlejších živočišných produktech

V zásadě je možné v kompostárnách zpracovávat pouze materiály kategorie 2 a 3.

Materiál kategorie 3

Materiál kategorie 3 jsou bez výjimek vedlejší produkty zdravých zvířat či vedlejší produkty, které jsou v zásadě vhodné pro lidskou spotřebu a pocházejí z výroby nebo zpracování potravin živočišného původu či dřívějších (zastaralých) potravin, pokud tyto odpady nevykazují příznaky přenosné choroby. To rovněž zahrnuje restaurační odpad z vývařoven i domácích kuchyní, což se rovněž týká biologického odpadu z domácností (a „podobných zařízení“) shromažďovaného samostatně

Materiál kategorie 2

Ačkoliv materiál kategorie 2 rovněž nepochází z rizikových oblastí (vzhledem k riziku BSE), týká se i jiných původů potenciálního epizootického významu nebo možného znečištění, např. zbytků farmaceutických výrobků, nebo se vztahuje k vedlejším živočišným produktům, pocházejícím nepřímo z potravinářské produkce, nebo které vykazují vady (např. produkty dovážené ze třetích zemí, které nesplňují dovozní předpisy, odpadní voda z jatek nebo pozůstatky a části zvířat označené jako nevhodné (konfiskáty).

„Hněj a obsah zažívacího traktu oddělený od zažívacího traktu, mléko a mlezivo“ (článek 5(1)a a 5(2)e) mají zvláštní postavení. Ačkoliv jsou klasifikovány jako materiál kategorie 2, kvůli hygienickým požadavkům se vždy se souhlasem příslušných úřadů vydávají rozsáhlé výjimky a úlevy při přepravě, standardech zpracování a aplikaci.

Mělo by být zdůrazněno, že definice hnoje v Příloze 1 bod 37 jako exkrement a/nebo moč zemědělských zvířat se stelivem či bez něj obsahuje, a tudíž v zásadě odpovídá, termínu organický hnůj.

Požadavky na proces kompostování dle předpisu 1069/2009:

- materiál kategorie 2 se může kompostovat
 - po zpracování tlakovou sterilizací a trvalém označení výsledného materiálu, nebo
 - v případě hnoje, mléka, mléčných produktů, mleziva, vajec a vaječných produktů, které podle příslušného orgánu nepředstavují riziko šíření závažného přenosného onemocnění, po předchozím zpracování nebo bez něj (dle požadavků Veterinární správy)
- materiál kategorie 3 se může kompostovat
 - v případě odpadu ze stravovacích zařízení (kromě vzniklého v dopravních prostředcích) zpracuje tlakovou sterilizací nebo metodami zpracování (metody zpracování vedlejších produktů živočišného původu jiné než tlaková sterilizace, zejména co se týče parametrů, které se u těchto zpracovatelských metod musí použít, zvláště času, teploty, tlaku a velikosti částic) a následně se zkompostuje

Minimální požadavky na velikost částic a režim teploty v čase pro kompostárny jsou stanoveny následovně:

- min. teplota všech materiálů v hygienizační jednotce 70 °C
- min. doba setrvání všech materiálů v hygienizační jednotce 60 minut bez přerušení
- max. velikost částic v hygienizační jednotce 12 mm

3.3.2 Základní požadavky na řízení procesů v kontextu správné hygienizace

- surovinová skladba kompostu musí být homogenní Aby vznikla homogenní surovinová skladba, preferuje se použití míchacího zařízení, například míchacích vozů, překopávačů, rozmetadel hnoje či kompostu. Homogenizace za použití pojízdného nakladače nebo čelního nakladače lze považovat za přiměřené pouze tehdy, pokud jsou suroviny již ve značně homogenním stavu a připraveny k namíchání / například nadrceny
- při kompostování v otevřených zakládkách by při zpracování surovinové skladby s vysokým podílem biologického odpadu pocházejícího z domácností a kuchyňského odpadu i čistírenských kalů by měla být zakládka vysoká max. do 2,5 m, neboť lze jen s obtížemi dosáhnout rovnoměrného přísunu kyslíku či homogenizace při provzdušňování. Toto lze v omezené míře kompenzovat pouze pomocí nuceného provzdušňování. Proto se u obou technologií použije následující obecné pravidlo

Čím vyšší zakládky (mohou být i nad 2,5 m), tím vyšší podíl strukturních surovin musí být a tím větší péče bude muset být vynaložena na dosažení homogenní výměny plynů při provzdušňování (překopávka nebo při kombinace provzdušnění ventilátory a mechanického provzdušnění) Toho musí být dosaženo v každém zařízení pomocí své

- při práci s nakladačem musí být dbáno na to, aby nedocházelo ke tvorbě hrudek a zabránilo se zpětné kontaminaci ze zbytků čerstvých surovin na lopatě nakladače. Zbytky surovin, které by mohly způsobit přenos mikroorganismů, budou mechanicky odstraněny z lopaty nakladače před prací s dávkami kompostu, které již neprocházejí tepelnou hygienizací.
- příměs jílovitých půd či zralého kompostu (do 10 hm.%) může rovněž podpořit rychlejší humifikaci a stabilizaci a tím snížit potenciál růstu (patogenních) mikroorganismů. Přidání většího množství zeminy může zhoršit pórovitost / strukturu a tím přísun kyslíku a intenzitu rozkladu.
- pokud kompostárna zpracovává některé z druhů odpadů definovaných v:
 - tab. 25.4 př. 25 k vyhl. 273/2021 Sb. – zpracování podléhá souhlasu veterinární správy a následné pravidelné ověřování limitních hodnot indikátorových organismů

- tab. 25.5. př. 25 k vyhl. 273/2021 Sb. - zpracování podléhá povinnosti ověření technologie (validace) a pravidelnému ověřování limitních hodnot indikátorových organismů.
- V procesu kompostování musí proběhnout některý z teplotních režimů (tab. 5) a průběh musí být monitorován:
 - Každý den v průběhu zvoleného teplotního režimu a následně min. 2x týdně až do poklesu teplot pod 40 °C
- v zimních měsících se mohou vyskytnout nedostatečné teploty – v otevřených technologiích v důsledku ochlazení povrchu zakládek a v uzavřených provozech u základny zakládek v důsledku neupraveného provzdušňování. Výšky zakládek v rozmezí 1,5–2,5 m způsobí vznik velkého objemu surovin, které v případě dobře provedené surovinové skladby může udržet potřebnou teplotu procesu, nízké venkovní teploty mohou proces prodloužit. V uzavřených systémech s intenzivním kompostovacím procesem je třeba včas provést přechod z letního na zimní režim provzdušňování. Předpokladem je provádění pečlivého interního monitoringu procesu kompostování (sledování teploty / vlhkosti)
- adekvátní hygienizace je nanejvýš důležitá pro zajištění *biologické stability* koncového produktu. Tím se sníží potenciál růstu fekálních a patogenních bakterií, které buď přežily hygienizaci, nebo byly zavedeny reinfekcí.
- přenosu mikroorganismů interními procesy kompostárny musí být zabráněno prostorovým oddělením ploch pro příjem manipulaci, primární fázi procesu a dozrávání, od všech ostatních částí zařízení. U techniky pro manipulaci s nehygienizovanou surovinou budou mechanicky odstraněny všechny zbytky surovin před použitím techniky pro kompost ve fázi dozrávání a hotový kompost
- pro hotový kompost bude zajištěna úložná plocha oddělená od hlavní plochy všech fází procesu

3.3.3 Monitoring pro hodnocení hygienizace

Teplota: Monitoring teplot v zakládkách bude probíhat za pomoci zapichovacího teploměru. Teplota kompostových zakládek vyšších než 2 m se měří ve středu zakládky v minimální hloubce 1 m od povrchu zakládky. Teplota nižších kompostovacích zakládek než 2 m se měří ve středu zakládky v min. hloubce 0,5 m od středu zakládky. O průběhu musí být vedena evidence.

Vlhkost: Požadavky na určení obsahu vlhkosti (např. měření, ruční zkouška)

- odhad obsahu vlhkosti je nutnou podmínkou pro kvalifikované řízení vlhkosti v zakládce po celou dobu kompostovacího procesu
- obsah vlhkosti musí být vyhodnocován současně s měřením teploty.
- jednoduchý odhad/ stanovení, provedený na základě experimentálních hodnot získaných pěstní zkouškou, většinou postačí.

- vyhodnocení bude zapsáno do provozních záznamů s vyhodnocením ve stupnici (příliš suchý – odpovídající vlhkost – příliš vlhký).
- v uzavřených reaktorech lze objem vlhkosti odhadnout pomocí čidel umístěných v kompostované surovinové skladbě či v odpadním vzduchu.

3.3.4 Záznamy a dokumentace procesu hygienizace

Budou se zaznamenávat následující údaje:

- monitoring teplot, vlhkosti a čas měření
- termín zavlažování a objem
- původ vody použité k zavlažování (např. čerstvá nebo dešťová voda, odpadní voda)
- termín provzdušňování / překopávek
- jakákoliv další technologická opatření, např.:
 - spojení zakládek
 - přimíchání přídatných surovin, štěpky, zeminy a dalších příměsí během kompostování.
 - zakrytí zakládek na volné ploše
 - prosévání, apod

Dokumentace procesů k příslušné zakládce kompostu, která má být vyhodnocena, bude předána organizaci určené k provádění hodnocení kompostu. Evidence zakládek musí být uchována po dobu 5 let.

3.3.5 Požadavky na kompost – indikační mikroorganismy

Přezkoušení koncového produktu se u kompostu provádí zkouškou na indikační organismy. Bezpečnost z hlediska rizika infekce se určuje počtem *Enterobacteriaceae* a *Salmonella*. Platí pro kompost, v jehož surovinové skladbě je VŽP a kaly z čistíren odpadních vod (viz. tab. 25.4 a 25.5 vyhl. 273/2021 Sb.)

Tabulka 8 limitní hodnoty indikátorových mikroorganismů

Indikátorový mikroorganismus	Jednotky	Počet zkoušených vzorků při každé kontrole výstupu		Limit (nález/KTJ*)
<i>Salmonella spp.</i>	nález v 50g	5		negativní
<i>Termotolerantní koliformní bakterie**</i>	KTJ v 1 gramu	5	4	<10 ³
			1	<5.10 ³
<i>Enterokoky**</i>	KTJ v 1 gramu	5	4	<10 ³
			1	<5.10 ³

Poznámky k tabulce 8:

*KTJ = kolonie tvořící jednotky

** Z odebraných 5 vzorků musí minimálně stanovený počet vyhovět předepsaným limitům

3.3.6 Vzduchové mikrobiální emise

Na kompostárnách rozlišujeme jednak mikrobiální nebezpečnost finálního výrobku, ale také zajištění provozní bezpečnosti pro pracovníky. Základní podmínky pro zabezpečení hygieny a bezpečnosti práce řeší provozní řád zařízení pro využívání odpadů.

Aniž bychom zohlednili speciální faktory, které v jednotlivých případech připadají v úvahu, následující složky se v souhrnu mohou vyskytnout v provozech zpracovávajících bioodpady:

- bakterie
 - endotoxiny
 - exotoxiny
 - enzymy a další metabolické produkty
- houby
 - glukany
 - mykotoxiny
 - enzymy a další metabolické produkty
- viry

Základní problém, kterému čelí vyhodnocení vzduchové mikrobiální zátěže, je ten, že u člověka nelze stanovit jasnou vazbu mezi dávkami, mikrobiologickými parametry a vývojem změn patologického významu z hlediska ochrany zdraví při práci. Dokud však neexistuje rozhodující stanovisko, použijí se základní požadavky na použití všech dostupných technických a organizačních prostředků, které jsou k dispozici, za účelem udržení co nejnižší koncentrace vzdušných mikrobů a prachu

3.3.6.1 Provozní opatření

- při manuální práci během zakládání a manipulaci se zakládkami se doporučuje ochrana dýchacího ústrojí. Dále se doporučuje používat při překopávání zvlhčovací zařízení, které předem kompost zvlhčí. Je rovněž vhodné určit optimální dobu pro činnosti významné z hlediska prachových emisí dle převládajícího směru větru a použití okolních ploch.
- co nejrychlejší zpracování biologického odpadu z domácností, restaurací atd. (např. pomocí logistických opatření) se záměrem zabránit hlodavcům, ptákům a hmyzu v přístupu k čerstvým surovinám

- pravidelné čištění všech částí provozu, které přicházejí do styku s čerstvým rozkládajícím se surovinou, který neprošel hygienizací, za účelem zabránění šíření a přenosu mikroorganismů.
- provozní procesy by v maximální možné míře měly být navrženy tak, aby se v prostoru primární fáze nenacházela žádná stálá pracovní místa
- technika použitá v primární fázi by měla být čištěna a udržována v neznečištěných prostorách.
- během primární fáze se bude do prostoru procesu v uzavřené technologii vstupovat pouze za účelem provedení technologických postupů k regulaci, čištění a údržbě a kontroly procesu za použití ochrany dýchacích cest
- systém ventilace by měl být čištěn a udržován pravidelně dle pokynů výrobce a prokazatelně zkoušen alespoň jednou ročně na provozní účinnost. Dveře a okna by měly být za provozu uzavřeny. Doporučuje se, aby se odpovídajícími prostředky udržovala čistota
- při provádění čištění a údržby, při níž vzniká značné množství mikrobiálních aerosolů (např. výměna biofiltrů), doporučuje se ochrana dýchacích cest
- s výjimkou prostoru primární fáze budou manipulační plochy udržovány bezprašné a přednostně čištěny zametačem nebo vhodným průmyslovým zametačem. Při použití postřiku bude použita ochrana dýchacích cest. Čištění koštětem je nutné v maximální míře vyloučit
- cesty by měly být vlhčeny a čištěny pravidelně.
- hotový kompost se doporučuje zakrýt
- udržování vlhkosti v surovinách v povrchových biofiltrech
- zamezení druhotného znečištění vlhčením zakládek odpadní vodou po fázi hygienizace.

3.3.6.2 Technická opatření

Technická ochranná opatření jsou především zaměřena na zlepšení kvality vzduchu. Týkají se stálých pracovních míst, u nichž by měla být v maximální míře zajištěna kvalita venkovního vzduchu, i mobilních pracovních míst ve vozidlech.

- manipulace s čerstvě se rozkládající surovinou (přejímka, příprava, odstranění znečišťujících látek) bude prováděna s pomocí techniky a s minimálním objemem manuálních prací.
- účinné odsávání všech uzavřených částí technologie, kde se očekávají emise prachů, mikroorganismů, pachů a jiných plynů
- budou dodržována ustanovení na ochranu pracujících týkající se funkčního větrání a vnitřní klimatizace
- prostory, které přijdou do přímého styku s čerstvou surovinou, budou konstruovány tak, aby se snadno uklízely

- pásové přepravníky budou konstruovány tak, aby se minimalizovalo znečištění zařízení. Pokud to bude možné, pasáže s navazováním přepravníků budou zrušeny či zapouzdřeny. Pevné pásové přepravníky v uzavřených prostorách by měly být uzavřeny kvůli tvoření prachu a aerosolu a rovněž doporučujeme vybavení odsáváním a úpravou vzduchu
- použitá technika (stroje a technologie) musí odpovídat platným předpisům

3.3.6.3 Personální opatření

- provozní předpisy musí zohledňovat opatření na ochranu zaměstnanců.
- bude zajištěna bezpečnost a ochrana zdraví při práci
- povinnosti provozovatele v oblasti zabezpečení požadavků BOZP a hygieny práce se řídí příslušnými vnitropodnikovými a obecnými předpisy s odvoláním na zák. č. 258/2000 Sb. o péči a ochraně veřejného zdraví, Nařízení vlády č.361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví zaměstnanců při práci ve znění posledních předpisů. Případné pracovní pomůcky či další opatření jsou řešeny v provozním řádu kompostárny, ke kterému se vyjadřuje příslušná hygienická stanice.

3.4 Jiné plynové emise

Ze studií o úpravě organických odpadů je známo, že během mikrobiálního odbourávání mohou být produkovány plyny, jako oxid dusný (N_2O), metan (CH_4) a oxid dusnatý (NO), které mají klimatický efekt. V rozpisu emisí plynů se rovněž objevuje oxid uhličitý (CO_2), čpavek (NH_3) a *nemetanové těkavé organické sloučeniny* (NMVOC). Zde shrnujeme pouze závěry, které jsou významné pro znečištění ovzduší a nízkoemisní provoz.

3.4.1 Metan (CH_4), oxid dusný (N_2O), čpavek (NH_3): Opatření k optimalizaci procesů pro nízkoemisní provoz

Základní požadavky na vstupní suroviny

- poměr C/N: při nízkém poměru C/N se zvyšují emise NH_3 a současně stoupá vysoká teplota rozkladu a provzdušňování. Při poměru C/N větším jak 25 se minimalizují emise NH_3 a N_2O . Naopak při poměru C/N větším jak 35 se dostupný dusík již snižuje na minimum a proces rozkladu se proto významně zpomaluje.
 - Suroviny bohaté na dusík (čistírenské kaly, zbytky trávicího procesu, specifický průmyslový odpad, kuchyňský odpad, drůbeží podestýlka, kejda, hnědé nádoby obsahující více jak 30 % kuchyňského odpadu) musí být smíchány s dostatečným množstvím surovin bohatých na uhlík, aby vznikla homogenní směs.
- obsah vlhkosti: při zahájení obsah maximálně 40–65%, během procesu by se měla udržovat hodnota 50–60%.

- strukturní suroviny (dosažení požadovaného stupně pórovitosti): poměr strukturních surovin (dřevní hmota, nadsítná frakce, atd.) by měl být přibližně 30-40 obj.%.
- pro podporu rychlého začátku tvorby humózních surovin a zapojení těžkých uhlíkatých a dusičnatých sloučenin může být použita příměs asi 5–10 obj.% zralého kompostu.

Tabulka 9 Opatření k optimalizaci v otevřených technologiích na volné ploše

Opatření	CH ₄	NH ₃ *	N ₂ O
Nárůst podílu strukturních surovin nebo větší četnost provzdušňování	kladné: lepší přísun O ₂ , potlačení produkce CH ₄	lehce zvýšené emise vzhledem k vyššímu provzdušňování; důvody: – zvýšení pH – vyšší odvádění vlhkosti	potenciálně negativní: lepší přísun O ₂ při klesající teplotě podporuje produkci N ₂ O jako meziprojektu při nitrifikaci a denitrifikaci
Optimalizace vlhkosti řízeným zavlažováním nebo zakrytím kvůli odvádění dešťové vody	Kladné: preventivní opatření proti promáčení a vzniku anaerobních zón	Promáčení vede ke zhoršení podmínek (denitrifikace) za hromadění NH ₄ ⁺ , vysychání vede ke zvýšeným emisím NH ₃	Promáčení může rovněž vést k nedostatku O ₂ v závěrečné fázi dozrávání, a tudíž k denitrifikaci NO ₂ ^{-a} NO ₃ ⁻ za vzniku N ₂ O.

* NH₃ produkovaný dříve již není k dispozici při pozdější produkci N₂O

Tabulka 10 Speciální opatření k optimalizaci v uzavřených technologiích s nuceným provzdušňováním a čištěním odpadního vzduchu

Opatření	CH ₄	NH ₃ *	N ₂ O
Vyšší četnost provzdušňování a obracení	kladné: lepší přísun O ₂ , potlačení produkce CH ₄	lehce zvýšené emise vzhledem k vyššímu provzdušňování; důvody: – zvýšené odstraňování těžkých látek – zvýšení pH – vyšší odvádění vlhkosti	negativní: lepší přísun O ₂ při klesající teplotě podporuje produkci N ₂ O jako meziprojektu při nitrifikaci a denitrifikaci
Řízená teplota 45–65 °C po odpovídající hygienizaci	Maximální produkce v termofilním rozsahu vzhledem k nedostatečnému přísunu kyslíku během intenzivní přeměny surovin. Minimální produkce pod 45–50°C.	Maximální produkce v termofilním rozsahu.	Maximální produkce kolem 30 °C, minimální produkce nad 40–45°C.

Řízená vlhkost na 50–60 % řízeným zavlažováním.	Kladné: preventivní opatření proti promáčení a vzniku anaerobních zón	Promáčení vede ke zhoršení podmínek (denitrifikace) za hromadění NH_4^+ , vysušení vede ke zvýšenému odstraňování NH_3 .	Promáčení může rovněž vést k nedostatku O_2 v závěrečné fázi dozrávání, a tudíž k denitrifikaci NO_2^- a NO_3^- za vzniku N_2O .
Biofiltry **	neutrální: nízký rozklad	kladné: částečné až téměř úplné odbourání	negativní: významná produkce NH_3 z rozkladu
Biofiltry s předřazenou kyselou lázní	neutrální (nízký rozklad)	kladné: separace v kyselé lázni	neutrální až lehce negativní: nízká produkce z úniku NH_3 .

* NH_3 produkovaný dříve již není k dispozici při pozdější produkci N_2O

3.4.1.1 Specifická opatření ke snížení produkce oxidu dusného v biofiltrech s vysokou zátěží NH_3 v neupraveném plynu

Následující případy nízkoemisních provozních metod v různých výrobních krocích jsou popsány na příkladu uzavřené technologie kompostárny:

- účinné odstraňování NH_3 co nejdříve na začátku termofilního intenzivního rozkladu pomocí vysokého průtoku vzduchu. Poměr C/N se zvyšuje souběžně se ztrátou N. Výsledkem vyššího poměru C/N je to, že potenciální produkce N_2O v dozrávání je minimální
- udržení teploty procesu v rozmezí 40–55/60 °C po delší dobu z důvodu potlačení nitrifikace

3.4.1.2 Další opatření po dokončení procesu.

- snížení četnosti provzdušňování, a tudíž i tepelných ztrát při dozrávání
- rychlá příprava, aplikace a zapravení kompostu do půdy / nestabilní, nezralý kompost

3.4.2 Emise klimaticky významných plynů – souhrn a závěry pro provoz s optimálními emisemi / certifikace

- základní tendence směřuje k velmi nízkému poměru C/N, tj. čistému přebytku N surovinové skladby, který vede k nárůstu produkce oxidů dusíku. Je třeba tudíž dbát na to, aby byla v surovinové skladbě kompostu k dispozici dostatečně recyklovatelná frakce uhlíku (přídavek jemně drcených částí stromů a keřů,)

- nenadrcený vysoký podíl frakce zelených dřevnatých odřezků v surovinové skladbě může emise N_2O narůstat, protože v takovém případě není možné, aby se minerální dusík zapojil do biomasy nebo organické hmoty.

Pečlivě upravený poměr C/N v rozsahu 20/25-35/40:1 je proto důležitým krokem pro minimalizaci produkce oxidu dusíku.

- dostatečné provzdušňování zakládek s odpovídajícím obsahem strukturních částí (tj. 30-40 %) snižuje objem vyprodukovaného CH_4
- protože procesy produkce CH_4 a N_2O probíhají proti sobě, provoz se musí zaměřit v začátku termofilní fáze rozkladu (zátěž CH_4) na snížení produkce CH_4 a v pokročilé fázi dozrávání (zátěž N_2O) na minimalizaci produkce N_2O .
 - to znamená vyšší četnost obracení během primární fáze (nad 40 °C) a omezené mechanické zpracování v následující fázi dozrávání, pod 40 °C

Optimalizace bude vždy proto kompromisem mezi optimálními konstrukčními podmínkami, poměrem C/N a četností provzdušnění, upraveným podle velikosti zakládky, který je třeba najít v otevřených i uzavřených technologiích. U menších velikostí zakládky na volné ploše s přirozeným provzdušňováním zhruba do výšky vrstvy 1,5 m bývá týdenní provzdušnění během primárního fáze dostatečné.

- větší zakládky na volné ploše do výšky přibližně 2,5 m či více by měly být provzdušněny alespoň vždy po 3-4 dnech po zahájení procesu, zejména kvůli snížení emisí metanu
- obecně vzato nelze odvodit žádný důvod pro upřednostnění uzavřených technologií, přičemž uzavřené technologie však mají výhodu, že za nepříznivých místních podmínek dojde k oddělení pachů, prachu a NMVOC v biofiltru.
- bez ohledu na závazek minimalizovat ekologicky významné emise může být národní podíl kompostování na skleníkovém efektu považován za zanedbatelný. Dle výsledků individuálních studií v Rakousku a Německu se pohybuje mezi 0,03–0,06 % celkového národního objemu emisí ekvivalentů CO_2 , které mají klimatický efekt, a to bez ohledu na metodu kompostování.

3.4.3 Těkavé organické sloučeniny (VOC) – souhrn a závěry pro provoz s optimálními emisemi

Objem celkových emisí C_{total} (měření pomocí FID³) je významně ovlivněn metanem. Pro srovnání s měřením NMVOC je třeba z výsledků FID odečíst CH_4-C .

Řízení rozkladu (teplota, objem vody, provzdušňování, přísun kyslíku) může významně ovlivnit množství emisí.

- v dostupných údajích se objevuje v neupraveném plynu zátěž C bez metanu v rozsahu 290–1000 g C/t
- emisní zátěž VOC z uzavřených kompostáren s použitím biofiltrů se pohybuje v rozsahu 50–100 g C/t (separace VOC přibl. 80–90%), což nezahrnuje žádné toxikologicky významné látky.
- VOC se uvolňují během prvních dnů úpravy během samozahřívání. To se rovněž týká produkce a uvolňování přírodních metabolitů (mikrobiální VOC).
- většina emisí VOC vzniká nově pouze během kompostování. Hlavní složky VOC jsou například etanol, acetaldehyd, 2-butanon, aceton, terpeny a jiné uhlovodíky s krátkým řetězcem. Provozy povětšinou emitují tytéž látky. Proto lze například předpokládat biogenní emise VOC z jehličnatých a listnatých stromů v rozsahu 20–100kg/ha/a.

Vysoká míra provzdušňování a vysoké teploty mají tendenci podporovat emise VOC.

- rozdíly mezi přirozeně a aktivně provzdušňovanými technologiemi nebyly v hodnocení zjistitelné. V souvislosti s tím, jak již bylo zmíněno, se ionizační odlučování těkavých sloučenin zvyšuje s objemem provzdušňování. Z toho nelze odvodit žádnou výhodu pro systémy s nuceným provzdušňováním
- čištění odpadního vzduchu pomocí biofiltrů snižuje objem C_{total} bez metanu (NMVOC) o maximálně 80–90 %. Objemová zátěž biofiltru by proto neměla přesáhnout 100 $m^3/m^3/h$.

³ FID = plamenově ionizační detektor

3.5 Hlukové emise

3.5.1 Obecné požadavky

V zásadě je v prostoru kompostárny provozována mobilní (např. nakladače, síta, překopávače) a stacionární (např. ventilátory, pásové dopravníky, míchací vozy) technika, která může produkovat hlukové emise. Dalším zdrojem hluku je doprava související s provozem (příchozí, odchozí, vnitřní přeprava).

Z tohoto důvodu je třeba při konstrukci zařízení a za jejich provozu zohlednit ochranu před hlukem, a to jak u zaměstnanců, tak u osob na sousedních pozemcích.

Hodnocení je prováděno dle nařízení vlády č. 272/2011 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací. V ČR jsou hlukové studie ve většině případů vyžadovány jako podklad u záměrů kompostáren, které spadají pod hodnocení vlivů na životní prostředí (EIA).

3.5.2 Požadavky na ochranu proti hluku u pracujících:

- na pracovišti se nesmí vyskytovat hlukové znečištění na úrovni nad 70 dB po více jak 8 hodin denně či 40 hodin týdně. Povinnosti provozovatele v oblasti zabezpečení požadavků BOZP a hygieny práce se řídí příslušnými vnitropodnikovými a obecnými předpisy s odvoláním na zák. č. 258/2000 Sb. o péči a ochraně veřejného zdraví, Nařízení vlády č.361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví zaměstnanců při práci ve znění posledních předpisů. Případné pracovní pomůcky či další opatření proti hluku jsou řešeny v provozním řádu kompostárny, ke kterému se vyjadřuje příslušná hygienická stanice
- pokud hlukové znečištění přesáhne tuto hladinu, musejí být použita ochranná opatření a zaměstnavatel zajistí vhodné osobní ochranné pomůcky (např. ochranu sluchu). Zaměstnanec je bude používat dle přidělené práce a úřad bude jejich použití sledovat, přičemž nesmí tolerovat odmítnutí jejich používání.

3.5.3 Požadavky na ochranu proti hluku u osob na přilehlých pozemcích:

- při tomto hodnocení se kromě skutečných hlukových emisí způsobených provozem hodnotí i převládající hluky z okolí (základní hluková hladina, energetický ekvivalent stálé zvukové hladiny a špičková hodnota), využití lokality a její skutečné používání v závislosti na denní době
- hodnocení je prováděno dle nařízení vlády č. 272/2011 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací.

- v zásadě je třeba dodržovat klíčovou pracovní dobu v 6:00–22:00 hod (dodržování nočního klidu). Dle místních podmínek a blízkosti obytných ploch lze tuto provozní dobu rovněž omezit.

4 Procesní a provozní struktura kompostování

Při popisu technologií kompostování a procesů je třeba rozlišovat tři úrovně:

- individuální složky procesu a součásti zařízení, včetně jejich základních funkcí:
 - procesní, provozní, bezpečnostní a ekologické požadavky.
- kompostovací procesy v užším slova smyslu
 - v základě fáze primární a dozrávání
- technická, mechanická a konstrukční díla a technika pro plnění jednotlivých funkcí v rámci různých složek procesu (například drtiče, míchací vozy, překopávače, síta, vzduchové třídičky, magnetické odlučovače atd.).

Součásti procesu se dělí podle funkční části provozu:

- přejímka surovin
- příprava surovinové skladby
- primární fáze
- fáze dozrávání
- finální úprava
- uložení hotového kompostu

Celá lokalita kompostárny musí být zajištěna před neoprávněným přístupem. U kompostáren, které zpracovávají do 150 t/rok (tzv. malá zařízení), musí být označena informační tabulí a měla by použít alespoň výstražný znak zakazující neoprávněný vstup.

Kromě jasně definovaného oddělení různých částí procesu kompostování v čase a místě hraje důležitou roli i srozumitelná a úplná dokumentace zařízení kompostárny. Základním pokynem je zde Provozní řád, který stanovuje základní podmínky pro vedení záznamů.

V ČR je provoz kompostáren řešen souhlasem k provozu zařízení pro nakládání s odpady příslušného krajského úřadu či obce s rozšířenou působností (dle kapacity zařízení), kompostárny s kapacitou zpracování nad 150 t/rok jsou vyjmenovaným stacionárním zdrojem znečišťování ovzduší. Provozní řády řeší podmínky minimalizace emisí do všech složek ŽP.

V příloze č. 6.3 je procesní model kompostárny pro správnou praxi a zajištění nízkoemisního provozu.

4.1 Přejímka surovin – plochy pro příjem

První činností, za níž výrobce kompostu odpovídá, je přejímka surovin se vstupní prohlídkou a krátkodobým uložením přijatých surovin se sušinou pod 40 %.

Kromě rychlého zpracování musí být zvláštní pozornost věnována kvalitativním vstupním prohlídkám předepsaným Provozním řádem, aby se zajistilo splnění předběžných podmínek pro trvale kvalitní výrobu a dohledatelnost původu a kvality zpracovávaných surovin.

4.1.1 Popis hlavních funkcí

V prostoru příjmu surovin do zařízení kompostárny se provádějí tyto činnosti:

- přejímka surovin oddělena podle kvality a druhu
- případné dočasné uložení odpadu před dalším zpracováním, surovin se sušinou pod 40 %
- identifikace druhu odpadu / surovin dle Provozního řádu a vstupní prohlídka
- identifikace a případně separace či odmítnutí dávek bez specifikace a znečišťujících látek,
- přejímka pomocných látek a příměsí
- záznam o množství – kompostárna, která je zařízením určeným pro nakládání s odpady má povinnost všechny přijaté bioodpady vážit a evidovat dle hmotnosti, katalogového čísla odpadu, data příjmu a původce. V jiných případech lze evidovat přijaté suroviny dle odborného odhadu (přičemž průměrná objemová hmotnost zeleně je 0,35 t/m³)

4.1.2 Základní podmínky pro příjem

Surovina, případně odpad se přijímá a může být dočasně uložena:

- v jasně odděleně a určené části zařízení kompostárny
- musí být zajištěno **samostatné / oddělené uložení** různých typů surovin, pokud je to potřebné pro požadované rozlišení kvality produktu a příslušné určení kompostu (např. pro ekologické zemědělství, čistírenské kaly různého původu a kvality) pro produkci kvalitního kompostu s kaly nebo kompostu
- suroviny se ukládají odděleně podle kvality tak, aby bylo možné jasně definovat skladbu surovinové směsi / u čistírenských kalů samostatně pro každý provoz ČOV
- u komunálního čistírenského kalu je dočasné uložení možné, a to výlučně pro účely optimálního řízení surovinové skladby (překlenutí času, než budou k dispozici potřebná množství surovin pro kvalitní surovinovou skladbu). O tomto musí být vedena evidence. Zpracování do procesu bude provedeno co nejdříve.
- samostatné prostory pro uložení suchého a strukturního dřevnatého zahradního a parkového odpadu, slámu atd. – suroviny se sušinou nad 40%

- suroviny a odpady se sušinou nižší než 40 % zpracovat do procesu během 24 hodin (max. do 5 dní)
- plochy otevřené nebo zastřešené, v případě uzavřené technologie odsávání vzduchu a čištěním odpadního vzduchu (biofiltr).

4.1.3 Technické a konstrukční vybavení v oblasti přejímky a dočasného uložení

- pokud na kompostárně není stálá obsluha, vstup bude opatřen alespoň uzamykatelnými vraty a označením s uvedením otevíracích hodin a oznámením, že dodávky se mimo tyto hodiny nepřijímají
- odpovídající kapacita pro uložení (musí být zohledněna vyrovnávací rezerva pro případ poruchy a podobně / sezónní špičky produkce (koeficient kapacitní potřeby zvýšit o 30 %)
- váha s evidencí
- u uzavřeného provozu: vybavení odsáváním vzduchu a úpravou odpadního vzduchu
- možnost kompletního vyprázdnění/vyčištění
- případná ochrana proti přenosu surovin větrem, ptáky, hlodavci (např. zakrytí organickým krytem nebo textilií)
- uložení odmítnutých dávek a znečišťujících látek, dokud nebudou náležitě zlikvidovány (samostatné označené nádoby)
- jakékoliv dočasné uložení musí být na plochách vodohospodářsky zabezpečených; u uzavřené technologie vybavení na odsávání vzduchu a úpravu odpadního vzduchu / zásobníky typu VOK nejsou vhodné. Výjimka malé zařízení do 150 t/rok
- množství dodaných odpadů se sušinou vyšší než 40 % (ořezy větví, apod.) se v sezóně výrazně mění. Proto je třeba zajistit dostatečně velké plochy pro uložení tohoto odpadu

4.1.4 Požadavky na provozní řízení a dokumentaci

- je vhodné, aby obsluha zařízení byla přítomna po celou otevírací dobu, aby mohla okamžitě provádět vstupní prohlídku dle platné legislativy a provozního řádu
- dodávka se považuje za přijatou, jakmile úspěšně prošla vstupní prohlídkou a byla převzata do zařízení, které je oprávněnou osobou pro nakládání s odpady. Dodávky mimo oficiální otevírací dobu bez předchozího souhlasu obsluhy budou zakázány, a tudíž se nebudou považovat za přijaté (neoprávněné ukládání)
- dodavatel doloží popis odpadu nebo suroviny
- suroviny dodané v plastových pytlích by měl být vyprazdňovány ručně, je-li to možné, a plastové pytle by měly být odstraněny. Plastové pytle lze rovněž vyprazdňovat strojově.
- periodické čištění a úklid místa dočasného uložení surovin

4.1.5 Evidence / dokumentace

Současně s přejímkou a evidencí surovin a bioodpadů dle provozního řádu bude zapsáno jejich umístění, a to dle následujících kritérií:

- označení dávky (unikátní číslo dávky, hmotnost, označení odpadu).
- místo v zařízení - zřetelné označení dočasného úložiště
- odmítnuté dávky (bude-li zjištěno, že obsahují nevhodné suroviny nebo mají vysoký stupeň znečištění, nebo postrádají podmínky dle Provozního řádu, podrobné požadavky a předpisy pro dokumentaci viz odborné informace k Provoznímu řádu

4.2 Zpracování surovin

4.2.1 Základní funkce

Primárním účelem zpracování surovin je biologicky a fyzicky optimalizovat surovinovou skladbu:

- aby se zajistilo, že při procesu kompostování dojde k co nejmenším ztrátám, zejména v primární fázi (vlhkost, C: N)
- k zajištění nezbytné výměny plynu a rozptylu tepla v celé zakládce úpravou struktury surovinové skladby)
- k udržení co nejnižších objemů znečišťujících látek a zajištění požadované kvality výrobku z hlediska obsahu živin a tvorby stabilního humusu / kompostu (jílovito-humusový komplex).

Základními kroky při zpracování tedy jsou:

- odstranění znečišťujících látek
- drcení dřevnatých surovin
- míchání, homogenizace a úprava
 - obsahu vlhkosti
 - poměru C/N
 - struktury potřebné pro výměnu plynů
 - přidání pomocných dávek a příměsí kvůli optimalizaci procesu rozkladu a kvality výsledného produktu.

4.2.2 Odstranění/oddělení nežádoucích a nerozložitelných příměsí při zpracování surovin

Odstranění nežádoucích a nerozložitelných příměsí především zajistí, že finální výrobek (kompost) bude vizuálně přijatelný, a za druhé, že bude obsahovat znečišťující látky v minimální možné míře, čímž se zamezí přenosu těchto látek (především plastů) do jiných složek ŽP při aplikaci.

4.2.2.1 *Proces oddělení znečišťujících látek během zpracování surovin*

Různé vlastnosti, související s měrnou vahou a formou, kladou i různé požadavky na technické oddělení znečišťujících látek.

K oddělení znečišťujících látek ze vstupních se používají následující metody:

- okamžité oddělení během vykládky či po ní, přímo ručně nebo například vidlemi apod.
- před proséváním hrubé frakce použitím bubnového třídíče s velikostí oka 50–80 mm.
- magnetické odloučení železných materiálů.
- oddělovač tvrdých materiálů a neželezných kovů.
- vzduchová třídíčka, oddělení lehké frakce (např. fólie, plasty)

Vyjmutí znečišťujících látek ihned po vykládce se využívá k prvotnímu odstranění velkých kusů, které jsou viditelné na povrchu hromady. Uzavřené plastové sáčky by měly být rozříznuty, aby bylo možno přezkoumat jejich obsah vizuálně.

Ruční odstranění

- z hygienických a estetických důvodů by ruční odstraňování, zejména u biologicky odbouratelného komunálního bioodpadu, mělo být principiálně omezeno na minimum.

Provoz, technické a konstrukční vybavení

Znečišťující látky lze separovat ručně pouze tehdy, pokud se suroviny přijímají na otevřené ploše. Budou odstraněny přímo ručně nebo vidlemi, hákem či hráběmi. Zásadně budou odstraněny velké plastové pytle, láhve, plechovky, velké kusy železa atd. v bezprostřední blízkosti oblasti vykládky budou umístěny kontejnery na nekompostovatelný odpad a tento bude roztříděn dle druhu (plasty, sklo, apod.) a dále bude předán oprávněné osobě k likvidaci (např. svozová společnost)

Pracovní a ochranný oděv

- ochrana úst: zejména v případě víření prachu a v uzavřených či částečně uzavřených halách.
- ochranné rukavice ze silného vnějšího materiálu, které jsou odolné vůči proříznutí a propíchnutí ostrými předměty.
- ochranné brýle – při drcení surovin, prosévání kompostu

Prosévání hrubé frakce: hrubou frakci do velikosti 60–80 mm lze oddělit proséváním v různých fázích zpracování:

- přímo u přijatých surovin
- po manuálním odstranění
- po drcení a homogenizaci
- po úvodní fázi primárního rozkladu v délce 4–8 týdnů (průběžné prosévání)

Problémem při prosévání čerstvých surovin je vysoký stupeň znečištění a nežádoucí odstranění strukturních surovin.

Při průběžném prosévání prováděném po 4–8 týdnech kompostovacího procesu se v praxi používají velikosti oka 40–80 mm. V ranějších fázích se nedoporučuje používat síto s okem menším jak 40 mm, protože rychlost rozkladu, a tudíž i požadavky na kyslík, jsou stále vysoké a zakládka by tedy neměla dostatečnou strukturu. V závislosti na fázi procesu je optimální velikost oka při průběžném prosévání 40-80 mm.

Suroviny lze čistit zvláště účinně, pokud průběžné prosévání kombinujeme s magnetickým odlučováním (např. válcový magnet) během odstraňování jemných i nadměrných částic.

Magnetický odlučovač

- Použití a provoz magnetického odlučovače viz oddíl 4.5 Finální úprava
- v provozech, kde se komunální bioodpad prosévá před zahájením procesu, má význam spojit prosévání s magnetickým odlučováním, protože se tak sníží obsah těžkých kovů (např. chromu a zinku).

Vzduchová třídíčka

- Vzduchové třídíčky se v přímém zpracování surovin používají jen zřídka vzhledem k vysokému obsahu vlhkosti a stupni znečištění lehké frakce (hlavně plastové předměty). Lze je však efektivně použít při průběžném prosévání (po 4–8 týdnech), pokud suroviny nejsou příliš vlhké. Viz oddíl 4.5 Finální úprava.

4.2.3 Drcení

4.2.3.1 Účel drcení při zpracování surovin

Velké dřevnaté suroviny, například větve a pařezy, se těžko biologicky odbourávají, a proto se musejí drtit. Jako součást předepsaného procesu rozkladu má drcení dva hlavní účely:

- vytvoření maximální plochy, kterou mohou osídlit mikroorganismy a odbourávat lignin.
- vytvoření strukturních surovin ve snadno mísitelném stavu, které lze smíchat s čerstvými surovinami, Cílem je vytvořit kvalitní surovinovou skladbu s optimálním poměrem C: N, obsahem vlhkosti a struktury, nezbytnou pro aerobní rozkladný proces a na tom závisající strukturu, která by na začátku procesu rozkladu měla být alespoň 30 - 40 %.

Pro vytvoření maximální plochy pro osídlení mikroorganismy se upřednostňuje technika, která rozmělní či drtí a odděluje vlákna (drtič), před řezacími nástroji (štěpkovač)

V závislosti na surovinách musí vždy být k dispozici dostatek drcených strukturních surovin, aby vznikla směs, která splňuje požadavky na kvalitní surovinovou skladbu.

4.2.4 Homogenizace a míchání surovin

Primárním cílem úpravy surovin je kromě optimálního obsahu vlhkosti zajistit též strukturu, která zaručí dostatečný přísun kyslíku v adekvátním objemu pro proces kompostování v co nejdelším časovém úseku za minimálních přídavných technických opatření – provzdušňování, zavlažování atd.

V uzavřených systémech musí být zajištěno, aby vzduch dodávaný tlakovým či podtlakovým větráním protékal rovnoměrně.

K zajištění stejnorodých, a tudíž i příznivých podmínek procesu je nutno vytvořit co nejhomogennější směs různých biologicky rozložitelných surovin.

Příslušná technika musí proto být kdykoliv provozuschopná.

Pro hladkou a účinnou mikrobiologickou přeměnu biologicky rozložitelných surovin znamená optimalizace surovinové skladby:

- optimální obsah vlhkosti (40–65 %)
- struktura (30–40 %)
- optimální poměr C/N (25–35:1)

4.2.4.1 *Obsah vlhkosti*

Optimální obsah vlhkosti závisí na schopnosti rozkládajících se surovin absorbovat vodu a na jejich struktuře.

V homogenních surovinových skladbách pro kompostování je přípustný celkový obsah vody v rozmezí 40–65 %. Optimální obsah klesá během rozkladu (mineralizací organických látek) z rozsahu 55–65 % na začátku rozkladu na 35–45 % při dozrávání.

4.2.4.2 *Struktura*

Optimální struktura surovinové skladby je v rozsahu 30–40 %. Za těchto podmínek lze zajistit přísun a rozpuštění kyslíku v kapalně fázi a odstranit nadbytečný CO₂. Současně se uvolňuje vodní pára a šíří teplo. Optimální struktura výsledné surovinové zakládky musí být upravena, tzn. pro zpracování čerstvých surovin s minimální strukturou musí mít kompostárna k dispozici dostatečnou zásobu strukturních surovin (dřevnaté materiály apod.).

Proces s přirozeným větráním jinak nebude možný. I v nuceně větraných systémech však existuje riziko, že průtok čerstvého či obíhajícího vzduchu rozkládajícími se surovinami nebude dostatečně homogenní.

4.2.4.3 Optimální poměr C/N

Měřené poměry mikrobiálně dostupných zdrojů uhlíku a dusíku se musejí nacházet v homogenní směsi, abychom se při nadbytku snadno dostupného dusíku vyhnuli vysokým ztrátám ve formě čpavku a metanu.

Jako vodítko lze použít hodnotu poměru C/N v surovinové skladbě v rozsahu 20/25–35: 1.

V příloze 1 jsou uvedeny příklady výpočtu poměru C/N.

4.2.4.4 Proces homogenizace a míchání surovinové skladby kompostu

Ve většině případů se surovinové skladby homogenizují technikou, která se používá rovněž pro provzdušňování (nakladač, překopávač, rozmetadlo). Samostatné mísící zařízení má výhodu, že suroviny, příměsi a vodu lze relativně přesně měřit pomocí násypky, a že lze zajistit kvalitní promíchání.

Nejčastější technologií je kompostování na volné ploše s překopávačem kompostu, kdy jsou suroviny ukládány do zakládky ve vrstvách a homogenizace je provedena překopávačem kompostu. Toto se prokázalo jako zvláště účinný postup u špatně mísitelných složek (např. kompostování čistírenských kalů).

4.3 Primární / horká/ intenzivní fáze

4.3.1 Definice

Primární fáze (označovaná též jako intenzivní či horká fáze) je fáze procesu, při níž dochází k *intenzivnímu rozkladu* mikrobiálně snadno dostupných organických původních látek a následných produktů odbourávání.

Primární fáze se definuje pro účely řízení procesů a s ohledem na samostatné požadavky správné praxe při následné fázi dozrávání jako fáze termofilního procesu. Považuje se za hotovou, když teplota již trvale nevystupuje nad 55°C.

V návaznosti na zpracování a intenzitu provzdušňování a složení surovin, a za předpokladu řízení rozkladu v souladu se správnou praxí, toto trvá max. 3–14 dní souvislých.

Primární fáze může v principu probíhat v jedné či 2 dvou fázích:

- Jednofázový primární proces: celá primární fáze probíhá trvale v *jednom* procesu, dokud není dosažen trvalý pokles teplot požadovaný pro fázi dozrávání (typický proces kompostování v zakládkách na volné ploše s pravidelným překopáváním a nuceným provzdušňováním nebo bez).

- Dvofázový primární proces: První primární fáze je obecně procesem *intenzivního rozkladu* v uzavřených technologiích. Produkt tohoto procesu však není dostatečně stabilní pro fázi dozrávání. Surovina se tedy po hygienizaci kompostuje dále v druhé primární fázi, dokud není dosaženo trvalého poklesu teplot pro fázi dozrávání. Ve druhé fázi primárního rozkladu se může použít uzavřené či otevřené kompostování v zakládkách na volné ploše, s přirozeným či nuceným provzdušňováním.

Používané technologie pro primární fázi:

- kompostování v zakládkách na volné ploše s různou frekvencí provzdušnění za použití překopávače kompostu případně spojené se zavlažovacím zařízením, s přirozeným provzdušňováním nebo s i nuceným provzdušňováním provzdušňovacími kanály v podlaze, s případnou ochranou před deštěm prodyšnou vodoodpudivou textilií nebo střechou
- uzavřené kompostování s nuceným provzdušňováním s pravidelným obracením nebo bez. Pokud se používá obracení, ke kompostování dochází v uzavřených rozkladných halách za tlaku či podtlaku a rozkládající se suroviny se pravidelně obrací (např. každý týden) Alternativou je kompostování v zakrytých provzdušňovaných statických zakládkách, v nichž se rozkládající se suroviny neobrací, avšak je jednoduše provzdušňován tlakovým či podtlakovým provzdušňováním.

4.3.2 Základní funkce

- odbourávání/přeměna jednoduše odbouratelných organických látek.
- produkce rozkladného produktu s nízkým pachem v jedné či dvou fázích
- hygienizace řízenou teplotou dle odstavce 3.3 s opatřeními, která zaručují, že veškeré suroviny budou vystaveny požadované teplotě po požadovanou dobu
- minimalizace emisí klimaticky významných plynů (viz 3.4) a pachů (viz 3.1).

4.3.3 Požadavky na dokumentaci

Vede se evidence zakládky, která je součástí provozního deníku s následujícími údaji:

- surovinová skladba (druh, množství jednotlivých surovin)
- předpokládaná kvalita surovinové skladby – C: N, vlhkost, struktura dle stanovené receptury
- monitoring teploty (viz.3.3)
- monitoring obsahu vlhkosti (vizuální odhad nebo *ruční zkouška* postačí; viz. 3.3.)
- opatření k zavlažování (termín, množství, kvalita závlahové vody)
- termín a četnost provzdušňování
- jakákoliv další opatření, např. zakrytí zakládek, spojení zakládek, průběžné prosévání

4.4 Fáze dozrávání

4.4.1 Definice

Fáze dozrávání (sekundární rozklad) se definuje jako fáze kompostovacího procesu, která následuje po primární fázi a dochází v ní ke stabilizaci a humifikaci a dále k výrobě zralého a stabilního, ke spotřebě připraveného kompostu.

Primární fáze se považuje za dokončenou, pokud teplota coby ukazatel stavu již trvale nevystoupí nad 55°C.

Fáze dozrávání pak nastupuje v čistě mezofilním teplotním rozsahu pod 55 °C, protože požadavky na kyslík a uvolňování energie se po úplné přeměně snadno odbouratelných organických látek významně snižují.

Požadovaná délka fáze dozrávání bývá různá dle typu a složení výchozích surovin (v zásadě dle obsahu strukturálních surovin a poměru C/N), intenzity procesu a požadované kvality kompostu. Pohybuje se v rozmezí 60–180 dní.

V praxi lze trvalý pokles teploty pod 30 °C považovat za ukazatel dostatečné teplotní stabilizace.

4.4.2 Základní funkce

- odbourání a přeměna těžce odbouratelných látek (zejména celulózy a ligninu) za mezofilních až psychofilních podmínek
- odbourávání ligninu houbami a bílkovinnými složkami má za následek syntézu lignoproteinů, stavebních kamenů k polymeraci huminu a tvorbě jílovito-humusového komplexu
- stabilizace intenzivním odbouráváním mikrobiální biomasy, včetně patogenních mikroorganismů (viz odd. 3.3).
- příprava na produkci emisně neutrálního kvalitního výrobku, který je připraven k odpovídajícímu použití, až do etapy finálního zpracování.

4.4.3 Požadavky na dokumentaci

Evidence základky, která je součástí provozního deníku bude vedena v rozsahu:

- monitoring teploty (min. 2x týdně)
- monitoring obsahu vlhkosti (vizuální odhad nebo ruční zkouška postačí)
- termín a množství případné úpravy vlhkosti
- termín a počet provzdušnění
- jakákoliv další opatření, např. zakrytí řad, prosévání

4.5 Finální úprava

4.5.1 Definice

Zpracování kompostu se obvykle děje po fázi dozrávání. Může však být částečně prováděno již v průběhu jiných fází rozkladu, a v tom případě je třeba věnovat pozornost zpracovatelnosti (obsah vody, struktura, pachový potenciál).

Jemné prosévání s velikostí oka <15 mm do okamžiku, kdy samozahřívání nelze udržet pod 40°C, se nedoporučuje, pokud se bude provádět uložení hotového kompostu, a to kvůli ztrátě strukturní stability a pórovitosti. Existuje riziko vzniku rozsáhlých míst s redukčními podmínkami, kde se oddálí stabilizace a humifikace a potenciálně může dojít k denitrifikaci, vzniku čpavku, amonia a dodatečných emisí oxidu dusného.

4.5.2 Základní funkce

- oddělení jemného kompostu s takovou velikostí zrna, která je vhodná pro zamýšlený účel, zejména oddělení strukturních surovin, které dosud nejsou humifikovány.
- odstranění znečišťujících látek, které jsou stále v kompostu, zejména plastů a kovů

4.5.3 Požadavky na dokumentaci

O finální úpravě musí být veden záznam v rozsahu:

- termín a čísla zakládek

Při kombinaci několika zakládek kompostu během finální úpravy

- adekvátní homogenizace a důkladné míchání kvůli zajištění konstantní kvality s ohledem na živiny a typ kompostu
- musí být vydáno nové jedinečné číslo šarže (určí režim hodnocení kvality této šarže)

4.6 Uložení hotového kompostu

4.6.1 Definice

V kompostu určeném k uložení se nachází velký obsah stabilizovaného dusíku v huminové frakci. Mineralizace (odbourávání) a humifikace a tvorba jílovito-humusovitého komplexu, však bude pokračovat pomalu, pokud kompost bude dostatečně vlhký a strukturní.

To znamená, že bude požadován přísun kyslíku, i když jen omezený. Protože kompost v druhotném uskladnění bývá většinou proséván, inherentní tlak a nízká pórovitost, konkrétně hromady vyšší jak 1,5 m, pravděpodobně způsobí vznik redukčních anaerobních zón, které mohou negativně ovlivnit kvalitu kompostu (např. denitrifikaci).

Při uložení hotového kompostu v relativně vysokých hromadách je pak třeba zajistit vysoký stupeň zralosti.

Je třeba zamezit promáčení a odvádění živin deštěm.

4.6.2 Základní funkce

- adekvátní uskladnění pachově neutrálního konečného produktu, vhodného pro pozdější použití na rostliny
- zajistit manipulace a ochranu odpovídající požadavkům, dokud kompost nebude dodán na trh (marketing, použití).

4.6.2.1 Základní opatření

- dostatečné plochy pro uložení (překlenutí doby vhodné pro aplikaci)
- ochrana před promáčením, opatření proti vysychání.
- ochrana před znečištěním (během uskladnění existuje riziko opakované infekce znečištěnými stroji nebo poletováním semen)
- zabránění sekundární kontaminace z hlediska hygieny (např. znečištěnou technikou, technologickou vodou z prostoru primárního rozkladu).

4.6.3 Požadavky na dokumentaci

- správné označení jednotlivých hromad dle šarže
- dle marketingové strategie buď volně ložený, nebo balený. Může být součástí různých substrátů

4.6.4 Další požadavky

4.6.4.1 Doba druhotného uskladnění

- v závislosti na zamýšleném použití, stupni vyzrállosti a stabilizace, trhu a recyklace v návaznosti na výrobní kapacitu, může druhotné uskladnění **trvat 0 dní až několik měsíců**.
- finálně upravený kompost by neměl být ukládán ve velkých hromadách (v zásadě nanejvýš 3 m), Čím vyšší je hromada, tím častěji by se zakládka měla přemísťovat, případně provzdušňovat. Během tohoto procesu by se kompost neměl po přesunu (obracení) zahřát na teplotu nad 30 °C, což může být znakem nesprávného procesu (nízká stabilita)

Uložení finálně upraveného kompostu se nedoporučuje z důvodů zachování deklarované kvality, doporučuje se prosévat, bezprostředně před použitím.

4.6.4.2 Přesun zralého kompostu

- protože „zralý“ a stabilní kompost je stále aerobně biologicky aktivní, musí být pravidelně obracen, pokud je síťován na menší velikost oka, než 15 mm, a výška kupy převyšuje 2,5 m, aby se zajistil odpovídající přísun kyslíku. Četnost obracení v zásadě

závisí na zbytkové aktivitě. Podle stupně vyzrálosti postačí obracení jednou za 3–4 týdny

5 Kvalita kompostu

5.1 Definice

Tato kapitola stanovuje požadavky na kvalitu kompostu. Dále zahrnuje požadavky na analytická měření, vyhodnocení procesního řízení, prohlášení o kvalitě kompostu a doporučení pro jeho správné použití.

Program kvality jednak definuje běžné kompostovací standardy, které zahrnují minimální kritéria kvality kompostu.

Program kvality dále stanovuje minimální požadavky na proces zpracování, které musí být splněny, aby bylo dosaženo nezbytné úrovně aerobní biologické aktivity. Aktuální úroveň aerobní biologické aktivity je deklarována stanovením stability a zralosti kompostu, včetně dalších výživových parametrů. Manuál kvality kompostu se tak stává programem pro nadstandartní hodnocení kvality kompostu – certifikace kompostu.

Za tímto účelem je kompost specifikován jako pomocná půdní látka nebo hnojivo a jako složka růstových médií a substrátů.

5.2 Požadavky nadstandartní kvality kompostu

Kompost, který splňuje odpovídající požadavky na kvalitu procesu uvedené v kapitole č. 4. a parametry uvedené v této kapitole.

Kvalita kompostu musí vždy splňovat podmínky zákona č. 156/1998 Sb. o hnojivech a nadstandartní parametry dle ČSN 465735 Kompostování.

5.2.1 Kvantitativní parametry kompostu

Tabulka 11 Limitní hodnoty pro povinné kvalitativní parametry kompostu pro použití

Parametr	Jednotka	Hodnota	Skutečná hodnota šarže
Vlhkost	% hm.	30–65	
Spalitelné látky	% hm. v sušině	min. 20	

Celkový dusík	% hm. v sušině	min. 0,6	
Poměr C: N	max.	30	
pH	-	6-9	
Nerozložitelné příměsi > 20 mm	% hm. ve vzorku	<3,0	
Nežádoucí příměsi > 5 mm	% hm. ve vzorku	<0,5	
Klíčivá semena v 1l kompostu	ks	≤ 3	
POZNÁMKA 1 Skutečnou hodnotu stanovených parametrů šarže vyplní zpracovatel. POZNÁMKA 2 Při porovnání výsledku zkoušek na klíčivá semena s limitní hodnotou uvedenou v příslušné tabulce se nezohledňuje nejistota měření.			

5.2.2 Další parametry hodnocení kompostu

Tabulka 12 Hodnoty pro volitelné kvalitativní parametry kompostu

Parametr	Jednotka	Hodnoty
N-NO ₃	mg.kg ⁻¹ sušiny	Informativní
N-NH ₄	mg.kg ⁻¹ sušiny	Informativní
P ₂ O ₅	mg.kg ⁻¹ sušiny	Informativní
K ₂ O	mg.kg ⁻¹ sušiny	Informativní
MgO	mg.kg ⁻¹ sušiny	Informativní
Na	mg.kg ⁻¹ sušiny	Informativní
S	mg.kg ⁻¹ sušiny	Informativní
Vodivost	mS.cm ⁻¹	Informativní
Test stability		
Index stability	-	min. 6 stupňů
AT4	mg O ₂ .g ⁻¹ sušiny	10
Test fytoxicity na řeřiše seté	%	>80
Plasty > 2 mm	% hm. v sušině	podle rozsahu použití kompostu viz příloha B
Plasty > 20 mm	% hm. v sušině	podle rozsahu použití kompostu viz příloha B

POZNÁMKA 1 Uvedené hodnoty jsou volitelné a nejsou limitovány, uvádí se pouze pro informaci zákazníka. V případě stanovení plastů jsou hodnoty uvedené v příloze B informativní a doporučující. (tato věta je upravená)

POZNÁMKA 2 Při porovnání výsledku zkoušek růstu na řeřiše seté s limitní hodnotou uvedenou v příslušné tabulce se nezohledňuje nejistota měření.

POZNÁMKA 3 Zpracovatel si u testu stability vybere jednou ze dvou variant. Buď index stability nebo metodu AT4.

5.2.3 Limitní hodnoty rizikových prvků

Limitní hodnoty rizikových prvků a látek kompostu stanovované pro informování spotřebitele a pro ochranu životního prostředí jsou obsah těžkých kovů a hygienické aspekty.

Tabulka 13 Limitní hodnoty vybraných rizikových prvků v kompostu pro použití na zemědělské půdě

Parametr	Jednotky	Nejvyšší přípustné množství
As	mg.kg ⁻¹ sušiny	30
Cd	mg.kg ⁻¹ sušiny	2
Cr	mg.kg ⁻¹ sušiny	100
Cu	mg.kg ⁻¹ sušiny	150
Hg	mg.kg ⁻¹ sušiny	1,0
Ni	mg.kg ⁻¹ sušiny	50
Pb	mg.kg ⁻¹ sušiny	100
Zn	mg.kg ⁻¹ sušiny	600

5.2.4 Limitní hodnoty indikátorových organismů

Tabulka 14 Limitní hodnoty indikátorových organismů ve vlhkém vzorku kompostu

Indikátorový mikroorganismus	Jednotky	Nález
<i>Salmonella</i> sp.	nález v 50 g	Negativní
<i>Escherichia coli</i> nebo enterokoky	KTJ ^{a)} v 1 gramu	1 < 5.10 ³
		4 < 10 ³
Geohelmini ^{b)}	nález ve 150 g	Negativní

^{a)} KTJ – kolonie tvořící jednotku

b) pouze pro balené komposty a u kompostu určeného pro parky, parčíky, sídlištní zeleň, zeleň dětských hřišť a sportovních areálů

**KTJ – kolonie tvořící jednotku*

***s odebraných 5 ti vzorků musí minimálně stanovený počet vyhovět předepsaným limitům*

5.2.5 Monitoring kvality kompostu

Program kvality zahrnuje pravidelné vzorkování a analýzy kompostu, které provádí nezávislé a akreditované laboratoře. Z důvodu dlouhých let zkušeností je doporučeno, aby byly vzorky odebrány akreditovanou osobou (proškolenou osobou) nebo laboratoří.

Monitoring kvality kompostu a procesu bude prováděn s četností min. 1 ročně, bez ohledu na kapacitu kompostárny.

5.2.6 Vzorkování

Vzorky pro monitorování kvality by měly být odebrány z kompostu:

- pokud je dokončen proces kompostování,
- po prosévání,
- před smíšením s jinou surovinou (substráty)

Každý konečný vzorek zasláný na analýzu musí reprezentovat zakládku nebo část zakládky, ze které byl odebrán. Vzorkování musí být provedeno podle normy ČSN 46 5735 Průmyslové komposty a metodický pokyn č. 21/SZV Vzorkování hnojiv.

Maximální velikost zakládky nebo dávky výroby (šarže), ze které je reprezentativní vzorek odebrán, musí odpovídat systému, výsledkům testu a zamýšlenému využití kompostu.

Objem výsledného vzorku by měl být dostatečný pro všechny analýzy požadované programem kvality. Obecným pravidlem pro velikost vzorku je objem přibližně 15 až 20 litrů, prosátého kompostu o velikosti zrna 10 x10 mm.

Je doporučeno, aby byl odebraný vzorek uložen minimálně 6 měsíců. Z důvodu minimalizace jakýchkoliv změn ve vlastnostech kompostu, by měl být vzorek uchováván na tmavém, suchém místě za teplot mezi 0 a 8°C.

Odebraný vzorek musí mít sepsaný a archivovaný protokoly o vzorkování pro každý vzorek, který vypracuje vzorkař laboratoře, případně jsou požadavky definovány v provozním řádu kompostárny.

5.2.7 Definované využití kompostu dle výsledků analýz

Základní parametry pro nadstandardní hodnocení kvality kompostu jako důsledek splnění podmínek procesu Manuálu kvality kompostu je stanovení biologické stability, která je základním lišícím se kvalitativním parametrem od ostatních zdrojů organické hmoty a živin – biologická stabilita a zralost.

Biologická stabilita je charakterizována jako zbytková biologická aktivita – potenciál možnosti materiálu rozkládat, přeměňovat, případně uvolňovat plynné emise. Je charakterem ukončení kompostovacího procesu – odolnost kompostu vůči dalšímu biologickému rozkladu

Zralost je parametr, který popisuje vhodnost kompostu pro určité použití. Velmi nezralé komposty obsahují těkavé organické kyseliny, a/ nebo amoniak, který může rostliny poškodit nebo způsobit emise / voda, půdy, ovzduší.

5.2.8 Hodnotící systém Manuálu kvality kompostu – certifikace kompostu / interpretace výsledků analýz kompostu

5.2.8.1 Stanovení biologické stability dle metody NIRS

Tabulka 15 Index stability NIRS

Index zralosti NIRS	Popis	Hodnocení kompostu
8 a více	neaktivní, vysoce zralý, podobný půdě, žádné omezení k použití	zralý
7	dobře zralý, stabilní	
6	snížená potřeba aerace	stabilní
5	kompost se pohybuje za aktivní fázi rozkladu, je připraven k dozrávání, snížená potřeba intenzivní manipulace	aktivní
4	kompost je ve středně až středně aktivním stadiu rozkladu, vyžaduje průběžné řízení procesu	
3	aktivní kompost – suroviny v čerstvém stavu, potřeba intenzivního monitoringu	hodně aktivní
2	velmi aktivní čerstvý kompost, vysoké požadavky na potřeby kyslíku, intenzivní překopávka nebo provzdušňování	syrový kompost
1	čerstvý, surový kompost typický pro čerstvou surovinovou směs, extrémně vysoký stupeň rozkladu, silné emise – je cítit	

5.2.8.2 Stanovení zralosti

Ukazatelem pro stanovení zralosti je obsah dusíku, jeho minerálních forem a uhlíku

- obsah NO_3 do 200–300 mg/kg kompostu v sušině
- obsah NH_4 méně než 2 mg/kg kompostu v sušině
- poměr $\text{NH}_4 / \text{NO}_3$ méně než 10
- poměr C: N je ukazatelem rostlinám dostupného N uvolňovaného z kompostu po jeho aplikaci do půdy. Inkubace kompostu v půdě ukazuje na dostupnost v průběhu první růstové sezóny po aplikaci kompostu.

5.2.8.3 Stanovení obsahu živin NPK

Obsahy základní makroprvků – živin charakterizují kompost s potenciálem:

- pomocná půdní látka
- organické hnojivo – hnojivý výrobek musí obsahovat
 - C organického původ – organická hmota x 0,56
 - živiny uvedeny dle skutečného stavu v tab. č. 12
 - tuhé organické hnojivo v pevné formě, pokud deklaruje více jak jednu živinu musí obsahovat: 1 % hmotn. celkového N, 1 % hmotn. celkového oxidu fosforečného P_2O_5 , 1 % hmotn. celkového oxidu draselného (K_2O)
 - součet obsahu těchto živin musí být min. 3 % hmotnosti.
 - min 15 % organického uhlíku

6 Přílohy

6.1 Definice a pojmy

Následující slovníček pojmů je užitečný z pohledu jednotné specifikace a jednoznačného výkladu zkušebních metod.

Objemová hmotnost: poměr hmotnosti tělesa k objemu (v gramech na litr)

Sušina: neodpařitelný zbytek látky, který zbude po zahřívání a odpařování při maximální teplotě do 105 °C až do konstantní hmotnosti. Obsah sušiny (%) odpovídá 100 % mínus obsah vlhkosti v %.

Elektrická vodivost: Měření schopnosti roztoku vést elektrický proud; tato hodnota se liší jak počtem, tak druhem iontů obsažených v roztoku; odpovídá nepřímému měření zasolení.

Rizikové prvky – těžké kovy: Je jakýkoliv kov či polokov, který představuje hrozbu pro životní prostředí (v množství nad stanovený limit) Do této skupiny patří arsen, olovo, měď, kadmium, zinek, rtuť, nikl, chrom.

Příměsi: Fyzické příměsi jsou definovány jako suroviny biologicky nerozložitelné (sklo, kovy, plasty) s velikostí > 2 mm.

Obsah vlhkosti: Kapalná část (%), která se vypařuje při 103 ± 2 °C

Organická hmota (OH): Frakce uhlíku obsažená ve vzorku kompostu, který neobsahuje vodu ani anorganické látky. Definice je stanovena jako „ztráta žíháním“

Odpověď rostlin: Testování kvality kompostu s cílem prevence uvádění kompostu, který vykazuje faktory inhibice růstu rostlin, na trh.

Semena plevelů: Všechna životaschopná semena (a rozmnožovací části rostlin) vyskytující se v konečném produktu

Zralost: Zralost (viz. také „stabilita“) může být definována jako stav, za kterého je konečný produkt stabilní a proces rychlého rozkladu je dokončen, nebo jako stav, ve kterém může být produkt rozkladu využit bez jakýchkoliv vedlejších účinků. Pojem zralost může být rovněž chápán v širším slova smyslu, jako stabilita. Jedna z definic zralosti je následující: je to měření kompostu z hlediska jeho připravenosti k využití, což souvisí s kompostovacím procesem. Tato připravenost závisí na několika faktorech, např. na vysokém stupni rozkladu, nízké úrovni obsahu fyto toxických sloučenin, jako je amoniak a těkavé organické kyseliny.

Stabilita/Stabilizace: Týká se fáze rozkladu organické hmoty během procesu kompostování. Stabilita je měřena jako zbytková biologická aktivita, pomocí „spotřeby kyslíku“ (Evropská norma CEN/TC 223 16087:2010 o půdních přídavných a růstových médiích), nebo test samozahřívání (DIN V 11539; Evropská norma CEN/TC 223 o kompostu 16088:2010) nebo metodou NIR. Surovina, která není stabilní, ale stále se rozkládá, dává vzniknout nepříjemným zápachům a může obsahovat organické fyto toxiny.

Metody zkoušení: Analytické metody schválené členskými státy, institucemi, normalizačními orgány.

Vedlejší živočišný produkt (VŽP): celá těla zvířat nebo jejich části nebo produkty živočišného původu podle Nařízení Evropského Parlamentu a Rady č. 1069/2009.

Souhlas: povolení uvádět značku kvality „Pečeť kvality“ u výrobku z certifikovaného zařízení dle programu kvality

Audit: posouzení shody; systematický, nezávislý a dokumentovaný postup pro získání záznamů, prohlášení o skutečnostech nebo další relevantní informace a jejich objektivní posouzení pro stanovení, do jaké míry jsou určené požadavky naplněny.

Zakládka: fyzicky oddělené množství produktu vyrobeného stejným procesem za stejných podmínek, které je označeno stejným způsobem a předpokládají se i stejné vlastnosti.

Poznámka: U systému kompostování, které je provozováno kontinuálně, se bude monitorování a hodnocení provádět na základě řady “dávek výroby” než na základě zakládek samotných. Pokud se v tomto manuálu používá pojem “zakládka”, je to pro provozovatele kompostáren interpretováno jako “dávka výroby”.

Kód zakládky: označení, které je specifické pro zakládku kompostu, skupinu zakládek nebo dávek výroby, které byly připravovány odděleně od jiných kompostovacích zakládek nebo dávek výroby

Šarže – směs zakládek, kdy musí být jasně deklarováno z jakých zakládek se šarže skládá a informace o nich

Biologicky rozložitelné suroviny: suroviny, které jsou schopné projít biologicky zprostředkovaným rozkladem.

Bioodpad: biologicky rozložitelný odpad: veškeré odpady podléhající biologickému rozkladu a které jsou uvedeny ve vyhl.č. 273/2021 Sb.

Certifikace: Postup, při kterém poskytuje třetí strana psané ujištění, že produkt, proces nebo služba vyhovuje stanoveným požadavkům.

Stížnost: Vyjádření nespokojenosti směřované ke kompostárně, které souvisí s jejími produkty, nebo stížnosti související se samotným procesem kompostování, kde je reakce na stížnost nebo řešení stížnosti výslovně nebo nevýslovně očekáváno.

Kompost: je definován jako tuhá humifikovaná surovina, která je ve formě částic a je výsledkem procesu kompostování, byl hygienizován a stabilizován, a který zajišťuje příznivé účinky na půdu, pokud se na ni aplikuje, pokud se použije jako složky růstových médií nebo jiným způsobem souvisejícím s rostlinami

Kompostování: Proces kontrolovaného rozkladu a humifikace biologicky rozložitelných surovin za řízených podmínek, které jsou aerobní a které umožňují rozvoj teplot vhodných pro mezofilní a termofilní bakterie, a to na základě biologicky vyrobeného tepla.

Dozrávání: Fáze kompostování, ve které jsou procesy rozkladu zpomaleny a biologická přeměna a tvorba humusu je již dokončena. Tato fáze je charakteristická významnou redukcí spotřeby kyslíku, dále i snížením produkce tepla, zápachu a tvorby procesní vody.

Hygienizace: Snížení lidských, zvířecích a rostlinných patogenů na přijatelnou úroveň v důsledku kompostovacího procesu

Externí monitoring (dohled třetí stranou): Nezávislé kontroly výrobků a zařízení za účelem získání a využívání značky kvality v souladu s požadavky programu kvality.

Rizikové prvky a látky: Chemické prvky, který může způsobovat člověku, flóře nebo fauně toxicitu. Většina z nich jsou známy jako těžké kovy.

Vhodnost k použití: Vhodnost produktu pro jeho zamýšlené využití, které je stanovené na základě objektivních a subjektivních vlastností, a vyhodnocené na základě individuálních potřeb uživatele.

Třída: rozlišení kompostu na základě obsahu rizikových prvků (vyhl.č. 273/2021 Sb.)

Růstová média: Suroviny jiné než půda na místě, kde jsou pěstovány rostliny.

Inspekce: Činnost jako je např. měření, zkoumání, zkoušení nebo vyhodnocení jedné nebo více vlastností produktu nebo služby a porovnání výsledků se stanovenými požadavky za účelem zjištění, zda bylo pro všechny charakteristiky dosaženo souladu.

Inspektor: Specializovaný institut nebo odborník jmenovaný organizací, pověřený vykonávat inspekce produktů a zařízení (audity). Žádný inspektor nesmí být zároveň osobou, která rozhoduje o udělení certifikátu.

Monitoring: Dozor; aktivita procesu certifikace, která je vykonávána buď manuálně nebo automaticky za účelem sledování kvality kompostu.

Značka kvality: Externě viditelné označení služby nebo produktu (např. značka kvality, certifikát, značka shody).

Provozní řád: Procesní model nebo schematické znázornění pravidelných provozních postupů.

Provozní deník: Dokument vedený pro průběžné záznamy provozních postupů a měření.

Zajišťování kvality: Součástí managementu kvality zaměřeného na splnění požadavků na kvalitu za účelem vybudování důvěry.

Systém zajišťování kvality: Souhrnný termín zahrnující všechny interní požadavky na provozní postupy a jejich dokumentaci, jakož i veškerá přijatá provozní opatření, včetně kontrol vykonaných externí organizací pro zajišťování kvality.

Organizace pro zajišťování kvality: Externí organizace ověřující management kvality na zařízení kompostárny

Systém managementu kvality: Systém managementu sloužící k řízení a kontrole organizace / podniku z hlediska kvality

Uznání: potvrzení platnosti výsledků posuzování shody, které provádí jiná osoba nebo orgán

6.2 Příklad poměru C: N

Poměry C/N v základacích dávkách kompostu a výpočet poměru C/N ve výchozí kompostovací směsi

Tabulka 16 Poměry C/N typických výchozích kompostovacích materiálů

Surovina	Poměr C/N	Surovina	Poměr C/N
Přírodní hnojiva		Zelený odpad	
Kapalná mrva	;	Odřezky trávy	12–25
Slepičí kejda	10	Vytrhaný plevel	20–60
Kompost z kejdy	10	Bramborová nať	25
Slepičí kejda + sláma	13–18	Strukturní materiál	23–31
Kravský hnůj (nízký obsah slámy)	20	Listí	30–60
Koňský hnůj	25	Listnatý spad (jasan, javor, habr)	25
Kravský hnůj (vysoký obsah slámy)	30	Listnatý spad (lípa, dub, bříza, topol, buk)	40–60
BRKO		Jehličnatý spad	30–100
Zelený odpad	10–20	Sláma (ječmen/luštěniny)	40–50
Zbytky potravin	12–20	Sláma (oves)	60
Zbytky ovoce	15–25	Sláma (žito/pšenice)	100
Domácí a kuchyňský odpad	20–21	Stromová kůra	100–130
Rostlinný a bylinný odpad	20–60	Odřezky stromů a dřevnatých bylin	100–150
Kuchyňský odpad	23	Různé	
Ovoce	35	Rašelina	30–50
Odpadový papír	120–170	Piliny (pevné dřevo)	100–500
		Papír, lepenka	200–500

6.2.1 Výpočet poměru C: N

Vztahy pro výpočet poměru C:N u jedné suroviny

V případě, že je znám procentický obsah uhlíku a dusíku dané suroviny, lze poměr C:N stanovit dle jednoduchého vzorce (1),

$$C : N = \frac{\%C}{\%N} \quad (1)$$

a současně je-li znám poměr C:N, lze vzorec (1) použít k výpočtu obsahu uhlíku a dusíku.

$$\%C = \%N \cdot (C:N) \quad (2)$$

$$\%N = \frac{\%C}{C:N} \quad (3)$$

Příklad č.1

Je třeba zjistit poměr C:N u slámy obilovin s 0,7% dusíku v sušině a 56% uhlíku v sušině.

Řešení:

$$C : N = \frac{\%C}{\%N} = \frac{56}{0,7} = 80$$

Výsledný poměr C:N má hodnotu 80:1.

Vztahy pro výpočet poměru C:N u většího počtu surovin

Při výpočtu poměru C:N u směsí, složených z většího počtu vstupních surovin, je třeba zohlednit procentické zastoupení uhlíku a dusíku u každé suroviny a dále zde hraje důležitou roli aktuální vlhkost (tj. obsah vody) u každé suroviny. Hodnotu poměru C:N lze stanovit dosazením příslušných hodnot do vztahu (7) nebo (8).

$$C : N = \frac{\sum_{i=1}^n \%C_i W_i (1 - M_i)}{\sum_{i=1}^n \%N_i W_i (1 - M_i)} \quad (7)$$

Kde: W_i - množství i -té suroviny (kg)
 M_i - hodnota vlhkosti i -té suroviny (%)
 C_i - procentický obsahu uhlíku v sušině i -té suroviny (%)
 N_i - procentický obsahu dusíku v sušině i -té suroviny (%)

Výše uvedený vzorec (7) lze interpretovat i následujícím způsobem:

$$C : N = \frac{[\%C_1 \cdot m_1 \cdot (1 - V_1)] + [\%C_2 \cdot m_2 \cdot (1 - V_2)] + \dots + [\%C_n \cdot m_n \cdot (1 - V_n)]}{[\%N_1 \cdot m_1 \cdot (1 - V_1)] + [\%N_2 \cdot m_2 \cdot (1 - V_2)] + \dots + [\%N_n \cdot m_n \cdot (1 - V_n)]} \quad (8)$$

Kde: m_1 – celková hmotnost první suroviny (kg)
 m_2 – celková hmotnost druhé suroviny (kg)
 m_n – celková hmotnost další n -té suroviny (kg)
 V_1, V_2, \dots, V_n – vlhkost surovin 1, 2, ... n (%)
 $\%C_1, \%C_2, \dots, \%C_n$ – procentické obsahy uhlíku v sušině surovin 1, 2, ... n (%)
 $\%N_1, \%N_2, \dots, \%N_n$ – procentické obsahy dusíku v sušině surovin 1, 2, ... n (%)

Příklad č.3

Je nutné určit celkový poměr C:N směsi, která se skládá z následujících surovin:

- 750 kg obilné slámy o vlhkosti 12%, obsah uhlíku a dusíku v sušině 56% a 0,7%,
- 150 kg prasečí kejdy o vlhkosti 80%, obsah uhlíku a dusíku v sušině 43,4% a 3,1%,
- 210 kg zeleninového odpadu o vlhkosti 85%, obsah uhlíku a dusíku v sušině 49% a 2%.

Výsledný poměr C:N lze vypočítat dosazením výše uvedených hodnot do vztahu (8).

Řešení:

$$C : N = \frac{[56 \cdot 750 \cdot (1 - 0,12)] + [43,4 \cdot 150 \cdot (1 - 0,8)] + [49 \cdot 210 \cdot (1 - 0,85)]}{[0,7 \cdot 750 \cdot (1 - 0,12)] + [3,1 \cdot 150 \cdot (1 - 0,8)] + [2 \cdot 210 \cdot (1 - 0,85)]} = \frac{36805,5 + 1302 + 1543,5}{462 + 93 + 63}$$


$$C : N = \frac{39805,5}{618} = 64,4$$

Celkový poměr směsi je C:N = 64,4:1

6.3 Procesní model

- **Příjem vstupních surovin** – v souladu se schválenou dokumentací, uložení dle druhů odděleně, aby bylo dosaženo požadovaného složení zakládky – *průběžná evidence kompostárny*
- **Typ a množství surovin**
- **Příjem vstupních surovin** – v souladu se schválenou dokumentací, uložení dle druhů odděleně, aby bylo dosaženo požadovaného složení zakládky – *průběžná evidence kompostárny*
- **Skladování, předúprava** – drcení, míchání, úprava vlhkosti, struktura
- **Tvorba zakládky** – délka a průřez řádků nebo kanálů – *evidence zakládky*
- **Zakládání a řízení zakládek** – počáteční a konečné datum a kompostovací období, intenzivní fáze – zajištění optimálních podmínek rozkladu za produkce minimálních zápašných látek – intervaly provzdušňování a závlahy – dodržení časově teplotní limitů a vlhkosti 40–60% - *evidence zakládky*
- **Hygienizace** – intenzivní fáze – kombinace času a teploty, obsah vlhkosti, opatření proti opětovné kontaminaci
- **Dozrávání** – teplota nižší než 40 °C za nižší vlhkosti, zabránění opakovaným infekcím – zavlečení semen nebo kontakt s nehygienizovanými surovinami – *průběžná evidence kompostárny*
- **Finální úprava kompostu** dle potřeb trhu
- **Skladování kompostu** – stabilizovaný a zralý kompost – vizuální kontrola – *průběžná evidence kompostárny*

6.3.1 Požadavky na proces kompostování / procesní model

Kontrolní body	Posuzovaná oblast	Požadavky schématu	Způsob prokázání požadavků
Schválené zařízení – kompostárna	Kompostárna – identifikace zařízení dle schválené dokumentace	Základní technické a technologické údaje o kompostárně (technologie, materiálový tok, kapacita), opravit na platný souhlas s provozováním zařízení	Schválená provozní dokumentace (souhlas k provozování zařízení, provozní řády a havarijný plán podle vyhlášky č. 450/2005 Sb.), smlouvy s dodavateli surovin, smlouvy s laboratoří pro zkoušení kompostu, případně smlouvy se svozovou společností na svoz separovaného odpadu, validace technologie v případě kompostování čistírenských kalů
	 Přijetí		
1	Vstupní suroviny - informace o druzích a kvalitě v souladu s technologií kompostárny a schváleným provozním řádem. Předpokladem je kompostování pouze surovin (odpadů) zpracovávaných na kompostárně	Posouzení přejímky odpadů (složení kalů nebo omezení přijímaných odpadů pro kompost pro ekologické zemědělství), odmítnutí odpadů a separace nečistot	Doloží provozovatel kompostárny vlastními záznamy o příjmu vstupních surovin + základní popis odpadu
2	Skladování a předúprava surovin přijímaných na kompostárnu – drcení, prosévání, míchání, chlazení, homogenizace	Požadavek: vlhkost 40 - 65 %, struktura (velikost pórů) 30 - 40 % obsah organické hmoty (na základě vizálního posouzení a praktických zkušeností, receptura zakládky - váhově nebo objemově)	Oddělené skladování vstupních surovin dle druhu a sušiny, záznamy v provozním deníku kompostárny

3	Tvorba zakládky, způsob provedení zakládky (kontinuálně/jednorázově)	Způsob značení zakládky, surovinová skladba, receptura (objemově, váhově)	Doloží provozovatel záznamy provozní deník a evidencí o zakládce
4	Řízení zakládek – zvlhčování, systém provzdušňování, teplotní režim	Monitoring teploty, vlhkosti, kyslíku (podle požadavků ČSN Kompostování)	Doloží provozovatel záznamy v provozním deníku / evidencí o zakládce
4.a	Hygienizace	Teplota, vlhkost, čas (podle ČSN Kompostování)	Doloží provozovatel vlastní záznamy v provozním deníku / evidencí o zakládce
4.b	Ukončení kompostovacího procesu, dozrávání	Teplota (podle ČSN Kompostování)	Doloží provozovatel vlastní záznamy v provozním deníku / evidencí o zakládce
4.c	Finální úprava kompostu	Vzorkování – kvalitativní analýza (podle ČSN Kompostování)	Protokol o rozborech z akreditované laboratoře/ záznamy v evidenci zakládky
5	Skladování hotového kompostu	Materiálový tok/produkce každého druhu kompostu (objemově, váhově)	Dokumentace materiálového toku jednotlivých typů (druhů) kompostu / evidence záznamů v provozním deníku

6.4 Stanovení chemických rizikových prvků a rizikových látek a kvalitativních znaků kompostů

Analytická stanovení parametrů se provádí metodami uvedenými v tabulce 1 a podle jednotných pracovních postupů Národní referenční laboratoře Ústředního kontrolního a zkušebního ústavu zemědělského (dále jen PP NRL ÚKZÚZ) [1].

6.4.1 Metody a postupy mikrobiologických stanovení

Metody a postupy mikrobiologických stanovení jsou uvedeny v kapitole 1.2.1 a v AHEM č. 7/2001 [1] a AHEM č. 1/2008 [2]

Tabulka 17 Stanovení chemických rizikových prvků a rizikových látek a kvalitativních znaků kompostů

Parametr	Metoda
	JPP NRL ÚKZÚZ – zkoušení hnojiv - 2. vydání, Brno 2015: postup č. 20001.1 Stanovení obsahu vlhkosti gravimetricky a dopočet sušiny
Spalitelné látky	JPP NRL ÚKZÚZ – zkoušení hnojiv - 2. vydání, Brno 2015: postup č. 20010.1 Stanovení obsahu popela a spalitelných látek gravimetricky
Celkový dusík	JPP NRL ÚKZÚZ – zkoušení hnojiv - 2. vydání, Brno 2015: postup č. 20135.2 Stanovení obsahu celkového dusíku podle Jodlbauera titračně nebo postup č. 20320.1 Stanovení uhlíku, dusíku a síry elementární analýzou
pH	JPP NRL ÚKZÚZ – zkoušení hnojiv - 2. vydání, Brno 2015: postup č. 20221.1 Stanovení hodnoty pH elektrochemicky a postup č. 20370.1 Stanovení hodnoty pH v extraktu typových substrátů a zemin vodou ČSN EN 13037 (836222) Půdní melioranty a stimulanty růstu – Stanovení pH ČSN EN 15933 (838120) Kaly, upravený bioodpad a půdy – Stanovení pH
Nerazložitelné příměsi	JPP NRL ÚKZÚZ – zkoušení hnojiv vydání 2, revize 1, Brno 2020: postup 20231.1 Stanovení velikosti částic granulometricky
Nežádoucí příměsi	JPP NRL ÚKZÚZ – zkoušení hnojiv, vydání 2, revize 1, Brno 2020: Postup 20231.1 Stanovení velikosti částic granulometricky
Klíčivá semena v 1l kompostu	Verordnung des Bundesministers für Land – und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über Qualitätsanforderungen an Komposte aus Abfällen (Kompostverordnung) StF: BGBl. II Nr. 292/2001 - Anlage 5 – Untersuchungsmethoden - 3.9.2 Prüfung auf keimfähige Samen und austriebsfähige Pflanzenteile [5]
AT4	ÖNORM S 2027-4 Beurteilung von Abfällen aus der mechanisch - biologischen Behandlung - Teil 4: Stabilitätsparameter - Atmungsaktivität (AT4)
Index stability	NIRS – blízká infračervená spektroskopie je spektroskopická metoda, která zahrnuje blízkou infračervenou oblast z elektromagnetického spektra. Pro stanovení indexu zralosti kompostu je použit speciální kalibrační model, určený pro tuto analýzu. Naměřená spektra jsou následně interpretována.
Test fytotoxicity na řeřiše seté (<i>Lepidium sativum</i>)	Verordnung des Bundesministers für Land – und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über Qualitätsanforderungen an Komposte aus Abfällen (Kompostverordnung) StF: BGBl. II Nr. 292/2001 - Anlage 5 – Untersuchungsmethoden - 3.9.1 Wachstumstest mit Kresse [5]
As	JPP NRL ÚKZÚZ – zkoušení hnojiv, Brno 2019: postup č. 20063.1 Stanovení obsahu Co, Cu, Mn, Zn, Fe, Ni, Cd, Pb a Cr metodou FAAS nebo postup 20070.3 Stanovení obsahu Al, As, B, Be, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, P, Pb, S, V a Zn metodou ICP-OES
Cd	
Cr	
Cu	
Ni	
Pb	
Zn	
Příprava vzorku/mineralizace	JPP NRL ÚKZÚZ – zkoušení hnojiv Brno 2019: postup 20062.1 Příprava extraktu lučavkou královskou

Hg	JPP NRL ÚKZÚZ – zkoušení hnojiv vydání 2, revize 1, Brno 2020: postup 20110.1 Stanovení obsahu rtuti na přístroji AMA
N-NO ₃ , N-NH ₄	JPP NRL ÚKZÚZ – zkoušení hnojiv: Stanovení obsahu dusičnanového a amonného dusíku titračně nebo spektrofotometricky
P ₂ O ₅	JPP NRL ÚKZÚZ – Zkoušení hnojiv - 2. vydání, Brno: postup č. 20169.1 – Stanovení obsahu fosforu spektrofotometricky (P ₂ O ₅), postup č. 20062.1 (lučavka) a 20070.3 (ICP-OES) (P ₂ O ₅ , K ₂ O, MgO, Na, S),
K ₂ O	JPP NRL ÚKZÚZ – Zkoušení hnojiv - 2. vydání, Brno: postup č. 20084.1 – Stanovení obsahu draslíku metodou FAES (K ₂ O), postup č. 20062.1 (lučavka) a postup 20063.1 (AAS) (K ₂ O, MgO, Na)
MgO, K ₂ O, Na, S	JPP NRL ÚKZÚZ – Zkoušení hnojiv - 2. vydání, Brno: postup č. 20062.1 (lučavka) a 20070.3 (ICP-OES) (P ₂ O ₅ , K ₂ O, MgO, Na, S), postup 20063.1 (AAS) (K ₂ O, MgO, Na)
Vodivost	JPP NRL ÚKZÚZ – Zkoušení hnojiv - 2. vydání, Brno: postup č. 20030.1. Stanovení elektrické vodivosti elektrochemicky (w/v) (1:25) nebo postup č. 20371.1 Stanovení elektrické vodivosti typových substrátů a zemin (v/v) (1:5)
Plasty	Stanovení gravimetricky podle akreditovaných laboratorních postupů
POZNÁMKA 1 Aktuální číselné označení a používané JPP NRL ÚKZUZ jsou prezentovány na webových stránkách Ústředního kontrolní a zkušební ústavu zemědělského.	

6.4.2 Ověření účinnosti hygienizace kompostovacího procesu

Obecně

V případě zpracovávaných čistírenských kalů nebo surovin mající charakter vedlejších produktů živočišného původu kategorie 2 a 3 a odpadu ze stravovacích zařízení (veškerý potravinářský odpad včetně použitého stolního oleje s původem v restauracích, stravovacích zařízeních a kuchyních včetně ústředních kuchyní a kuchyní v domácnosti) i zmetkových potravin podle zvláštního předpisu¹⁶⁾ je třeba provádět ověření účinnosti hygienizace v souladu s právním předpisem^{6),7),9)}

Ověření účinnosti hygienizace kompostovacího procesu (validace) se provádí podle použité technologie buď metodou vnesených indikátorových organismů, anebo tam, kde nelze tuto metodu použít, se provede ověření účinnosti hygienizace metodou vstup – výstup. Ověření

účinnosti hygienizace kompostovacího procesu se provádí 1x po zavedení technologie a musí být provedeno též po každé změně v zařízení, která může mít vliv na účinnost hygienizace kompostovacího procesu, tj. po každé havárii zařízení nebo změně technologie a změně vstupních surovin.

Doba odběru mezi jednotlivými vzorky se řídí technologií tak, aby v případě kontinuálního naskladňování nebo vyskladňování byly vzorky odebírány průběžně, pokud možno ve stejných intervalech. V případě kompostování ve vacích nebo na hromadě se vzorky odebírají rovnoměrně z hromady či vaku tak, aby pokud možno reprezentovaly kvalitu materiálu ve všech místech.

Vnesené indikátorové organismy

Jako vnesený indikátorový organismus se použije *Salmonella senftenberg* W 775 (H₂S negativní). Kontejnery s inokulovanými organismy se vkládají do vstupů podle technologie naskladňování a vyskladňování.

Doba vkládání a odběru kontejnerů s indikátorovými organismy se řídí technologií tak, aby v případě kontinuálního naskladňování nebo vyskladňování byly kontejnery odebírány průběžně, v pokud možno stejných intervalech. V případě kompostování ve vacích nebo na hromadě se kontejnery vkládají a odebírají rovnoměrně z hromady či vaku tak, aby pokud možno reprezentovaly kvalitu materiálu ve všech místech.

Doba mezi vnesením inokulovaných indikátorových organismů a jejich odebráním odpovídá vždy době kompostování podle receptury.

Účinnost hygienizace kompostovacího procesu je potvrzena tehdy, jestliže během kompostovacího procesu dojde k redukci počtů sledovaných organismů o 5 řádů (log mediánu redukce počtů indikátorových organismů z 10 kontejnerů \geq 5). Zároveň musí být splněn požadavek pro mikrobiologické parametry pro hotový kompost, které jsou uvedené v právních předpisech^{5),6),7),9)} nebo uvedené v tabulce 5.

Metoda vstup – výstup

Metoda vstup – výstup se provádí na základě odebrání 10 vzorků homogenizovaných surovin na vstupu a 10 vzorků hotového kompostu na výstupu ze zařízení na jedné šarži. V tomto případě se sleduje jako indikátorový organismus *E. coli* nebo enterokoky.

Doba mezi odběry vzorků na vstupu a na výstupu odpovídá vždy době kompostování podle receptury.

V případě kontinuálního naskladňování nebo vyskladňování, hlavně při kompostování v boxech a fermentorech, je třeba, aby byly vzorky odebírány průběžně, v pokud možno stejných intervalech. V případě kompostování ve vacích nebo na hromadě se odebírají rovnoměrně z hromady či vaku tak, aby pokud možno reprezentovaly kvalitu materiálu ve všech místech a byly odebírány ze stejného místa na vstupu a na výstupu.

Rozdíl mezi kontaminací na vstupu a na výstupu musí být minimálně pět řádů (log mediánu ≥ 5) v gramu kompostu pro bakterii *Escherichia coli* nebo enterokoky, a parametry pro výstup musí být v souladu se stanovenými limitními hodnotami indikátorových mikroorganismů, uvedenými v tabulce 5 (podle využití kompostu).

Za předpokladu, že směs vstupních surovin obsahuje na základě analýzy vzorku odebraného před kompostovacím procesem méně než 10^5 KTJ na gram směsi pro mikroorganismus *Escherichia coli* nebo enterokoky, musí odpovídající medián výsledků rozborů 10 vzorků po úpravě vykazovat hodnotu pro negativní nálezy pro mikroorganismus *Escherichia coli* anebo enterokoky podle zvoleného indikátorového organismu.

Účinnost je potvrzena pouze v tom případě, že zároveň mikrobiální parametry pro hotový kompost odpovídají parametrům podle právních předpisů^{5),6),7),9)}.

- [1] AHEM č. 1/2008, *Metodický návod pro stanovení indikátorových organismů v bioodpadech, upravených bioodpadech, kalech z čistíren odpadních vod, digestátech, substrátech, kompostech, pomocných růstových prostředcích a podobných matricích*, Matějů, L., SZÚ, Praha, 2010
- [2] AHEM č. 7/2001, *Stanovení indikátorových mikroorganismů pro mikrobiologická kritéria pro použití kalů na zemědělské půdě ve smyslu vyhlášky č. 382/2001 Sb., o podmínkách použití upravených kalů na zemědělské půdě*, Matějů, L., SZÚ, Praha 2001

6.5 Registr právních požadavků

Tabulka 18 Související právní předpisy a normy

Typ právního předpisu	Právní předpis
Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES)	Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1069/2009 ze dne 21. října 2009 o hygienických pravidlech pro vedlejší produkty živočišného původu a získané produkty, které nejsou určeny k lidské spotřebě, a o zrušení nařízení (ES) č. 1774/2002 (nařízení o vedlejších produktech živočišného původu)
Nařízení Komise (EU)	Nařízení Komise (EU) č. 142/2011 ze dne 25. února 2011, kterým se provádí nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1069/2009 o hygienických pravidlech pro vedlejší produkty živočišného původu a získané produkty, které nejsou určeny k lidské spotřebě, a provádí směrnice Rady č. 97/78/ES, pokud jde o určité vzorky a předměty osvobozené od veterinárních kontrol na hranici podle uvedené směrnice
Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU)	Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 2019/1009 ze dne 5. června 2019, kterým se stanoví pravidla pro dodávání hnojivých výrobků

	EU na trh a kterým se mění nařízení (ES) č. 1069/2009 a (ES) č. 1107/2009 a zrušuje nařízení (ES) č. 2003/2003
Zákon	Zákon č. 17/1992 Sb., o životním prostředí
	Zákon č. 100/2001 Sb., o posuzování vlivů na životní prostředí a o změně některých souvisejících zákonů (zákon o posuzování vlivů na životní prostředí)
	Zákon 156/1998 Sb. o hnojivech, pomocných půdních látkách, pomocných rostlinných přípravcích a substrátech a o agrochemickém zkoušení zemědělských půd
	Zákon č. 541/2020 Sb., o odpadech a o změně některých dalších zákonů
	Zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon)
	Zákon č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší
	Zákon č. 334/1992 Sb. České národní rady o ochraně zemědělského půdního fondu
	Zákon č. 477/2001 Sb., o obalech a o změně některých zákonů (zákon o obalech)
	Zákon č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon)
	Zákon č. 76/2002 Sb. o integrované prevenci a o omezování znečištění, o integrovaném registru znečišťování (zákon o integrované prevenci)
	Zákon č. 167/2008 Sb. o předcházení ekologické újmy a o její nápravě a o změně některých zákonů
Nařízení vlády	Nařízení vlády č. 361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci
	Nařízení vlády č. 262/2012 Sb. o stanovení zranitelných oblastí a akčním programu
	Nařízení vlády č. 295/2011 Sb. o způsobu hodnocení rizik ekologické újmy a bližších podmínkách finančního zajištění
Vyhláška	Vyhláška č. 474/2000 Sb., o stanovení požadavků na hnojiva
	6 Vyhláška č. 309/2021 Sb. o odběrech a chemických a biologických rozborech vzorků hnojiv
	Vyhláška č. 377/2013 Sb., o skladování a způsobu používání hnojiv
	Vyhláška č. 8/2021 Sb., o Katalogu odpadů a posuzování vlastností odpadů (Katalog odpadů)
	Vyhláška č. 273/2021 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady
	Vyhláška č. 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby
	Vyhláška č. 450/2005 Sb. o náležitostech nakládání se závadnými látkami a náležitostech havarijního plánu, způsobu a rozsahu hlášení havárií, jejich zneškodňování a odstraňování jejich škodlivých následků
	Vyhláška č. 288/2013 Sb. o provedení některých ustanovení zákona o integrované prevenci

	Vyhláška č. 415/2012 Sb. o přípustné úrovni znečištění a jejím zjišťování a o provedení některých dalších ustanovení zákona o ochraně ovzduší
Normy	ČSN 46 5735 Kompostování
Další	Schéma certifikace kompostu v platné verzi

Použité zdroje a literatura

Schéma certifikace 02/2021 - ZERA – zemědělská a ekologická regionální agentura, z. s., Náměšť nad Oslavou, 2021

ČSN 46 5735 Kompostování – Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2020

Stand der Technik der Kompostierung – Federální ministerstvo zemědělství s lesnictví, Vídeň, 2002

Tento materiál bude pravidelně aktualizován.

Materiál byl vytvořen v rámci projektu QK1920177
„Nástroje pro lepší využívání kompostovacích zařízení s následným navýšením
vyrobeného kompostu, aplikovaného na zemědělskou půdu“
podpořeného Ministerstvem zemědělství ČR

Prosinec 2021

ISBN 978-80-87226-41-4