

15 Vzorové příklady nakládání s biologicky rozložitelnými odpady

15.1 Sběr bioodpadu v Plzni

Pilotní projekt odděleného sběru biologicky rozložitelného kuchyňského a zahradního odpadu (dále jen bioodpad) v městské části Plzeň 2 - Slovany byl zahájen v roce 2000 (Korecký 2001). Nejprve bylo v v částech Slovan se zástavnou rodinných domů rozmístěno třicet nádob o objemu 240 l zabezpečujících proudění vzduchu (nádoby blíže popisuje Němec 1999), ale již v lednu 2001 bylo přidáno dalších čtrnáct nádob. Systém sběru bioodpadu nyní pokrývá zhruba 4000 obyvatel Plzně.

Sběr bioodpadů je doprovázen informační kampaní, která začala roznesením letáků s informací o zaváděném sběru bioodpadu do každé domácnosti. Kampaň se dále rozvíjela a nyní probíhá prostřednictvím:

- provozu zelené telefonní linky,
- důkladného značení nádob,
- roznášení informací do každé domácnosti (letáčky, odpadové kalendáře),
- besed na školách,
- publikování informací:
 - v místním tisku,
 - na webových stránkách svozové firmy a městských částí Plzně,
 - na úřední desce městských částí.

Při zahájení projektu byl bioodpad svážen dvakrát týdně, ale již po měsíci byla frekvence svozu zvýšena na třikrát týdně. Postupně byl vytvořen harmonogram svozů uzpůsobený množstvím vznikajícího bioodpadu v různých ročních obdobích:

- od prosince do února jsou nádoby sváženy jednou týdně,
- v březnu a v listopadu dvakrát týdně a
- od dubna do října třikrát týdně.

Pro svážení bioodpadu se osvědčují vozidla s lineárním stlačováním oproti rotopressu, který případně nečistoty zamíchá do substrátu tak, že je velmi obtížné je pak vyjmout.

Díky velmi dobré informační-komunikační strategii je dosahováno dobré čistoty sebraného bioodpadu.

15.2 Kompostárna Pitterling firmy Ekodendra

Provoz kompostárny byl zahájen v roce 1997 kvůli potřebě Ekodendry ušetřit za skládkování a "zemědělskému cítění" majitele firmy. V roce 1997 bylo na kompostárně zpracováno 3 tisíce tun kompostovatelných odpadů. V roce 2002 to bylo již přibližně 40 tisíc tun kompostovatelných odpadů a zemin, z čehož bylo vyrobeno 35 tisíc tun kompostů rekultivačních substrátů, stavebních substrátů, apod. 60% produktů bylo použito na rekultivacích, 35 % využily stavební firmy a 5% využila firma Ekodendra. Kapacita kompostárny je 50 tisíc tun / rok (kompostovatelných odpadů a zemin). Plocha kompostárny je 2,5 ha. Na kompostárně pracuje 6 lidí.

Ekodendra má registrovány v ÚKZÚZ dva komposty a jeden rekultivační substrát:

- č.0294; AGROBENTOS A - rekultivační substrát

- č.0764; AGROBENTOS B - průmyslový kompost
- č.0990; AGROBENTOS C - kompost pro okrasné zahradnictví

Zákazníci vozí své odpady na kompostárnu z okruhu 30 km kolem kompostárny. Odbyt na rekultivace má Ekodendra zajištěn na zhruba 30 let. Významným zákazníkem Ekodendry jsou Severočeské vodovody a kanalizace, které ročně vozí na kompostárnu cca 10 tisíc tun kalů z Loun a Bíliny a zároveň odebírají asi 3 tisíce tun průmyslového kompostu.

15.2.1 Pilotní projekt odděleného sběru BRKO v Bílině

Firma Ekodendra iniciovala pilotní projekt na sběr biologicky rozložitelných komunálních odpadů (BRKO) ze 40 rodinných domků v Bílině. Sběr a svoz provádí Městské technické služby Bílina. BRKO je sbírán do pytlů umístěných v 70 litrových sběrných nádobách. Frekvence svozu je 1x týdně. Sebraný BRKO je kompostován na kompostárně Ekodendry. Pro tento materiál je vytvořena samostatná zakládka, která je pečlivě sledována.

15.3 Bioplynová stanice u Landau

Bioplynová stanice u Landau se nachází na adrese: Kleegarten, Nepomukweg 30, 944 05 Landau. Provozovatelem bioplynové stanice je pan Franz Hartman. Stanice je součástí systému Rottaler Modell.

V bioplynové stanici jsou využívány biologické odpady z odděleného sběru od obyvatel okresu Landau. Vyhnitý substrát používá provozovatel stanice ke hnojení svých 40 ha polí a polí okolních zemědělců.

Ročně tato bioplynová stanice zpracuje 7.000 tun bioodpadu, který je přivážen sběrnými automobily 4 dny v týdnu (30-35 tun v jednom svozovém dni). 1 vozidlo přiveze asi 12 tun. Vedle biologických odpadů z odděleného sběru jsou rovněž zpracovávány odpady z údržby zeleně, tráva z golfových hřišť a sportovišť, odpady z tržišť, odpady z místní živočišné výroby, apod. V zimě je substrát kvalitnější než v létě, kdy je v něm velké množství dřeva a listů. V létě je na druhou stranu biologických odpadů víc, takže celková produkce bioplynu je přibližně stejná po celý rok - celoroční průměr je 450 m³/t s 60-64% metanu.

Bioodpad z odděleného sběru jsou dotřídňovány částečně mechanicky a částečně ručně. Na ruční třídění jde pouze hrubá frakce, zatímco jemná jde rovnou do fermentoru. Při ručním třídění je odtřídňováno dřevo, které jde na kompostárnu coby materiál zabezpečující porézní strukturu. Plasty, kovy a další nežádoucí příměsy jdou do spalovny komunálních odpadů. Na tříděním pracují čtyři lidé, kteří pracují čtyři dny po 4-5 hodinách, přičemž za hodinu dokáží vytřídit až 12 tun. Z dotřídňovacího stolu je odsáván vzduch, který je veden na biofiltr.

Dotříděný bioodpad vstupuje do 1. míchaného mezofilního fermentoru s objemem 450 m³, průměrem 12 m a výškou 4 m (z toho 3 m jsou zaplněny), dobou zdržení 15-20 dní a teplotou 38°C. Sušina ve fermentoru se pohybuje kolem 8%. Ze spoda fermentoru je vybírána těžká frakce (kamínky, kovy, apod.). Vybírání je podobné jako u silážních jam ze spodním výběrem. Štěrk se otáčí nade dnem a shrnuje těžší materiál ke šneku, který jej odvádí v pravidelných intervalech mimo fermentor. Druhý reaktor je téměř shodný, až na to, že teplota v něm je 55°C.

Z vrchu fermentoru je sbírána lehká frakce, která se odvodňuje a jde do separátoru. Tekutina se vrací do fermentoru. Frakce pod 3 mm jde do zásobníku a je používána na hnojení. Frakce nad 3 mm se sítuje a je přidávána do kompostu místo rašeliny.

Získaný bioplyn je jímán v plynojemu s objemem 180m³. Bioplyn je teplý a vlhký, a proto je plynojem navrhnut tak, aby se v něm plyn ochladil a vlhkost zkondenzovala. Rozdíl tlaku mezi plynojemem a fermentory je 2,5 milibaru a mezi plynojemem a kogenerační jednotkou 17 milibarů (kogenerační motor si bioplyn sám nasává). Průměr trubek vedoucích bioplyn je 150mm. Oxidace sirovodíku je zabezpečena přívodem 35 l vzduchu za minutu do fermentoru.

V současnosti jsou na bioplynové stanici dvě kogenerační jednotky John Dear 75 kW. K bioplynu je přidáváno 10% topného oleje. 10% elektřiny je využíváno na bioplynové stanici. Zbytek je prodáván za 0,2 euro/kWh. 1/3 tepla je využívána k ohřevu fermentorů. Zbylé teplo je v zimě využíváno k vytápění okolních domů a na léto se plánuje využití ve sklenících či pro sušení řepky či obilí. V současné době je bioplynová stanice přebudována a po ukončení prací bude přidána kogenerační jednotka o výkonu 250kW.

Hlavním tajemstvím (know-how) systému je uspořádání pump a celý systém čerpání s centrální přečerpávací stanicí. Při čerpání dochází rovněž k rozměňování fermentovaného substrátu. Používány jsou běžná čerpadla známá ze zemědělství (čerpání kejdy) či z čistíren odpadních vod s výkonem 5 m³/h.

Investiční náklady na bioplynovou stanici byly 1,1 mil. DM + asi 0,5 mil. na různé úpravy, doplňky a dolaďování. Díky nabitým zkušenostem by v současnosti byla celková investiční náročnost nižší. Roční výnos činí přibližně 150.000 euro. Hlavní příjem byl zpočátku za zpracování bioodpadu 180DM/t. Nyní to je 94 euro/t, ale následující smlouva bude kolem 40-50 euro/t. Prodej elektřiny a případně i hnojiva bude tedy čím dále tím významnějším příjmem. 10% z příjmu jde na výzkum digesce, elektroniky, využití hnojiva, apod., který je prováděn v rámci systému Rottaler Modell.

Tato bioplynová stanice je zajímavá zejména dobře promyšlenou ekonomikou. Jde o jednu z celkem čtyř podobných bioplynových stanic v okresech Dingolfing-Landau a Rottal-Inn, které jsou umístěny tak, aby se šetřily dopravní náklady na svoz bioodpadů. Zařízení jsou relativně jednoduchá. Míra recyklace a využití získané energie se zvyšuje postupně tak, aby byl celý proces stále ekonomicky výhodný. Zdá se, že právě díky dobře navržené ekonomice projektu je Rottaler Modell tak úspěšný.

15.4 Nakládání s biologickými odpady v provincii Miláno

V Itálii byly národním plánem odpadového hospodářství 22/97 nastaveny recyklační cíle 15% do roku 1999, 25% do roku 2001 a 35% do roku 2003.

Provincie Miláno má 2,5 milionu obyvatel a 188 obcí, mezi nimiž dominuje město Miláno, které má 1,2 milionu obyvatel. Ve městě Miláno byl oddělený sběr biologických odpadů zaveden v roce 1995, v lednu 1996 již bylo do odděleného sběru bioodpadu zapojeno 600 tisíc obyvatel, avšak v roce 1997 vyhrála komunální volby strana, v níž byli spíše příznivci spalování odpadu, takže byla postavena spalovna a oddělený sběr bioodpadu byl v roce 1999 zrušen. Zůstal pouze sběr biologických odpadů z velkých zdrojů (restaurace, jídelny, apod.).

Cena za likvidaci směsného odpadu na skládce se pohybuje kolem 100 Euro za tunu (ještě nedávno byla až 150 Euro / tunu). Cena za likvidaci odpadu v jedné ze čtyř spaloven (jedné velké a třech malých) se pohybuje mezi 50 až 100 Euro za tunu. Cena za spalování se však bude zvyšovat, jakmile se přejde na nový způsob kalkulace nákladů. Současný předpokládá energetickou výtěžnost 0,75 kWh z kilogramu odpadu a cenu 0,17 Euro za kWh, což celkem znamená 130 Euro na tunu odpadu. Avšak Evropská unie omezuje tento způsob pokřívání trhu s energií (cena je pětinašobkem běžné tržní ceny energie), a proto se výkupní cena sníží na 0,85 Euro za tunu, takže

tato nepřímá podpora spalování odpadů se snížila na 65 Euro na tunu odpadu. (Legislativa snižující výkupní cenu elektřiny ze spaloven odpadů platí od roku 2001, ale již existující kontrakty mohou zůstat ještě dalších 5 let v platnosti, to jest maximálně do roku 2006).

V obcích, ve kterých byl zaveden oddělený sběr biologických odpadů bylo dosaženo významných úspor nákladů za nakládání s odpady, takže mohly být sníženy poplatky na 70 Euro na osobu a rok, oproti 85 Euro za rok v obcích, kde oddělený sběr biologických odpadů neprobíhá a 110 Euro za rok ve městě Miláno.

15.4.1 Okres Miláno východ

Východní okres provincie Miláno představuje 48 obcí s celkovým počtem 360 tisíc obyvatel. Obce v roce 1973 vytvořily svaz odpadového hospodářství, jenž se měl starat o nově vybudovanou skládku. Tato skládka byla v roce 1994 naplněna. Svaz je z 12% vlastněn provincií Milán a z 88% obcemi okresu Milán východ, které mají každá podíl úměrný počtu obyvatel.

První obec, ve které byl oddělený sběr biologických odpadů zaveden bylo v roce 1993 Bellusco, kde v roce 2002 dosáhli 82% odděleného sběru z komunálního odpadu. V Carugate, které jsme navštívili dosahují 63%.

15.4.2 Carugate

V Carugate je systém sběru kuchyňských odpadů obdobný jako v ostatních obcích okresu Miláno východ. Každá rodina dostane kalendář svozu odpadů, 6,5 až 30 litrový kbelík a 75 až 150 biodegradabilních pytlíků na rok (dle počtu členů). Další pytlíky si může koupit v supermarketu za 0,06 - 0,1 Euro za kus či od obce za 0,035 Euro za kus (což odpovídá velkoobchodní ceně). Pytlíky jsou vyráběny z kukuřičného škrobu, který dodává firma Novamont několika drobným výrobcům sáčků. Sáčky si ponechají svou pevnost zhruba jeden až dva týdny po naplnění bioodpadem. Zároveň však zaručují 90%-ní biodegradaci během 90 dní.

Rodiny bydlící v rodinných domech vynesou v den svozu svůj kbelík před dům, odkud jej sebere pracovník svozové firmy. Pokud žije rodina v bytovém domě, tak své pytlíky s kuchyňskými odpady dává do 220 litrových sběrných nádob. Důvod tohoto rozdílu je prostý, zatímco ruční vysypání kyblíku do svozového vozu trvá zhruba 20 vteřin, tak mechanizované vysypání sběrné nádoby zabere 3-4 minuty. Proto sběrná nádoba se vyplatí jen tam, kde se do ní nasbírá minimálně 15-20 pytlíků.

Kuchyňský odpad sváží paralelně dvě vozidla. Jedno malé (5 m³) a jedno velké (15 m³), do kterého malé vysypává nasbíraný odpad a to pak odváží všechn nasbíraný odpad na kompostárnu. Svozy kuchyňského odpadu se provádí dvakrát týdně. Za čistotu kyblíků a sběrných nádob jsou zodpovědné domácnosti, čímž se dosahuje významné úspory nákladů.

Zahradní odpad se tímto způsobem nesváží. Hlavním cílem je, aby tento odpad zůstal na místě vzniku a nezvyšoval tak celkovou produkci odpadů. Proto se podporuje domovní kompostování - zejména osvětou. Rodiny, které nechtějí či nemohou kompostovat mají možnost svůj zahradní odpad odvézt na sběrný dvůr. Navíc jsou zhruba jednou měsíčně (v závislosti na ročním období) zahradní odpady sváženy.

Domovní kompostování je podporováno zejména těmito způsoby:

- distribuce kompostovacího manuálu rodinám vlastnícím zahradu,
- kurzy s profesionálními zahradníky.

Obec rodinám nijak nepřispívá na domovní kompostování, ale snaží se je naučit, jak správně kompostovat.

Důvody pro oddělení svozu zahradních a kuchyňských odpadů jsou přibližně tyto:

- snížení množství celkového odpadu,
- snížení ceny za zpracování odpadu (kompostárna za kuchyňský odpad požaduje dvojnásobnou cenu oproti zahradnímu odpadu),
- oddělení materiálů s rozdílnými vlastnostmi (například výtěžnost bioplynu je z kuchyňských odpadů vyšší než ze zahradních).

Zároveň svoz od domu k domu přispívá k vysoké čistotě sebraného bioodpadu, protože každá rodina (či skupina rodin - v bytových domech) je zodpovědná za kvalitu třídění a nedochází k znečištění náhodnými kolemjdoucími, jelikož sběrné nádoby jsou umístěny na soukromých pozemcích a na ulici jsou umístovány pouze v den svozu.

Získaný kompost je prodáván zejména školkám s okrasnými dřevinami, kterých je v okolí Milána velké množství. Dále jej kupují menší zahradníci a firmy starající se o městskou zeleň. Zahradníci nahrazují kompostem zejména rašelinu, která v Itálii stojí okolo 30 Euro za m³, zatímco kompost (prosátý na síť s průměrem oka 20mm) dostanou za 5-10 Euro za m³.

15.4.3 Cinisello Balsamo

Obec má cca 80 tisíc obyvatel z nichž je 100% napojeno na oddělený sběr kuchyňských odpadů a má převážně hustou zástavbu bytových domů. Odděleně je sbíráno 50-55% domovního odpadu. Čistota bioodpadu je o něco horší než v Carugate, což je způsobeno zejména tím, že obyvatelé Balsama nedostávají od radnice biodegradabilní pytlíky zdarma, ale musejí si je kupovat. Proto někteří lidé používají pytlíky ze supermarketů, které tyto obchody vydávají za biologicky rozložitelné. I přes to dosahuje čistota bioodpadu 97-99 %. Jelikož jsou pytlíky relativně levné a v celkové sumě na nakládání s odpady představují pouhá 2%, tak se doporučuje je dávat domácnostem zdarma, jelikož jejich (ne)používání má velký vliv na kvalitu odděleně sbíraného kuchyňského odpadu.

Obec je rozdělena na tři oblasti, které mají odlišné doby svozu odpadů. Rámcově je systém sběru v Balsamu obdobný jako v okrese Miláno východ.

Na radnici se o odpady stará celkem 4-5 lidí:

- 2-3 dohled nad firmami zajišťujícími sběr odpadů,
- 1 informační služba pro obyvatele,
- 1 kontrola černých skládek.

Poplatky od obyvatel vybírá jiný úřad, kde se o odpady stará 8-10 úředníků, avšak poplatky za domovní odpady zabírají jen relativně malou část jejich agendy.

Oddělený sběr biologického odpadu byl zaveden v roce 1997 v malé části obce a v roce 1998 byl rozšířen na celou obec. Po jeho zavedení zaznamenala radnice velké množství rozhořčených telefonátů, proto provedla průzkum spokojenosti obyvatel s novým systémem, z něhož vyplynulo, že 56% obyvatel bylo spokojených s novým systémem, 40% vyhovoval stejně jako starý a pouze 4% bylo nespokojených. Nespokojenost plynula většinou z větší náročnosti třídění odpadů. V roce 2002 provedla radnice průřezový průzkum, ve kterém se dotazovala občanů na jejich spokojenost s jednotlivými službami, které jim poskytuje a odpadové hospodářství dopadlo nejlépe.

15.4.4 Kompostárna Berco s.r.l.

Kompostárna Berco zpracovává ročně 20 tisíc tun kuchyňských odpadů, 40 tisíc tun zahradních odpadů a dalších 200 tisíc tun různých materiálů nakupuje a připravuje z nich rozličné pěstitelské substráty. Kompostem vyrobeným z komunálního bioodpadu nahrazují zejména rašelinu, která je relativně drahá - 1 m³ stojí kolem 30 Euro. Kuchyňské odpady jsou na kompostárnu přijímány za 65 Euro na tunu a odpady ze zahrad za 20 Euro na tunu. Provozní a investiční náklady tohoto typu kompostáren se v Itálii pohybují kolem 2-3 mil Euro/rok a 7,5-10 mil. Euro.

Dříve kompostovali kuchyňské odpady i zahradní odpady samostatně ve dvou linkách. Nyní je však kompostují společně a dosahují výborné kvality kompostu. Zahradní odpad je po přivezení na kompostárnu drcen a předkompostován. Pak je míchán s kuchyňským odpadem (který je přivážen přímo do kryté haly, kde probíhá první fáze kompostování) v poměru 1:1. Jelikož kuchyňské odpady mají téměř 100%-ní čistotu, tak je není nutné před kompostováním dotříďovat či prosévat. V hale proběhne celkem sedm překopávek vždy po pěti dnech. Během každé překopávky je kompost posunut o kousek dále a po 35 dnech je vyložen mimo halu, smíchan s dalším zahradním odpadem (množství záleží na aktuálním výskytu tohoto odpadu), čímž se snižuje riziko vzniku zápachu a kompostování pokračuje další tři měsíce pod přístřeškem se zhruba devíti překopávkami. Kompostárna uvažuje o zavedení nucené aerace v hale namísto překopávání. To by jí umožnilo lépe optimalizovat a intenzifikovat proces. Díky tomu by se zvýšila kapacita kompostárny bez nutnosti přístaveb a rovněž se předpokládá zvýšení kvality kompostu a snížení zápachu.

Z haly je odsáván vzduch, který prochází třemi stupni. Nejprve kyselou fází, při níž jsou rozpouštěny alkalické látky (pH 2,5 - 4 okyselování prostřednictvím H₂SO₄), pak zásaditou fází, při níž jsou rozpouštěny kyselé látky (pH 7- 8,5 - NaOH), a nakonec oxidační fází, při níž jsou rozpuštěné látky oxidovány prostřednictvím H₂O₂. Jako oxidační činidlo je používán peroxid vodíku H₂O₂. Při kyselé fázi se dostanou se rozpouští a následně oxidují alkálie a při zásadité kyseliny. Tato metoda degradace zápašných látek je složitá a finančně náročná, proto v současnosti projektují biofiltr. (Za nejlepší náplň biofiltru považují předkompostovanou dřevní štěpku.)

Po ukončení kompostovacího procesu je kompost prosíván na vibračním sítu, které má oproti bubnovému tu výhodu, že se neucpává. Nejprve jde kompost na síto s okem 40mm. Nadsítná frakce jde na vzduchový třídič plastů. Podsítná frakce je dále tříděna na síte s okem 20 mm. Nadsítná frakce se společně s nadsítnou frakcí z předchozího třídění vrací na začátek procesu jako zdroj mikroflóry. Podsítná frakce je uložena do meziskladu (na meziskladu musí ještě dozrát, jelikož v ní byl ještě maličko cítit čpavek). Před distribucí či mícháním do rozličných substrátů je ještě tříděna na síte s průměrem oka 10 mm.

Na kompostárně je vyráběno a na čtyřech linkách pytlováno kolem deseti druhů substrátů - všechny obsahují nějaké množství kompostu. Samotný kompost je prodáván zejména pro amatérské zahradníky, kteří zároveň ocení, že jde o substrát bez přídavku rašeliny (v Německu je i ekologická značka pro organické substráty bez přídavku rašeliny). V substrátech pro acidofilní květiny je naopak kompostu jen malé množství, jelikož kompost je slabě alkalický. V jedné směně může být na jedné lince naplněno 5000 pytlů, celkem tedy mohou všechny linky denně napytlovat až 1 200 m³ substrátu. Substráty jsou distribuovány firmou Fertil s.r.l. (a pod její značkou).

Na kompostárně je celkem 20 zaměstnanců. Kompostárna má vlastní laboratoř, která zajišťuje základní rozbory (pH, vodivost, objemová hmotnost, apod.). Ročně přijde na kompostárnu kolem dvaceti různých kontrol - kvalita kompostu a substrátů, zápach a emise, apod.

15.4.5 Kompostárna Lodigiano S.r.l.

V provincii Lodi žije 250 tisíc obyvatel. Kompostárna vznikla na prasečí farmě, která postupně omezuje svou produkci. Roční kapacita kompostárny je 20 tisíc tun, což umožňuje odběr kuchyňských a zelených odpadů pouze z části provincie. Majitel však vlastní další obdobnou kompostárnu a třetí je ve výstavbě. Dodavatelem technologie je Entsorga Italia S.r.l.

Zelený odpad je přivážen a skladován na volné ploše a následně drcen v kladivovém mlýnu. Kuchyňský odpad je přivážen do kryté haly, kde je společně s rozdrčeným zeleným odpadem míchán ve šnekové směšovací jednotce. Kvalitní homogenizace je velmi důležitá, jelikož kompostování probíhá v bioreaktorech a boxech s nucenou aerací, a tudíž nedochází k dalšímu promíchávání při překopávkách. Vzduch z haly je odsáván a používán k aeraci bioreaktorů.

Po předúpravě je materiál plněn do kovových bioreaktorů nebo betonových boxů umístěných v hale. Kovových bioreaktorů je na kompostárně celkem 24, respektive tři moduly, z nichž každý obsahuje osm bioreaktorů a jeden biofiltr. Moduly je možné dodávat i s menším množstvím bioreaktorů, ale tím se zvyšuje relativní cena biofiltru, jehož kapacita umožňuje filtraci zápachu až z osmi bioreaktorů. Jeden modul je dodáván za cenu 230 tisíc Euro. Objem jednoho bioreaktoru je 25 m³ a roční kapacita přibližně 3.000 tun ročně, což odpovídá délce jednoho cyklu 14 dní: 15 tun x 8 bioreaktorů x 25 cyklů = 3.000 tun za rok.

Vzduch je do bioreaktoru přiváděn ze spoda pod perforovanou podlahu. V prostoru pod podlahou je podtlak, což zajišťuje rovnoměrnou distribuci vzduchu do celého půdorysu bioreaktoru. Aerace je optimalizována dle teploty, jelikož účelem fermentace v bioreaktorech je především sanitace a odstranění zápachu, tak horní teplotní mez je nastavována někde nad 55°C (v Itálii musí teplota v kompostu minimálně po dobu tří dnů přesáhnout 55°C). Princip regulace spočívá v nastavení minimální a maximální teploty prostřednictvím dodaného programu. Když je bioreaktor naplněn čerstvým materiálem, tak se začne odsávat vzduch konstantní rychlostí. Když teplota dosáhne maximálního limitu, ventil se otevře naplno a intenzivní proudění chladného vzduchu substrát postupně ochladí až na minimální teplotu, při níž je ventil opět přiškrcen.

Technologie použitá v betonových boxech je totožná. Rozdíl je však v investičních nákladech. Betonové boxy jsou výhodnější pro kompostárny s kapacitami přesahujícími 5.000 tun biologických odpadů za rok.

Po intenzivní fázi fermentace následuje dozrávání na hromadě v zastřešené hale, kde se ani nepřekopává ani neprovádí nucená aerace, ale pouze se odsává vzduch z haly. Občas se pouze kompost provzdušní při manipulaci čelním nakladačem za účelem vytvoření místa pro další kompost. (Tato část kompostovacího procesu působila ne zcela zvládnutě - kvůli velikému množství páry v hale nebylo možné tuto část ani fotografovat).

Všechny výluhy i dešťové vody jsou zachycovány v jímce a následně využívány pro zvlhčování kompostu pomocí trysek v horní části bioreaktorů. Kapacitu jímek v Itálii pro venkovní komposty zjednodušeně počítají: 1m³ na 30 m² plochy kompostárny (bez zakrytých ploch a manipulačních cest). Pro uzavřené kompostárny jsou to 2-5 litrů na m³ kompostovaného materiálu a den (např.: 10 dní x 10.000 tun x 3 litry = 300m³). Prostor pro pojmání prvního deště dopadnuvšího na manipulační plochy se počítá např. pro 5 mm dešť: 4.000m² x 5 litrů / m² = 20 m³.

Produkovaný kompost používá provozovatel na svých polích, díky čemuž ušetří za hnojiva (tato

úspora je vyšší než by byla tržba z prodeje kompostu). Na druhou stranu prodej kompostu by nutil provozovatele zvýšit kvalitu kompostu, a tudíž i kompostovacího procesu. Pro hnojení orné půdy stačí hrubší kompost (síto s průměrem oka 25mm).

15.4.6 Kompostárna FerGEO

Kapacita kompostárny FerGEO S.r.l. je 12.000 tun za rok. Celou technologii dodala Entsorga Italia S.r.l. a podobně jako u Compostaggio Lodigiano S.r.l. je založena na třech modulech s celkem 24 bioreaktory a třemi biofiltry. Hlavní odlišnost této kompostárny spočívá v tom, že byla postavena na zelené louce a díky tomu má zejména ve fázi dozrávání lépe propracovanou technologii a celkově působí úhledněji.

Zelený odpad je po přivezení na kompostárnu ukládán na volné ploše a následně drcen. Drtič je vždy, když se nahromadí dostatek zeleného odpadu, zapůjčen od externí firmy. Kompostárna však plánuje koupit vlastního drtiče. V italských podmínkách se kompostárnám, které drtí více než 5.000 tun materiálu za rok, vyplatí mít vlastní drtič.

Kuchyňský odpad je přivážen do haly, kde je i následně pomocí čelních nakladačů promícháván s rozdrčeným zeleným odpadem v poměru 1:1. Firma uvažuje o nákupu šnekového mísiče, který zabezpečuje lepší promíchání. Namíchaná surovinová skladba je plněna do bioreaktorů, ve kterých je dva týdny fermentována při teplotách kolem 55°C. Výluhy z bioreaktorů jsou společně s dešťovou vodou sbírány ve dvou cisternách z tvrzeného plastu a využívány na zvlhčování kompostů.

Po ukončení intenzivní fermentace v bioreaktorech je kompost přenesen na dozrávací plochu, která je perforována a do kompostových zakládek je ze spodu tlačěn vzduch. Rozmístění zakládek kompostu na dozrávací ploše není optimální a způsobuje úniky vzduchu mimo kompost. Kompostové hromady jsou zakryty polopropustnou textilií, jejíž hlavní funkce je eliminace zápachu a udržení vlhkosti. Zatímco vzduch přes textilií prochází, tak vlhkost se na její vnitřní straně sráží a zachytává v sobě zápašné látky, které buď stečou zpátky do kompostu nebo se v této vrstvě zbiodegradují. Textilií pokládají na hromady ručně - ke značné nevoli zaměstnanců kompostárny, kteří tímto tělocvikem nejsou nijak nadšeni. Nejenom kvůli tomu budou dozrávací plochu zastřešovat. Zastřešení bude znamenat vyšší jistotu eliminace zápachu. Na kompostárně sice žádný významný zápach nebyl, ale jelikož šlo o zemědělskou oblast, kde je mnoho různých zdrojů zápachu a kompostárna je snadno identifikovatelný viník, tak zastřešení s odsáváním a biofiltrem znamená především vizuální argument / prevenci proti případným stížnostem. Dalším vizuální ochranou kompostárny je dvojitý živý plot - vnitřní z jehličnanů a vnější z topolů.

Zralý kompost je síťován na tři frakce:

- Výmět, který v současnosti posílají na skládku, ale jelikož jde zejména o plasty, tak by bylo vhodné jej posílat na suchou stabilizaci, kde by z něj bylo vyrobeno RDF (viz následující díl seriálu). Avšak, jelikož tato frakce představuje pouze asi dvě procenta, tak firmu provozující kompostárnu zatím poplatky za ukládání na skládku zatím tak moc netíží.
- Střední nadsítná frakce je přidávána na začátku technologie do surovinové skladby.
- Kompost (síto s průměrem oka 12 mm).

Spotřeba energie na zpracování 1 tuny bioodpadu se pohybuje mezi 20 až 30 KWh. Na kompostárně pracuje celkem pět lidí. Investiční náklady na celou kompostárnu se pohybovaly kolem 2 mil. Euro a provozní náklady jsou cca. 500 tisíc Euro/rok. Kompost je prodáván.

15.4.7 Suchá stabilizace firmy Ecodeco

Závod firmy Ecodeco S.p.A. provádí suchou stabilizaci zbytkového komunálního odpadu. Ročně zpracovává 60.000 tun zbytkového komunálního odpadu od zhruba 250.000 obyvatel z provincie Lodi. Tento relativně nízký objem odpadu je dosažen díky intenzivnímu třídění u zdroje, které dosahuje 45 procent a v plánu je dosažení 50-55%. Poplatek za přijetí jedné tuny zbytkového odpadu se pohybují mezi 70 - 75 Euro na tunu.

Celá plně automatizovaná technologie se skládá z těchto etap:

- Navezení zbytkového odpadu do haly závodu, ve které je udržován podtlak, aby nedocházelo k únikům zápachu. Odsátý vzduch je zbavován zápachu v biofiltru umístěném na střeše haly.
- Drcení zbytkového odpadu a jeho přenášení na jeden ze 14 řádků (jeden řádek představuje denní kapacitu závodu - 200 tun), kde probíhá suchá stabilizace. Drcení probíhá pouze přes den, kdy je k dispozici obsluha - pro případ poruchy drtiče, např. v důsledku ucpání extrémně tvrdým materiálem. Mimo pracovní dobu obsluhy je drtič vypnut a nadrcený materiál je přenášen do fermentační části technologie.
- Suchá stabilizace - jde o aerobní fermentaci s extrémním přebytkem vzduchu (zhruba padesátinásobným), která využívá proudění vzduchu a tepla vzniklého při fermentaci k vysušování materiálu. Stabilizace trvá 14 dní. Vzduch je nasáván z hromady přes perforovanou podlahu. V odsávaném vzduchu je měřena teplota. Každý řádek je možné sledovat a regulovat samostatně. Cílem suché stabilizace není dosažení vysoké míry rozkladu organického materiálu, ale jeho vysušení. V průběhu suché stabilizace ubude 25% hmotnosti - 20% jako voda a 5% jako oxid uhličitý. Výluh ze zbytkového odpadu je využíván pro zvlhčování biofiltru.
- Mechanická úprava skládající se ze sít, třídičů na základě hustoty, magnetických odlučovačů a dalších třídících mechanismů. Během mechanické úpravy je z původní hmoty zbytkového odpadu získáno 5% kovů, 50% RDF (Refuse Derived Fuel - palivo z odpadu) a 20% výmětu. RDF se skládá zejména z papíru a plastů a splňuje italské normy pro užití jako palivo (např. pro Cl je limit 0,9 %). Výmět obsahuje zejména sklo, keramiku a prach a je ukládán na skládku komunálních odpadů. Výmět představuje zhruba 10% z celkového komunálního odpadu.

RDF je prodáváno zejména do nedaleké elektrárny a do cementáren. Poplatky za příjem odpadu ke zpracování se podílí pouze z 15 až 30% na celkových příjmech. Investiční náklady se pohybovaly kolem 10 mil. Euro. Spotřeba energie na úpravu jedné tuny odpadů se pohybuje mezi 15-20 kWh (pokud by cílem technologie nebylo vysušení, ale stabilizace před uložením na skládku, tak by se spotřeba energie zvýšila až na 50 kWh na tunu odpadu).

15.5 Bioplynová stanice Salzburg

Koncepce využívání biologických odpadů v Salzburgu byla vytovřena v roce 1993, kdy vstupuje v platnost legislativní opatření o odděleném sběru bioodpadu. Na což zareagoval společný podnik města Salzburg a okolních obcí SAB (Salzburger Abfallbeseitigung Gesellschaft) v Bergheimu zprovozněním zařízení pro nakládání s bioodpadem. Jde o jednostupňovou vysokosušnou anaerobní digesci technologií Dranco s následnou tunelovou kompostárnou. Využití bioplynu je spojeno s využitím skládkového plynu z přílehlé skládky, do které je ukládán zbytkový komunální odpad po projití mechanicko-biologickou úpravou (MBÚ). V biologické části s kapacitou 100 tis. tun za rok je ke zbytkovému odpadu přidáván kal z čistírny odpadních vod a kontaminované zeminy.

Biologický odpad se sváží z města Salzburg a okolních 12 obcí (dohromady cca 400 tis. obyvatel - avšak sváží se pouze od 250 tis. obyvatel). Odpady ze zeleně jsou kompostovány na kompostárně s kapacitou 10 tis. tun za rok. V areálu jsou rovněž zařízení pro nakládání se "zvláštními odpady" a separační zařízení zejména pro obaly a sběrný dvůr. Podnik zaměstnává 105 zaměstnanců, z toho 5 pracuje na bioplynové stanici.

Zpracování odděleně sbíraného biologického odpadu, kterého je ročně sebráno kolem 20 tis. tun, začíná ručním dotřídováním bioodpadu dávkovaného vynášecím transportérem z přijímacího bunkru. Pak je bioodpad drcen na kladivovém drtiči a drcený bioodpad je tříděn na rotačním sítu s průměrem ok 6 cm.

Vyseparované složky a nadsítná frakce jsou zpracovány v MBÚ. Podsítná frakce jde přes odlučovač magnetických kovů do mezizásobník, je ohřívána vodní parou a míšena ve směšovači s již částečně zfermentovaným substrátem (80% digestátu + 20% čerstvého substrátu). Čerstvý substrát obsahuje cca 30% hmotnosti sušiny, digestát 22-24% sušiny. Směs je ze směšovače vytlačována pístovou pumpou do vrchní části bioreaktoru. Pístová pumpa je podobné koncepce jako pumpy používané k potrubnímu transportu betonových směsí.

Obsah fermentoru je 1.800 m³, zdržení substrátu je v průměru 3 týdny. Teplota ve fermentoru je udržována na 55°C vnějším ohřevem vstupujícího substrátu. Výstupy z biofermentoru jdou ze spodní části do směšovače a do šnekového lisu. Výstup bioplynu je v horní části. Digestát postupuje fermentorem se shora dolů - jeden cyklus trvá 3 dny.

Odvodněný vyhnitý substrát o sušině cca 44% se mísí v poměru 1:1 se strukturním materiálem v homogenizační jednotce a je zpracováván v provzdušňovaném kompostovacím tunelu, kde je zabezpečena fermentační teplota vyšší než 65°C po dobu minimálně 78 hodin. Provoz tunelů je diskontinuální, 2 tunely jsou v provozu (po dobu 2 týdnů) a jeden je plněn. Následné dozrávání na volné ploše trvá minimálně 2 měsíce se 4 překopávkami (překopávač Doppstadt) a s rafinací stabilizovaného kompostu na rotačním sítu (rovněž Doppstadt).

Bioplyn je veden do plynojemu s objemem 2.500m³, kde je skladován rovněž skládkový plyn. Plyn musí mít obsah 47-55% metanu, aby mohl být spalován kogeneračních jednotkách. Při poklesu obsahu metanu (v důsledku méně kvalitního skládkového plynu) se provádí korekce přídatkem zemního plynu. Plyn je před použitím desulfurizován.

Plyn je rovněž využíván v parním kotli, který vyrábí páru pro ohřev bioodpadu před směšovačem. Energetická spotřeba bioplynové stanice je cca 20% z produkované energie. Produkce bioplynu je 300-350m³/hodinu s 60% metanu.

15.6 Kompostárna v Zabrze

Kompostárna se nachází na okraji města Zabrze asi 50 km od Opavy. Je spojena se sběrným dvorem a poblíž se nachází i skládka komunálního odpadu.

Na počátku linky je výkonné homogenizační zařízení se čtyřmi homogenizačními šneky a s automatickou váhou. Do homogenizátoru se dávkuje odpady po mechanické úpravě (štěpka, dřevo, tráva) nebo bez této úpravy (listí, kaly, krátké seče trávy). Zhomogenizovaný čerstvý kompost se odváží nákladním automobilem na kompostovací plato 30 x 30 m, kde se vrství do výšky cca 3,5 m. Kapacita tohoto platu je údajně 3000 t. Plato je sestavené z prefabrikátů, uložených na podlaze s živičným povrchem. Konstrukce prefabrikátu 300 x 150 cm umožňuje zvýšenou aeraci kompostu šterbinami o šířce 2,5 cm z kanálků, které vytváří mostový profil prefabrikátu. Výška tohoto

kanálku je cca 15 cm a jeho šířka je 120 cm. Výměna plynů v kompostové zakládce je v celém profilu navrstveného kompostu zintenzívněna komínovým efektem, který stoupá při zahřívání kompostu. Čerstvý vzduch vstupuje štěrbinami a oxid uhličitý uniká povrchem kompostovací zakládky. Aerační překopávky se neprovádějí. Menší komplikací celého zařízení je nutnost čištění kanálků, kam propadá jemný materiál při kompostování. kanálky se čistí údajně jednou ročně traverzou vlečenou profilem kanálku.

Kompostovací plato je provozováno ve dvou režimech. V případě, že kompost zraje na tomto platu 6 měsíců, je jako stabilizovaný kompost proséván na bubnovém sítu (průměru otvorů 3,5 cm) s výtěžností 70% hmotnosti. Nadsítná frakce je po vybrání kontaminujících plastů odvážena na počátek linky do drtiče a homogenizátoru. Kompost je expedován ke hnojení zemědělské půdy.

Další režim, který byl provozován v době mé návštěvy spočívá v prosévání zrajícího kompostu po 2 - 3 měsíční fermentaci na platu na bubnovém sítu (průměr otvorů 5 cm). Z podsítné frakce jsou vytvářeny kompostové zakládky na zpevněném povrchu kompostárny o výšce cca 2,5 m, které dozrávají ještě jeden měsíc a za toto období jsou minimálně čtyřikrát překopány čelním samojízdným překopávačem.

Další kompostárenská linka je vybavena soustavou arovaných uzavřených kontejnerů systému KNEER s čištěním odplynů na filtru, jehož náplní je částečně zkompostovaná stromová kůra. Aerace je řízena počítačem, doba ventilace je 3 minuty s přestávkami 2 - 30 minut. Doba zdržení zrajícího substrátu v kontejneru je 14 dní, pak kompost dozrává na volné ploše. Zařízení bylo využíváno na kompostování čistírenských kalů a odpadů ze zeleně. Jeho další využití se předpokládá při kompostování kuchyňských odpadů z hotelů a restaurací.

Jakostní znaky vyrobených kompostů není možno vztáhnout k provozně evidované surovinové skladbě, zejména se nepodařilo zjistit množství a kvalitu čistírenských kalů používaných při kompostování.

Komposty obsahují v sušině 1,6 - 2,2% N, 2,4% P₂O₅, 0,8% K₂O a 1% MgO. Spalitelné látky představují 42 - 45% v sušině. Obsah cizorodých látek je zejména u Cd a Zn neobvykle vysoký, ale odpovídá polské normě pro zemědělské použití.