

Tadeusz WOLNY

**OPIS TECHNOLOGII KOMPOSTOWANIA
ORAZ WYNIKAJĄCE WNIOSKI NA PRZYKŁADZIE
KONTENEROWEJ KOMPOSTOWNI TYPU „KNEER”
W MPGK W ŚWIĘTOCHŁOWICACH SP Z O.O.**

1. STAN GOSPODARKI ODPADAMI I ISTNIEJĄCEJ INFRASTRUKTURY

Miasto Świętochłowice położone jest w odległości 9 km od Katowic, w centralnej części Górnego Śląska. Świętochłowice stanowią jeden z najbardziej zaludnionych terenów w Europie. Obszar około 13,22 km² zamieszkuje przeszło 60 tys. osób, co stanowi około 4.600 osób na km².

1.1. Charakterystyka składowiska odpadów i infrastruktury

Składowisko odpadów zlokalizowane jest na terenach hałdy Huty „Florian” leżących w granicach administracyjnych miasta między stawami „Edward” i „Marcin”.

Z terenem składowiska graniczą od strony północnej hałdy i tereny przemysłowe huty cynku „Silesia”. Stronę północno-zachodnią stanowi granica z Rudą Śląską – dzielnica Chebzie. Najbliższa zabudowa mieszkalna na terenie Rudy Śląskiej znajduje się w odległości 1,2 km od granicy składowiska.

Po stronie zachodniej znajdują się tereny przemysłowe Huty „Pokój” w Rudzie Śląskiej. Od strony południowo-zachodniej znajdują się hałdy przemysłowe i stawy. Najbliższa zabudowa mieszkalna usytuowana jest w odległości 900 m od zewnętrznej granicy terenu składowiska. Od strony południowej składowiska zlokalizowane są hałdy hutnicze oraz stawy.

Od strony południowo-wschodniej zlokalizowana jest hałda przemysłowa. W tym samym kierunku w odległości około 900 m od hałdy znajduje się zabudowa mieszkalna oraz Szkoła Podstawowa Nr 7 w Świętochłowicach.

Teren składowiska od strony wschodniej w odległości 60 m graniczy z ogródkami działkowymi.

Wraz z budową kolejnych kwater na składowisku powstały:

- budynek technologiczny,
- pomieszczenia warsztatowe wraz z halą,
- boksy magazynowe do składowania wyselekcjonowanych u źródła surowców wtórnych,
- obiekty niezbędne do eksploatacji składowiska odpadów komunalnych i innych niż komunalne.

W mieście powstaje rocznie 13.000 Mg odpadów organicznych oraz 40.000 m³ osadów z oczyszczalni „Klimzowiec” dla miast Chorzowa i Świętochłowic.

Kompostowanie w systemie „KNEER” jest elementem programu zintegrowanego systemu gospodarki odpadami realizowanego przez Urząd Miasta i MPGK w Świętochłowicach Sp. z o.o. w oparciu o:

- powstałe w 1993 r. składowisko odpadów,
- Master Plan gospodarki odpadami dla województwa katowickiego sporządzony w 1995 r.,
- Master Plan ochrony środowiska dla miasta Świętochłowice opracowany w 1996 r.,
- działania prowadzone przez MPGK w Świętochłowicach Sp. z o.o. w zakresie wprowadzania selekcji i segregacji odpadów oraz gospodarczego wykorzystywania odpadów przy rekultywacji hałd górniczych i hutniczych;
- prowadzony od 1996 roku przez MPGK w Świętochłowicach Sp. z o.o. program edukacji ekologicznej dzieci i młodzieży w szkołach.

2. SEGREGACJA ODPADÓW

2.1. Centra segregacji u źródła

Odpady komunalne w Świętochłowicach są zbierane przez Miejskie Przedsiębiorstwo Gospodarki Komunalnej w Świętochłowicach Sp. z o.o. Firma rozmieściła w mieście 270 kontenerów metalowych o pojemności 1.100 l każdy, w zestawach po dwa oraz 14 zestawów kontenerów typu „IGLO” przeznaczonych do selektywnej zbiórki u źródła szkła i papieru. Większość zestawów znajduje się na obszarze o dużej gęstości zaludnienia, a więc na osiedlach o zabudowie wysokiej i w centrum miasta.

2.2. Odbiór odpadów komunalnych

MPGK w Świętochłowicach Sp. z o.o. odbiera odpady komunalne z terenu całego miasta: od mieszkańców, instytucji, handlu, szpitali, szkół, zakładów przemysłowych. Wszystkie odpady - komunalne odpady stałe (z domów jednorodzinnych, z budynków wielorodzinnych, handlu, instytucji, szpitali, przemysłu), odpady z rozbiórek i prac ziemnych, odpady wielkogabarytowe oraz w ostatnim czasie trawa, wycinki drzew i krzewów, liście – są deponowane na komunalnym składowisku odpadów.

Na odpady wielkogabarytowe przedsiębiorstwo dysponuje 60 kontenerami KP-7. Odpady komunalne są zbierane w kontenerach o rozmiarach: 1.100 l oraz 110 l. Na materiały pochodzące z rozbiórek MPGK dysponuje 34 kontenerami typu KP-4,5.

3. KOMPOSTOWANIE

3.1. Charakterystyka procesu kompostowania

Największymi zagrożeniami związanymi z każdym składowiskiem odpadów są: powstawanie odcieków i biogazów. Oba te elementy stanowią największe ryzyko dla środowiska i ludzkiego zdrowia.

Ocieki stanowią duże niebezpieczeństwo, szczególnie, gdy zbiornik znajduje się w bliskim sąsiedztwie ujęć wody.

Gazy pochodzące ze składowiska odpadów zawierają głównie metan i dwutlenek węgla oraz niewielką ilość gazów nie metanowych. Metan może spowodować wybuch, jeżeli jego stężenie w powietrzu wynosi od 5 do 15%. Metan może migrować ze składowiska i wnikać w najbliższe zabudowania. Udokumentowano, że metan migruje nawet na odległość 1 kilometra od obszaru składowiska.

Metan i dwutlenek węgla to dwa najważniejsze czynniki mające wpływ na globalne ocieplenie. Wpływ metanu na ten efekt jest 25 razy większy niż dwutlenku węgla.

Ze składowisk odpadów pochodzi 15% ogólnej emisji metanu do atmosfery ziemskiej, na skutek dekompozycji składników organicznych odpadów składowanych.

Kompostowanie odpadów organicznych eliminuje biologiczną aktywność na składowisku, co wpływa na znaczne zmniejszenie powstawania odcieków i generowania się gazów.

Dobrze przystosowany kompost w postaci humusu wprowadza próchnicę do gleby. Zdekompostowane substancje organiczne, jako składniki odżywcze roślin, biorą udział w sposób pośredni i bezpośredni w wegetacji roślin. Właściwości chemiczne, fizyczne i biologiczne kompostu poprawiają właściwości przepływu gleby, jej napowietrzanie strukturę gleby i zdolność zatrzymywania wody. Dobrze przygotowany kompost wiąże składniki odżywcze i zapobiega ich wypłukiwaniu z gleby, jak również poprawia poziom pH.

Wpływ kompostu na środowisko naturalne również jest przekonujący:

- kompostowanie przekształca odpady organiczne kierowane na składowisko odpadów w substancje produktywne w rolnictwie i ogrodnictwie;
- redukuje emisję gazów wywołujących efekt cieplarniany zatrzymując węgiel w glebie;
- redukuje emisję metanu i tlenków azotu;
- redukuje zatrucie azotem wód gruntowych.

Badania naukowe przeprowadzone między innymi w Kalifornii i w Niemczech dowiodły, że stosowanie kompostu poprawiło plony poprzez lepsze wykorzystanie azotu znajdującego się w glebie, jak również poprawiło jakość owoców, wydłużyło czas ich składowania i obniżyło ilość azotanów w pomidorach. Ponadto stosowanie kompostu w ilości 50 Mg na $\frac{1}{4}$ ha w ciągu roku – znacznie zwiększyło odporność gleby na wypłukiwanie substancji odżywczych.

Kierowanie odpadów organicznych do procesu kompostowania zmniejsza koszty składowania odpadów na składowisku. W większości przypadków produkcja kompostu z tej samej ilości odpadów organicznych jest tańsza niż opłaty za składowanie odpadów na składowisku; jednakże przygotowanie terenu, zakup maszyn, uzyskanie niezbędnych uzgodnień wymaga czasu i nakładów finansowych, powinno, więc być brane pod uwagę przy tworzeniu systemu kompostowania.

Wielu rolników i producentów kompostu przekonało się, że dodatni wynik finansowy uzyskuje się w przypadku, gdy stworzony przez nich system:

- produkuje kompost z minimalnym nakładem sprzętu i pracy ludzkiej;
- zatrzymuje odór, aby nie powodować konfliktów z sąsiadami;
- zatrzymuje maksimum substancji odżywczych, które mogą być wykorzystane przez rośliny.

Opracowano cały szereg komercyjnych sposobów kompostowania. Generalnie dzielą się one na metody przy użyciu reaktora oraz bez jego użycia.

Systemy bez użycia reaktora (otwarte):

- pryzmowe – przewracane,
- pryzmowe statyczne – wymuszone napowietrzanie,
- naturalnie (pasywnie) napowietrzane pryzmy.

Systemy z użyciem reaktora:

- pionowy przepływ,
- poziomy przepływ,
- bezprzepływowe (kontenery kompostowe).

3.2. Bezprzepływowe kompostowanie

Kompostowanie kontenerowe odbywa się w napowietrzanych kontenerach, w których kontrola odoru odbywa się poprzez filtr biologiczny zainstalowany dla całego systemu. Pełna kontrola procesów odbywa się dzięki zainstalowaniu aparatury kontrolno-pomiarowej i komputerowemu sterowaniu procesem. Nadaje się całkowicie do kompostowania odpadów częściowo zgniłych, o bardzo nieprzyjemnym zapachu; współpracuje z innymi systemami np. w połączeniu z systemem napowietrzanych pryzm, jako uzupełnienie procesu.

Producentami tych urządzeń są: Horstmann (Niemcy) oraz Green Mountain Technologies (USA).

3.3. Kompostowanie kontenerowe

Poprzez kontenerowe urządzenia do kompostowania optymalizuje się za pomocą środków technicznych proces biologiczny zachodzący w naturze, dzięki czemu poszczególne fazy procesu kompostowania ulegają znacznemu skróceniu. Kierowanie procesem odbywa się komputerowo, bez udziału obsługi. Modułarna budowa systemu umożliwia instalowanie urządzeń o przeciętnej wydajności od 2.000 Mg do 24.000 Mg rocznie.

3.3.1. Opis technologii i urządzeń

Celem technologii jest przerób organicznych części składowych odpadów przemysłowych i domowych, osadów z oczyszczalni ścieków, odpadów zielonych oraz pozostałości po przycince krzewów, na wysokowartościowy produkt humusowy.

Kompostowanie zaczyna się od przygotowania, segregacji i homogenizacji dostarczonego materiału. Usuwa się materiały szkodliwe. Odpady zielone oraz pozostałości po przycince krzewów zostają rozdrobnione i poddane mieszaniu z odpadami szybko zgniwającymi i o silnym nieprzyjemnym zapachu. Stopień automatyzacji tego etapu technologicznego może być dowolnie wybrany przez użytkownika. Jest on ustalany po rozważeniu kwestii opłacalności i w zależności od wydajności całkowitej urządzenia.

Po zakończeniu przygotowania kontenery są napełniane materiałem przeznaczonym do kompostowania. Urządzenie do przesuwania kontenerów połączone z dostarczaniem materiału zależnie od stanu napełniania kontenerów zapewnia optymalny przebieg

procesu. Napełnione kontenery zostają przyjęte przez wywrotkę i przekazane do sekcji intensywnego humusowania, gdzie zostają podłączone do systemu napowietrzającego i odpowietrzającego. Wprowadzone sterowanie komputerowe przejmuje nadzór nad procesem kompostowania, którego faza intensywna trwa od 14 do 21 dni.

W zależności od zaopatrzenia na tlen, do materiału doprowadzane jest – w pełni automatycznie – świeże powietrze, a proces jest procesem aerobowym.

W celu usunięcia przykrego zapachu powstające podczas procesu powietrze wylotowe zostaje przeprowadzane przez filtr biologiczny, a następnie uwolnione do atmosfery. Gromadząca się w czasie procesu woda jest zbierana w specjalnym pojemniku, a następnie powtórnie doprowadzana do kontenera.

Rozkład materiału organicznego w czasie fazy intensywnej procesu kompostowania prowadzi – wraz z temperaturami 55-70°C - do higienizacji materiału.

Świeży kompost powstały w fazie intensywnego procesu kompostowania (stopień shumusowania: II lub III) jest stabilny biologicznie oraz wolny od nieprzyjemnego zapachu. Podczas trwającej 4-6 tygodni fazy kompostowania dodatkowego w pryzmach, kompost osiąga stopień shumusowania: IV lub V.

System wyciągów hakowych daje możliwość prostej obsługi kontenera oraz filtra biologicznego.

3.3.2. Cechy charakterystyczne oraz zalety kompostowania kontenerowego.

- dzięki optymalnemu kształtowaniu procesu kompostowania w ciągu 8-9 tygodni z odpadów biologicznych powstaje pełnowartościowy kompost;
- w wyniku hermetycznego prowadzenia procesu oraz dezodoryzowania odprowadzanego powietrza przez filtr biologiczny, wykluczeniu ulega emisja nieprzyjemnych zapachów do atmosfery;
- małe nakłady transportowe oraz dobre warunki pracy ludzi i maszyn dzięki statycznemu procesowi kompostowania w zamkniętych kontenerach;
- wyeliminowanie dodatkowego zużycia wody w procesach kompostowania intensywnego oraz na pryzmach;
- wysoka biologiczna stabilność, higieniczność oraz wysoka jakość;
- redukcja objętości materiału wsadowego o około 30%;
- sterowanie procesem kompostowania intensywnego za pomocą komputera, włącznie ze świadectwem jakości dla zawartości poszczególnych kontenerów dzięki dokładnemu pomiarowi danych;
- bardzo dobra możliwość dostosowania do zmiennej wydajności oraz do różnej powierzchni dzięki budowie modułowej;
- technologia może być stosowana w małych urządzeniach, jako część już istniejących zakładów oraz przy większych kompostowniach i oczyszczalniach ścieków, jako uzupełnienie systemu podstawowego;
- zmniejszenie zapotrzebowania na miejsce i personel;
- prosta i tania obsługa dzięki użyciu samochodu hakowego.

3.4. Opis kontenerowej technologii kompostowania

Celem technologii jest przerób części składowych odpadów domowych, przemysłowych, osadów z oczyszczalni ścieków, odpadów zielonych oraz pozostałości po przycince krzewów na wysoko wartościowy produkt humusowy.

Wsadem do procesu kompostowania na składowisku odpadów komunalnych w Świętochłowicach są odpady organiczne – osady z oczyszczalni ścieków oraz odpady organiczne pochodzące z terenów zielonych oraz z wycinki drzew i krzewów, liście, trawa. Ograniczenie to wynika z warunków infrastrukturalnych na obszarze składowiska oraz w samym mieście.

Wsad taki nie ulega zagniwaniu (nie poddaje się procesowi fermentacji) w trakcie gromadzenia i transportu, dzięki czemu nie pojawia się odór oraz odcieki na etapie przygotowywania materiału organicznego do kompostowania. W tej sytuacji proces ten rozpoczyna się od przygotowania mieszanki materiału organicznego, składającej się z proporcjonalnie dobranych liści, trawy oraz rozdrobnionego drewna. Rozdrabnianie drewna dokonywane jest za pomocą zrębaka, natomiast mieszanie odpadów oraz załadunek kontenerów – za pomocą ładowarki czołowej.

Po zakończeniu procesu przygotowania, kontenery przekazywane są do sekcji intensywnego kompostowania, gdzie podłącza się je do systemu napowietrzającego i odpowietrzającego.

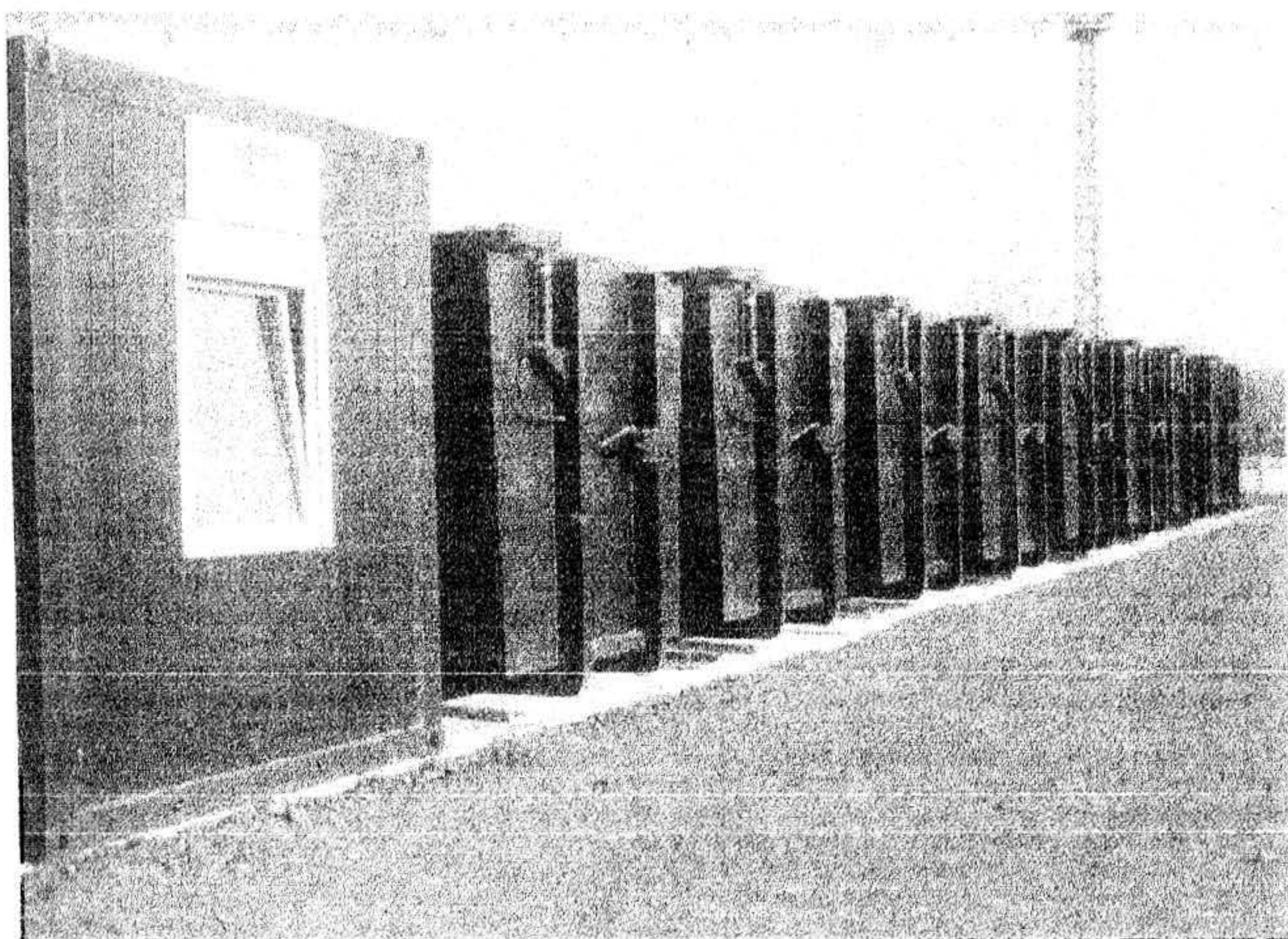
Wprowadzone sterowanie komputerowe przejmuje nadzór nad przebiegiem procesu kompostowania. W efekcie ukończenia fazy intensywnej (po upływie 14-21 dni) uzyskuje się świeży, stabilny biologicznie kompost, po czym opróżnia się kontenery, a powstały materiał usypywany jest w przyzmy, na których następuje faza dojrzewania, trwająca średnio około 4-6 tygodni.

3.4.1. Opis techniczny urządzeń kompostowni kontenerowej „KNEER”

Kontenerowy system kompostowania „KNEER” jest urządzeniem o charakterze modułowym, co umożliwia dostosowanie rocznej wydajności instalacji do indywidualnych potrzeb wynikających z zaawansowania i rozwoju kompleksowego systemu gospodarki odpadami komunalnymi w mieście.

Jeden moduł podstawowy składa się z:

- 8 kontenerów kompostujących,
- 1 kontenera stacji sprężarkowej wraz z systemem rurociągów,
- 1 kontenera administracyjnego wraz z centralą sterowania fazą intensywną ze sterowaniem komputerowym oraz drukarką,
- 1 kontenera z filtrem biologicznym.



Rys. 1 Widok ogólny kompostowania kontenerowej „KNEER” na składowisku odpadów komunalnych w Świętochłowicach

Moduł podstawowy (Rys. 1) osiąga wydajność średnią około 3.000 Mg materiału wsadowego rocznie.

Do centrali sterowania można podłączyć 8 dalszych zespołów kontenerów roboczych, realizując w ten sposób wydajność przeciętną do 24.000 Mg na rok.

Parametry techniczne urządzeń tworzących linię:

Kontener kompostujący / 8 szt.:

- wymiary zewnętrzne:

długość: 6,50 m

szerokość: 2,40 m

wysokość: 2,75 m

- konstrukcja stalowa izolowana termicznie, wyposażona w:
hak główny, zgodny z systemem hakowym wg DIN 30722,
drzwi tylne z centralnym systemem zamykania służące do opróżniania kontenera,
pokrywę górną służącą do napełniania kontenera,
króćce do podłączania systemu na- i odpowietrzania kontenera, obiegu wody technologicznej oraz systemu kontroli przebiegu procesu.

Kontener oczyszczający powietrze odlotowe (biofiltr) / 1 szt.:

- wymiary zewnętrzne:

długość: 6,50 m

szerokość: 2,40 m

wysokość: 2,82 m

- konstrukcja stalowa izolowana termicznie, wyposażona w: hak główny, zgodny z systemem hakowym wg DIN 30722, drzwi tylne z centralnym systemem zamykania służące do opróżniania kontenera, pokrywę górną służącą do napelniania kontenera, króćce do podłączania systemu napowietrzania i odpowietrzania kontenerów kompostujących.

Kontener stacji wentylatorów / 1 szt.:

- wymiary zewnętrzne:
 - długość: 3,00 m
 - szerokość: 2,40 m
 - wysokość: 2,50 m
- konstrukcja stalowa izolowana termicznie, wyposażona w zintegrowany system pomp i wentylatorów obsługujących kontenery kompostujące.

Kontener zawierający centralę sterowniczą / 1 szt.:

- wymiary zewnętrzne:
 - długość: 3,00 m
 - szerokość: 2,40 m
 - wysokość: 2,50 m
- konstrukcja stalowa izolowana termicznie, wyposażona w: komputer klasy PC wraz z drukarką, oprogramowanie nadzorujące – w sposób ciągły i poprawny – przebieg procesu kompostowania w poszczególnych kontenerach kompostujących.

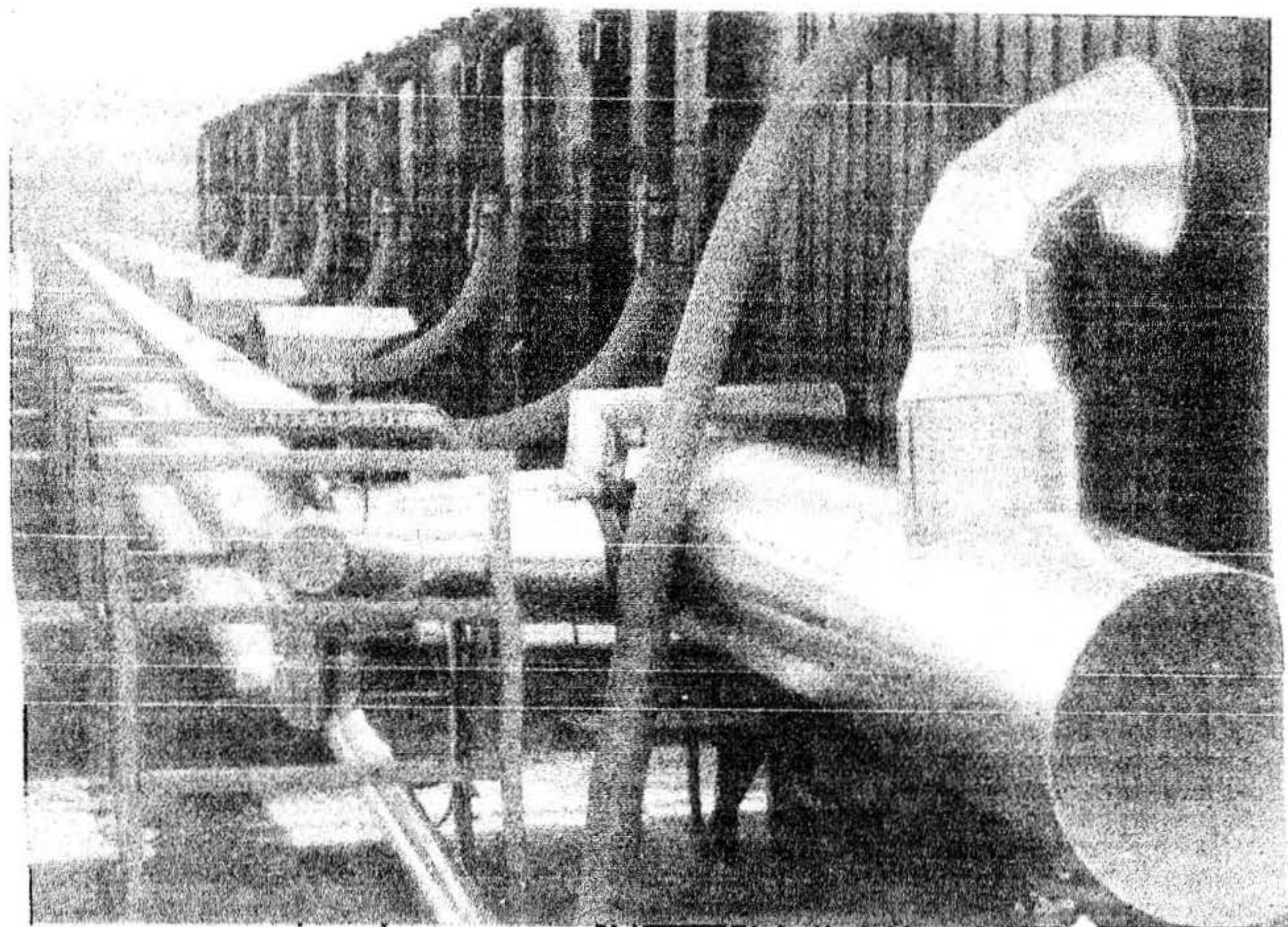
3.5. Zagadnienia ochrony środowiska

W kontenerowym systemie kompostowania „KNEER” zastosowano nowatorskie rozwiązania techniczne i technologiczne, sprawdzone w trakcie eksploatacji gotowych obiektów. Na obecnym poziomie techniki kompostowania system oparty na przedmiotowej technologii zastosowanej przez firmę „Horstmann” – Budowa Urządzeń i Technika Ekologiczna Sp. z o.o. w Wągrowcu – okazał się najbardziej odpowiedni dla warunków polskich.

Kompostowanie kontenerowe prowadzone jest w zamkniętych kontenerach wyposażonych w ażurową podłogę, która umożliwia kontrolowanie procesu napowietrzania, jak również odbiór odcieków, kierowanych w następnej kolejności do procesu kompostowania.

Odbiór oraz ponowne wprowadzanie odcieków prowadzone jest w ramach obiegu zamkniętego, stanowiącego wyposażenie zestawu kontenerowego. Przewody powietrzne podłączone do kontenerów zapewniają kontrolowany proces natleniania oraz odbioru odorów. Zamknięty obieg odcieków oraz zastosowanie biofiltra eliminuje uciążliwości związane z ewentualnym powstawaniem przykrych zapachów, jak również zagrożenia wynikające z możliwości dostania się odcieków do środowiska. Kontenery umieszczone są na powierzchni nieprzepuszczalnej, betonowej – co dodatkowo

uniemożliwia migrację odcieków do wód podziemnych i powierzchniowych w warunkach awaryjnych.



Rys. 2 Widok instalacji napowietrzającej i odwadniającej kompostowni „KNEER”

Zastosowanie tego rodzaju rozwiązań technicznych spowodowało, że system „KNEER” jest najmniej uciążliwy dla środowiska ze wszystkich stosowanych systemów:

- wyselekcjonowane odpady organiczne są dostarczane i gromadzone na obszarze będącym tematem opracowania;
- kompostowanie wyselekcjonowanych odpadów organicznych odbywa się w kontenerach o pojemności 25 m³ każdy;
- w rejonie obiektu nie występuje w podłożu horyzont wodonośny, interesujący pod względem gospodarczym;
- zgodnie z Decyzją Nr 111/93 wydaną przez Wydział Ekologii Urzędu Wojewódzkiego w Katowicach – przeprowadzane są badania czystości wód;
- powietrze z kontenerów ulega całkowitemu oczyszczeniu w filtrze biologicznym stanowiącym integralną część kontenerowego systemu kompostowania; eliminowanie odoru odbywa się w wyniku procesu biotechnologicznego; powietrze wychodzące z obiegu technologicznego spełnia normy dotyczące wartości stężeń substancji zanieczyszczeń w powietrzu, określonym w Załączniku Nr 1 do Rozporządzenia Ministra Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa z dnia 12 lutego 1990 r. w sprawie ochrony powietrza przed zanieczyszczeniami (Dz. U. Nr 15, poz. 9);

- gleby w bezpośrednim otoczeniu obiektu zanieczyszczone są metalami w stopniu uniemożliwiającym prowadzenie jakiejkolwiek produkcji i roślin konsumpcyjnych i paszowych na tych terenach, zresztą teren hałdy na to nie pozwala;
- omawiana inwestycja nie jest uciążliwa dla środowiska naturalnego pod względem akustycznym; zabudowa mieszkaniowa występuje w znacznej od niej odległości, co powoduje, że poziom dźwięku emitowanego podczas pracy urządzeń nie stanowi dla niego uciążliwości; w obrębie linii ogrodzenia hałas osiąga wielkość 55-60 dB;
- teren obiektu od strony północnej, wschodniej i zachodniej otoczony jest zielenią niską i wysoką,
- samochody dowożące odpady do kompostowni korzystają z istniejącego brodzika odkażającego ich koła, zlokalizowanego na składowisku odpadów.

4. WNIOSKI

Po przeanalizowaniu stanu bieżącego oraz strategii miasta Świętochłowice w zakresie wprowadzonej zintegrowanej gospodarki odpadami, na podstawie zebranych danych można stwierdzić, że:

- budowa infrastruktury składowiska odpadów w Świętochłowicach oraz prowadzone na tymże obiekcie prace modernizacyjne umożliwiają prawidłowy przerób, a tym samym wykorzystanie wyselekcjonowanych odpadów organicznych;
- odpady organiczne z terenu miasta, a zwłaszcza odpady pochodzące z terenów zielonych są sukcesywnie poddawane procesowi kompostowania na terenie składowiska według wskazanej i opisanej technologii;
- posiadając 1 moduł kompostowni kontenerowej „KNEER” niemożliwe jest zagospodarowanie całości odpadów biologicznych z terenu miasta i osadów z oczyszczalni ścieków „Klimzowiec”;
- z uwagi na znaczny stopień zanieczyszczenia aglomeracji śląskiej, bardzo trudno jest osiągnąć kompost I lub II klasy;
- stosunkowo wysokie koszty produkcji kompostu stanowią o jego nieatrakcyjnej cenie na rynku;
- w przyszłych uregulowaniach prawnych w zakresie gospodarki odpadami należy uwzględnić mechanizmy powiązań producenta kompostu z dostawcą odpadów dla zwiększenia efektywności produkcji i ekonomicznego zmniejszenia kosztów związanych z wytwarzaniem kompostu oraz ograniczenia ilości jego wykorzystywania;
- wskazane jest uwzględnienie w projektach różnego typu kompostowni – przyzmożenia i przesiewania gotowego kompostu, dojrzewającego pod zadaszeniem;
- dla zainstalowania kompostowni kontenerowej jest wymagana stosunkowo mała powierzchnia.

5. LITERATURA

- [1] WCI NATCOL Sp. z o.o. j.v.: *Program zintegrowanego systemu zagospodarowania odpadów komunalnych dla miasta Świętochłowice*, Katowice (1997)
- [2] WCI NATCOL Sp. z o.o. j.v.: *Projekt budowlany. Kontenerowy system kompostowania w Świętochłowicach*, Jastrzębie Zdrój (1998)