

**SKŁADOWISKO MONTESCHIANTELLO
W FANO (WŁOCHY) - REKULTYWACJA
I ZARZĄDZANIE POOPERACYJNE „ZBIORNIK 1”**

1. Wstęp

Obecnie, w regionie Marche (środkowe Włochy) funkcjonuje 8 aktywnych kontrolowanych składowisk odpadów. ASET jest spółką akcyjną, której głównym udziałowcem (97%) jest gmina Fano i wspólnie zarządzają obecnie składowiskiem odpadów Monteschiantello w północnej części regionu (prowincja Pesaro i Urbino). To składowisko klasyfikowane jest jako komunalne nieuporządkowane składowisko odpadów stałych (MSWLF) i przyjmuje odpady inne niż niebezpieczne.

Jako przedsiębiorstwo użyteczności publicznej w prowincji ASET odpowiada również za usługi gospodarowania odpadami w 12 gminach, których odpady z gospodarstw domowych są wstępnie przetwarzane i zagospodarowywane w Monteschiantello.



Rysunek 1. Składowisko Monteschiantello na mapie. Źródło: Studio Agronomico Agriante, kwiecień 2011, Przegląd planu naprawczego dla środowiska – projekt wykonawczy

Rysunek 1 przedstawia położenie składowiska na mapie w Fano (środkowe Włochy), natomiast Rysunek 2 przedstawia zdjęcie składowiska z góry.



Rysunek 2. Zdjęcie z lotu ptaka składowiska odpadów Monteschiانتello. Źródło: Spa ASET, 2021

Składowisko Monteschiانتello zostało zbudowane w starym kamieniołomie tradycyjnie wykorzystywanym do wydobywania gliny. Dzięki naturalnym zboczom doliny zbudowano składowisko poprzez wykopanie i utworzenie nasypu gruntowego, na którym składowano i zakopywano odpady, zgodnie z powszechnymi metodami unieszkodliwiania odpadów.

Składowisko jest obecnie utworzone przez dwa sąsiednie zbiorniki. Pierwszy z nich nosi nazwę „Zbiornik 1” i znajduje się w północno-wschodniej części obszaru, na którym w latach 1978-1996 funkcjonowało nieuporządkowane składowisko komunalne. Obecnie Zbiornik 1 jest całkowicie zrehabilitowany. Zbiornik 2 został zbudowany tuż po powstaniu pierwszego i został uruchomiony w 1996 roku - działa do dziś.

Nieuporządkowane składowisko Monteschiانتello można uznać za nieuporządkowane składowisko odpadów, mimo że od samego początku wprowadzono pewne środki techniczne i zaradcze, takie jak wyznaczenie obszaru, wykopy zbiorników magazynowych do warstwy gliny, umieszczenie dna drenażu do zbierania odcieków, utrzymywanie wód opadowych, codzienne przykrywanie ziemią oraz ewidencja ilości i jakości przychodzących odpadów.

Dzięki bliskości działającego składowiska odpadów oraz środkom finansowym przekazanych przez gminę Fano, Zbiornik 1 przeszedł kilka ulepszeń, które zakończyły się jego rekultywacją.

Niniejsze włoskie studium przypadku zawiera wytyczne, które mogą być istotne dla rekultywacji podobnych składowisk.

2. Charakterystyka geomorfologiczna i hydrogeologiczna obszaru

Z geomorfologicznego punktu widzenia teren, na którym zlokalizowane jest składowisko, jest pagórkowaty i lekko pofałdowany, a w zakresie wysokości rzadko przekracza 150 m. Podobnie jak w litofacjach glinianych, wysokość jego boków waha się od lekko do średnio stromych zboczy. W niektórych przypadkach, gdy przeważają zespoły arenowo-pelityczne, krajobraz nabiera bardziej wyraźnych cech, z obecnością stoków, większym wzniesieniem ograniczonym stromymi skarpami, tworzonymi przez zjawiska erozyjne i/lub strukturalne.

Z geologicznego punktu widzenia, obszar wywodzi się z pliocenu i składa się z sukcesji iłów, iłów marglistych i iłów piaszczysto-pyłowych z niewielkimi interkalacjami jednostek pelityczno-płomieniowych i arenowo-mietnikowych na różnych wysokościach. Cała sekwencja ma kilkaset metrów miąższości i wskazuje na fazę transgresji morskiej oraz początek fazy regresji charakteryzującej się zmniejszeniem głębokości basenu sedimentacyjnego. Średni kierunek i zanurzenie warstw geologicznych wskazuje na ogólną stabilność składowiska, którego tektonika nie posiada struktur takich jak uskoki czy fałdy, ani innych ważnych elementów.

Z hydrogeologicznego punktu widzenia warstwy składające się głównie z wycofujących się klas litologicznych, takich jak gliniasto-ilaste i ilasto-margliste, można uznać za nieprzepuszczalne (współczynniki przepuszczalności K rzędu 10^{-8} cm/s). Ponadto przenikanie wód jest hamowane przez pelityczne pochodzenie obszaru, które zapobiega tworzeniu się warstw wodonośnych, a zamiast tego powoduje zjawiska spływu powierzchniowego, takie jak mikrostrumienie, erozja powierzchniowa i spływy gleby.

Infiltracja i spływ wód opadowych następuje tylko wtedy, gdy zwiększa się miąższość piaszczystych poziomów w warstwach aluwialnych, co sprzyja tworzeniu małych zawieszonych warstw wodonośnych, które są związane głównie z sezonowymi wzorcami pogodowymi. Z drugiej strony, gdy warstwa piaszczysta jest zablokowana przez nieprzepuszczalne gliniaste litofacje, wspomniane warstwy wodonośne stają się małymi źródłami wody dla różnych rowów wokół składowiska.

Hydrogeologia obszaru jest zróżnicowana w zależności od występujących litologii. Idąc w dół znajdziemy formację pliocenu, poprzedzoną jej zmienionym szczytem, charakteryzującą się

glinami marglistymi o szaroniebieskiej chromatyzmie o niezwykle niskim współczynniku przepuszczalności K, poniżej 1×10^{-9} cm/s, który służy również jako warstwa wodonośna dla pobliskiej równiny zalewowej rzeki Metauro.

3. Z nieuporządkowanego składowiska do kontrolowanego

Od lat 70. profesjonalni geolodzy i badacze środowiska pracujący dla gminy Fano wykorzystywali obszar Monteschiantello do zbierania odpadów komunalnych (w niektórych przypadkach także innych rodzajów odpadów), dzięki jego położeniu na skraju terytorium. Gospodarka tego obszaru w dużej mierze charakteryzowała się głównie wiejskim stylem życia, a problem utylizacji odpadów z pewnością nadal był marginalny.

Jak wcześniej wspomniano, teren był wykorzystywany jako kamieniołom do produkcji cegieł glinianych dla przemysłu budowlanego. Ze względu na swoją słynną niską przepuszczalność, wychodnie gliniane zapewniały wystarczającą ochronę przed potencjalnymi szkodami spowodowanymi zanieczyszczeniem odpadami, które w tamtym czasie były prawie nieznanne. Z tych powodów nieuporządkowane składowisko Monteschiantello służyło jako magazyn odpadów komunalnych, które były rozładowywane, rozrzucone, a następnie zakopywane. Ponadto stworzono podstawowy system odwadniania dennego do gromadzenia odcieków w istniejącej niecce. W dolinie utworzono nasyp gruntowy, aby zwiększyć możliwości utylizacji nieuporządkowanego składowiska.

Później, w 1986 r., opracowano projekt rozbudowy składowiska sugerujący utworzenie drugiego zbiornika zgodnie z jednym z pierwszych włoskich przepisów dotyczących gospodarki odpadami, a mianowicie dekretem prezydenckim. 915/82 - „Wdrażanie dyrektywy (ECC) nr. 75/442 o odpadach”.

Nowy projekt składowiska w szczególności obejmował:

- instrukcje odbioru odcieków bezpośrednio do miejskiej oczyszczalni ścieków;
- przyszłe wdrożenie podstawowego systemu zasklepienia pod koniec cyklu życia składowiska składającego się z warstwy gliny (50-100 cm) i ostatecznej gleby wegetatywnej (20-30 cm); celem była rekultywacja składowiska.

Wszystkie te pozwolenia zostały skutecznie zrealizowane po wyczerpaniu możliwości składowania starych składowisk.

Badania geoelektryczne i geometryczne na tym obszarze wykazały, że Zbiornik 1 otrzymał ponad 1 500 000 ton różnych odpadów miejskich i przemysłowych powstałych w wyniku działalności człowieka na tym terenie. Poniżej znajduje się zdjęcie z lotu ptaka składowiska odpadów Monteschiantello z 1996 roku



Rysunek 3. Składowisko odpadów Monteschiantello (Zbiornik 1 zakreślony na czerwono).

Źródło: Spa ASET, 1996.

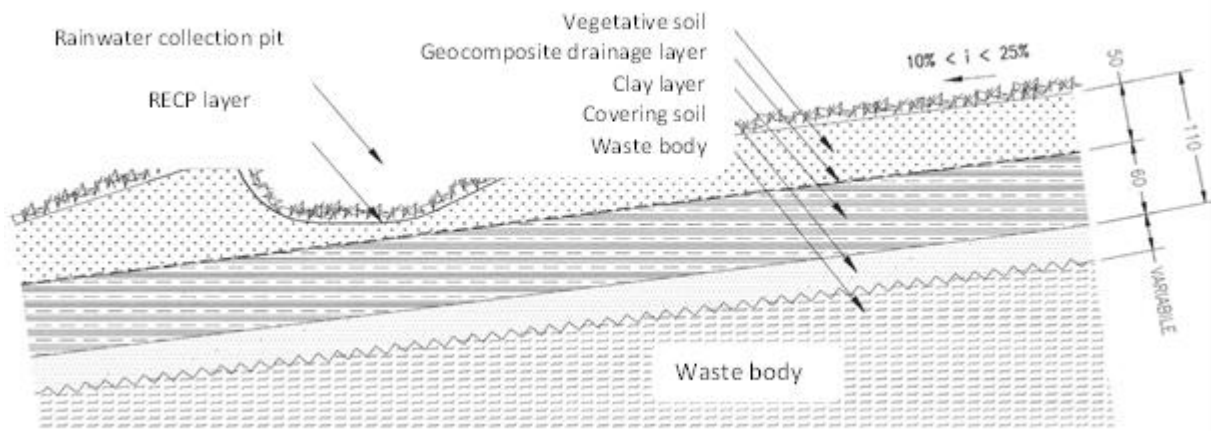
Z dekretem ustawodawczym nr. 36/2003 – Wdrożenie dyrektywy 1999/31/WE w sprawie odpadów składowiskowych, ustalono szczegółowe przepisy dotyczące składowisk. W 2004 r. gmina Fano i ASET niezwłocznie przedłożyły plan dostosowania składowiska Monteschiantello dzięki zachętom ekonomicznym oferowanym przez ówczesny rząd.

W planie dostosowawczym zaplanowano poprawę jakości środowiska Zbiornika 1 poprzez:

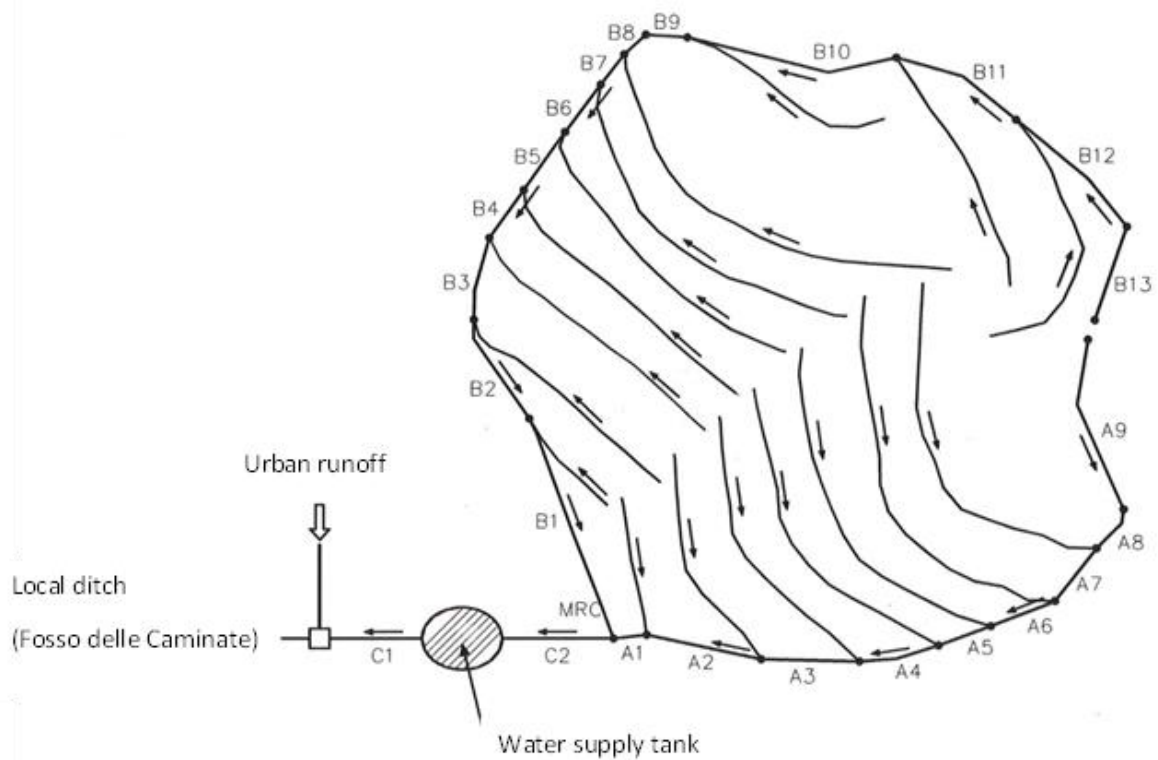
- stworzenie nowego systemu warty powierzchni składowiska składającego się z (Rys. 2.2, od dołu do góry):
 - warty wyrównującej;
 - zagęszczoną warstwą gliny (co najmniej 50 cm) pełniącą rolę nieprzepuszczalnej warstwy mineralnej;
 - warstwą geokompozytu jako drenaż wód powierzchniowych;

- wegetatywną warstwę gleby (co najmniej 30 cm) do sadzenia rodzimych i odpornych gatunków roślin;
- utworzenie sieci zbiorczej wód meteorytowych (rys. 4) wpływających do nowego zbiornika do nawadniania;
- utworzenie podziemnego rowu odwadniającego otaczającego Zbiornik 1 (Rysunek 5) w celu zbierania potencjalnych pozostałości odcieku na jego krawędziach, zapobiegając w ten sposób przesiąkaniu.

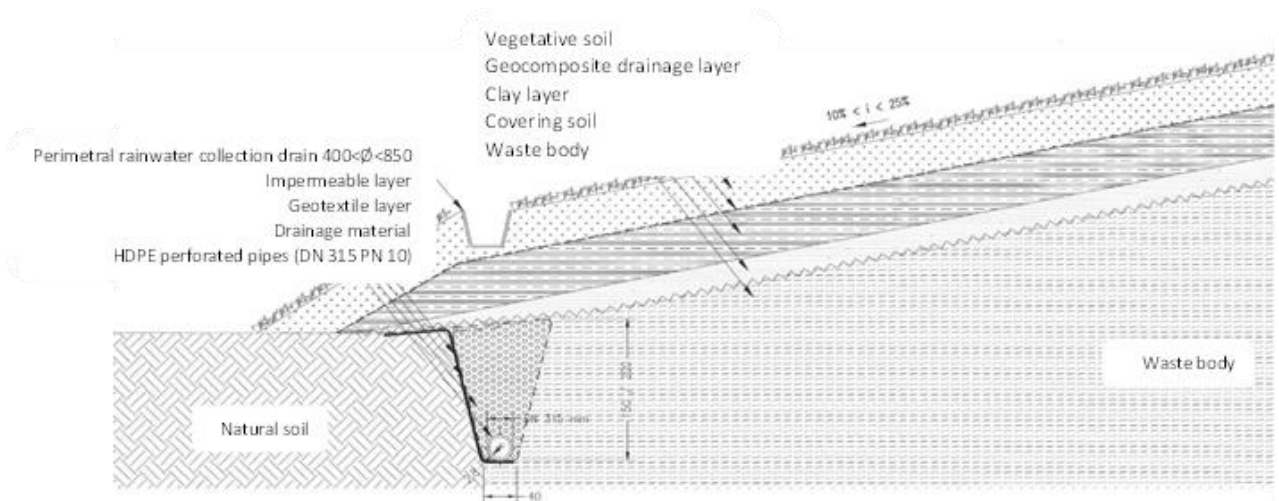
Działania te miały na celu ograniczenie infiltracji wód opadowych do głównej części składowanych odpadów, minimalizację produkcji odcieków oraz optymalizację zdolności zbierania i oczyszczania składowiska.



Rysunek 4. System zasklepania Zbiornika 1 – Stratygrafia – źródło: Donini A., Pelonghini L., ed. 1998,2004, Raporty geologiczno-geotechniczne wykonane przy okazji projektów budowy Zalewu Odciekowego i Jeziora Zalewowego.



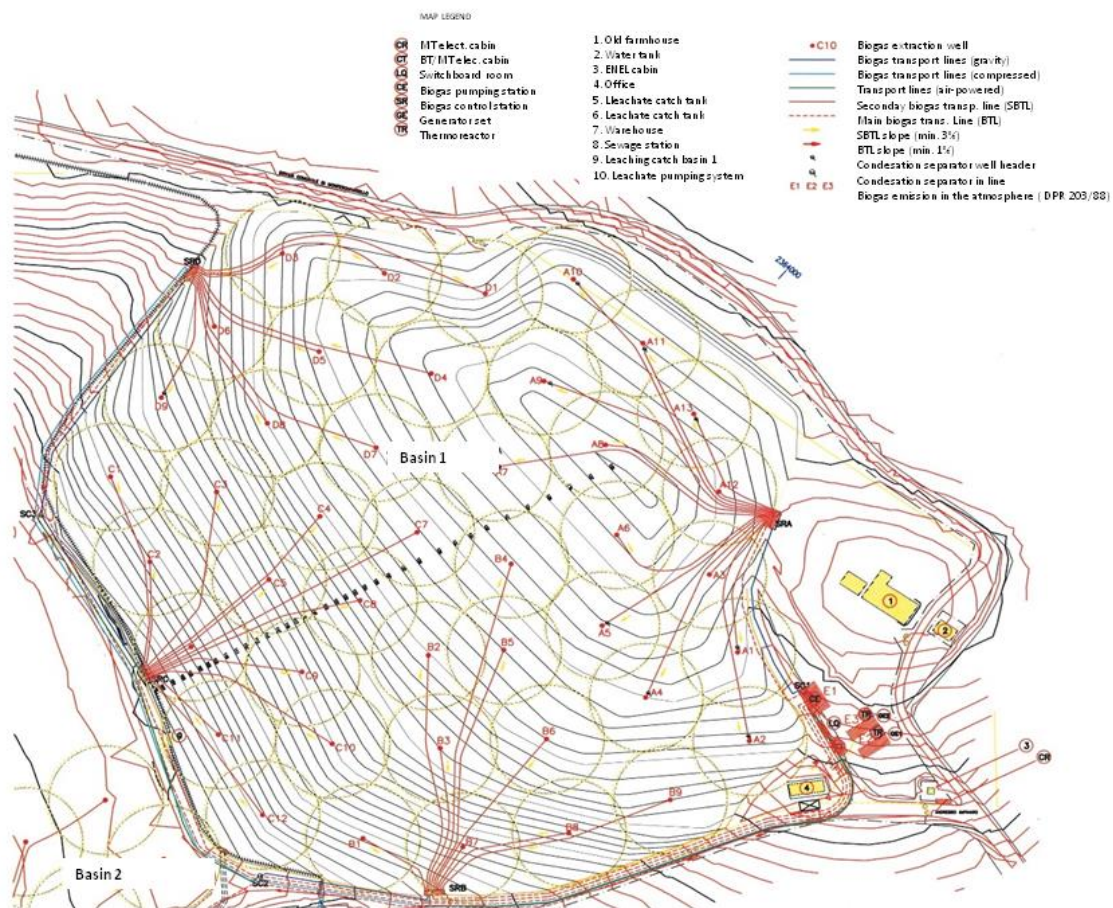
Rysunek 5. Sieć zbiorcza wody – Zbiornik 1. Źródło: Donini A., Pelonghini L., wyd. 1998,2004, Raporty geologiczno-geotechniczne wykonane przy okazji projektów budowy Zalewu Odciekowego i Jeziora Zalewowego



Rysunek 6. Rów odwadniający otaczający Zbiornik 1-detal. Źródło: Donini A., Pelonghini L., wyd. 1998,2004, Raporty geologiczno-geotechniczne wykonane przy okazji projektów budowy Zalewu Odciekowego i Jeziora Zalewowego.

Ponadto w ramach tego samego projektu rekultywacji skoncentrowano się na budowie instalacji do pozyskania biogazu zdolnej do wytwarzania energii poprzez instalację silników endotermicznych. Głównymi elementami system były:

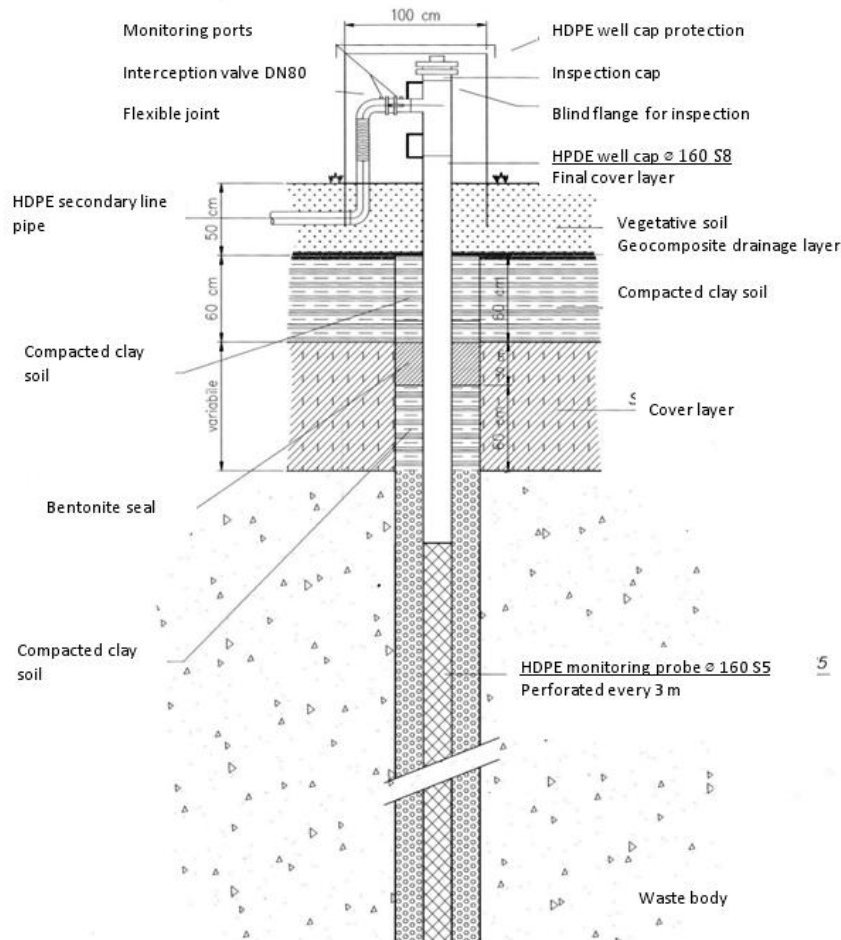
- studnie zbiorcze obejmujące cały obszar Zbiornika 1, które są wywiercone na korpusie odpadowym na dnie zbiornika (Rysunek 7 – patrz promień oddziaływania);
- rury łączące studnie wydobywcze ze stacjami regulacyjnymi otaczającymi Zbiornik 1; posiadają funkcje podłączenia i dozowania dla stacji ekstrakcji;
- centralna stacja zbierania, schładzania i sprężania biogazu;
- silnik endotermiczny wyposażony w dopalacz spalin;
- palnik awaryjny lub spalanie biogazu podczas postoju silnika z powodu awarii lub konserwacji.



Rysunek 7. Studnie wydobywcze i systemy odbioru biogazu – schemat. Źródło: ASWS International, maj 2003, Projekt końcowego odzysku biogazu - Zakład wychwytywania i spalania biogazu w celu odzysku energii, instalacja dla zbiornika 1.

Szczególnie interesujące i przydatne są studnie wydobywcze biogazu, które pracują zarówno, jako system odprowadzania odcieków – dzięki pierścieniowi zbierającemu ze żwiru bazaltowego – jak i jako system zbierania biogazu połączony ze stacjami regulacyjnymi, a następnie ze stacją centralną (rys. 8).

Instalacja ekstrakcji biogazu została dostosowana do potrzeb Zbiornika 1 z uwagi na stopniowe zmniejszanie się jego produkcji biogazu. Wraz z rozbudową składowiska na tym terenie stopniowo budowano nowe studnie wydobywcze.



Rysunek 8. Rurka do ekstrakcji biogazu wwiercona w Zbiorniku 1. Źródło: ASWS International, maj 2003, Projekt końcowej rekultywacji- obiekt wychwytywania i spalania biogazu z odzyskiem energii.

4. Plan rekultywacji środowiska

Po zrealizowaniu Planu Dostosowania z 2004 r. i zgodnie z dowodami Planu Monitoringu i Kontroli (patrz rozdział 4 – Monitoring), w dorzeczu 1 przeprowadzono dalsze wzmocnienia istniejących systemów. Jego głównym celem była poprawa ogólnej jakości ekosystemu składowiska, sprzyjająca jego integracji na terenie pod względem środowiskowym, ekologicznym i krajobrazowym. W związku z tym, przy rekultywacji terenu, kluczowe było zapewnienie jak największej integracji składowiska z krajobrazem na etapie zarządzania operacyjnego i pod koniec

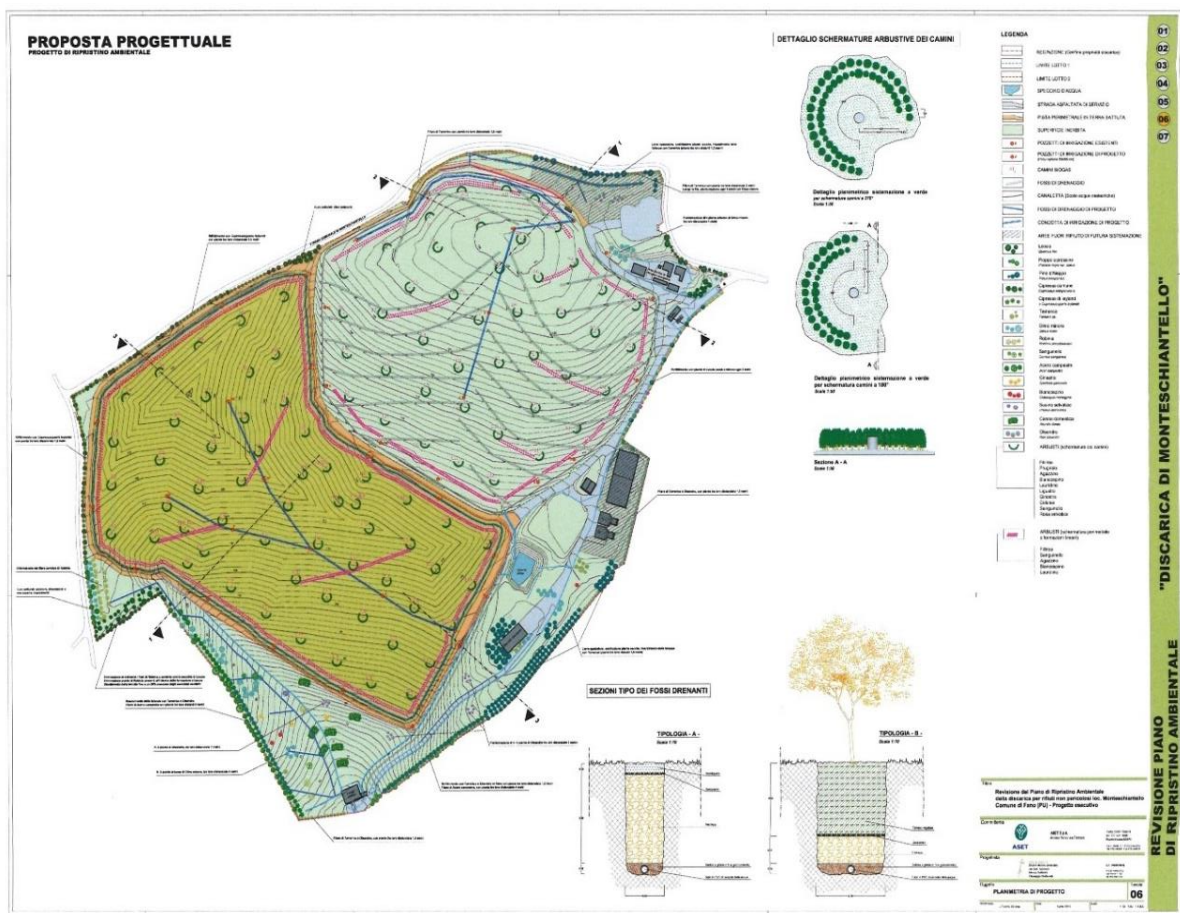
jego cyklu życia. Na przykład efekt wizualny musiał zostać poprawiony poprzez ukrycie studni wydobywczyc biogazu za pomocą odpowiednich efektów roślinnych na tym obszarze.

Renowacja składowiska była zatem ściśle powiązana z kontekstem środowiskowym obszaru Monteschiantello i jego rodzimej flory rosnącej na glebie wegetatywnej. Wymagało to uważnych wstępnych badań morfologii składowiska (np. ekspozycja skarp), jego warunków klimatycznych (np. bliskość morza) oraz charakterystyki gleby. Wzięto pod uwagę inne czynniki, takie jak różna grubość gleby i potencjalne fitotoksyczne skutki wycieków biogazu.

Nasadenia różnych gatunków rodzimych drzew i krzewów pozwoliły również wzmocnić ilościowo i jakościowo lokalne środowisko tworząc dobre siedlisko dla ptaków. Wynika to z rozległego terenu (8 hektarów) ogrodzonego od rolnictwa, ludzi i dzikich zwierząt. W rzeczywistości od kilku lat planowane jest okresowe koszenie trawy po okresie lęgowym obecnych ptaków. Wybór obsiania łąk i uprawy tysięcy rodzimych roślin sprzyjających. Różnorodność roślinności zapewniała stabilność ekologiczną w ekstremalnych warunkach pogodowych.

Podczas gdy na nieużytkach posadzono krzewy (np. śliwkę, dziką różę, głóg, , fillyrea itp.), wzdłuż nich posadzono różne gatunki drzew (dąb ostrolistny, sosna cyprysowa, tamaryszek, wiąz, robinia akacja itp.) na obwodzie i poza obszarem odpadów.

Poniższe obrazy porównują początkową i końcową sytuację składowiska w Monteschiantello (Rysunek 10 i 11).



Rysunek 9. Plan rekultywacji środowiska – schemat. Źródło: Studio Agronomico Agriante, kwiecień 2011 r., Przegląd planu rekultywacji środowiska — projekt wykonawczy.



Rysunek 10. Zbiornik 1 – Początkowe etapy składowiska Plan rekultywacji środowiska.
Źródło: ASET Spa, 2003.



Rysunek 11. Zbiornik 1- Końcowy etap planu rekultywacji środowiska. Źródło: Spa ASET,
2011.

5. Monitoring

Po osiągnięciu pełnej rekultywacji i renaturyzacji działania monitoringowe Zbiornika 1 wchodzi w zakres Planu Monitoringu i Kontroli działającego składowiska ustanowionego Dekretem Legislacyjnym nr. 36/2003 ze zmianami. Istnieją określone działania monitorujące, które są zaplanowane (w nawiasach podano częstotliwość) i dotyczą:

- Analizy jakości powietrza (półroczna);
- Pomiarów wycieków biogazu (coroczne);
- Analizy wód podziemnych z próbkami pobranymi z piezometrów rozmieszczonych na określonym obszarze; analiza spływów powierzchniowych (co 3 miesiące);
- Analizy ilościowej i jakościowej odcieków (co 3 miesiące);
- Monitorowania poziomów piezometrycznych, nawet w niektórych studniach wydobywczych biogazu (co 3 miesiące);
- Kontroli morfologicznej poprzez badania topograficzne i osadnicze (roczne);
- Analizy jakości gleby za pomocą badań geoelektrycznych w oparciu o stałe transekty w celu wykrycia potencjalnego wycieku odcieku lub wycieku biogazu (rocznie).

Opisane działanie pozwala na zebranie wielu danych środowiskowych, które pozwalają na interwencję w przypadku zidentyfikowania ewentualnych problemów. W niektórych przypadkach (jak na stronie północnej) wybudowano dodatkowe studnie i odwodnienie rowów, w celu powstrzymania ewentualnego zewnętrznego zanieczyszczenia odciekami.

6. Rekultywacja

Ostatecznym celem działań na terenie składowiska odpadów jest jego rekultywacja i integracja w jak najlepszych warunkach. Jest to możliwe dzięki skutecznemu i wydajnemu planowi krajobrazowemu i monitoringowemu mającemu na celu kontrolę oddziaływania składowiska na środowisko, które, może trwać latami. Ukrycie składowiska z przestrzeni krajobrazowej może jedynie wprowadzać w błąd i być niebezpieczne powodując nieodwracalne szkody w środowisku.

W większości przypadków to co niewidoczne na składowisku jest bardziej szkodliwe niż to, co jest widoczne, jeśli nie jest odpowiednio zarządzane. Jak pisał Saint-Exupéry „To, co istotne, jest niewidoczne dla oczu”.

Składowiska odpadów zwykle zajmują duże obszary, które w razie potrzeby można ponownie wykorzystać do celów przemysłowych lub rekreacyjnych.

Jak pokazano w tym studium przypadku podjęto znaczne wysiłki w celu rekultywacji nieuporządkowanego składowiska Monteschiantello, zwłaszcza Zbiornika 1, a zarządcy rozważali możliwość oddania go społeczności do użytku, również ze względu na jego walory związane z umiejscowieniem. Niestety bliskość działającego obok składowiska (Zbiornika 2) może zagrozić tej realizacji.

W tej chwili korzyść z tej części składowiska jest trójstronna. Oprócz opisanej wcześniej funkcji środowiskowej, miejsce to ma również cele edukacyjne dla odwiedzających uczniów szkół i innych grup zainteresowanych cyklem życia odpadów. Ponadto gmina Fano i ASET rozważają pomysł zainstalowania w górnej części składowiska elektrowni słonecznej do dostarczania energii elektrycznej.

7. Wnioski

W niniejszym studium przypadku przedstawiono etapy rekultywacji nieuporządkowanego składowiska odpadów komunalnych znajdującego się w gminie Fano (Włochy), które funkcjonowało w latach 1978-1986. Składowisko było nieuporządkowane, ponieważ zbierane odpady nie były monitorowane ani w żaden sposób kontrolowane podczas utylizacji. Podjęto decyzję o jego rekultywacji z uwagi na rosnący wpływ środowiskowy tego terenu.

Przepisy dotyczące składowisk stopniowo stają się coraz bardziej rygorystyczne zarówno na poziomie krajowym, jak i europejskim, co prowadzi do wprowadzenia różnych uregulowań, które dotyczyły również składowiska w Monteschiantello. Obecnie profesjonalni zarządcy i technicy składowisk mają dobry poziom wiedzy na temat potencjalnego wpływu składowiska na środowisko i uważnie przestrzegają Planu Monitoringu i Kontroli. Celem jest zrozumienie i złagodzenie każdego zjawiska w przypadku zanieczyszczenia otaczającego obszaru.

Przeprowadzony niedawno proces rekultywacji z powodzeniem zintegrował składowisko odpadów z otoczeniem na poziomie przyrodniczym i krajobrazowym.

Należy zauważyć, że usprawnienia te były możliwe dzięki bliskości działającego składowiska, które wraz ze starym składowiskiem (zamkniętym administracyjnie) musiało spełniać stopniowo wchodzące w życie przepisy składowiskowe.

Z ekonomicznego punktu widzenia środki finansowe pochodzące z zarządzania funkcjonującym składowiskiem pozwoliły na przeznaczenie części pieniędzy na ulepszenia obejmujące zarówno inwestycje, jak i koszty utrzymania obu składowisk. Wreszcie organy kontrolne częściej skupiały się bardziej na ulepszaniu istniejącego zakładu niż na jego rozbudowie. Nieuporządkowane składowisko odpadów skorzystało na wspomnianych wyborach wraz ze środowiskiem i społecznością mieszkającą na tym terenie.

Literatura

Donini A., Pelonghini L., ed. 1998,2004, *Geological-geotechnical reports carried out on the occasion of the projects for the construction of the leachate lagoon and the reservoir lake. (Relazioni geologico-geotecniche eseguite in occasione dei progetti per la realizzazione della vasca per il lagunaggio del percolato e del lago di riserva idrica)*

ASWS International, Montana Srl, May 2003, *Final Environmental Recovery Project - Biogas Capture and Combustion Facility with Energy Recovery Basin 1. (Progetto Definitivo di Recupero Ambientale – Impianto di captazione e combustione biogas con recupero energetico Bacino 1)*

Studio Agronomico Agriante, April 2011, *Environmental Remediation Plan Review - Executive Project. (Revisione del Piano di Ripristino Ambientale – Progetto Esecutivo)*