

**CHARAKTERYSTYKA I CECHY  
NIEUPORZĄDKOWANYCH SKŁADOWISK****2.1. Wprowadzenie**

Ekspansja urbanistyczna i przemysłowa, wraz ze wzrostem liczby ludności, rozwojem cywilizacyjnym i zapewnieniem coraz większych potrzeb konsumpcyjnych, w coraz szybszym tempie powoduje zmniejszanie się i wyczerpywanie zasobów surowców, materiałów, paliw i energii [1- 6]. Z drugiej strony równowaga ekologiczna wpływa negatywnie, pogłębiając zagrożenie zniszczenia środowiska. Ilość wytwarzanych odpadów wzrasta, a tradycyjne systemy gospodarki odpadami osiągnęły swoje granice. Bez sprawnego zarządzania środowiskiem, modernizacji systemu alarmowania i ostrzegania ludności, uruchomienia procesu inwestycyjnego dla realizacji prac związanych z ochroną przeciwpowodziową i niebezpiecznymi zjawiskami meteorologicznymi oraz wdrożenia systemu gospodarowania odpadami komunalnymi i przemysłowymi, zwiększenie efektywności ekologicznej jest niemożliwe.

Dla osiągnięcia zrównoważonego rozwoju ważne jest zbadanie kryteriów i procedur, które należy stosować w ocenach oddziaływania na środowisko. Aspekty, które powinny być brane pod uwagę:

- ▶ społeczne.
- ▶ ekonomiczne i środowiskowe: gleboznawstwo, hydrologia i hydrogeologia, zagospodarowanie terenu, geologia.

W Europie stosunek stałych odpadów komunalnych do odpadów przemysłowych wynosi 80:20. Jedynym rozróżnieniem jest ostateczny odbiorca, publiczny lub prywatny [7]. Ze względu na zniszczenie środowiska, wydobycie, przetwarzanie i składowanie odpadów, istniejący przepływ zasobów jest niezrównoważony. Na przykład popyt na produkty z drewna i papieru nadal wywiera negatywny wpływ na lasy, co powoduje poważne konsekwencje dla środowiska.

## 2.1. Warunki gleby i wód gruntowych

Głównym związkiem toksycznym składowiska jest odciek, który definiuje się jako składowisko zawierające zanieczyszczenia organiczne lub nieorganiczne, które w przypadku niewłaściwego zarządzania mogą spowodować poważne szkody dla środowiska.

Odciek ma tendencję do migracji do otaczającej gleby może spowodować skażenie znajdującej się pod nim gleby i wód gruntowych (Rysunek 2.1).



### Niektóre z obecnie stosowanych metod:

- nieuporządkowane składowisko
- zatapianie w oceanie
- składowiska odpadów
- eksport odpadów
- spalanie

Rysunek 2.1. Nieuporządkowane składowisko (źródło:<https://slidetodoc.com/chapter-18-waste-management-copyright-the-mc-grawhill/>)

Termin "odciek" jest naukowym określeniem procesu usuwania stałych odpadów komunalnych ze środowiska.

Odciek jest definiowany jako ciecz, która przemieściła się przez składowisko odpadów i rozpuściła lub wchłonęła szkodliwe dla środowiska związki w materiale, przez który przeszła (rysunek 2.2). Odciek może być następnie usunięty lub zatrzymany, zgodnie z wytycznymi naukowymi [8-12].

Odciek jest zanieczyszczonym ściekiem, w skład którego wchodzi sole nieorganiczne, metale ciężkie, biodegradowalna materia organiczna oraz związki refrakcyjne, takie jak chemikalia humusowe.

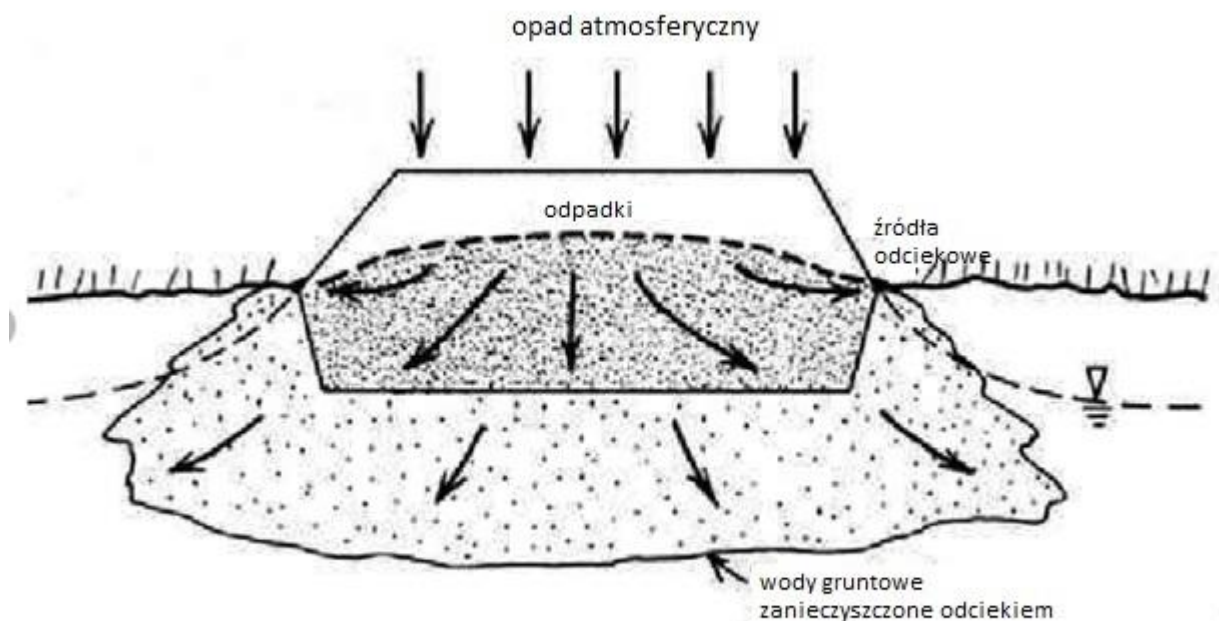


Diagram migracji odcieku z obszaru nieuporządkowanego składowiska odpadów. Źródło: WHO (2006)

Rysunek 2.2. Migracja odcieku

Próbki odcieków:

- ▶ przechowywane w temperaturze 4 °C i analizowane w ciągu 2 dni
- ▶ pobrane ze starego obszaru składowania
- ▶ pobrane z nowego obszaru składowania - "świeże odcieki".

Analiza parametrów fizykochemicznych: całkowite rozpuszczone substancje stałe (TDS), całkowita zasadowość (TA), twardość całkowita (TH), główne kationy, takie jak wapń ( $\text{Ca}^{2+}$ ) i magnez ( $\text{Mg}^{2+}$ ), główne aniony, takie jak chlorki ( $\text{Cl}^-$ ), siarczany ( $\text{SO}_4^{2-}$ ), azotany ( $\text{NO}_3^-$ ), całkowity węgiel organiczny (TOC), chemiczne zapotrzebowanie tlenu (COD), ▶ biochemiczne zapotrzebowanie tlenu (BOD), stężenie metali ciężkich, takich jak Cd, Cu, Mn, Pb i Zn.

Podczas monitorowania jakości gleby brane są pod uwagę następujące parametry:

- ▶ Głębokość (m)
- ▶ MDD ( $\text{g/cm}^3$ )
- ▶ Kąt tarcia wewnętrznego ( )

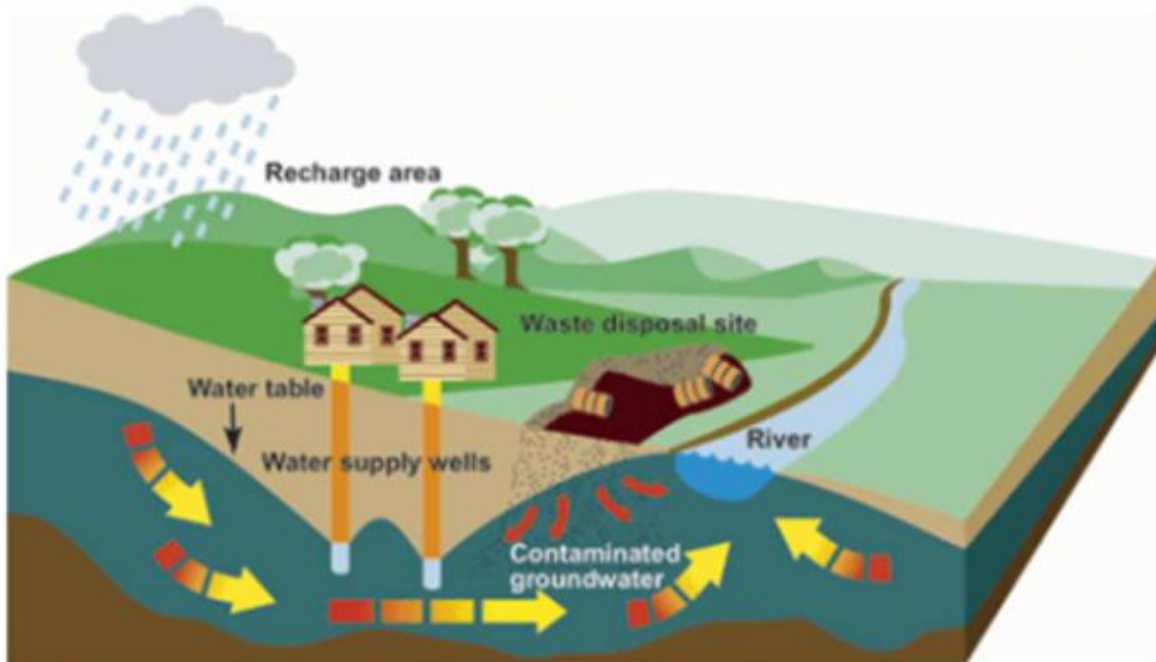
- ▶ Spójność (kPa)
- ▶ CBR (nienasączony) (%)
- ▶ CBR (nasączone) (%)
- ▶ Przepuszczalność (cm/s)
- ▶ Ciężar właściwy
- ▶ Współczynnik jednorodności
- ▶ Współczynnik krzywizny
- ▶ Wilgotność
- ▶ Granica plastyczności (%)
- ▶ Średnica, mm
- ▶ Skład mineralny

Charakterystyka wód podziemnych (rysunek 2.3):

Do monitorowania jakości wód gruntowych jadalnych stosuje się następujące parametry:

- ▶ pH
- ▶ Mętność (NTU)
- ▶ Całkowite rozpuszczone substancje stałe, TDS (mg/l)
- ▶ Zasadowość ogólna
- ▶ Twardość całkowita (mg/l)
- ▶ Bakterie kałowe (MPN/100ml)
- ▶ Liczba bakterii coli (MPN/100ml)
- ▶ Profil rozmieszczenia metali ciężkich - Cd, Cu, Mn, Pb i Zn
- ▶ Przewodność elektryczna

- ▶ Główne kationy, takie jak  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ , and  $\text{Fe}^{2+}$
- ▶ Główne aniony, takie jak  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{Cl}^-$ , and  $\text{SO}_4^{2-}$



Rysunek 2.3. Zanieczyszczenie wód gruntowych na składowisku odpadów (źródło: <https://www.hindawi.com/journals/jep/2021/6921607/>)

### Cechy geometryczne

W literaturze istnieje wiele propozycji cech geometrycznych składowisk nieuporządkowanych [13]:

- wariant I: nachylenie dolnej skarpy wynosi  $45^\circ$ ; nachylenie górnej skarpy wynosi  $30^\circ$ ,
- wariant II: nachylenie dolnej skarpy wynosi  $30^\circ$ ; nachylenie górnej skarpy wynosi  $30^\circ$ ,
- wariant III: nachylenie dolnej skarpy wynosi  $30^\circ$ ; nachylenie górnej skarpy wynosi  $30^\circ$  + dodatkowa skarpa
- wariant IV: nachylenie dolnej skarpy (wysokość 20 m) wynosi  $30^\circ$ , nachylenie środkowej skarpy (wysokość 20 m) wynosi  $25^\circ$ , a nachylenie górnej skarpy wynosi  $25^\circ$ .

## **Charakterystyka odpadów**

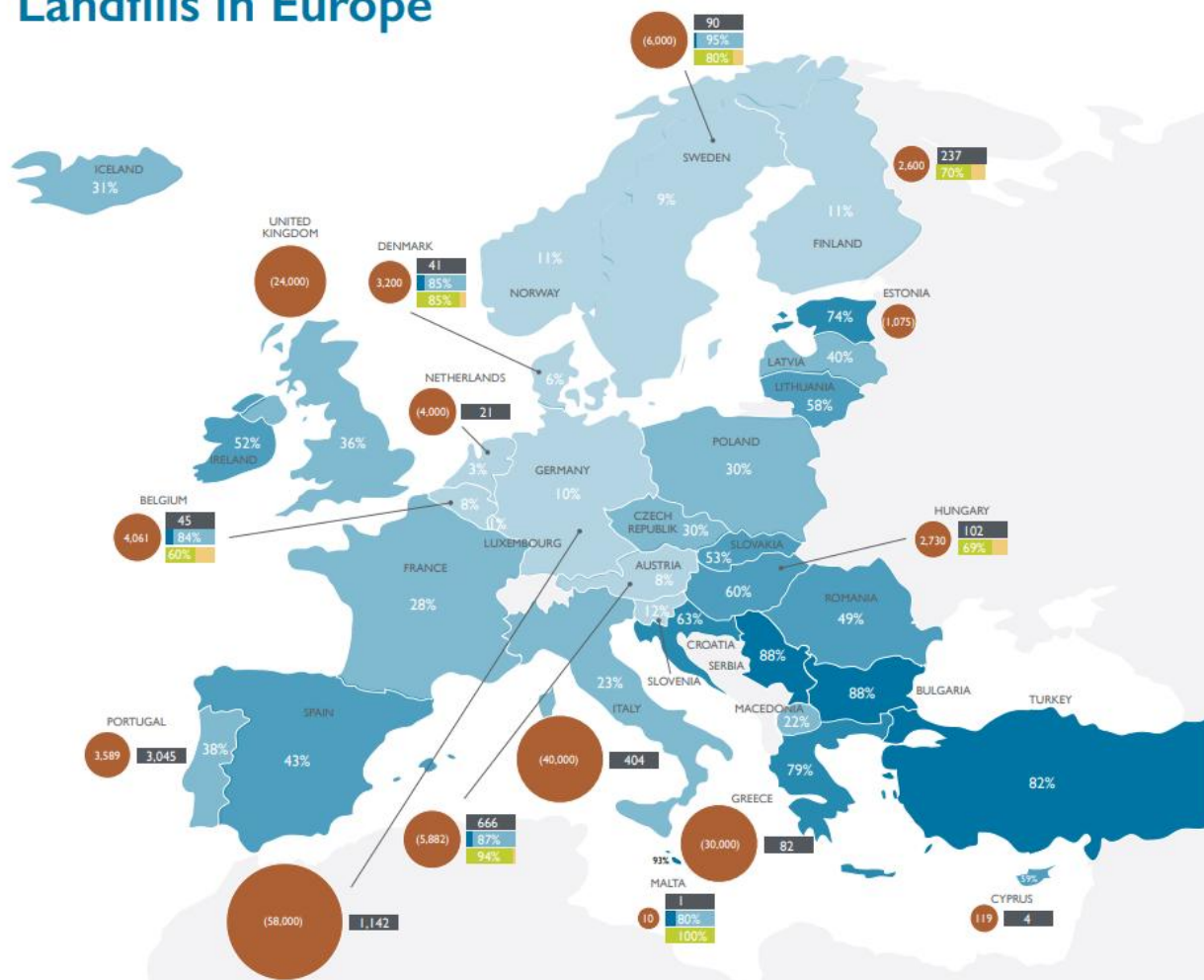
Pojęcie odpadów występuje w literaturze pod różnymi tytułami, m.in. stałe odpady miejskie i przemysłowe, odpady domowe, uliczne i przemysłowe, śmieci domowe i uliczne, śmieci, odpadki i tak dalej. Odpady dzieli się na dwie grupy ze względu na ich przeznaczenie: odzyskiwalne i nieodzyskiwalne, a odpady i pozostałości na dwa podziały ze względu na ich pochodzenie.

Odpady klasyfikuje się ze względu na ich rodzaj i miejsce wytworzenia [8]:

- ▶ odpady górnicze;
- ▶ odpady z przemysłu metalurgicznego i energetycznego;
- ▶ odpady produkcyjne;
- ▶ śmieci budowlane;
- ▶ odpady uliczne; odpady domowe;
- ▶ odpady agro-zootechniczne;
- ▶ odpady niebezpieczne;
- ▶ odpady radioaktywne.

Ze względu na istnienie składowisk w całej Europie, odpowiedź na problem odpadów jest istotna (rysunek 2.4).

## Landfills in Europe



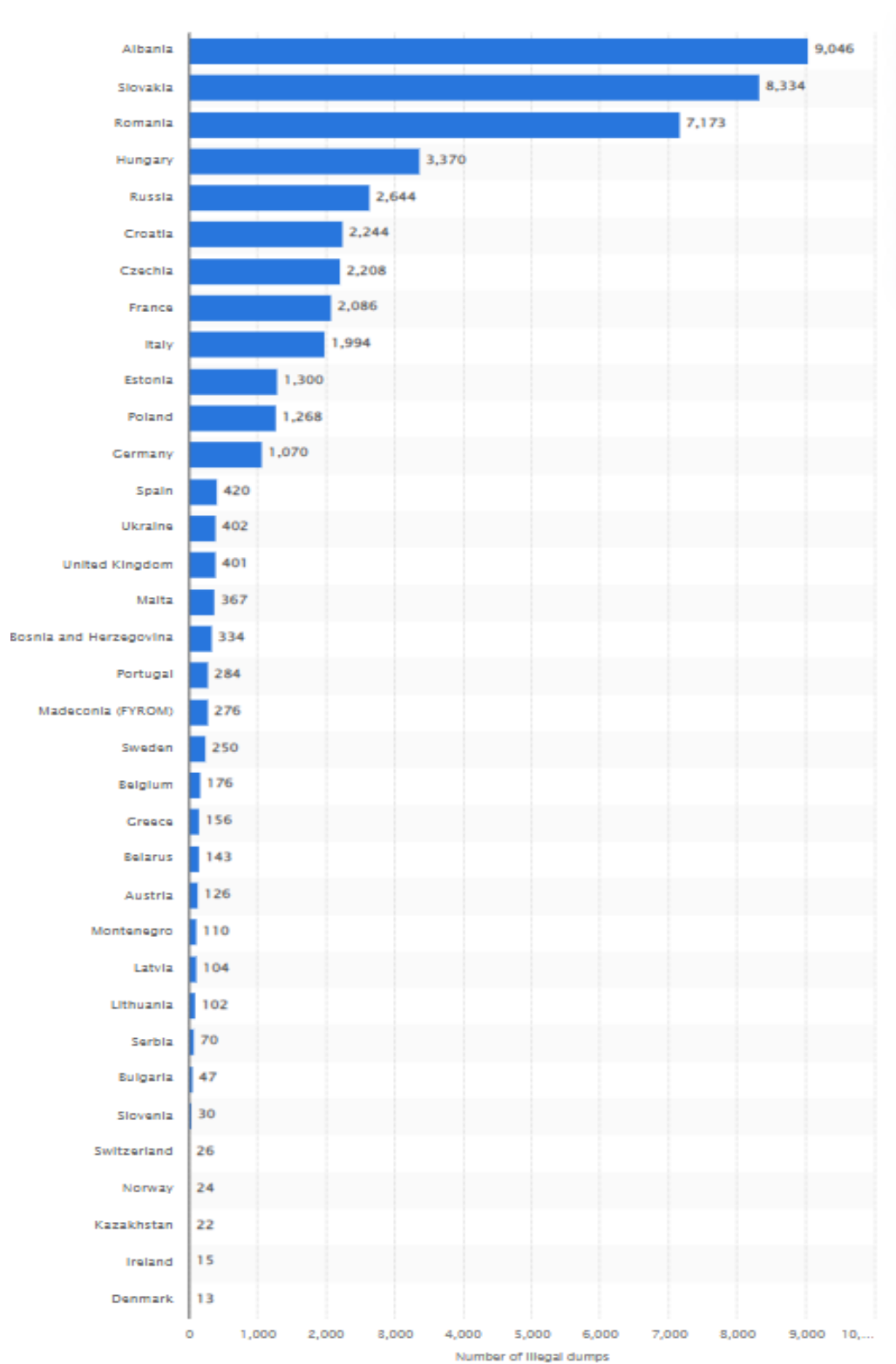
Rysunek 2.4. Składowiska odpadów w Europie (Źródło: <https://eurelco.org/wp-content/uploads/2018/09/landfill-situation-eu-28->)

Opisując nieuporządkowane wysypiska odpadów należy wziąć pod uwagę następujące aspekty:

- ▶ Stopień zanieczyszczenia wód gruntowych, gleby i emisji z nieuporządkowanych wysypisk stanowi wyzwanie dla ochrony środowiska.
- ▶ Usuwanie odpadów w ramach ograniczonego budżetu jest preferowaną opcją krótkoterminową.
- ▶ Albania ma najwięcej nieuporządkowanych wysypisk (9046), podczas gdy Dania ma ich najmniej (13).

Na zjawiska globalizacji można również spojrzeć przez pryzmat składowania odpadów: nieregulowane składowanie i gromadzenie się odpadów w krajach ubogich.

Liczbę nielegalnych wysypisk zgłoszonych w Europie według stanu na rok 2021, w podziale na poszczególne kraje, przedstawiono na rysunku 2.5.





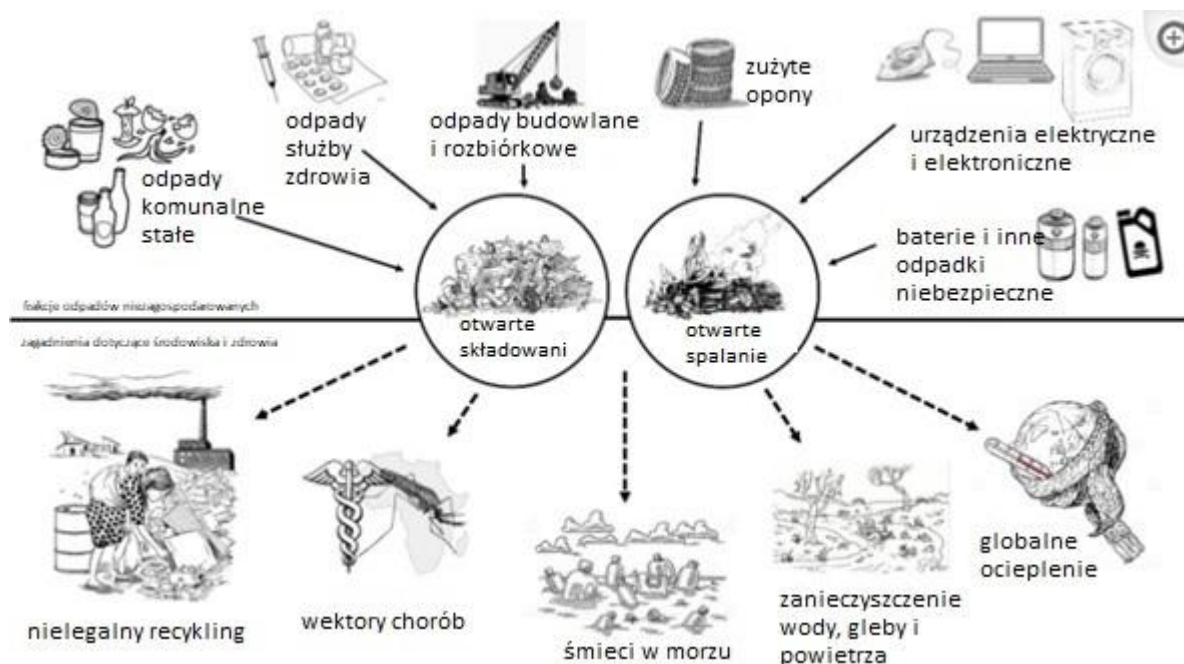
Rysunek 2.5. Liczba nielegalnych wysypisk zgłoszonych w Europie na rok 2021, w podziale na kraje (Źródło: <https://www.statista.com/statistics/990529/estimated-number-of-illegal-dumps-in-europe/>)

Odpady domowe zbierane są w zróżnicowanej selekcji od ludności; odpady z handlu, przemysłu i instytucji zbierane są w worku mieszanym i asymilowane do odpadów domowych. Odpady opakowaniowe wytwarzane przez ogół społeczeństwa, przemysł i instytucje. Odpady komunalne zbierane są selektywnie od mieszkańców, firm i instytucji. Źródłem zanieczyszczeń są odpady ogrodowe i parkowe, a także odpady z placów i ulic.

Analiza składu odpadów polega na wyodrębnieniu następujących składników:

- ▶ Warzywa
- ▶ Plastik
- ▶ Papier
- ▶ Tekstylna
- ▶ Gruz
- ▶ Metal
- ▶ Szkło
- ▶ pH
- ▶ Wilgotność
- ▶ Model transportu zanieczyszczeń przy użyciu oprogramowania Visual MODFLOW i MT3DMS

Praktyka wyrzucania odpadów na nieuporządkowane wysypiska tworzy błędne koło - rysunek 2.6.



Rysunek 2.6. Cykl nieuporządkowanych wysypisk odpadów

### 2.3. Kwestie środowiskowe

Gospodarka odpadami, która ze swej natury jest zarówno źródłem zanieczyszczeń, jak i źródłem surowców, musi być traktowana holistycznie, ze zrozumieniem długofalowych konsekwencji podejmowanych decyzji. W związku z tym współczesne strategie gospodarowania odpadami muszą uwzględniać następujące czynniki:

- ▶ zmniejszenie ilości odpadów;
- ▶ unikanie zanieczyszczenia środowiska.

Aby osiągnąć zrównoważony rozwój, ważne jest badanie kryteriów i procedur, które należy stosować w ocenach oddziaływania na środowisko. Niektóre aspekty powinny być brane pod uwagę:

- ▶ społeczne.
- ▶ ekonomiczne i środowiskowe dziedziny: gleboznawstwo, hydrologia i hydrogeologia, zagospodarowanie terenu, geologia.

Metody oceny to:

- ▶ odległość od dróg;

- ▶ odległość od obszarów chronionych;
- ▶ odległość od miasta;
- ▶ odległość od wód powierzchniowych i zdolność gleby do skażenia;
- ▶ regionalna metoda monitoringu

Wybiera się kilka 7 czynników warunkowych i 6 czynników determinujących. Uwzględnia się warunki naturalne i użytkowe obszarów, na których znajdują się nieuporządkowane wysypiska: głębokość zwierciadła wody na akr, prawdopodobieństwo wystąpienia osuwisk, rodzaj gleb i tak dalej (rysunek 2.7).



Nieuporządkowane składowanie jest dominującą metodą usuwania odpadów w krajach rozwijających się.

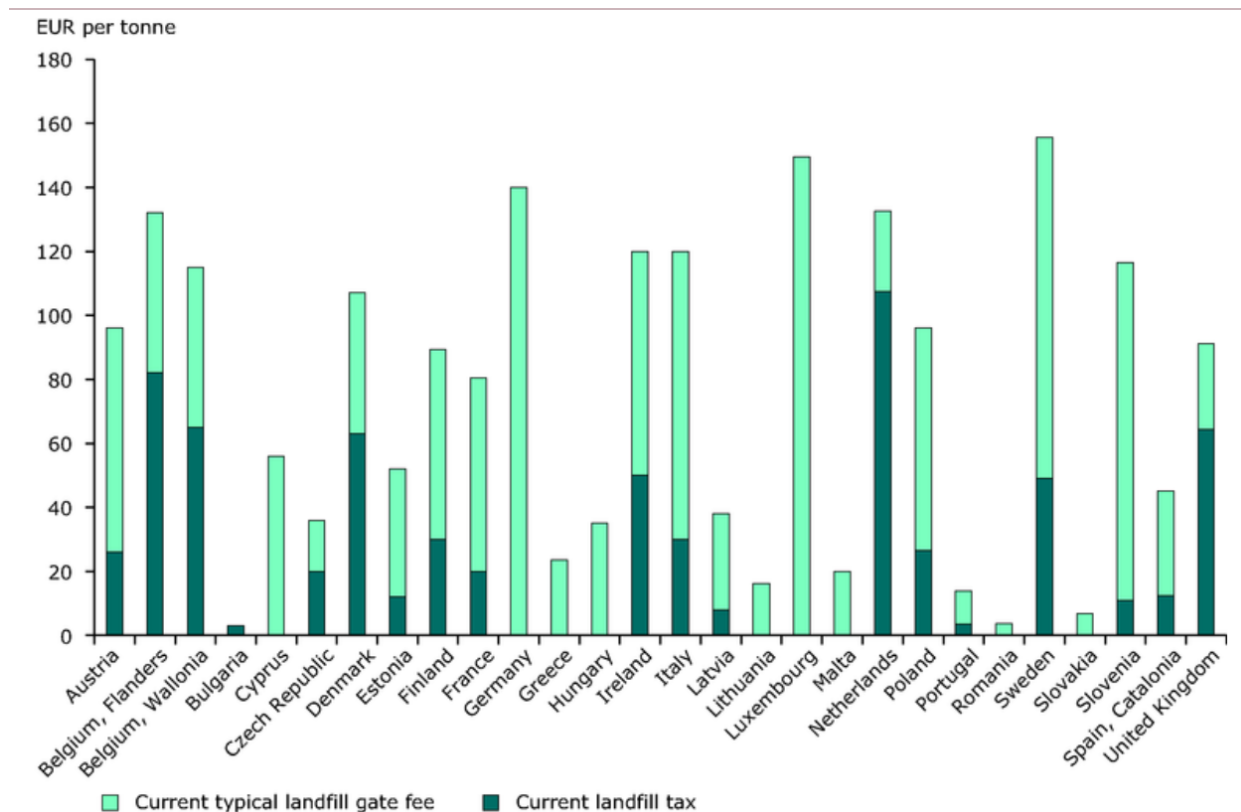
Nielegalne składowanie odpadów klasyfikuje się jako rodzaj otwartego składowania.

Skażenie wód gruntowych jest jednym z wielu problemów związanych z nieuporządkowanym składowaniem odpadów.

Rysunek 2.7. Zanieczyszczenie wód powierzchniowych spowodowane przez nieuporządkowane składowisko odpadów (źródło: <https://slidetodoc.com/chapter-18-waste-management-copyright-the-mc-grawhill/>)

## 2.4. Czynniki ekonomiczne

Obawy dotyczące ostatecznego usuwania odpadów i koncepcji zrównoważonego społeczeństwa rozwijają się na całym świecie. Panuje powszechna zgoda co do ograniczonych zasobów naszej planety oraz rosnących kosztów gospodarki odpadami - rysunek 2.8.



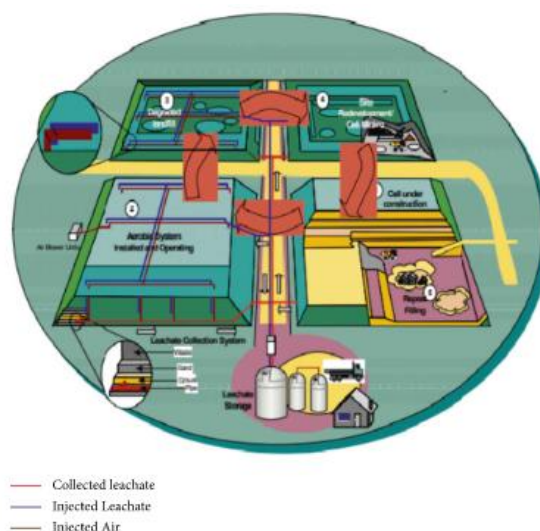
Rysunek 2.8. Rosnące koszty gospodarki odpadami (źródło: <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/figures/typical-charge-gate-fee-and>)

## 2.5. Decyzje dotyczące ryzyka i jego ograniczania

Nieuporządkowane składowiska mogą być przekształcone w:

- ▶ Uporządkowane składowiska odpadów
- ▶ Składowiska zmechanizowane
- ▶ Nowoczesne składowiska - stabilizacja odpadów
- ▶ Składowiska zrównoważone

Odpady ustabilizowane w tym systemie produkują ograniczoną ilość gazu metanowego i odoru, generują mniej szkodliwych odcieków mogących wpływać na wody gruntowe i zapewniają, że składowisko odzyskuje cenną przestrzeń powietrzną torując drogę dla systemu składowisk recyklingowych (wielokrotnego użytku) i zrównoważonych (rysunek 2.9).



Rysunek 2.9. Biokomórka tlenowa zaprojektowana przez Environmental Control System, Inc. w Południowej Karolinie (2001). (źródło: <https://www.hindawi.com/journals/jeph/2021/6921607>)

Zbieranie i transport stałych odpadów komunalnych to pierwsze kroki w rozwoju alternatywnych metod przetwarzania. Od mieszkańców zwykle oczekuje się, że będą pozbywać się swoich odpadów domowych w sposób terminowy i zorganizowany w wyznaczonym miejscu i czasie w ciągu tygodnia.

Przetwarzanie odpadów stałych obejmuje zbieranie, transport, przetwarzanie pośrednie i ostateczne usuwanie, a także odzysk zasobów na różnych etapach. Poniżej przedstawiono działania, które będą podstawą przyszłej gospodarki odpadami:

- ▶ zwiększenie efektywności instytucji rządowych;
- ▶ siły konkurencyjne i optymalna wydajność;
- ▶ generowanie odpadów podlegających segregacji;
- ▶ modernizacja istniejących składowisk;
- ▶ lokalizowanie i projektowanie nowych składowisk
- ▶ zwiększenie zasięgu i efektywności usług związanych z odpadami stałymi.

Implikacje dla zdrowia człowieka są następujące:

- ▶ toksyczne związki chemiczne z niekontrolowanego składowiska odpadów;
- ▶ śmiertelność płodów i niemowląt;
- ▶ nowotwory przewodu pokarmowego, przełyku, żołądka, okrężnicy i odbytnicy.

Zakończenie prac zmierzających do zamknięcia ostatnich nieuporządkowanych wysypisk opiera się na następujących działaniach:

- ▶ Profilowanie i rekonfiguracja złóż oraz odpowiednio przykrycie warstwą ziemi, nad którą cała powierzchnia zostanie obsiana trawą.
- ▶ Wykonane zostaną prace odwadniające, drogi dojazdowe, systemy zbierania wód opadowych oraz inne kategorie prac niezbędnych do zamknięcia wyrobisk niespełniających wymogów w każdym miejscu.
- ▶ Założenie realizacji inwestycji przez burmistrzów.
- ▶ Uwzględnienie minimalnego procentowego udziału terenów zielonych na poziomie 30%.
- ▶ Aktualizacja przepisów prawnych.

Przyszłość- ZERO WASTE EUROPE składa się z:

- ▶ Zero waste to zachowanie wszystkich zasobów przy zastosowaniu odpowiedzialnej produkcji, konsumpcji, ponownego użycia i odzysku produktów, opakowań i materiałów bez spalania oraz bez zrzutów do ziemi, wody lub powietrza, które zagrażają środowisku lub zdrowiu ludzi" - Definicja Zero Waste przyjęta przez Zero Waste International Alliance- (Źródło: <https://zerowasteurope.eu/about/about-zero-waste/>)
- ▶ Zero waste nie oznacza, że będziemy generować mniej odpadów - oznacza, że zachowamy czyste środowisko dla przyszłych pokoleń.
- ▶ Bardzo ważne jest to, kiedy cel minimalizacji odpadów zostanie osiągnięty.

Działania dla społeczeństwa:

- ▶ Realne alternatywne rozwiązania proponowane przez środowisko społeczne.

- ▶ Budowa instalacji do recyklingu obok istniejących nieuporządkowanych składowisk odpadów.
- ▶ Zachęcanie ludności do odzysku i minimalizacji odpadów.
- ▶ Tworzenie punktów zbiórki odpadów w pobliżu gmin.

## 2.6. Wnioski

Celem transformacji składowiska nieuporządkowanego było wyjaśnienie następujących aspektów:

- ▶ kategoryzacja składowisk na grupy określone przez rodzaje odpadów.
- ▶ warunki konstrukcyjne nałożone na każdy rodzaj tak utworzonego składowiska
- ▶ warunki magazynowania
- ▶ wymagania dotyczące monitorowania zmiennych środowiskowych

Wykorzystując analizę SWOT, do tych elementów podchodzono z uwzględnieniem mnogości reperkusji, jakie wywołuje istnienie nieekologicznego składowiska.

Suma tych konsekwencji wskazuje na pilną potrzebę odpowiedzialnego zajęcia się kwestią składowisk.

Poniżej przedstawiono niektóre z kluczowych wniosków z analizy SWOT systemu gospodarki odpadami na nieuporządkowanych wysypiskach:

- ▶ Przyjęcie selektywnej zbiórki odpadów na poziomie gminnym
- ▶ Pomyślnie wdrożenie podziemnego systemu zbiórki śmieci komunalnych w całej gminie na platformach mieszkalnych.
- ▶ Usługi sanitarne są dostępne w każdej dzielnicy przez 100% czasu;
- ▶ Zróżnicowane ceny odbioru odpadów w zależności od rodzaju przeprowadzonej zbiórki;
- ▶ Wycena podmiotów gospodarczych trzyma się idei "zanieczyszczający płaci", czyli od ilości wytworzonych odpadów.

### SŁABE STRONY:

- ▶ Niski poziom zbierania i recyklingu odpadów;

- ▶ Brak instalacji do wykorzystania/odzyskiwania/unieszkodliwiania osadów powstających w wyniku odprowadzania ścieków;
- ▶ Niskie zaangażowanie i świadomość mieszkańców w zakresie prawidłowego gospodarowania odpadami.

#### SZANSE:

- ▶ Doświadczenie w realizacji projektów z zakresu gospodarki odpadami
- ▶ Współpraca rządowa
- ▶ Budowa mechaniczno-biologicznej oczyszczalni odpadów biodegradowalnych w ramach "Zintegrowanego systemu gospodarki odpadami";
- ▶ Osiągnięcie celów i zadań; zwiększenie świadomości i udziału społeczeństwa w ochronie środowiska; zapewnienie usług sanitarnych spełniających standardy europejskie przy stawkach akceptowalnych przez ludność lokalną.

#### ZAGROŻENIA:

- ▶ Brak zdecydowanych działań w zakresie ograniczenia wandalizmu systemów zbierania odpadów;
- ▶ Brak inwestorów w projekty związane z ochroną środowiska;
- ▶ Wzrost cen usług sanitarnych.

Obecne problemy, z którymi boryka się europejski system gospodarki sanitarnej i śmieciowej, są unikalne dla systemu krajowego i wynikają z kilku czynników, m.in. braku wydajności, doświadczenia we wdrażaniu selektywnej zbiórki odpadów oraz dużych strat systemowych [15-19]. Wyeliminowanie selektywnie zebranych śmieci ze strumienia odpadów komunalnych, brak środków budżetowych, niskie zaangażowanie ludności, wreszcie niski poziom informacji i edukacji ludności są czynnikami sprzyjającymi. W ślad za rozwojem społeczno-gospodarczym z jednej strony i utrzymaniem wysokiego standardu życia z drugiej, problemem do rozwiązania pozostaje kwestia właściwej gospodarki odpadami, jej negatywny wpływ na środowisko i zdrowie ludzi oraz stosowanie nieskutecznych metod i technologii. W związku z tym kluczowe znaczenie ma wdrożenie na poziomie lokalnym strategii obejmującej dokładną ocenę sytuacji, oszacowanie ilości i wskaźników wytwarzania odpadów oraz głównych działań i obowiązków w celu ograniczenia wytwarzania odpadów, zwiększenia recyklingu i odzysku oraz stworzenia optymalnych warunków dla europejskiej gospodarki odpadami.



## References

1. <http://www.undp.org/content/dam/undp/library/corporate/fast-facts/english/FF-Waste-Management.pdf>
2. <https://unhabitat.org/books/collection-of-municipal-solid-waste-in-developing-countries-2/>
3. [http://www.euro.who.int/\\_\\_data/assets/pdf\\_file/0003/317226/Waste-human-health-Evidence-needs-mtg-report.pdf](http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0003/317226/Waste-human-health-Evidence-needs-mtg-report.pdf)
4. [http://www.euro.who.int/\\_\\_data/assets/pdf\\_file/0003/317226/Waste-human-health-Evidence-needs-mtg-report.pdf](http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0003/317226/Waste-human-health-Evidence-needs-mtg-report.pdf)
5. <https://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/health-care-waste>
6. <http://siteresources.worldbank.org/INTPHAAG/Resources/AAGHCWM.pdf>
7. <http://www.fao.org/3/t0551e/t0551e05.htm>
8. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4627004/>
9. [https://www.nhp.gov.in/World-Toilet-Day\\_pg](https://www.nhp.gov.in/World-Toilet-Day_pg)
10. <https://www.unenvironment.org/explore-topics/resource-efficiency/what-we-do/cities/solid-waste-management>
11. [https://www.cdc.gov/nceh/ehs/NALBOH/factsheets/solid\\_waste.pdf](https://www.cdc.gov/nceh/ehs/NALBOH/factsheets/solid_waste.pdf)
12. <https://www.ifc.org/wps/wcm/connect/6e4e348048865839b4cef66a6515bb18/1-6%2BWaste%2BManagement.pdf?MOD=AJPERES>
13. <https://sciendo.com/pdf/10.2478/sgem-2013-0001>
14. [https://www.researchgate.net/publication/306150450\\_Impact\\_of\\_Solid\\_Waste\\_on\\_Health\\_and\\_The\\_Environment/download](https://www.researchgate.net/publication/306150450_Impact_of_Solid_Waste_on_Health_and_The_Environment/download)
15. <https://www.kankakeehealth.org/environmental-health/nuisance-solid-waste/open-dumps.html>
16. [https://www.scirp.org/\(S\(i43dyn45teexjx455qlt3d2q\)\)/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=2132949](https://www.scirp.org/(S(i43dyn45teexjx455qlt3d2q))/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=2132949)
17. <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0734242X07079156>
18. [https://www.scirp.org/\(S\(351jmbntvnsjt1aadkozje\)\)/reference/referencespapers.aspx?referenceid=1541598](https://www.scirp.org/(S(351jmbntvnsjt1aadkozje))/reference/referencespapers.aspx?referenceid=1541598)
19. [http://www.unep.or.jp/Ietc/Publications/spc/SPC\\_Training-Module.pdf](http://www.unep.or.jp/Ietc/Publications/spc/SPC_Training-Module.pdf)