



### 3. Ochrona środowiska naturalnego i recykling jako sposób na zrównoważony rozwój gospodarczy

*Ryszard Sęczyk*

#### 3.1 Wstęp

Rozwijająca się coraz bardziej gospodarka, i związana z tym rozwojem konieczność dostarczenia dla ludzi potrzebnych im do życia przedmiotów i urządzeń, powoduje szereg problemów, które człowiek zmuszony jest rozstrzygnąć. Wiele informacji, które do nas dociera z otoczenia pokazują nam jakiego rodzaju zagadnienia muszą zostać pilnie rozwiązane. Do najczęściej poruszanych należy wzrost średniej temperatury rocznej Ziemi i ocieplanie klimatu na kuli ziemskiej, zanieczyszczenie środowiska naturalnego, konieczność zagospodarowania coraz większych ilości śmieci, z których niektóre są trudne do utylizacji oraz zmniejszające się zasoby naturalne, głównie surowce oraz zasoby energetyczne konieczne do stale rozwijającej się produkcji przemysłowej.

Widzimy więc z jednej strony dynamicznie rosnącą i rozwijającą się gospodarkę na świecie, która musi dostarczać produkty dla zwiększającej się szybko ludzkości oraz stale rosnących potrzeb, i z drugiej strony środowisko, którego zasoby bardzo szybko się kurczą. Istnym problemem jest też kończąca się możliwość samoregulacji środowiska, które jest obecnie bardzo wyeksploatowane oraz przeciążone odpadami i zanieczyszczeniami powstałymi podczas produkcji i gospodarowania człowieka. Warto też wspomnieć, że zwiększająca się produkcja żywności, jej przetwarzanie i przygotowywanie do spożycia, a także jej

dostarczanie bezpośrednio do konsumentów, również w dużym stopniu obciąża środowisko naturalne. Problemy, jak widać, mają aspekt wielowymiarowy, dlatego należy stosować różne rozwiązania, które mogą przyczynić się do poprawy tej dość skomplikowanej sytuacji. Każda metoda działania, poczynając od drobnych zmian w naszych codziennych przyzwyczajeniach, aż do wprowadzenia bardziej zaawansowanych zmian w technologiach przemysłowych, czy też próbach znalezienia alternatywnych, nowoczesnych rozwiązań produkowania bez znaczących szkód dla środowiska naturalnego, może prowadzić do osiągnięcia naszego celu.

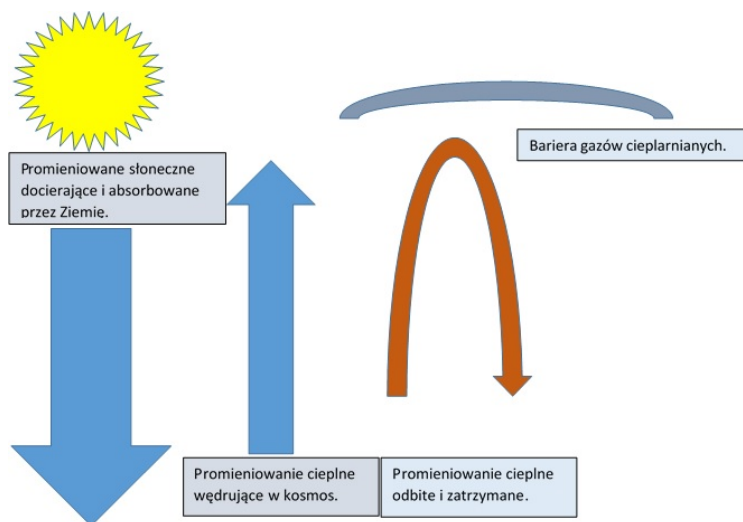
Analizując możliwe rozwiązania nakreślonych wcześniej problemów trzeba też pamiętać o kosztach ich realizacji. Zawsze znacznie szybciej i łatwiej wprowadza się rozwiązania tanie i szybkie w realizacji, niż drogie i złożone, chociaż te ostatnie mogą być bardzo efektywne i w znaczący sposób zmniejszające negatywny wpływ gospodarki człowieka na środowisko naturalne.

### 3.2 Przyczyny zmiany klimatu na Ziemi

Problem wzrostu średniej temperatury rocznej Ziemi i ocieplania klimatu był bardzo dokładnie analizowany przez wielu naukowców. Zatrzymywanie ciepła przez gazy tworzące atmosferę i obecną w niej, w normalnych ilościach, parę wodną oraz dwutlenek węgla, tworzy naturalny efekt cieplarniany, dzięki czemu na Ziemi panują warunki możliwe do normalnego życia wszystkich organizmów żywych. Jednakże ostatnio stwierdzono, że ilość zatrzymywanego ciepła jest znacząco większa niż w okresach wcześniejszych. W wielu badaniach odkryto, że obserwowane zmieniające się parametry klimatu muszą być związane z działalnością człowieka. Podstawową przyczyną tych zmian są szybko rozwijające się potrzeby człowieka, którym stara się sprostać coraz bardziej zaawansowana i coraz bardziej dynamiczna produkcja, a także cały szereg innych działań człowieka związanych ze zwiększającą się stale intensywnością wszystkich procesów gospodarczych.

Dynamicznie rosnąca produkcja i szereg pomocniczych procesów gospodarczych, potrzebują do wytworzenia konkretnego produktu surowców naturalnych, energii, maszyn i pracy ludzi. Wytworzone produkty należy dostarczyć do magazynów, sklepów lub bezpośrednio do klienta, co oczywiście wymaga pakowania, transportu, rozładunku i magazynowania towarów. W większości tych procesów konieczna jest energia, która powstaje w wyniku spalania surowców kopalnych, tj. ropy naftowej, gazu lub węgla. Wytwarzający się w tych procesach

dwutlenek węgla ( $\text{CO}_2$ ) jest główną przyczyną powstania efektu cieplarnianego. Inne gazy „cieplarniane” to metan ( $\text{CH}_4$ ) oraz tlenki azotu ( $\text{NO}$  i  $\text{NO}_2$ ). Są one wynikiem działalności gospodarczej, w rolnictwie będzie to głównie hodowla bydła oraz produkcja nawozów azotowych, jak również powstają w wyniku spalania paliw w silnikach samochodów. Istnieją także inne gazy, które powstają lub wprost są używane w procesach przemysłowych i mogą przenikać do atmosfery przyczyniając się do ocieplania klimatu, ich znaczenie jest jednak mniejsze.



Rysunek 3.1: Uproszczony schemat powstawania efektu cieplarnianego

Efekt cieplarniany jest związany ściśle ze zwiększoną ilością, wymienionych wcześniej, gazów obecnych w atmosferze. Najłatwiej to zobrazować, kiedy przypomnimy sobie rozkład temperatur w dzień i w nocy na pustyni. Wiadomo, że tereny pustyni to bardzo gorące obszary pozbawione prawie całkowicie wody. W dzień piasek i skały pustynne w wyniku promieniowania Słońca nagrzewają się bardzo mocno i równie mocno nagrzewa się otaczające je powietrze, temperatura powietrza często przekracza wtedy  $50^{\circ}\text{C}$ . W nocy natomiast skały dość szybko stygną i wypromieniowują ciepło, które z powodu braku jakiegokolwiek bariery wędruje bezpośrednio do kosmosu. W efekcie szybkiego schładzania temperatura nad ranem (przed wschodem słońca) spada czasami nawet poniżej  $0^{\circ}\text{C}$ , wahania temperatury pomiędzy dniem i nocą są więc bardzo duże. A co się stanie jeśli na drodze do szybkiego wypromieniowania ciepła w kosmos stanie bariera? Łatwo to jest sobie wyobrazić. W nocy temperatura skał i piasku nie spadnie tak nisko,

jak miałyby to miejsce w przypadku braku bariery – skały i piasek będą cieplejsze. Można zatem przypuszczać, że w kolejne dni będą ogrzewać się bardziej niż poprzednio, i w efekcie średnia temperatura dobową powoli wzrośnie, i to tym bardziej im więcej ciepła zatrzyma istniejąca bariera. Tą nowo wytworzoną barierą wstrzymująca odpływ ciepła w nocy są gazy, które były opisane wcześniej (rys. 3.1).

W bardzo podobny sposób rośnie średnia temperatura na całej Ziemi, co z kolei powoduje globalne ocieplenie klimatu. Warto wiedzieć, że klimat, jaki ukształtował się na Ziemi i obecnie obserwujemy jego oddziaływanie w naszym otoczeniu, jest wynikiem delikatnej równowagi pomiędzy wieloma czynnikami, które w końcowym efekcie kształtują jego parametry i właściwości. Nie wglębiając się mocno w ten bardzo zawili temat należy pamiętać, że główne parametry kształtujące klimat to:

- nasłonecznienie, czyli ilość ciepła zaabsorbowanego przez skorupę ziemską, powstające w wyniku nasłonecznienia;
- wiatry i prądy morskie - ciepłe i zimne - zmieniające parametry klimatu ocieplając lub oziębiając inne rejony Ziemi;
- równowaga pomiędzy dniem i nocą, pomiędzy nagrzewaniem się terenu i wypromieniowaniem ciepła opisana wyżej.

Każda zmiana tych parametrów zakłóca istniejącą równowagę i prowadzi do zmian, których intensywność będzie zależała od różnicy pomiędzy wielkością średnią wartości czynników kształtujących klimat obecnie do skali zmiany danego parametru.

Efektom wzrostu temperatury są również topniejące lodowce, których powierzchnia zmniejsza się na całym świecie. Lodowce topnieją wskutek nasłonecznienia i ciepłych mas powietrza, niesionych przez ciepłe wiatry. Efektom tego procesu jest możliwe podniesienie się poziomu wód oceanicznych, nawet o 60 cm, co bezpośrednio zagraża nisko położonym terenom na wybrzeżach oraz wyspom oceanicznym. Zwiększony napływ wód z topniejących lodowców do Oceanu Atlantyckiego może zaburzyć cyrkulację wód oceanicznych, co w katastrofalny sposób zakłóci funkcjonowanie ekosystemów (rys. 3.2).

Dlaczego ilość dwutlenku, obecna aktualnie w atmosferze, w ostatnich latach bardzo szybko rośnie? Odpowiedź jest wielowątkowa, ale naturalnie w pierwszej kolejności, każdy z nas wymienia stale rozwijającą się gospodarkę, w tym głównie przemysł, który do procesów przetwórczych potrzebuje coraz więcej energii. W różnych gałęziach przemysłu zużycie energii jest bardzo zróżnicowane. Niektóre branże są bardzo energochłonne np. hutnictwo i odlewnictwo. Przetwarzanie



Rysunek 3.2: Topnienie lodowców i zakłócenia funkcjonowania ekosystemów jako efekt zmian klimatu

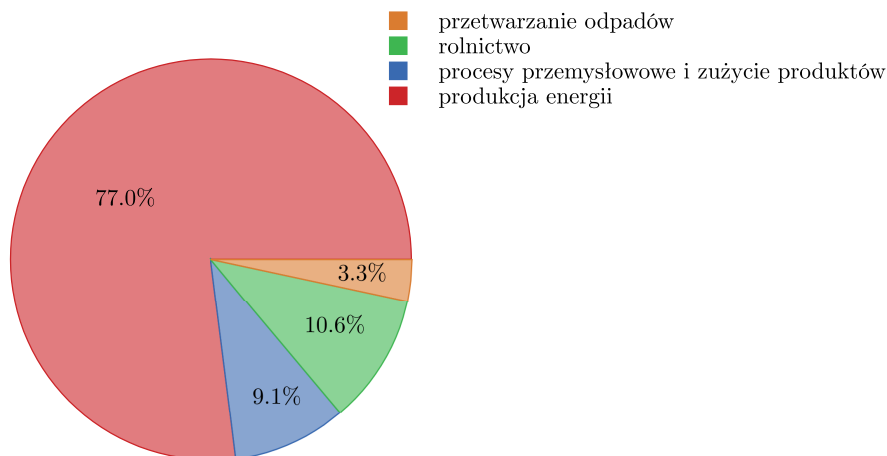
surowców kopalnych na półfabrykaty, takie jak np. stal lub inne stopy wykorzystywane w produkcji, wymaga do ich powstania bardzo dużych ilości energii. Jeśli uświadomimy sobie, że stal jest wykorzystywana w licznych produktach i wyrobach (budownictwo, konstrukcje wież, wiadukty, mosty, hale fabryczne, produkcja samochodów, maszyn produkcyjnych, trakcji kolejowych itp.) to stwierdzimy, że musimy ją wytwarzać w milionach ton rocznie. Podobną sytuację widzimy w przypadku innych stopów, np. aluminiowych, które są wykorzystywane głównie w przemyśle lotniczym, samochodowym i maszynowym, ale znajdują one jednocześnie zastosowanie w wielu produktach użytkowych, a co za tym idzie produkowane są również w bardzo dużych ilościach.

W innych branżach ilość zużywanej energii jest z pewnością mniejsza, ale biorąc pod uwagę, że energia elektryczna wykorzystywana jest nie tylko w procesach produkcji, ale też do oświetlenia, ogrzewania zimą lub ochładzania latem oraz transportu, to ponownie stwierdzimy, że faktycznie we wszystkich bardzo różnorodnych procesach zużywamy jej coraz więcej. Sposoby pozyskiwania energii są także niejednakowe. Można energię pozyskiwać ekologicznie, jak np. z odnawialnych źródeł energii (OZE), ale też poprzez bardziej ingerujące w środowisko naturalne elektrownie jądrowe, czy też elektrownie wytwarzające energię elektryczną ze spalania gazu, paliw ropopochodnych lub węgla kamiennego i brunatnego. Niestety w ogólnym bilansie energetycznym Ziemi

dominują elektrownie, które wytwarzają energię w procesach spalania. Są to jednocześnie technologie przyczyniające się do zwiększenia emisji dwutlenku węgla do atmosfery.

Drugim poważnym źródłem emisji gazów jest transport. Rodzaje środków transportu, jakie wykorzystuje człowiek, są bardzo zróżnicowane i są wśród nich bardziej lub mniej ekologiczne. Rower, jacht, kajak mogą poruszać się bez silnika, jednakże ogromna większość pojazdów wykorzystuje silnik elektryczny lub spalinowy, który jest niezbędny do poruszania się pojazdu. Panuje przekonanie, że bardziej ekologiczny jest silnik elektryczny i rzeczywiście można tak stwierdzić. W trakcie jazdy pojazd z takim silnikiem nie emituje do środowiska żadnych szkodliwych gazów ani dwutlenku węgla. Trzeba jednak pamiętać, że technologia wytwarzania energii elektrycznej może w różny sposób przyczyniać się do wzrostu zanieczyszczeń i zwiększenia ilości dwutlenku węgla w atmosferze, o czym wspomniano już wcześniej. Ważna też jest sprawność takiego silnika, im większa tym oczywiście jest większa korzyść dla środowiska.

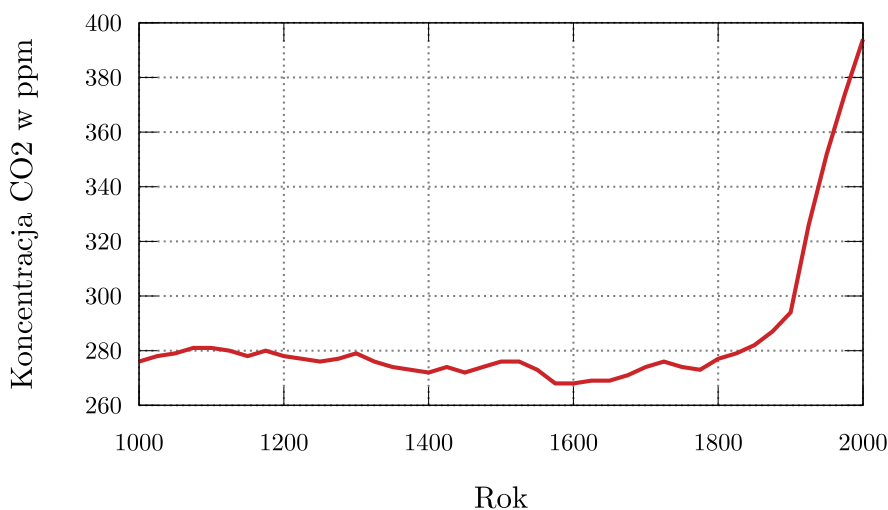
Z kolei skala uciążliwości ekologicznej silników spalinowych zależy także od bardzo wielu parametrów. Aktualnie użytkowane w transporcie są silniki wysokoprężne, benzynowe, silniki odrzutowe, a każdy z nich zależnie od mocy i technologii w jakiej został wykonany w różnym stopniu obciąża środowisko spalinami (rys. 3.3).



Rysunek 3.3: Emisja gazów cieplarnianych w Unii Europejskiej w roku 2019

Analizując wpływ pojazdów na emisję gazów cieplarnianych musimy sobie wyobrazić skalę, w jakiej w obecnych czasach, są rozwi-

nięte różne środki transportu. Zaczniemy od przewozów osobowych, w tym konieczności poruszania się ludzi do zakładu pracy, na zakupy, w celu załatwienia różnych spraw urzędowych czy finansowych, ale także w celach turystycznych i rekreacyjnych. Codziennie miliony ludzi przemieszcza się używając do tego samochodów własnych lub wynajętych, różnego rodzaju pojazdów miejskiego transportu publicznego, pociągów, statków i samolotów. Wyraźnie widać też w naszym otoczeniu szybko rosnącą ilość samochodów osobowych, które poruszają się po mocno zatłoczonych drogach, po tworzących się często w godzinach szczytu korkach drogowych, czy też po coraz większych trudnościach znalezienia miejsca parkingowego dla naszego pojazdu. Trzeba także pamiętać o dynamicznie rozwijającym się transporcie lotniczym i milionach pasażerów podróżujących rokrocznie w celach służbowych, załatwiając ważne dla nich interesy biznesowe oraz celach turystycznych - zwiedzając świat lub jadąc na wymarzone wakacje w odległe rejony naszego globu. Cele rekreacyjne i wypoczynkowe są również ostatnio często realizowane w postaci rejsów morskich lub oceanicznych na potężnych statkach wycieczkowych.



Rysunek 3.4: Średnia koncentracja dwutlenku węgla w latach od 1100 r.

Kolejnym elementem naszej analizy będzie bardzo obecnie rozpowszechniony transport towarowy. Przewozimy wszystko i praktycznie we wszystkich kierunkach, często też na znaczne odległości. Wykorzystujemy przy tym oczywiście wszystkie możliwe sposoby i środki transportu. Transport towarowy często wykorzystuje drogę morską,

należy jednak mieć na uwadze, że obecnie potężne frachtowce wykorzystują do swego napędu potężne silniki wysokoprężne zużywające ogromne ilości paliwa. Jeszcze więcej paliwa wykorzystuje, znacznie bardziej rozwinięty, transport lądowy. Samochody ciężarowe rozwożą towary do sklepów i bezpośrednio do klientów, transportują surowce do fabryk i zakładów, odbierają i przewożą gotowe wyroby lub półfabrykaty, które następnie są wysyłane do kolejnych odbiorców. Ciężkie pojazdy wykorzystuje się także w budownictwie, usługach komunalnych jak np. wywóz śmieci i odpadów oraz zaopatrzeniu ludności. Należy też dodać, że w niektórych wypadkach, kiedy zależy nam na czasie, wykorzystujemy coraz częściej towarowy transport lotniczy. Z tego dość krótkiego i pobieżnego opisu można łatwo się zorientować, że tak silnie rozwinięta działalność transportowa musi generować duże obciążenie dla środowiska, głównie poprzez emisję dwutlenku węgla i tlenków azotu (rys. 3.4).

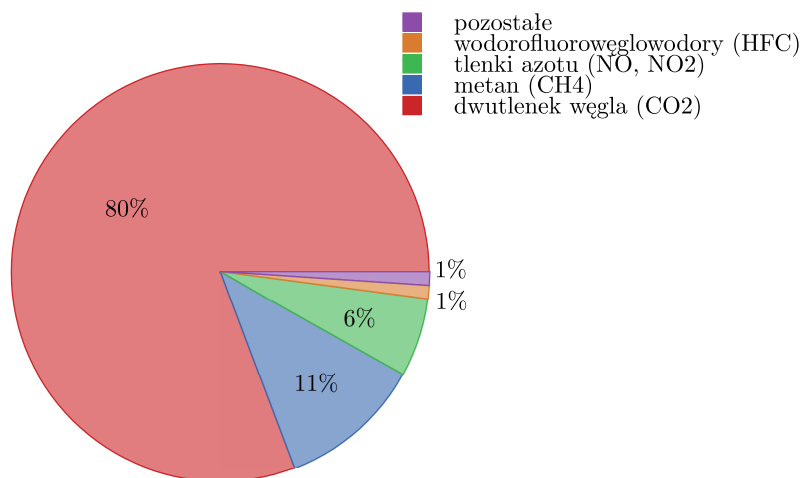
I jeszcze jeden aspekt działalności człowieka, który generuje równie dużą ilość gazów cieplarnianych wiąże się z budową i ogrzewaniem (lub też latem z ochładzaniem) domów. Produkcja stali i cementu to bardzo energochłonne procesy, których wyroby są podstawowym produktem używanym do budowy. Na świecie rocznie zużywa się miliony ton tych fabrykatów, które stosowane są we wszystkich rodzajach budownictwa realizowanego przez człowieka. Ponadto energia potrzebna jest do wyprodukowania wszystkich wyrobów używanych w budownictwie. Konieczna jest również do pracy urządzeń, których używamy w domach, tj. pralek, odkurzaczy czy lodówek. Energia zużywana jest także do oświetlania, ogrzewania lub ochładzania naszych mieszkań, domów, jak również budynków, w których pracujemy (biura, szkoły, szpitale, hale fabryczne). W zależności od różnicy temperatur pomiędzy otoczeniem a wewnątrz budynków musimy zużywać proporcjonalną ilość energii.

Źródła energii używanej w naszych domach, np. do ogrzewania są różne. Dominują tutaj jednak paliwa kopalne, takie jak węgiel i gaz. Coraz częściej pojawiają się nowoczesne rozwiązania ogrzewania przy pomocy elektryczności wytworzonej przez panele fotowoltaiczne, które potrafią zamieniać energię słoneczną na prąd elektryczny. Skala działalności człowieka związana z budownictwem i ogrzewaniem budynków jest ogromna, co przekłada się na kolejne potężne ilości gazów cieplarnianych emitowanych do atmosfery przy okazji realizacji tych działań. Dzieje się tak dlatego, że spalając tak duże ilości paliw kopalnych emitujemy do naszej atmosfery miliardy ton dwutlenku węgla, który kiedyś, przed milionami lat, został uwięziony w materii organicznej



roślin i zwierząt żyjących wtedy na naszej kuli ziemskiej. W efekcie koncentracja dwutlenku węgla w atmosferze wzrasta bardzo szybko.

Omawiając główne źródła gazów cieplarnianych musimy także wspomnieć o rolnictwie, a dokładniej o hodowli zwierząt przeżuwających. Metan jest znacznie bardziej efektywną barierą dla ciepła, niż dwutlenek węgla. Tona metanu zatrzymuje tyle samo ciepła, co 4 tony dwutlenku węgla. Metan, w naturalnych warunkach, powstaje na bagnach w wyniku procesów gnicia materii organicznej bez dostępu tlenu. Podobne procesy następują również w bardzo rozbudowanym układzie trawiennym przeżuwaczy, u których żołądek składa się z czterech części: żwacz, czepiec, księgi i żołądek właściwy, zwany trawieńcem. Podobne procesy zachodzą w zbiornikach z gnojowicą i w przyzmacz swobodnie składowanego obornika. Biorąc pod uwagę znaczącą skalę światowej hodowli bydła i innych zwierząt przeżuwających, przekłada się to na dość istotny efekt cieplarniany, jaki powoduje metan. Ponadto źródłem metanu są również wielkie składowiska śmieci gdzie metan tworzy się w procesach rozpadu materii organicznej obecnej w odpadach komunalnych (rys. 3.5).



Rysunek 3.5: Skład i średnia zawartość gazów cieplarnianych w emisjach z roku 2019 na świecie

Efektorem zwiększonej ilości gazów, które tworzą barierę zatrzymującą część energii słonecznej w atmosferze ziemskiej jest wzrost średniej temperatury rocznej na Ziemi. Przekłada się to w adekwatny sposób na klimat, który już aktualnie wykazuje dużą dynamikę zmian i coraz wyraźniej widoczne są zjawiska, które są rezultatem tych zmian. Co-

raz cieplejsze miesiące zimowe, brak okrywy śnieżnej przez większość okresu zimowego, gwałtowne wichury wywołane ekstremalnie dużymi różnicami ciśnienia atmosferycznego, oblodzenia powodowane opadami deszczu na zamarznąłą ziemię, to tylko niektóre objawy zmieniającego się klimatu. Wynikiem tych zjawisk są zwykle poważne szkody materialne w gospodarce i mieniu człowieka. I podobnie latem, spotykamy się z wcześniej niespotykanymi lub rzadko widzianymi rezultatami zmian klimatu, takimi jak gwałtowne burze z bardzo obfitymi opadami deszczu i gradu, niszczące uprawy rolnicze lub zalewające domy, garaże i piwnice w miastach (rys. 3.6).



Rysunek 3.6: Ekstremalne burze jako efekt zmian klimatu na Ziemi

Zmiany klimatyczne mogą pojawiać się także, jako długie okresy z bardzo wysokimi temperaturami, jak również długie okresy bezdeszczowe, bardzo niebezpieczne dla upraw rolniczych. W niektórych rejonach naszego kraju opady już teraz są tak niskie, że duże obszary nizin w środkowej Polsce narażonych jest na długotrwałą suszę rolniczą. Zaniża to bardzo poważnie plony, a dłuższe okresy suszy zniechęcają do działalności rolniczej, która przestaje się opłacać. Obszary z długotrwałą suszą ulegają powolnemu procesowi stepowienia. To ogranicza areał ziem do upraw rolniczych, zmniejsza produkcję rolniczą i jeśli zmiany te będą następować dalej, może stać się to przyczyną wzrostu cen żywności.

Susza i wysokie temperatury powietrza latem to także poważny problem dla energetyki. Niedobory wody mogą poważnie zakłócać wytwarzanie energii elektrycznej. Dotyczy to głównie okresu letniego,

### 3.3 Główne źródła zanieczyszczeń środowiska naturalnego 45

gdy rośnie zapotrzebowanie na energię elektryczną do klimatyzatorów. Jednocześnie brak wody w rzekach, z których elektrownie czerpią ją do schładzania turbin, może w poważny sposób ograniczać wytwarzanie prądu lub nawet w skrajnych przypadkach spowodować zatrzymanie turbin. To niesie ze sobą ogromne kłopoty w przemyśle i dostawach prądu do domów a w dalszej kolejności nawet grozić blackoutem, czyli rozległą awarią zasilania. To tylko niektóre problemy, które wiążą się ze wzrostem temperatury i zmieniającym się klimatem.

Już teraz widoczne są zmiany klimatyczne, które w zależności od miejsca występowania są dość zróżnicowane. W rejonach blisko mórz i oceanów można spodziewać się większych opadów deszczu, większych przepływów w rzekach i zagrożeń powodziowych, podnoszenia się poziomu wód morskich i podtopienia niektórych części wybrzeży a także szkód wywoływanych nawałnicami zimowymi. Dalej, w głębi lądów, w regionie kontynentalnym, pojawiać się będą częstsze ekstremalne warunki pogodowe, długotrwałe upały i susze, pożary lasów, krótkotrwałe i gwałtowne ulewy oraz nawałnice, podtopienia spowodowane powodziami rzecznyymi, a także szkody wywołane przez trąby powietrzne. Wzrośnie również ryzyko występowania chorób z grupy tropikalnych. W niektórych rejonach pojawią się także zmiany korzystne, np. cieplejszy klimat rejonów wysuniętych na północ sprawi polepszenie się warunków gospodarowania, wyższe plony, intensywniejszy wzrost roślin, ale i tam w zimie mogą następować gwałtowne i długotrwałe śnieżyce bardzo utrudniające, a czasami paraliżujące działalności w okresach zimowych.

### 3.3 Główne źródła zanieczyszczeń środowiska naturalnego

Zanieczyszczanie środowiska naturalnego to przecież nie tylko gazy cieplarniane, ale również cały szereg odpadów wytwarzanych w trakcie produkcji przemysłowej i gospodarce komunalnej. Powstające w procesach przemysłowych odpady mogą zanieczyszczać powietrze, wodę oraz glebę, szczególnie w bezpośrednim otoczeniu zakładu przemysłowego. Niektóre z nich są bardzo niebezpieczne dla człowieka lub środowiska i postępowanie z nimi musi być bardzo odpowiedzialne i rygorystycznie kontrolowane. Powietrze zanieczyszczane jest spalinami, gazami powstałymi w procesach przemysłowych oraz zanieczyszczeniami pyłowymi (rys. 3.7).

Aby zminimalizować problem, stosowane są różnego rodzaju technologie, które umożliwiają wychwytywanie i neutralizację dużych ilości



Rysunek 3.7: Krajobraz przemysłowy

zanieczyszczeń emitowanych w powietrze. Jednakże skala produkcji oraz zanieczyszczania emitowane przez indywidualnych mieszkańców podczas ogrzewania domów powodują, szczególnie w okresie zimowym, częste alerty smogowe ogłaszane gdy emisja jest już istotnie niebezpieczna dla zdrowia. Smogi różnią się od siebie głównie składem zanieczyszczeń. W sezonie zimowym smog tworzy się głównie z zanieczyszczeń pyłowych zawieszonych w powietrzu, tzw. pyłów PM10 i drobniejszych PM2,5, których oznaczenie pochodzi od wielkości cząsteczek pyłu. Cząsteczki te wraz z gazami pochodzącymi ze spalania mogą tworzyć, w reakcji z parą wodną, cząsteczki różnych kwasów, najczęściej azotowego, siarkowego lub węglowego. W smogu mogą także znajdować się różne inne substancje specyficzne dla rodzaju przemysłu dominującego w danym rejonie.

Smog może też występować latem w postaci smogu fotochemicznego. Występuje on najczęściej nad obszarami wzmoczonej działalności przemysłowej i transportowej, które emitują do atmosfery duże ilości tlenków azotu, siarki i różnych węglowodorów. Właśnie te gazy w wysokiej temperaturze i podczas silnego nasłonecznienia tworzą w atmosferze niebezpieczne utleniacze jak ozon, nadtlenki wodoru, a nawet formaldehydy. Szkodzą one zarówno człowiekowi, jak i zwierzętom, a także uszkadzają poważnie rośliny. W efekcie, zanieczyszczenia powietrza przyczyniają się do zwiększonej liczby chorób układu oddechowego i nerwowego, serca, nerek oraz innych narządów, zwiększonej liczby nowotworów oraz skracają życie, co wyraźnie widać w porównaniach

### 3.3 Główne źródła zanieczyszczeń środowiska naturalnego 47

statystycznych.

Zanieczyszczenia wody zależą w dużym stopniu od rodzaju branży przemysłowej. Przemysł chemiczny, farmaceutyczny, petrochemiczny, wydobywczy, garbarstwo czy przemysł spożywczy to przykłady działalności przemysłowej człowieka, które w dużym stopniu zanieczyszczają wodę. Woda jest doskonałym rozpuszczalnikiem dla wielu substancji, które potem trudno jest unieszkodliwić. Szczególnie niebezpieczne są sole metali ciężkich, które nawet w niewielkich ilościach mogą być przyczyną zatrucia, chorób układu nerwowego, krwionośnego i trawiennego mogą też powodować zmiany innych narządów oraz wywoływać choroby nowotworowe. Poważne zanieczyszczenia wywołują fenole używane w produkcji farb i lakierów, produkty z przetwórstwa petrochemicznego szczególnie niebezpieczne dla fauny i flory zbiorników wodnych, czy detergenty używane zarówno w przemyśle, jak i w gospodarstwach domowych.

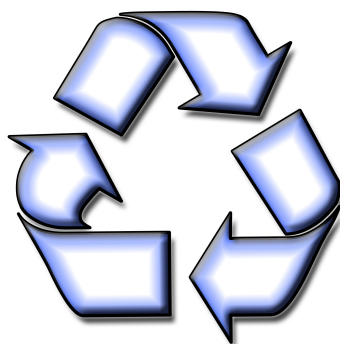
Istotnym źródłem zanieczyszczeń wód, szczególnie wody podskórnej, jest rolnictwo. Dostają się do niej środki chemiczne używane do ochrony roślin przed chorobami (fungicydy) i szkodnikami (pestycydy). Niewłaściwie stosowane mogą być splukiwane w czasie deszczu, i w ten sposób dostawać się do gleby i wody. Również herbicydy zwalczające chwasty oraz nawozy sztuczne używane dla zwiększania plonów, ale używane niewłaściwie lub w zbyt dużych ilościach, mogą zanieczyszczać poważnie wody podskórne, z których następnie mogą dostać się do wód głębiej położonych lub też poprzez spływ powierzchniowy do jezior i rzek.

Większość powstających odpadów stałych jest uciążliwa i według najbardziej aktualnych zaleceń, powinna zostać zagospodarowana w innych procesach produkcyjnych lub zutylizowana, w ostateczności składowana. Zgodnie z prawem, za powstające odpady i śmieci oraz ich zagospodarowanie lub utylizację odpowiada ten podmiot gospodarczy, który je wytworzył. Rozszerzona odpowiedzialność producenta zobowiązuje go do zebrania i zagospodarowania odpadów powstałych z takich samych produktów, jakie wprowadza ona na rynek. Cel ten realizuje wcześniej wspomniana zasada „zanieczyszczający płaci”. Producent może do problemu odpadów podejść konstruktywnie i już na etapie projektowania, a potem produkcji, może użyć innowacyjnych materiałów i technologii lub zastosować takie rozwiązania konstrukcyjne i użytkowe, które zmaksymalizują zbieranie odpadów i ułatwią poddawanie ich recyklingowi. Jest to jednocześnie dla przedsiębiorcy wymóg ekonomiczny, gdyż przetwarzanie odpadów produkcyjnych jest coraz droższe, dlatego



dobrze jest minimalizować ich ilość. Trzeba również pamiętać, że nie przetwarzając odpadów i śmieci tracimy szansę na odzyskanie surowców w nich zawartych. Kierunek związany z minimalizowaniem odpadów i śmieci oraz maksymalne ich wtórne wykorzystanie jest oczywiście dobry, chociaż jego realizacja w krajach całego świata jest w różnym stopniu zaawansowana a zmiany w globalnej skali przebiegają zbyt wolno.

Zagospodarowanie śmieci komunalnych przy rosnącej stale ilości odpadów jest także dużym wyzwaniem zarówno logistycznym, jak i związanym ze stosowaniem nowych technologii ich przetwarzania lub utylizacji. Śmieci komunalne są bardzo różnorodne i powinny być przed odbiorem segregowane. Frakcje, jakie powinny zostać wyodrębnione w procesach segregacji to odpady popularnie zwane plastikami, papier, szkło białe i kolorowe, metale i frakcja bioodpadów. Zorganizowanie segregacji i odbioru powierzono w Polsce jednostkom samorządu terytorialnego. Za odpowiednią utylizację lub przetworzenia zebranych odpadów odpowiadają firmy komunalne oraz inne przedsiębiorstwa wyspecjalizowane, dysponujące odpowiednimi pozwoleniami i technologiami. Zgodnie z zawartymi porozumieniami i obowiązującym w wielu krajach prawem, ilość materii w wyodrębnionych frakcjach ulegających przetworzeniu powinna stale rosnąć, by docelowo osiągnąć stan praktycznie całkowitego ich przetworzenia. Posegregowane w ten sposób śmieci zostają przetworzone w surowce, które mogą być użyte w produkcji tych samych lub nowych wyrobów. Uzyskujemy w ten sposób dwa ważne cele, które są niezwykle ważne - po pierwsze bardziej rozsądnie gospodarujemy surowcami oszczędzając je na inne potrzeby w przyszłości i po drugie zmniejszamy ilość śmieci (rys. 3.8).



Rysunek 3.8: Symbol oznaczający wyroby przeznaczone do recyklingu

Wśród śmieci komunalnych poważny problem stanowi utylizacja śmieci wielkogabarytowych. Jest ich w gospodarstwie domowym dość dużo, np. zużyte meble (szafy, tapczany, stoły i krzesła), ale też dywany, wykładziny, materiały wyburzeniowe, urządzenia kuchenne (lodówki, piekarniki, stare pralki) to przykłady śmieci, których utylizacja lub przetworzenie stwarzają istotne problemy. Spowodowane jest to nie tylko dużymi rozmiarami tych wyrobów, co utrudnia ich zbiórkę i transport, ale również często w ich skład wchodzi wiele różnych materiałów, np. różne metale i ich stopy, szkła, tworzywa sztuczne, guma itp. Aby można je było ponownie przetwarzać muszą one być w pierwszej kolejności rozebrane i posegregowane na różne rodzaje surowców, te które mogą zostać wykorzystane dalej, i te frakcje odpadów, które trafią na przykład do spalarni, by można było odzyskać z nich energię.

### 3.4 Recykling wyrobów przemysłowych

W praktyce chcemy osiągnąć stan taki, w którym surowce raz użyte do produkcji i wbudowane w określone wyroby użytkowe, po zakończeniu ich wykorzystywania przez człowieka, wracają do ponownego przetworzenia na nowe wyroby potrzebne człowiekowi. Jest to oczywiście stan idealny, który może stanowić punkt odniesienia, do którego należy dążyć. Ale już w tej chwili widzimy cały szereg udanych sposobów na recykling wyrobów i ponowne użycie surowców do produkcji. Gospodarka o obiegu zamkniętym jest realizowana przez państwa UE od roku 2015. Jej celem jest zminimalizowanie ryzyka wystąpienia niedoboru surowców i wywołania tym potencjalnego, gwałtownego i niekontrolowanego wzrostu cen tych materiałów oraz możliwych perturbacji w rozwoju gospodarczym. Natomiast drugim, nie mniej istotnym celem, jest zmniejszenie ilości produkowanych śmieci oraz jak najbardziej efektywne zagospodarowanie i przetworzenie śmieci już istniejących.

Przedmiotem recyklingu, czyli ponownego zagospodarowania, może być złom metali, stłuczka szklana, makulatura, a także wszelkie wyroby wycofane z eksploatacji, np. samochody i inne środki transportu, maszyny produkcyjne, złute urządzenia elektryczne, czy też wyroby wybrakowane, nienadające się do użytku. Czasami niemożliwe jest wykorzystanie odpadów poużytkowych jako surowca wtórnego do wytwarzania wyrobu porównywalnego. Można wtedy przeznaczać je do wytwarzania innych produktów.

Najbardziej znanym procesem recyklingu surowców wtórnych jest ponowne wykorzystanie makulatury oraz odzieży wykonywanej z włókien naturalnych, jak len czy bawełna, które zbudowane są z celulozy.

Prawidłowo odseparowana od reszty odpadów frakcja może być przetworzona i zużywana praktycznie w całości do produkcji niemal wszystkich rodzajów papieru, z którego potem wykonać można przedmioty wykorzystywane w biurach, szkołach, drukować książki i prasę, używać do produkcji opakowań i wielu innych branżach przemysłowych. Makulatura wykorzystywana jest też do produkcji opakowań tekturowych, kartonów, papieru do pakowania a nawet mebli użytkowych. Warunkiem jest zastosowanie specjalnej technologii utwardzania tektury, meble te nie są jednak odporne na wilgoć. Pewną nowością jest wykorzystanie papieru do produkcji brykietu opałowego, który jest tani i można go produkować z wykorzystaniem ekologicznej brykietciarki, nawet w warunkach domowych. Z innych innowacyjnych zastosowań, warto wymienić też produkcję izolacji budowlanej z włókien celulozy, która ma dobre właściwości akustyczne a specjalna technologia przygotowania czyni ją niepalną i odporna na pleśń (rys. 3.9).



Rysunek 3.9: Makulatura zebrana i przeznaczone do recyklingu

Z plastiku PET lub HDPE uzyskujemy ponownie butelki, ale też kubki, długopisy, bluzy z polaru, kurtki i marynarki, meble, namioty i wiele innych przedmiotów użytkowych. Szacuje się, że butelka PET, w warunkach naturalnych, rozkładać się będzie ok. 500 lat. Przetwarzanie tworzyw sztucznych jest koniecznością, ponieważ musimy pilnie ograniczyć ich produkcję. Dzieje się tak dlatego, że zużyte wyroby plastikowe, ze względu na swą trwałość, zaśmiecają otoczenie, znajdują się aktualnie praktycznie wszędzie wokół człowieka i stanowią poważny



problem dla środowiska zarówno na lądach, jak i na morzach i oceanach. Producenci butelek na napoje PET już zostali zobowiązani, by w nowo produkowanych butelkach w roku 2025, co najmniej 25% surowca pochodziło z recyklingu. Niektórzy wytwórcy napojów deklarują osiągnięcie wyższych udziałów, nawet do 50% surowców pochodzących z ponownego użycia. Tworzywa sztuczne mogą też być wykorzystane w produkcji różnych rodzajów folii, materiałów powlekających i zabezpieczających konstrukcje, można z nich produkować ekrany wyciszające, ramy okienne a nawet płyty termoizolacyjne. Każdy z nas bez trudu odnajdzie też dużo elementów wykonanych z tworzyw sztucznych w samochodach, sprzętach użytkowych i naszych mieszkaniach, np. rury kanalizacyjne, pokrywy czy półki w łazience.

Ze szkła, które da się przetwarzać praktycznie w nieskończoność, można produkować wiele różnorodnych wyrobów, poczynając od szkła dekoracyjnego, poprzez liczne pojemniki szklane wykorzystywane w chemii czy perfumerii, a także w przemyśle farmaceutycznym oraz przemyśle spożywczym do pakowania żywności w słoiki, natomiast napojów i mleka w opakowania szklane itp. Zebrana w kontenerach stłuczka szklana jest przetwarzana w hutach szkła. Wcześniej jednak szklane opakowania muszą zostać starannie podzielone na szkło kolorowe i bezbarwne, nie może być też tam fragmentów metalowych, ceramicznych oraz plastikowych. Dlatego, odnosząc do kontenerów na szkło butelki czy słoiki, pamiętajmy o usunięciu z nich nakrętek, zakrętek czy też elementów plastikowych. Ułatwi to kolejny etap i tak przygotowany surowiec może być przetwarzany dalej. Warto tutaj wspomnieć, że przetwarzanie stłuczki szklanej jest procesem, który można przeprowadzić w niższej temperaturze niż produkcję szkła z piasku kwarcowego. Mniejsza temperatura wytwarzania szkła z zebranych surowców wtórnych jest dodatkowym zyskiem ekonomicznym i ekologicznym. Szklane odpady, drobno zmielone, mogą też być stosowane do produkcji past czyszczących, mas ceramicznych, grysów wykorzystywanych w ogrodach a także włókien szklanych, szkła piankowego, a także mat i płyt izolacyjnych.

Zbiórka i recykling niektórych przedmiotów został nakazany prawem w randze ustawy. Jedną z ważniejszych jest ustawa o zużytym sprzęcie elektrycznym i elektronicznym. Ustawa ta obliuguje wszystkich sprzedających sprzęt elektryczny lub elektroniczny do zbierania urządzeń starych i zużytych oraz w dalszej kolejności poddawania ich recyklingowi. Od roku 2020, w Polsce funkcjonuje Baza Danych o Odpadach, w której cały obieg dokumentów związanych z gospodarką

odpadami, w tym składanie wniosków, prowadzenie ewidencji i składanie sprawozdań odbywa się elektronicznie, co jednocześnie ułatwia kontrolę systemu zbierania i przetwarzania zużytych urządzeń. Ponadto, od roku 2021, w UE funkcjonują przepisy, które nakazują nowe zasady projektowania sprzętu. Zapisy te nakazują aby urządzenia elektryczne i elektroniczne zużywały mniej energii i wody, co powinno zmniejszyć potrzeby gospodarstw domowych na te czynniki. Zużyty sprzęt elektryczny i elektroniczny wymaga określonego postępowania. W ustawie o zużytym sprzęcie elektrycznym i elektronicznym jest wykaz grup i rodzajów sprzętu elektrycznego i elektronicznego z podziałem na następujące grupy sprzętu:

1. Sprzęt działający na zasadzie wymiany temperatury, np. chłodziarki, zamrażarki, klimatyzacja, pompy ciepła.
2. Ekrany, monitory i sprzęt zawierający ekrany o powierzchni większej niż 100 cm<sup>2</sup>, np. ekrany, laptopy, notebooki, monitory, odbiorniki telewizyjne.
3. Lampy np. lampy fluorescencyjne, lampy sodowe, LED.
4. Sprzęt wielkogabarytowy, którego zewnętrzne wymiary przekraczają 50 cm, np. pralki, suszarki do odzieży, zmywarki, kuchenki, piekarniki elektryczne, elektryczne płyty grzejne, oprawy oświetleniowe, sprzęt muzyczny, sprzęt kopiujący, drukarki wielkogabarytowe, panele fotowoltaiczne.
5. Sprzęt małogabarytowy, którego zewnętrzne wymiary nie przekraczają 50 cm, np. odkurzacze, kuchenki mikrofalowe, żelazka, tostery, czajniki elektryczne, zegary, wagi, golarki elektryczne, sprzęt wideo, czujniki dymu.
6. Małogabarytowy sprzęt informatyczny i telekomunikacyjny, którego żaden z zewnętrznych wymiarów nie przekracza 50 cm, np. telefony komórkowe, GPS, kalkulatory kieszonkowe, routery, komputery osobiste, drukarki, telefony (rys. 3.10).

Grupy te zostały wydzielone ze względu na różne sposoby postępowania z takimi odpadami i ich przetwarzania. Na tych urządzeniach producenci zobowiązani są stosować znaki, które informują klientów o zakazie wyrzucania tego rodzaju wyrobów bezpośrednio do pojemników na śmieci. Urządzenia takie możemy bezpłatnie oddać w specjalnie zorganizowanych punktach, które zwykle nazywa się „rupieciarniami” lub czasami w sklepach przy zakupie nowego sprzętu. Można je też zostawiać przy altanach śmietnikowych w dni, w których firma zbierająca odpada informuje o takiej zbiórce (zwykle raz lub dwa razy w miesiącu). Wszyscy sprzedawcy sprzętu elektrycznego i elektronicznego rozliczani



Rysunek 3.10: Zużyty sprzęt elektroniczny przeznaczony do recyklingu

są z wykonania obowiązku osiągnięcia minimalnego rocznego poziomu zbierania zużytego sprzętu, poziomu odzysku oraz poziomu przygotowania do ponownego użycia i recyklingu zużytego sprzętu na koniec roku. Jeśli nie wywiążą się z tego obowiązku muszą wnieść określone opłaty, których wysokość jest naliczana i związana z wielkością sprzedaży artykułów elektrycznych. Opłaty w niesione przez tych sprzedawców przeznaczane są na organizowanie zbiórki oraz przetwarzanie zużytego sprzętu. Zbieraniem zużytego sprzętu i jego części, zajmują się duże sklepy, o powierzchni co najmniej 400 m<sup>2</sup>, przedsiębiorcy zajmujący się przetwarzaniem elektrośmieci oraz przedsiębiorstwa zbierające śmieci komunalne lub prowadzące punkty odbioru zużytego sprzętu. Naruszanie przepisów związanych ze zbiórką i przetwarzaniem zniszczonego sprzętu elektrycznego i elektronicznego jest karane wysokimi grzywnami pieniężnymi.

Innymi wyrobami, które są obowiązkowo zbierane to akumulatory i baterie oraz samochody. Zgodnie z zapisami ustawy o recyklingu pojazdów wycofanych z eksploatacji, od 2016 r., producenci i sprzedający pojazdy muszą mieć sieć zbierania starych pojazdów. Sieć budowana w Polsce musi mieć co najmniej trzy punkty odbioru i demontażu pojazdów w każdym województwie. Brak spełnienia takiego wymogu powoduje konieczność uiszczenia stosownych opłat na konto Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej. Samochody są produktem, który jest przetwarzany w największym stopniu - w UE ponad 95% samochodów podlega recyklingowi. Jest to proces popularny, ponieważ jest prosty i opłacalny. Samochody zbudowane są w większości ze stali i stopów innych metali, dlatego odzyskiwanie jest

efektywne i ekologiczne. W nowych autach wrasta procentowo udział stopów aluminiowych, które także są łatwo przetwarzane (rys. 3.11).



Rysunek 3.11: Auta przeznaczone do recyklingu

Należy jednak pamiętać, że samochody to produkt składający się z wielu różnych materiałów i w pierwszej kolejności należy starać się te wszystkie frakcje zebrać. Zaczynamy więc od olejów i płynów, oddzielamy gumę, szkło i części z tworzyw sztucznych, a następnie te frakcje przetwarzamy lub wysyłamy do specjalistycznych firm zajmujących się ich utylizacją. I tak ze starych opon samochodowych produkuje się mieszanki wzbogacające asfalt używany do budowy dróg, a drobne potłuczone szyby mogą służyć do produkcji np. betonu.

Wszystkie sprawne części auta, takie jak reflektory, lusterka, zderzaki lub inne części, które można wykorzystać ponownie wymontowuje się i przeznacza do sprzedaży. Następnie wymontowuje się resztę podzespołów: silnik, wnętrze, elementy zawieszenia, przeniesienia napędu, itp. W kolejnym kroku strzępiarka rozrywa auto na kawałki, które potem wyczyszczone ze strzępów innych materiałów są zgniatane w pakiety i odwożone do składnic złomu oraz hut.

Akumulatory i baterie galwaniczne należą do produktów, które po wykorzystaniu stają się odpadem niebezpiecznym dla środowiska i zdrowia ludzi. W swoim składzie zawierają ołów, kadm, rtęć, które to pierwiastki nawet w małych ilościach są szkodliwe i mogą powodować zachorowania. Tradycyjne akumulatory zawierają również kwas siarkowy, który także jest niebezpieczny dla środowiska. Substancje te,

dostając się do gleby i wody, powodują niebezpieczne skażenie, dlatego odpady te muszą być oddzielnie zbierane i nie mogą być zmieszane z odpadami komunalnymi. Obecnie na rynku w Polsce znajdują się w obrocie handlowym baterie używane najczęściej w latarkach, akumulatory niklowo-kadmowe używane w sprzęcie elektronicznym i tego samego typu, ale znacznie większe w autach o napędzie elektrycznym oraz akumulatory ołowiowe używane w autach z silnikiem spalinowym.

Ze zużytych akumulatorów ołowiowych, w procesach technologicznych, odzyskuje się ołów i kwas siarkowy. W akumulatorach niklowo-kadmowych, po otwarciu akumulatora, usuwa się elektrolit, części metalowe oraz oddziela się płyty żelazo-niklowe i żelazo-kadmowe. Elektrolit jest wykorzystywany do neutralizacji roztworów kwaśnych, natomiast części metalowe sprzedawane są na złom. Zbiórka zużytych ogniw w Polsce jest na bardzo dobrym poziomie. Według danych Eurostatu w 2018 r. w UE zebrano 88 tys. ton baterii, w Polsce – 10 706 ton, co klasuje nas na wysokim, trzecim miejscu, zaraz po Niemczech i Francji (rys. 3.12).



Rysunek 3.12: Zużyte baterie, które nie mogą trafić do odpadów komunalnych

### 3.5 Ochrona środowiska naturalnego

Jeśli chcemy chronić nasze środowisko naturalne musimy już wytworzone produkty użytkowe starać się wykorzystywać jak najdłużej, naprawiając je i remontując. Musimy zmieniać nasze przyzwyczajenia i przestać kupować nowe przedmioty, często znacznie wcześniej niż

przed okresem ich zużycia. Wynikające ze wskazań gospodarki o obiegu zamkniętym poszerzenie oferty towarów, których użytkowanie będzie znacznie wydłużone i jednocześnie likwidacja towarów jednorazowego użytku będzie zmniejszać popyt na nowe produkty. Odpowiedzialni producenci mogą te okoliczności wykorzystywać w inny sposób, szukając nowych źródeł zysku, np. tworząc sieć punktów remontowych, produkując więcej części zamiennych, jak również przetwarzając przedmioty, które straciły całkowicie wartość użytkową.

Jest wiele prostych sposobów, które stosowane masowo mogą przynieść zaskakująco duże efekty. Tworzenie stref zielonych wszędzie tam, gdzie do tej pory teren przynależący do przedsiębiorstwa nie był praktycznie wykorzystywany, stosowanie w produkcji surowców odnawialnych, czy wykorzystywanie energii pozyskiwanych z różnych źródeł odnawialnych (OZE), kompostowanie odpadów materii organicznej lub przekazywanie jej do kompostowania innej firmie to naprawdę niekosztowne i proste metody, które mogą pomóc w neutralizacji niekorzystnych zmian środowiskowych. Innym skutecznym sposobem jest optymalizowanie wykorzystania surowców i materiałów, energii, maszyn i urządzeń produkcyjnych. Daje to dodatkową korzyść dla przedsiębiorstw, gdyż jednocześnie ogranicza koszty produkcji i zwiększa jej efektywność. Zmniejszone zużycie materiałów i surowców do produkcji to również zmniejszenie ilości powstających odpadów poprodukcyjnych, co przeciwdziała zanieczyszczeniu otoczenia.

Kolejny sposób to wielokrotne używanie niektórych komponentów koniecznych w procesie produkcji lub procesach pomocniczych. Typowym przykładem takiego działania jest używanie wody w obiegu zamkniętym lub wielokrotne używanie opakowań lub palet transportowych. Podobnie można ponownie przekazywać do produkcji materiały z wadliwie wykonanych wyrobów, które nie mogą trafić do klienta. Powinno się w miarę możliwości wykorzystywać zregenerowane materiały i komponenty lub też szukać w otoczeniu firm, które mogą wykorzystać takie surowce w swojej produkcji i nawiązać z nimi współpracę.

My sami w postępowaniu codziennym również możemy przyczynić się do zmniejszenia problemów zaśmiecania naszej planety, nadmiernego zużycia jej surowców czy też zmian klimatycznych spowodowanych wzrostem temperatury. Wystarczy niewiele, trzeba wyłączyć zbędne oświetlenie, naprawić ciekący kran, więcej spacerować i jeździć rowerem niż samochodem. Ponadto można dbać o prawidłową selekcję odpadów, dzielić na różne frakcje i nie mieszać ich ze sobą, nie wrzucać do śmieci komunalnych odpadów niebezpiecznych. Na pewno macie

jeszcze wiele pomysłów jak pomóc naszej Ziemi, trzeba te pomysły realizować a wtedy uda nam się ochronić nasze zdrowie i środowisko, w którym żyjemy.

