

1 Poznajmy tworzywa sztuczne

» W dzisiejszych czasach tworzywa sztuczne są obecne wokół nas niemal wszędzie, czyniąc nasze życie bardziej czystym, bezpiecznym, wygodnym i przyjemnym.

Zastosowanie tworzyw sztucznych stale wzrasta, ponieważ w bardzo wielu przypadkach zastępują one takie materiały jak metal, drewno, papier, ceramika i szkło. Co więcej, w wielu zastosowaniach sprawdzają się tylko i wyłącznie tworzywa sztuczne.

Dobrym przykładem produktu, w którym coraz szerzej stosuje się tworzywa sztuczne, jest samochód. W ciągu minionych 20 lat zastosowanie tworzyw w samochodach wzrosło o ponad 114% i szacuje się, że bez tego materiału dzisiejsze samochody byłyby o ponad 200 kg cięższe. Taką oszczędność masy można było osiągnąć dzięki wykonaniu z plastiku takich części samochodu jak podwozie czy wał napędowy. Szacuje się, że przy średnim przebiegu 150 tys. km takie zmniejszenie masy samochodu powoduje oszczędność zużycia paliwa o około 750 l rocznie. W skali całej europejskiej oznacza to zmniejszenie

Ćwiczenie 1

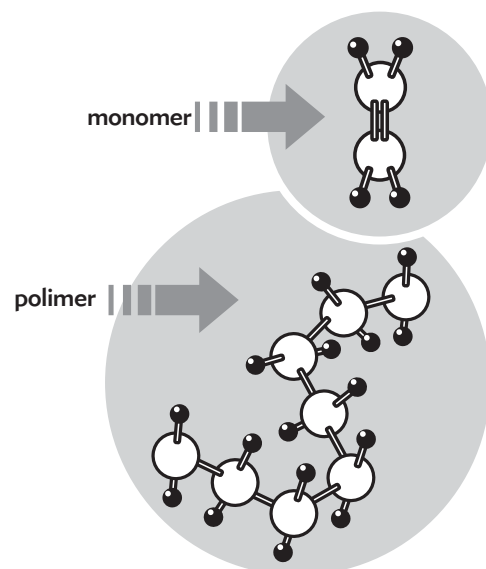
1 Wskaż co najmniej trzy przedmioty, które kilkanaście lat temu zrobione byłyby z innych materiałów, a obecnie wytwarza je się z tworzyw sztucznych.

2 Dla każdego przypadku oceń czy są jakieś oczywiste zalety tworzyw nad innymi materiałami. Podaj powody dla których wymienione przedmioty wykonuje się z obecnie tworzywa.

szczenia rocznego zużycia ropy naftowej o co najmniej 30 mln ton oraz redukcję emisji CO₂ o co najmniej 12 mln t.

Ale czym są tworzywa sztuczne? Dlaczego są tak użyteczne i tak bardzo rozpowszechnione? Dlaczego mają takie, a nie inne właściwości? Jaka jest ich chemiczna budowa?

Wiele przedmiotów, których używamy na co dzień, wytworzonych jest z polimerów. Polimery są to duże i długie cząsteczki zbudowane z mniejszych cząstek zwanych monomerami. Polimery mogą być naturalne lub syntetyczne.



Ćwiczenie 2

1 Przyjrzyj się typowemu współczesnemu samochodowi. Które jego części wykonane są z tworzyw sztucznych? Jak sądzisz jakie są zalety tworzyw sztucznych w porównaniu z innymi materiałami? Zwróć uwagę na:

- » bezpieczeństwo
- » ekonomiczne użytkowanie
- » kształt
- » kolor
- » cenę



2 Można oszacować, że samochód ważący 1000 kg, który zawiera 100 kg elementów z tworzyw sztucznych będzie zużywał o 4% mniej paliwa niż samochód wykonany z tradycyjnych materiałów. Jeśli samochód zużywa rocznie 2000 litrów paliwa, średnio po 4 zł za litr, policz ile można zaoszczędzić dzięki zastosowaniu tworzyw sztucznych?

Naturalne polimery powszechnie występują w świecie roślin i zwierząt. Wiele żywych tkanek zbudowanych jest z polimerów – np. białka zwierzęce i węglowodany roślinne. Podobnie jak znaczna część naszego jedzenia – polimerami są włókna (obecne w korzeniach), ziarna czy mięso. Także niektóre materiały pozyskiwane z roślin lub zwierząt oparte są na polimerach. Przeważnie są to włókna, które następnie człowiek przetwarza produkując nici czy tkaniny.

Syntetyczne polimery w przeważającej części produkowane są z ropy naftowej. W rafinerii w trakcie przeróbki ropy naftowej otrzymuje się chemikalia bazowe zwane monomerami, które następnie przekształcane są w polimery. Część polimerów ma postać stałą, inne wytwarzane są w postaci włókien, często także w zależności od sposobu dalszego przetwarzania polimeru stały materiał można przekształcić we włókno.

Trochę historii...

U progu XXI wieku wydaje się oczywiste to, że tworzywa sztuczne stały się integralną otaczającą nas rzeczywistością. Począwszy od zapakowanych produktów, które kupujemy, poprzez środki transportu, z których korzystamy i budynki, w których mieszkamy i pracujemy aż do sprzętu sportowego i zaawansowanych technologii medycznych, które pomagają nam utrzymać dobrą formę i zdrowie widzimy, że tworzywa sztuczne stały się nie do zastąpienia.

Pierwsze produkty z tworzywa sztucznego wykonano w 1862 r. z materiału pochodzenia roślinnego. Z włókien celulozowych (w postaci przędzy) w reakcji z kwasem nitrylowym otrzymywano octan celulozy („Celuloid”), z którego wyrabiano ozdoby, uchwyty noży, pudełka, mankiety, kołnierzyki i taśmy filmowe.

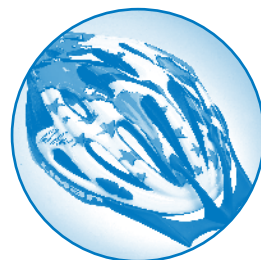
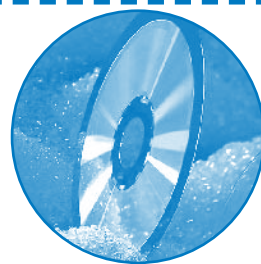
W 1909 odkryto nowe źródło surowców do produkcji tworzyw sztucznych - smołę węglową. Otrzymywano z niej tzw. bakelit – tworzywo stosowane w elementach izolacji elektrycznej, w obudowach aparatów fotograficznych, czy pierwszych odbiorników radiowych a nawet w biżuterii.

Na początku minionego stulecia chemicy zaczęli rozumieć mechanizmy reakcji powstawania polimerów, toteż prace nad otrzymywaniem nowych materiałów polimerowych gwałtownie przyspieszyły. W latach 30. XX wieku rozpoczęła się produkcja syntetycznych polimerów na bazie chemikaliów otrzymywanych z ropy naftowej. Powstały takie tworzywa jak polistyren, polimery akrylowe

Ćwiczenie 3

1 Przyjrzyj się przedmiotom wykonanym z syntetycznych polimerów. Spróbuj ocenić, która z tych rzeczy wykonana jest z tworzywa sztucznego w postaci stałej, a która z włókna.

O tym czy tworzywo sztuczne ma postać ciała stałego czy przędzy zależy tylko od tego, w jaki sposób produkuje się ten polimer. Dla uproszczenia określenie „tworzywa sztuczne” oznaczać będzie wszystkie takie materiały.



czy polichlorek winylu, jednak dość powoli znajdowano dla nich konkretne zastosowania. Nylon odkryty w 1928 roku wszedł do produkcji pod koniec lat 30. Produkowano go w postaci długich włókien, z których po uprzedzeniu produkowano tkaniny i dzianiny. W latach 40. wzrosła produkcja i przetwarzanie takich tworzyw sztucznych jak: polietylen małej gęstości, poliuretany, polichlorek winylu (PVC), politetrafluoroetylen (PTFE, zwany popularnie teflonem, choć jest to nazwa zastrzeżona dla produktu firmy DuPont, która wynalazła to tworzywo), poliestry, silikon i żywice epoksydowe. W latach 50. do grupy tworzyw produkowanych na wielką skalę dołączyły poliwęglany a w latach 60. polietylen dużej gęstości i polipropylen.

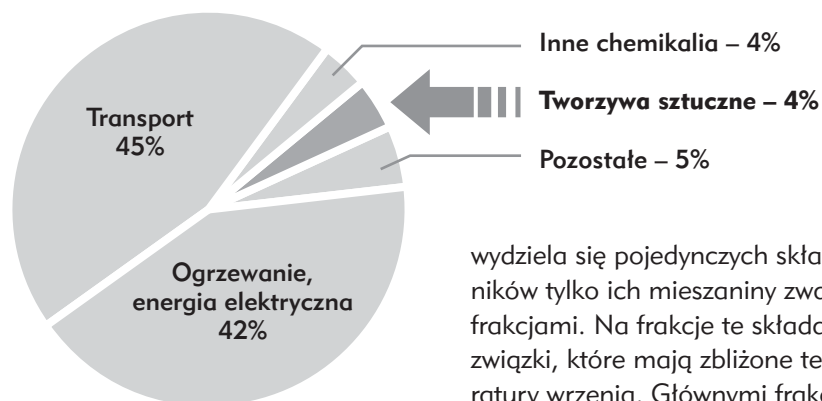
Pierwsze tworzywa tzw. „trzeciej generacji”, czyli zbudowane w oparciu o dotychczasowe zdobycze nauki, powstały niespełna 40 lat temu. Znalazły się wśród nich między innymi nowe poliamidy oraz poliacetale. Intensywny rozwój branży, który rozpoczął się latach 70. minionego stulecia przez lata 80. i 90. doprowadził do

powstania nowych polimerów projektowanych i otrzymywanych w sposób kontrolowany, po to aby osiągnąć konkretne cele i funkcje użytkowe wytwarzanych z nich wyrobów. Dodatkowo rozwój w dziedzinie katalizatorów reakcji polimeryzacji umożliwił coraz lepszą kontrolę nad budową otrzymywanego polimeru i jego oczekiwanymi własnościami. Na przykład nowa generacja tzw. katalizatorów metallocenowych pozwoliła na otrzymanie znacznie mocniejszych i bardziej przezroczystych folii polietylenowych, choć wyprodukowanych z mniejszej ilości surowca.

Obecnie produkuje się ponad 700 rodzajów tworzyw sztucznych, które można podzielić na 18 rodzin polimerowych. Z łatwodostępnych, różnorodnych i ekonomicznych w produkcji tworzyw sztucznych wytwarza się zarówno produkty zaawansowane technologicznie (hi-tech), jak i wyroby codziennego użytku. Regularne badania konsumenckie pokazują, że większość pozytywnych cech kojarzonych z tworzywami sztucznymi związanych jest z produktami hi-tech.

2 surowce

Podstawowym surowcem, z którego produkuje się polimery, jest ropa naftowa, będąca mieszaniną złożoną z bardzo wielu substancji. Około 4% światowego wydobycia ropy naftowej wykorzystywane jest do produkcji tworzyw sztucznych.



Składniki ropy naftowej mają różną masę, mają więc różne temperatury wrzenia. Można je rozdzielić w procesie zwanym destylacją frakcyjną (patrz rysunek), w którym jednak nie

wydziela się pojedynczych składników tylko ich mieszaniny zwane frakcjami. Na frakcje te składają się związki, które mają zbliżone temperatury wrzenia. Głównymi frakcjami, które są dalej przerabiane, aby można było otrzymać z nich kolejne produkty (m.in. tworzywa sztuczne) są benzyna ciężka i olej napędowy. Poddaje się je chemicznym przekształceniom, w wyniku których po-

wstają przydatne związki o różnych temperaturach topnienia i wrzenia i o różnych właściwościach chemicznych. Są dwa rodzaje takich procesów chemicznego przekształcania:

Kraking

Podczas krakingu cząsteczki większe rozpadają się na mniejsze – bardziej przydatne i bardziej wartościowe. Na przykład w wyniku krakingu frakcji o bardzo wysokiej temperaturze powstają benzyna i olej napędowy. Większość procesów krakowania zachodzi pod wpływem ciepła i odpowiednich katalizatorów.

Ćwiczenie 1

Większość substancji zawartych w ropie naftowej to węglowodory czyli związki zawierające jedynie atomy węgla i wodoru. Na rysunkach przedstawione są przykłady związków chemicznych otrzymywanych z ropy naftowej.

Na rysunku (a) przedstawiona jest struktura chemiczna etylenu (etenu).

1 Przedstaw wzór każdego ze związków w następującej formie

$\text{CH}_2=\text{CH}_2$ To jest wzór strukturalny etylenu

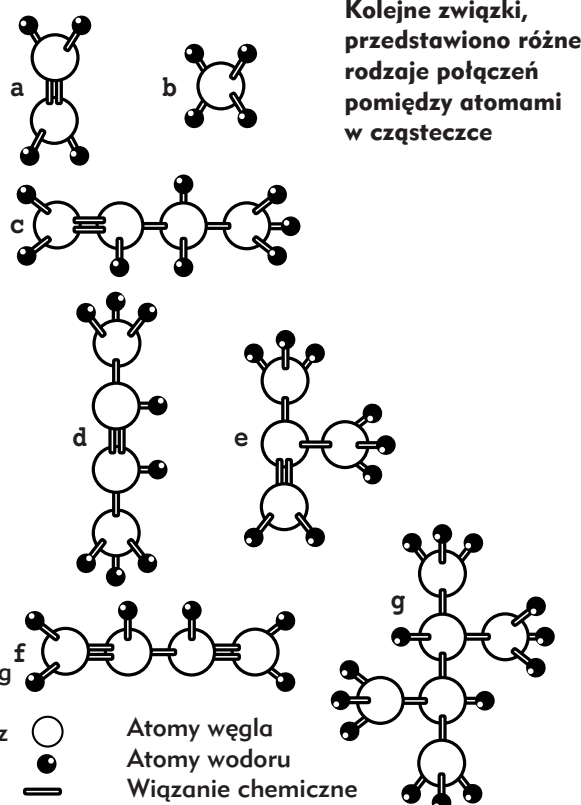
2 Następnie napisz wzór związku w takiej formie C_2H_4 To jest wzór cząsteczkowy etylenu

Masa cząsteczki zależy od ilości zawartych w niej atomów węgla i wodoru. Masa węgla wynosi 12 jednostek, masa wodoru – 1.

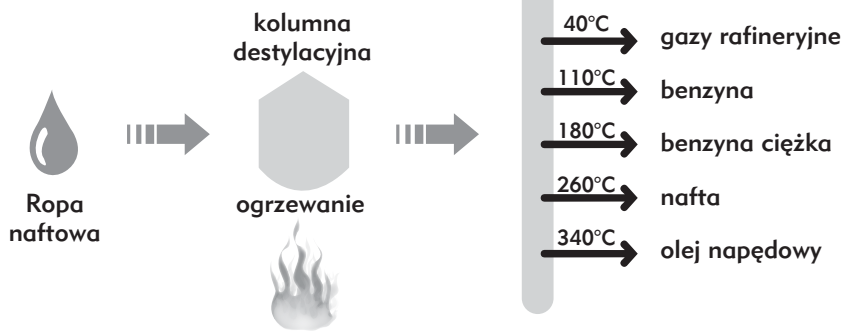
Np. masa etanu C_2H_6 wynosi więc $[2 \times 12] + [6 \times 1] = 30$

3 Policz masy cząsteczek przedstawionych na rysunkach b-g

4 Wiedząc, że temperatura wrzenia cząsteczki wzrasta wraz ze wzrostem jej masy uszereguj związki wg wzrastającej temperatury wrzenia.



Opis destylacji frakcyjnej ropy naftowej



W ostatnich latach wytwarzanie polimerów stało się procesem bardzo zaawansowanym technologicznie, ponieważ naukowcy cały czas tworzą nowe materiały polimerowe, spełniające ściśle określone oczekiwania. Na przykład dzięki nowym katalizatorom, tzw. katalizatorom metalocenowym, możemy mieć kontrolę nad tym, w jaki sposób łączą się cząsteczki monomerów i otrzymać polimery o określonej, regularnej budowie. Dzięki temu nowy polimer może być np. mocniejszy i bardziej przezroczysty.

Reforming

Podczas reformingu zmienia się wewnętrzna struktura cząsteczki i powstają bardziej użyteczne substancje a więc i o większej wartości. Poprzez zmianę warunków – takich jak temperatura, ciśnienie czy katalizator – procesy krakingu i reformingu można odpowiednio kontrolować, aby można było otrzymywać mieszaniny takich produktów, które w danym okresie są najbardziej poszukiwane.

Benzyna ciężka to mieszanina węglowodorów $C_6 - C_{10}$, czyli zawierających w cząsteczce od 6 do 10 atomów węgla. W procesie krakingu frakcja ta jest mieszana z parą wodną i podgrzewana do temperatury $800^{\circ}C$, a następnie gwałtownie schładzana do temperatury $400^{\circ}C$. W wyniku zachodzących przemian chemicznych powstaje mieszanina mniejszych cząsteczek, które zawierają od 2 do 4 atomów węgla oraz wiązanie podwójne ($-C=C-$), takich jak np. eten czy propen.

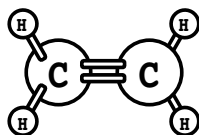
Te proste związki chemiczne nazywane są często chemikaliami podstawowymi (lub bazowymi), a niektóre z nich pokazane są w ćwiczeniu 1.

Chemikalia bazowe są to małe cząsteczki chemiczne zawierające od 2 do 7 atomów węgla. To właśnie te związki są „monomerami”, z których produkuje się polimery. Małe cząsteczki monomerów reagują ze sobą tworząc polimer – łańcuch cząsteczek połączonych ze sobą jak spinacze biurowe.

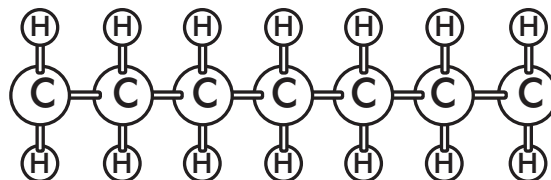
Aby „zmusić” cząsteczki do reagowania ze sobą do reaktora, w którym zachodzi polimeryzacja dodaje się niewielkie ilości odpowiedniego katalizatora.

Ćwiczenie 2

1 Jednym z najprostszych polimerów syntetycznych jest polietylen. Produkowany jest z etylenu.



Struktura etylenu



Struktura polietylenu

Wymień różnice strukturalne pomiędzy tymi dwoma cząsteczkami.

2 Monomery reagują ze sobą w ten sposób, że jeden koniec cząsteczki łączy się z końcem następczej cząsteczki. Tak powstaje łańcuch polimerowy. Można to porównać do grupy dzieci, które najpierw wyciągają do siebie ręce, a następnie podają je sąsiadowi, tworząc łańcuch. Narysuj, jak ty wyobrażasz sobie powstawanie łańcucha polimerowego.

Monomer	Polimer
↓	↓
Reaktywny (łatwo reaguje)	Niereaktywny (reaguje, jeśli w ogóle, bardzo trudno)
↓	↓
Mało atomów węgla w cząsteczce	Bardzo dużo atomów węgla w cząsteczce
↓	↓
Zwykle gaz lub ciecz	Zawsze ciało stałe
↓	↓
Związek raczej tani i łatwy w produkcji, mało wykorzystywany w postaci pierwotnej	Poszukiwany i chętnie kupowany, zwłaszcza w postaci produktu końcowego

3 polimery i ich przetwórstwo

Osiem najważniejszych polimerów produkowanych jest z tylko trzech substancji podstawowych otrzymywanych z ropy naftowej

Etylen C_2H_4

- › polimeryzacja – powstaje polietylen dużej gęstości (HDPE, ang. *High Density PolyEthylene*), polietylen małej gęstości (LDPE, ang. *Low Density PolyEthylene*) lub liniowy polietylen małej gęstości (LLDPE, ang. *Linear Low Density PolyEthylene*)
- › w reakcji z chlorem tworzy chloroetylen, z którego w procesie polimeryzacji powstaje polichlorek winylu (PVC, ang. *Polivinył Chloride*)
- › w reakcji z benzenem tworzy styren, z którego w procesie polimeryzacji powstaje polistyren (PS, ang. *PoliStyrene*)
- › w reakcji z tlenem tworzy tlenek etylenu, z którego w dalszych reakcjach i procesie polimeryzacji otrzymuje się politereftalan etylenu (PET, ang. *PolyEthylene PoliTerephthalate*)

Propylen C_3H_6

- › Polimeryzacja – powstaje polipropylen (PP, ang. *PolyPropylene*)
- › W reakcji z tlenem powstaje tlenek propylenu, z którego w dalszych reakcjach i procesie polimeryzacji powstają poliuretany (PU, ang. *PolyUrethanes*).
- › Etylen i propylen mogą być polimeryzowane razem. Powstaje wówczas elastyczny polimer, o właściwościach podobnych do gumy, który dodany do czystego polipropylenu zwiększa jego wytrzymałość.

Butadien C_4H_6

- › Polimeryzuje z utworzeniem syntetycznej gumy

Chociaż jest tak wiele różnych rodzajów polimerów, można je podzielić na dwie zasadnicze grupy:

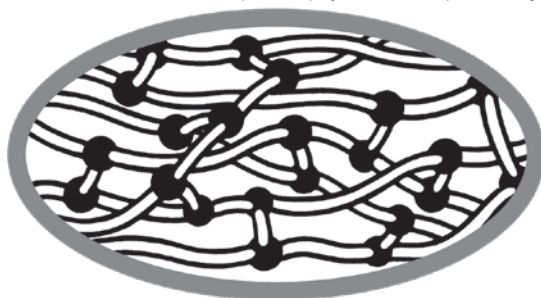
Polimery, które pod wpływem ciepła mięknią,
a schłodzone twardnieją (sztywnieją)



- › Polimery takie nazywane są termoplastami, ponieważ zachowują one swoje plastyczne właściwości
- › Cząsteczki polimerowe składają się z długich łańcuchów, które **słabo** oddziałują ze sobą.
- › Powstające wiązania pomiędzy łańcuchami są tak słabe, że mogą być łatwo przerwane kiedy tworzywo jest ogrzewane
- › Tworzywo może być formowane w różne kształty
- › Po schłodzeniu tworzywo zachowuje nadany kształt, ponieważ odtwarzają się słabe wiązania pomiędzy łańcuchami

- › **Podczas ogrzewania polimerów termoplastycznych** tworzywo staje się bardziej elastyczne. Nie tworzą się wiązania poprzeczne i łańcuchy polimerowe mogą się swobodnie przesuwać względem siebie. Polimery termoutwardzalne nie mięknią podczas ogrzewania, ponieważ łańcuchy polimerowe są połączone między sobą wiązaniami poprzecznymi (są usieciowane) i tworzywo pozostaje sztywne.

Polimery, które po uformowaniu pozostają
twarde - nie mięknią pod wpływem temperatury



- › Polimery takie nazywane są polimerami termoutwardzalnymi (duroplastami), ponieważ nie zmieniają raz nadanego im kształtu
- › Cząsteczki takich polimerów składają się z długich łańcuchów, które **bardzo silnie** oddziałują ze sobą
- › Bardzo silne wiązania pomiędzy łańcuchami nie mogą być przerwane podczas ogrzewania.
- › Tworzywo termoutwardzalne zawsze zachowuje wcześniej nadany kształt

Wiadomo, że wiązania chemiczne obecne w polimerze będą wpływały na jego właściwości.

Większość tworzyw sztucznych wytwarzanych bezpośrednio z chemicznych związków podstawowych pochodzących z ropy naftowej to termoplasty

Przykłady termoplastów to polietylen (HDPE, LDPE, LLDPE), polipropylen (PP), polistyren (PS), politerftalan etylenu (PET) oraz polichlorek winylu (PVC)

Typowymi przykładami tworzyw termoutwardzalnych są polimery na bazie formaldehydu (pierwszym tworzywem z tej grupy był Bakelit)

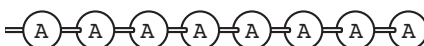
Inne tworzywa termoutwardzalne: żywica melaminowoformaldehydowa (MF), żywica mocznikowoformaldehydowa (UF), żywica fenolowoformaldehydowa (PF), poliuretan (PU)

Kleje epoksydowe to także tworzywa termoutwardzalne.

Są dwa sposoby tworzenia łańcuchów polimerowych:

Reakcje addycji

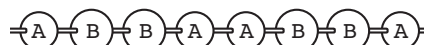
Polimer powstaje z jednego monomeru, np. monomer AA + monomer AA tworzy polimer



W reakcjach addycji łańcuchy polimerowe powstają z wielu małych cząsteczek tego samego rodzaju. Cząsteczka monomeru zawsze zawiera podwójne wiązanie węgiel-węgiel. Większość tworzyw termoplastycznych otrzymywanych z ropy naftowej to polimery addycyjne, np. polietylen, polipropylen, polistyren.

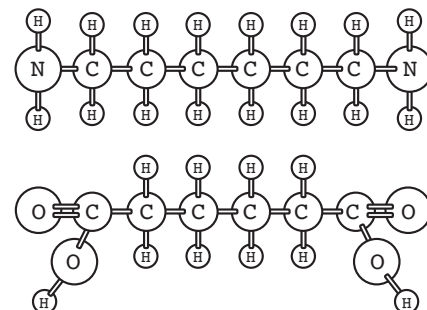
Reakcje kondensacji

Polimer powstaje z dwóch różnych monomerów, np. monomer AA + monomer BB tworzy polimer



W reakcjach kondensacji polimer powstaje z wielu małych cząsteczek dwóch rodzajów. Podczas reakcji powstają także inne małe cząsteczki, jak np. woda, które są usuwane ze środowiska reakcji. Wszystkie tworzywa termoutwardzalne, jak np. tworzywa na bazie formaldehydu czy żywice epoksydowe, są polimerami kondensacyjnymi.

Także niektóre polimery termoplastyczne są polimerami kondensacyjnymi. Nylon oraz tereftalan polietylenu (PET) to przykłady takich polimerów. Nylon należy do grupy tworzyw zwanych poliamidami. Poliamidy powstają w procesie kondensacji z następujących monomerów:



Ćwiczenie 1

1 Napisz wzór cząsteczkowy każdego z powyższych związków w następującej formie: $\text{C}_x\text{H}_y\text{N}_z$ oraz $\text{C}_x\text{H}_y\text{O}_z$

W pierwszym etapie polimeryzacji związki te reagują ze sobą tworząc dimer. W reakcji kondensacji powstaje także cząsteczka wody – H_2O , która utworzona jest z atomu wodoru pochodzącego z grupy NH_2 oraz grupy OH pochodzącej z grupy kwasowej COOH .

2 Narysuj wzór tego dimeru

3 Napisz wzór dimeru w formie $\text{C}_x\text{H}_y\text{O}_z\text{N}_w$

W tabeli pokazane są najważniejsze tworzywa sztuczne i niektóre ich zastosowania

TWORZYWO SZTUCZNE	ZASTOSOWANIA		
Polietylen dużej gęstości HDPE	Pojemniki na śmieci	Butelki	Rury
Polietylen małej gęstości LDPE	Torby i worki	Worki na śmieci	Butelki na detergenty (z które można ścisnąć)
Polipropylen PP	Pudełka na margarynę i opakowania do żywności	Meble ogrodowe, skrzynki, walizki	Telefony Zderzaki samochodowe
Polistyren PS	Pojemniki na żywność	Komputery	Kasety audio-wideo
Polichlorek winylu PVC	Woreczki na krew	Karty kredytowe	Ramy okienne, rury
Terftalan polietylenu PET	Butelki na napoje	Odporne na wysoką temperaturę naczynia kuchenne	Wypełnienia śpiworów i kołder
Poliuretan	Tapicerka	Podeszwy butów sportowych	Kółka rolek
Poliakrylany (np. plexi)	Kurki kranów w łazience i kuchni	Okulary ochronne	Oslony reflektorów samochodowych
Poliwęglany	Płyty CD	Światła przednie samochodów	Hełmy strażackie

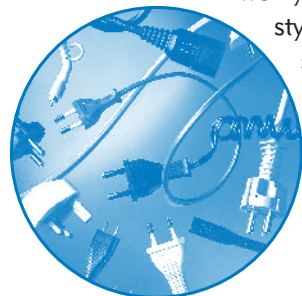
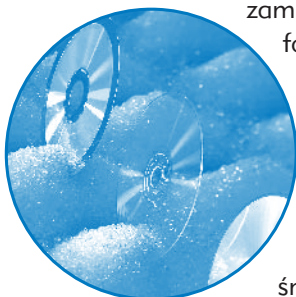
Materiały polimerowe, z których wytwarza się rozmaite produkty mają bardzo różne właściwości. Jedne są odporne na wysokie ciśnienie i bardzo wysoką temperaturę, inne na wilgoć i niekorzystne czynniki atmosferyczne. To samo tworzywo sztuczne może mieć różne formy, a wykonane z niego wyroby mogą być sztywne lub giętkie – w zależności od tego gdzie będą stosowane.

Wyroby z tworzyw sztucznych produkuje się w procesie przetwórstwa. Poniżej przedstawiamy siedem głównych metod przetwórstwa oraz typowe produkty produkowane każdą z nich.

1. Formowanie metodą wtryskową

Tworzywo jest najpierw ogrzewane w specjalnym cylindrze, aby stało się miękkie i plastyczne, a następnie wtryskiwane pod ciśnieniem do zamkniętej zimnej formy.

Tak produkuje się np. pojemniki, pokrywy, szczoteczki do zębów, skrzynki, płytki CD.



Tworzywo w stanie plastycznym umieszcza się w formie, a następnie poddaje działaniu ciśnienia, w wyniku

czego tworzywo przyjmuje kształt formy. W ten sposób wytwarza się gniazda i wtyczki elektryczne.

3. Wytłaczanie z rozdmuchem

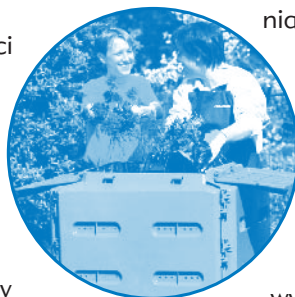


Tworzywo w stanie plastycznym jest rozdmuchiwane wewnątrz formy za pomocą sprężonego powietrza lub pary wodnej. Tak produkuje się np. butelki, pojemniki.

4. Formowanie rotacyjne

Tworzywo w postaci proszku lub pasty jest ogrzewane wewnątrz zamkniętej

formy, która się obraca dopóki ściany formy nie pokryją się równomierną warstwą polimeru. Tak produkuje się duże zbiorniki jak np. kubły na śmieci, zbiorniki paliwa, beczki.

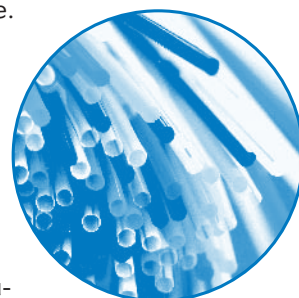


6. Wytłaczanie i powlekanie

Tworzywo jest ogrzewane, następnie sprężane i wytłaczane przez głowicę (czyli specjalną szczelinę) o określonym kształcie.

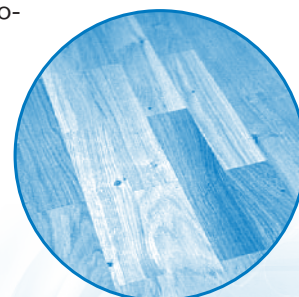
W wariacie powlekania tworzywo oraz powlekany materiał

(papier, aluminium, inne tworzywo) podawane są razem na specjalne wałki, pomiędzy których wychodzi materiał powleczony cienką warstwą tworzywa. W ten sposób produkuje się rury, kable, opakowania do żywności i napojów.



7. Kalandrowanie

Tworzywo w stanie plastycznym podawane jest pomiędzy systemem wałków, pomiędzy których wychodzi w postaci cienkich arkuszy. Tak produkuje się płyty, panele, dachówki.



2. Formowanie metodą prasowania

Tworzywo w stanie plastycznym jest wtlaczane do formy w kształcie tuby, w której jest następnie rozdmuchiwane za pomocą powietrza. Utworzony foliowy rękaw jest następnie zgrzewany lub przycinany do żądanej wielkości. W ten sposób produkuje się torebki i folie.

4 Właściwości tworzyw sztucznych

» W dzisiejszych czasach tworzywa sztuczne są źródłem wielu rozwiązań korzystnych z ekologicznego i ekonomicznego punktu widzenia.

Wiele gałęzi przemysłu, szczególnie tych, które wykorzystują zaawansowane technologie, jak kosmonautyka, medycyna, informatyka czy technologie informacyjne, szybko rozwija się dzięki nowym materiałom polimerowym i wykorzystaniu ich w nowoczesnych rozwiązaniach technologicznych i nowoczesnym wzornictwie.

Co więcej bardzo często tworzywa sztuczne mają przewagę nad tradycyjnymi materiałami, a wiele nowych rozwiązań nie byłoby możliwych bez tworzyw sztucznych. Pomyślcie o ubraniach, które nosimy, o domach, w których mieszkamy i sposobach podróżowania. A co z zabawkami, którymi się bawimy, telewizją, którą oglądamy, komputerami, których używamy czy płytami CD, których słuchamy? Przedmioty z tworzyw sztucznych są integralną częścią większości naszych codziennych czynności i sytuacji, w których się znajdujemy: gdy robimy zakupy, gdy jesteśmy operowani w szpitalu lub gdy codziennie myjemy zęby.

Dlaczego przedmioty z tworzyw sztucznych są tak powszechne w naszym codziennym życiu? Dlatego, że:

- » są bezpieczne i higieniczne
- » są wszechstronne i wytrzymałe
- » są lekkie, tanie i wygodne
- » mają dobre właściwości izolacyjne
- » można nadawać im dowolne kształty
- » można je wielokrotnie używać
- » sprzyjają innowacyjności

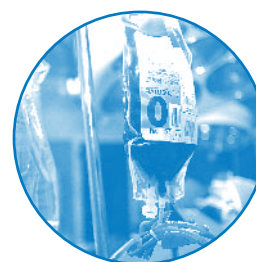
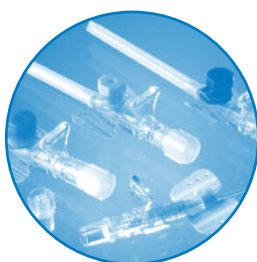
Bezpieczne i higieniczne

Ćwiczenie 1

1 Tworzywa sztuczne zwykle nie przewodzą elektryczności. Pomyśl na ile sposobów właściwość ta wykorzystywana jest w twoim otoczeniu (w domu i w miejscu pracy)

2 Wiele opakowań z tworzyw sztucznych przeznaczonych do żywności jest przezroczyste. W jaki sposób zwiększa to bezpieczeństwo żywności?

3 Wyroby z tworzyw sztucznych są powszechnie stosowane w szpitalach. Spójrz na poniższe zdjęcia. Jakie widzisz konkretne zalety przedstawionych zastosowań tworzyw sztucznych? Pomyśl o korzyściach jakie przynosi to, że produkcja tych wyrobów nie jest kosztowna.



4 Wymień przedmioty z tworzyw sztucznych, które mogą być niebezpieczne dla ludzi lub zwierząt, jeżeli zostaną nieprawidłowo użyte lub nieodpowiedzialnie wyrzucone.

5 Niektóre z tworzyw sztucznych są odporne na bardzo wysoką temperaturę. Gdzie można wykorzystać tę właściwość?

6 Niektóre z tworzyw sztucznych są wodoodporne i odporne na chemikalia. Pomyśl, w jaki sposób właściwości te mogą być przydatne dla ludzi.

Ćwiczenie 2

- 1 W krajach rozwijających się od 30 do 50% żywności marnuje się zanim dotrze do konsumenta. W krajach europejskich straty te wynoszą jedynie od 2 do 5%, a to w dużej części dzięki opakowaniom z tworzyw sztucznych. Jakie mogą być inne przyczyny tak dużej różnicy?
- 2 Rozejrzyj się wokół siebie: w domu, w kuchni i łazience lub w sklepie. Znajdź jak najwięcej przykładów sytuacji, w których tworzywa sztuczne przyczyniają się do bezpiecznego użytkowania przedmiotów.
- 3 Opakowania z tworzyw sztucznych, mimo że stanowią jedynie 17% wszystkich opakowań (w skali europejskiej) stosowane są dla ponad 50% wyrobów konsumpcyjnych na rynku. Przyjrzyj się obrazkom obok i pomyśl o żywności, którą ty kupujesz. Sporządź listę rodzajów opakowań do żywności. Weź pod uwagę to w jaki sposób kształt opakowania wpływa na sposób zabezpieczenia zawartości.



- 4 Styropian (czyli spieniony polistyren) to zamienny z kartonem materiał na opakowania ochronne (dodatkowo zabezpieczające zawartość). Zaprojektuj doświadczenie, w którym porównasz te dwa materiały przy pakowaniu ostrych przedmiotów, takich jak np. śrubokręty. Weź pod uwagę ilość materiału, której musisz użyć. Przedyskutujcie swoje pomysły zanim przeprowadzicie doświadczenie.
- 5 Folia pęcherzykowa (bąbelkowa) jest szeroko stosowana do zabezpieczania delikatnych przedmiotów, takich jak np. porcelana. Jak wydajna jest to ochrona? Zaprojektuj doświadczenie, w którym porównasz stopień zabezpieczenia skorupki jajka ugotowanego na twardo w zależności od ilości użytej folii bąbelkowej. Zacznij od zastanowienia się, w jaki sposób przeprowadzisz doświadczenie.

Lekkie, tanie i wygodne

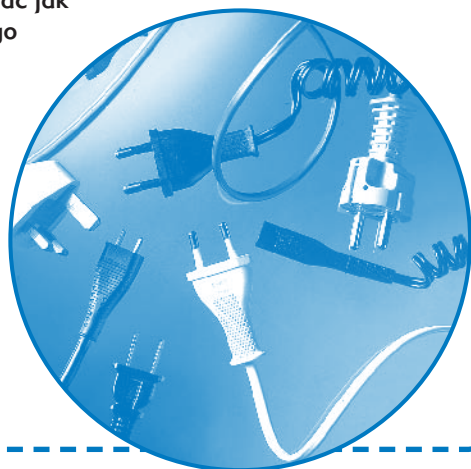
Ćwiczenie 3

- 1 Podaj przyczyny, dla których stosowanie butelek plastikowych w samolocie pozwala rocznie oszczędzić 50 tys. zł kosztów utrzymania samolotu.
- 2 Co jeszcze musisz wiedzieć o butelkach z tworzywa, żeby ocenić czy rzeczywiste oszczędności wyniosą 50 tys. zł? Wytłumacz, dlaczego koszty te mogą być większe lub mniejsze.
- 3 Porównaj napoje w opakowaniach z tworzywa, szkła, metalu i kartonu, biorąc pod uwagę masę całkowitą i masę napoju wewnątrz opakowania. Narysuj następujący wykres: masa opakowania w stosunku do masy całkowitej (w procentach) w zależności od rodzaju opakowania.
- 4 Porównaj cztery materiały opakowaniowe (tworzywo, szkło, metal i karton) wymieniając ich zalety i wady.
- 5 Podsumuj wady i zalety tworzyw sztucznych jako materiałów, z których wykonuje się pojemniki. Weź pod uwagę oszczędności energii, ilość surowca potrzebnego do wyprodukowania opakowania i inne czynniki wpływu na środowisko, takie jak zanieczyszczenia, ilość odpadów oraz wpływ na nasze życie.

Ćwiczenie 4

1 Z tworzyw sztucznych produkuje się jednorazowe filiżanki i kubki zarówno do użytku domowego, jak i do automatów. Wiedząc, że różne materiały polimerowe w różny sposób przewodzą ciepło, zaprojektuj doświadczenie, w którym będziesz mógł zaobserwować jak szybko stygnie gorąca woda w zależności od rodzaju materiału, z którego wykonane jest naczynie. Użyj kubeczków ze spienionego polistyrenu, cienkościennego kubeczka plastikowego oraz kubeczka papierowego. Do tego doświadczenia będziesz potrzebował kubeczków, termometru i stopera. Zastanów się, jak rzetelnie przeprowadzić doświadczenie.

2 Tworzywa sztuczne zwykle słabo przewodzą prąd elektryczny. Rozejrzyj się wokół siebie w domu i wymień miejsca, gdzie tworzywa użyte są w urządzeniach zasilanych elektrycznie. Spróbuj cofnąć się w czasie i wyobrazić sobie z czego wcześniej wykonywano te przedmioty. Sprawdź, czy potrafisz wymienić materiały, które zostały zastąpione przez tworzywa sztuczne.



Łatwe do kształtowania

Cechy użytkowe wyrobów z tworzyw sztucznych są nieco inne niż polimeru podstawowego, z którego je wykonano. Aby uzyskać oczekiwane właściwości tworzywa podczas jego przetworstwa dodaje się różnego rodzaju dodatki - substancje pomocnicze. To one właśnie są „projektantami” materiału polimerowego, dzięki czemu gotowy produkt będzie miał dokładnie takie cechy, jakich oczekujemy.

Wśród dodatków tych są:

- ▶ Barwniki – nadają wyrobom kolor
- ▶ Modyfikatory udarności – powodują, że wyroby nie pękają i nie łamią się, gdy zostaną uderzone lub przewrócone
- ▶ Antystatki – zmniejszają ilość kurzu i brudu osiadającego na plastiku ze względu na przyciąganie elektrostatyczne
- ▶ Pochłaniacze UV – zapobiegają rozpadowi tworzywa pod wpływem światła
- ▶ Uniepalniacze – zmniejszają palność wyrobu
- ▶ Filtry mineralne – zwiększają sztywność wyrobu i poprawiają właściwości elektroizolacyjne. W tym celu stosuje się przede wszystkim talk, kredę i glinę.

- ▶ Substancje spieniające – związki, które w wysokiej temperaturze (powyżej 200°C) rozkładają się z wydzieleniem gazów, takich jak azot lub dwutlenek węgla. Jeżeli proces ten zajdzie wewnątrz przetwarzanej masy tworzywowej powstanie pianka.
- ▶ Przeciwdutleniające – szeroko stosowane po to, aby przedłużyć cykl życiowy wyrobów z tworzyw sztucznych, zapobiegają bowiem reakcjom z tlenem prowadzącym do degradacji łańcuchów polimerowych.

Wspierające innowacyjność

W czasie swojej historii tworzywa sztuczne umożliwiły projektantom udoskonalenie istniejących oraz stworzenie nowych produktów, co podniosło jakość naszego życia i ograniczyło wpływ na środowisko.

W każdej dziedzinie życia czerpiemy korzyści z tych innowacji. Na przykład większa - dzięki nowo-

czesnym materiałom polimerowym - wytrzymałość sprzętu sportowego pozwala sportowcom pobijać kolejne rekordy. W medycynie tworzywa sztuczne nie tylko zastępują tradycyjne materiały w częściach garderoby czy produktach poprawiających higienę i bezpieczeństwo. Umożliwiły także przełom w wielu gałęziach medycyny, np. w mikrochirurgii czy ortopedii.



Ćwiczenie 5

Zobacz co dzieje się z wyrobami z tworzyw sztucznych, które przynosimy do domu. Jak wiele z nich używamy wielokrotnie i do czego służą te przedmioty? Których przedmiotów pozbywamy się i w jaki sposób? Które mogą być powtórnie użyte, a które są wyrzucane? Dlaczego?

Technologie informacyjne przeszły prawdziwą rewolucję w ostatniej dekadzie właśnie dzięki tworzywom sztucznym. Telefony komórkowe, palmtopy, laptopy, dostęp do internetu, technologie cyfrowe – wszystko to umożliwia praktycznie nieograniczony dostęp do informacji, także podczas podróży. Choć światłowodowy znany jest od prawie 40 lat, ich zastosowanie wzrasta lawinowo wraz ze wzrostem zapotrzebowania na tanie i łatwo dostępne systemy komunikacji.

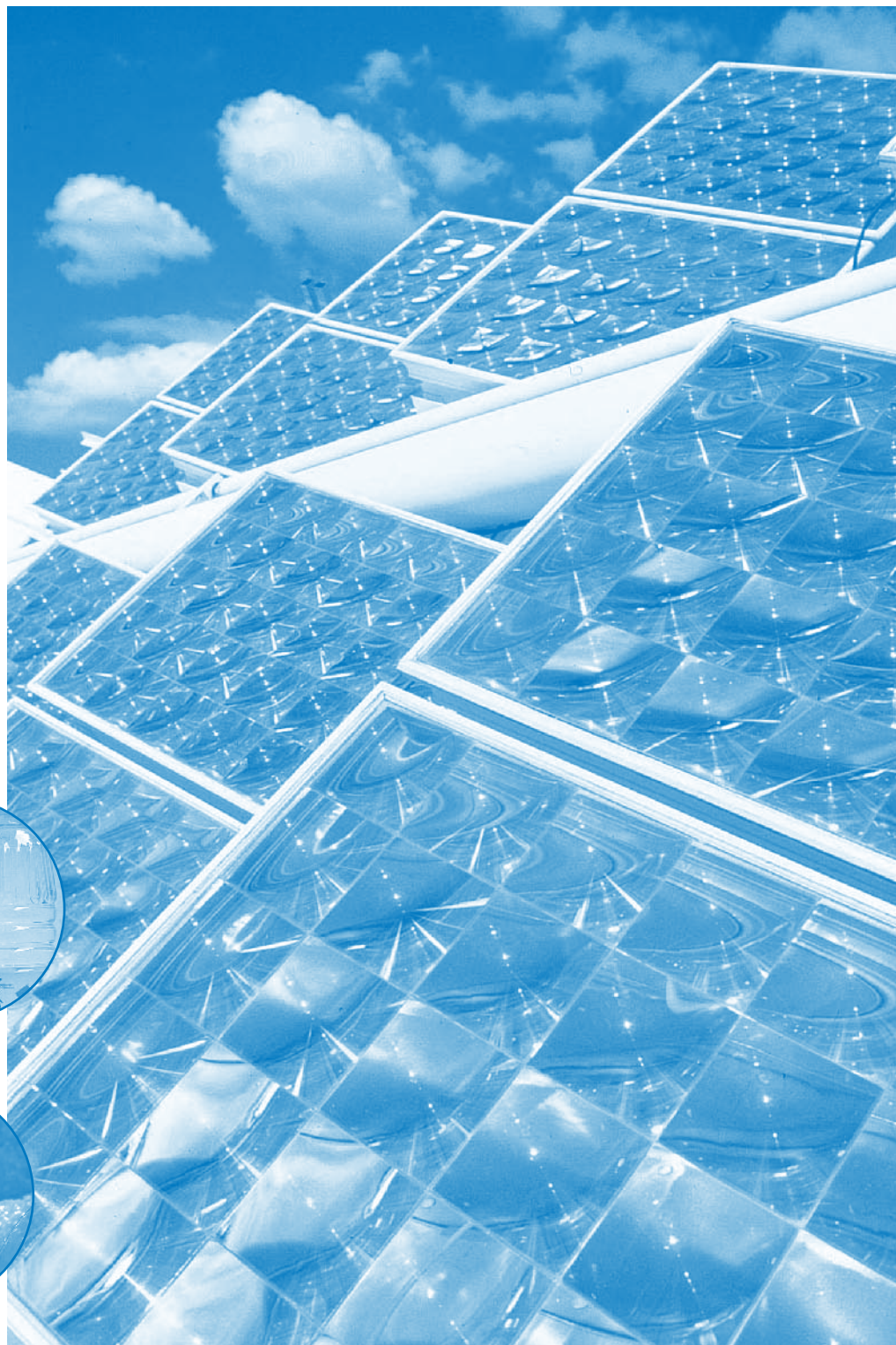
Opakowania z tworzyw sztucznych znacznie zwiększyły wygodę zakupu żywności, zwłaszcza małych porcji dla np. jednej osoby. Dzięki wynalezieniu folii nieprzepuszczającej tlenu znacznie wydłużył się czas przechowywania świeżych produktów. Opakowania uzupełniające dla produktów chemii gospodarczej pozwoliły ograniczyć masę opakowania w stosunku do ilości zapakowanego produktu.

Tworzywa sztuczne bardzo wiele wniosły także do rozwoju środków transportu, od samochodów i rowerów do samolotów i pociągów, podnosząc komfort i bezpieczeństwo oraz ograniczając zużycie energii. Stanowią alternatywę dla tradycyjnych materiałów, ponieważ dzięki swojej małej masie korzystnie wpływają na zużycie zasobów podczas produkcji, eksploatacji (mniejsze zużycie paliwa), zmniejszając tym samym obciążenia dla środowiska.

Tworzywa sztuczne odgrywają także kluczową rolę w rozwoju samochodów elektrycznych oraz takich wynalazków, jak poduszka powietrzna w samochodach czy stożek kadłuba superszybkiego pociągu jak np. Eurostar.

Tempo wzrostu innowacyjności stale rośnie. W różnych branżach projektanci eksperymentują wykorzystując możliwości tworzyw sztucznych. Nawet jeśli jeszcze nie ma

polimeru, który spełniałby potrzeby projektanta w danej chwili, bardzo często naukowcy mogą opracować nowy materiał polimerowy na zamówienie. Bateria z tworzyw sztucznych, tworzywa sztuczne emitujące światło, rolowane ekrany komputerowe – to wszystko choć czasem brzmi jak fantazja, to jednak może znaleźć się w sklepach już w niedalekiej przyszłości.



5 Chrońmy nasz świat dla przyszłych pokoleń



Wszyscy ponosimy odpowiedzialność za utrzymanie naszego świata dla przyszłych pokoleń

Oświadczenia polityków i przedsiębiorców często mówią o tym, że należy postępować tak, „aby nasze wnuki nie były ograniczone w swoich ekologicznych, socjalnych lub gospodarczych możliwościach wyboru”. Tę świadomość określa się jako „zrównoważony rozwój”, a każdy powinien mieć w tym swój udział.

Przemysł tworzyw sztucznych wnosi do zrównoważonego rozwoju następujący wkład:

- » **ochrona środowiska:** na bieżąco bada się możliwości jak oszczędnie postępować z takimi surowcami jak ropa naftowa i inne paliwa kopalne, a także z wodą i żywnością. Stosuje się przy tym zasadę „mniejszym kosztem osiągnąć więcej”.
- » **rozwój gospodarczy:** przemysł tworzyw sztucznych przyczynia się wzrostu do dobrobytu naszego społeczeństwa poprzez produkcję i zatrudnienie – ponad 1,5 mln pracowników w Europie.
- » **sprawy socjalne:** tworzywa sztuczne odgrywają znaczącą rolę przy tworzeniu i upowszechnianiu innowacyjnych technologii i produktów, które stale rosnącej ludności świata poprawiają warunki życia i umożliwiają łatwiejszy dostęp do opieki zdrowotnej oraz edukacji.

W tym rozdziale przedstawiamy wkład, jaki mają tworzywa sztuczne w ochronę środowiska i w zrównoważony rozwój gospodarki i życia na Ziemi. Przy rozwiązywaniu niektórych zadań mogą także pomóc części 4, 6 i 7.

Ćwiczenie 1

Podaj trzy przykłady na to, że obecnie ludzkość, ograniczając na przykład zużycie energii czy oszczędniej gospodarując surowcami naturalnymi, żyje bardziej świadomie wobec ochrony środowiska niż w latach 60-tych lub 70-tych.

Robić więcej mniejszym kosztem

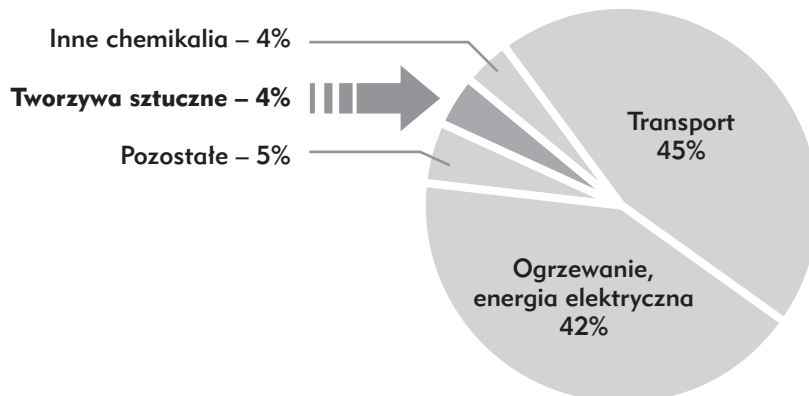
Często zadawane pytanie „dlaczego stosujemy właśnie takie materiały i czy one są rzeczywiście niezbędne?” to jest dobry punkt wyjściowy do dyskusji.

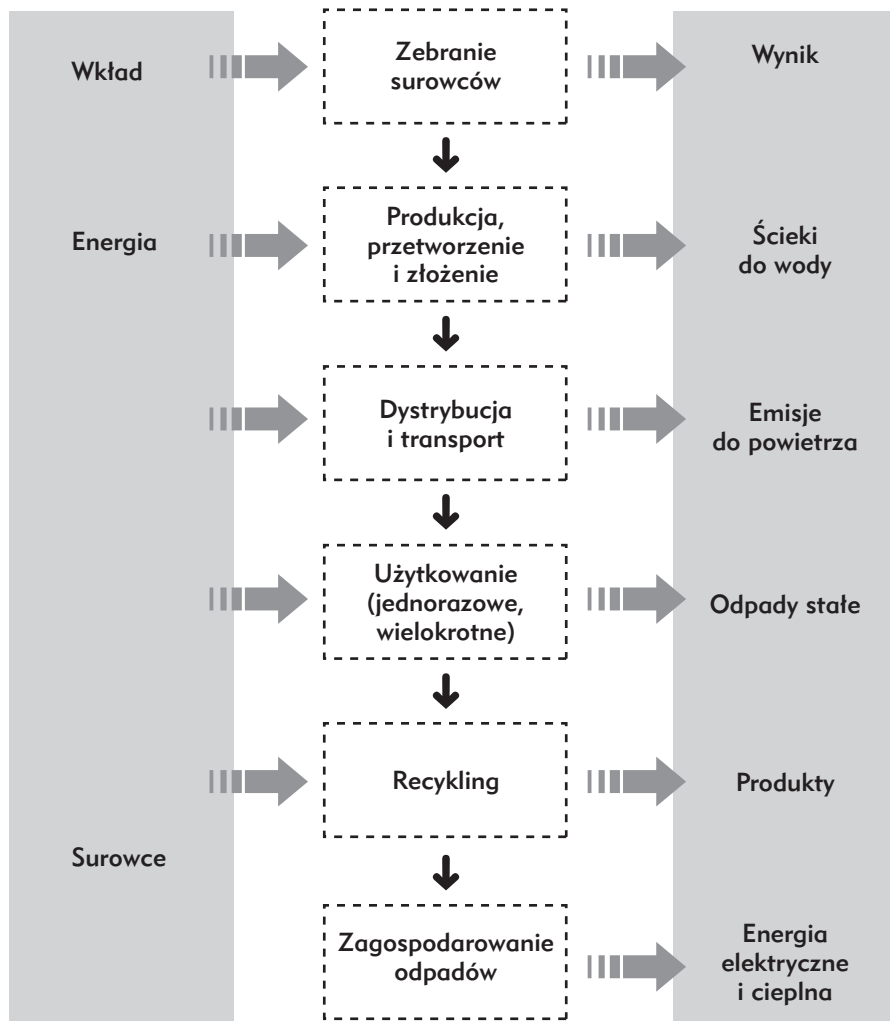
Wszystkie produkty wytwarza się z jakichś surowców – tworzywa sztuczne produkują się na ogół z ropy naftowej – wartościowego surowca, którego zasoby są ograniczone. Jedynie nieznaczna część ropy naftowej – około 4% całkowitego wydobycia – jest wykorzystywana do produkcji tworzyw. Mimo, że wytwarzanie i zastosowanie tworzyw sztucznych stale wzrasta, ilości używanej ropy rosną znacznie wolniej.

Dzieje się tak, ponieważ dzięki wprowadzonym innowacjom, tworzywa stają się lżejsze, bardziej wytrzymałe i bardziej dostosowane do konkretnych potrzeb. Otwiera to coraz to nowe możliwości wykorzystania tworzyw sztucznych, a jednocześnie do produkcji potrzeba mniej ropy naftowej i energii - w ten sposób całkowite oddziaływanie na środowisko jest coraz mniejsze.

Wpływ na środowisko

Wszystko czego używamy, czy jest to z drewna, szkła, tworzywa, papieru czy metalu, ma wpływ na środowisko. Wiąże się z tym zarówno pozyskiwanie surowców, jak i produkcja i użytkowanie wyrobów oraz





ich **zagospodarowanie po okresie użytkowania**. Wpływ na środowisko oznacza więc także udział w globalnym ociepleniu, wyczerpywaniu się ograniczonych zasobów złóż naturalnych czy w powstawaniu odpadów. Bez uwzględnienia tych wszystkich czynników oraz ich dokładnej analizy nie jest możliwe podjęcie właściwych działań dotyczących ochrony środowiska. Przy takiej analizie należy uwzględnić wszystkie elementy „cyklu życiowego” produktu, jak to przedstawiono na powyższym schemacie.

Europejski przemysł gospodarki odpadami musi na bieżąco dostosowywać się do surowych wytycznych EU dotyczących odpowiedniego poziomu odzysku materiałów z odpadów (patrz karta 6). Ważne jest przy tym, aby cały czas mieć na uwadze główny cel: efektywne wykorzystanie zasobów, aby przyszłe pokolenia również mogły z nich korzystać. Analiza cyklu życia pozwala na określenie całkowitego oddziaływania wyrobu na środowisko od wytworzenia do całkowitej utylizacji.

Oszczędności w trakcie cyklu życia

Przede wszystkim ograniczyć zużycie surowców naturalnych

Przez wynalezienie nowych tworzyw i nowych technologii można było zaoszczędzić znaczne ilości surow-

ców na pakowania poszczególnych wyrobów. Na przykład poprzez drukowanie informacji bezpośrednio na opakowaniu chleba można zredukować ilość materiałów potrzebnych do właściwego oznakowania o 23%.

Zużywać mniej paliwa, ograniczyć emisję

Ograniczenie ilości materiałów zużytych do produkcji ma bezpośredni wpływ na masę ładunku. Na przykład zmniejszenie ilości opakowań produktów - dużych czy małych - oznacza, że za każdym razem pociągi czy ciężarówki transportują więcej towaru a mniej opakowania. To zmniejsza ilość spalin, zużycie paliwa i oczywiście koszty. Środki piorące sprzedawane są obecnie w opakowaniach uzupełniających, dzięki czemu masa opakowania zmniejszyła się o 90%.

Zmiany w projektowaniu i technologiach produkcyjnych w przemyśle samochodowym bardzo istotnie ograniczyły zużycie paliwa. Pomiedzy 1974 a 1988 r. średnie zużycie paliwa dla 18 modeli zmniejszyło się o 14%. Co najmniej połowa tych oszczędności została osiągnięta dzięki zastosowaniu lżejszych, dających się łatwo formować elementów z tworzyw sztucznych.

Minimalizując oddziaływanie na środowisko oraz zwiększając odzysk surowców wtórnych

Bardzo często kierujemy uwagę na odpady kiedy myślimy o oszczędza-

Ćwiczenie 2

Pomyśl o przedmiotach z tworzyw sztucznych w domu lub w klasie. Ustal własny diagram wpływu na środowisko podczas okresu użytkowania wybranego przedmiotu. Zaczynij od wstępnego szkicu i porównaj swoją pracę z innymi, aby ustalić czy chcesz dodać do swojego szkicu dalsze punkty. Ustal ostateczny diagram. Pomocne mogą być rysunki. Nie zapomnij opisać diagramu.

Zastosuj następujące kluczowe określenia

- » surowce
- » energia
- » wytwarzanie
- » dystrybucja
- » zastosowanie przez użytkowników
- » spalanie z odzyskiem energii
- » obróbka chemiczna
- » recykling
- » produkcja
- » powtórne użycie
- » składowanie na wysypisku



Ćwiczenie 3



Opisz przedmiot, który obecnie jest wytwarzany z mniejszej ilości surowców niż kiedyś. Czy ten produkt jest lepszy niż stary, gorszy czy tak samo dobry? Czy myślisz, że zmniejszony wkład surowców powoduje także oszczędność energii? Jak duże mogą to być oszczędności?

niu surowców naturalnych. Zanim jednak coś zostanie wyrzucone czy ponownie wykorzystane należy postawić ważne pytanie – czy produkt może być wytworzony z mniejszej ilości materiału lub czy może być zastosowany w bardziej nowoczesny sposób?

Jedna z dużych sieci handlowych zachęcała klientów do tego, aby przynosić stare reklamówki z tworzywa i ponownie je wykorzystać. Zachętą był niewielki zastaw dla każdej ponownie użytej torebki. W ciągu roku zmniejszono zużycie jednorazowych toreb o 60 mln szt, oszczędzając w ten sposób 1000 t tworzywa.

Zrównoważony rozwój

i jak na co dzień możemy się do tego przyczynić

Lepsza organizacja transportu

Środki transportu w różnym stopniu oddziałują na środowisko. Na przykład gdyby wszyscy uczniowie jeździli do szkoły autobusem zamiast samochodami, zmniejszyło by się zużycie paliwa i emisja gazów. Nie zawsze jest to wygodne rozwiązanie, ale wszyscy powinniśmy być zachęceni do wprowadzania tego rodzaju pomysłów.

Tworzywa wniósł ogromny wkład w oszczędzaniu energii w transporcie, ponieważ są lekkie i zmniejszają masę pojazdów. Osiągnięto to w bardzo prosty sposób, tj. stosując element z tworzywa zamiast cięższej części z innego materiału albo mo-

dernizując technologię produkcji. Na przykład dzięki tworzywom można wyprodukować największą część składającą się z jednego elementu - obudowę wagonu. Takie wagony produkowane są w Szwajcarii, a korzyści takich rozwiązań są następujące: i ma kilka korzyści:

- » wagony są szybciej produkowane
- » są o 25% lżejsze od tradycyjnych
- » do wytworzenia wagonu potrzeba mniej surowców naturalnych i mniej energii
- » dzięki mniejszej masie potrzeba mniej energii do ciągnięcia, mniej zużywają się sprzęgła, koła i tory
- » wagony z tworzyw nie rdzewieją

Już w teraz buduje się prototypy ultralekkich pojazdów wykonanych niemal w całości z tworzyw sztucznych, łącznie z silnikami, skrzyniami biegów czy mostami. Pojazdy takie spalają 3 litry paliwa na 100 km, mają masę mniejszą niż pasażerowie i ich bagaż, a jednocześnie zachowują

wyjść wysoki poziom bezpieczeństwa podczas podróży.

Projektowanie wytrzymałych budynków

W budownictwie bardzo często zastępuje się tradycyjne materiały tworzywami sztucznymi. Typowe przykłady to ramy okienne, rury, izolacje i inne części budowlane. Tworzywa są stosowane w szerokim zakresie ponieważ są mocne, trwałe odporne na korozję, a jednocześnie są lekkie, dobrze izolują, niewiele kosztują i mają nieznaczny wpływ na środowisko. Ponadto można je formować w różne kształty. Ważne aspekty stosowanie tworzyw sztucznych w nowoczesnym budownictwie to m.in:

» Energooszczędność

To podstawowy parametr nowoczesnego budynku a tworzywa dają tu wiele korzyści. W krajach Europy Północnej prawie jedna czwarta energii jest zużywana na ogrzewanie. Badania pokazały, że stosując 50 kg pianki z tworzywa jako izolację cieplną przez 25 lat można zaoszczędzić 3700 litrów oleju opałowego (150 litrów rocznie). Ocenia się, że poprzez wprowadzenie odpowiednich materiałów izolacyjnych od czasów kryzysu energetycznego w latach 70. zaoszczędzono 22 miliardy litrów oleju opałowego.

» Wpływ na środowisko

Na południu Europy coraz więcej domów wyposażone jest w ogrzewanie słoneczne. Systemy grzewcze tego

Ćwiczenie 4

Opisz różne środki transportu podczas drogi do szkoły twoich kolegów z klasy. Wymień części pojazdów wykonane z tworzyw sztucznych np. siedzenia w samochodzie lub osłona łańcucha roweru. Z jakich innych materiałów można je wykonać? Czy możesz opisać zalety i wady stosowania tworzyw sztucznych np. związane z wydajnością, oddziaływaniem na środowisko lub kosztami?



typu w znacznej części wykonane są z tworzyw sztucznych. Tworzywa nie tylko pomagają w utrzymaniu ciepła w budynkach, mogą je także przed ciepłem ochronić. Obecnie są już dostępne „inteligentne” tworzywa sztuczne, które są przezroczyste w temperaturze pokojowej, a przy silnym napromieniowaniu słonecznym stają się matowe. Odbijają światło i zapobiegają przegrzaniu. Mogą stanowić dobrą alternatywę dla rolet (zasłon) czy klimatyzacji.

» Lekkie budownictwo

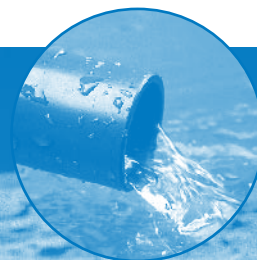
Obecnie w dużych miastach żyje więcej ludzi niż jeszcze 100 lat temu żyło na całym świecie. Ilość ludzi na świecie szybko rośnie, dlatego potrzeba coraz więcej mieszkań. Postęp w technologii tworzyw i rozwój wzornictwa umożliwiły opracowanie „domów do samodzielnego montażu”, łatwych do postawienia w każdej strefie klimatycznej, odpornych nawet na wstrząsy sejsmiczne.

Ćwiczenie 5



Co można rozumieć pod pojęciem „inteligentny polimer”? Spróbuj opisać taki inteligentny materiał. Czy możesz podać inny przykład? Do czego może być stosowany?

Przemysł kosmiczny inspiruje niektóre kierunki rozwoju. Na przykład na Międzynarodowej Stacji Kosmicznej opracowano pompowaną kabinę mieszkalną. Zbudowana na zasadzie skafandra kosmicznego z wielowarstwowej odpornej na rozdarcie osłony może pomieścić od 4 do 6 astronautów.



6 Postępowanie z odpadami

» Zawsze pozostają odpady, niezależnie od tego jaki materiał stosujemy, jak bardzo staramy się ograniczać ilość tych odpadów i czy zawracamy je do ponownego wykorzystania.

Zapotrzebowanie na produkty z tworzyw sztucznych rośnie i dlatego tak ważną sprawą jest znalezienie sposobów, aby ponownie zastosować materiał polimerowy pochodzący z wyrobów, które zakończyły okres użytkowania. Należy przy tym wykorzystać wszystkie dostępne technologie odzysku, aby osiągnąć najlepszy z możliwych bilans zysków i strat dla środowiska.

Są trzy podstawowe sposoby postępowania z odpadami z tworzyw sztucznych:

Recykling

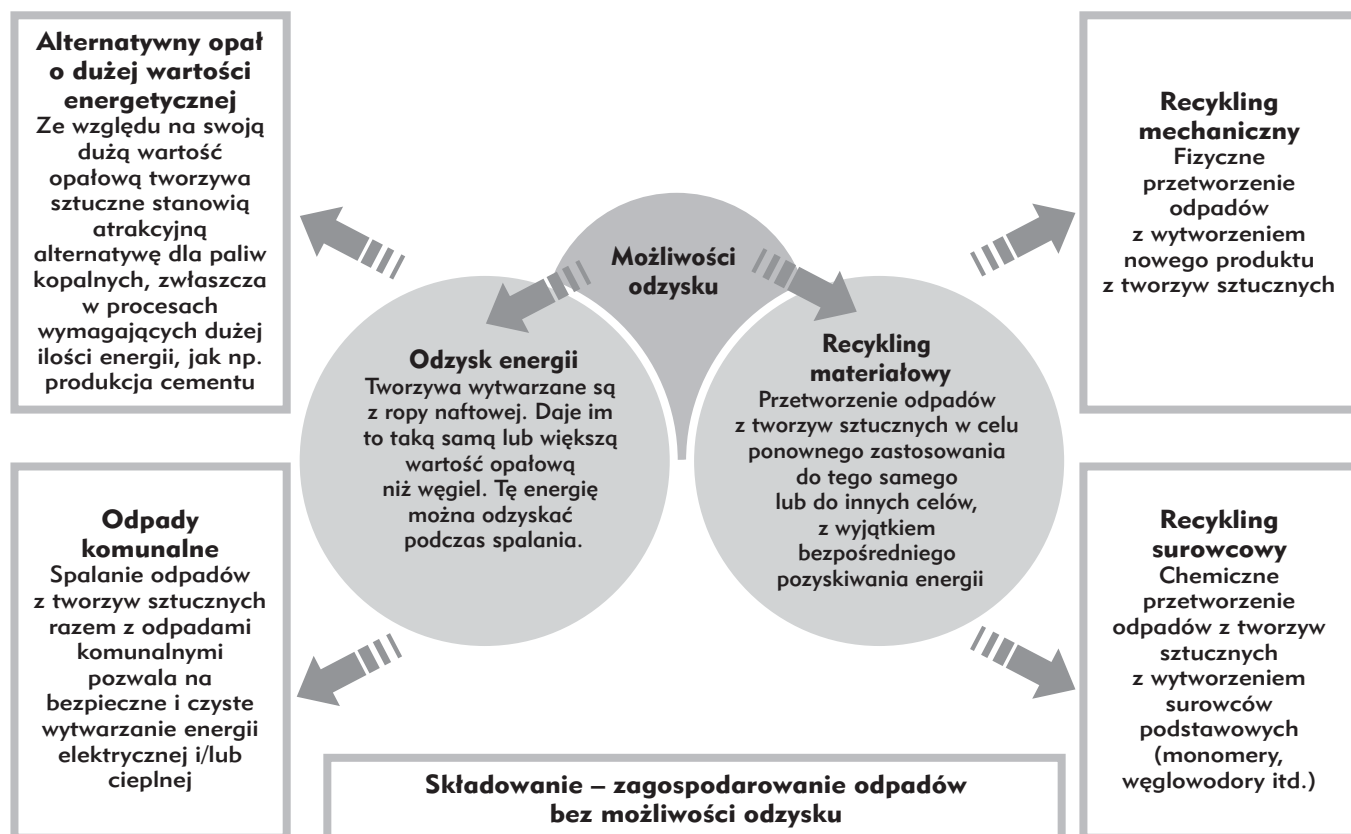
Recykling mechaniczny jest zalecany wtedy, gdy ma to ekonomiczny i ekologiczny sens. Na przykład wtedy, gdy można łatwo zebrać duże ilości

tworzywa tego samego typu, jak folie opakowaniowe, folie rolnicze, butelki po napojach czy inne plastikowe pojemniki.

Pięć etapów recyklingu tworzywa sztucznych to:

1. Zbieranie przez użytkowników indywidualnych
2. Zbiórka przez władze lokalne lub wyspecjalizowane firmy
3. Sortowanie odpadów z tworzyw sztucznych w zależności od rodzaju tworzywa
4. Mycie, aby usunąć etykiety, brud i pozostałości.
5. Ponowne przetworzenie na granulaty lub włókna, z których może powstać nowy produkt.

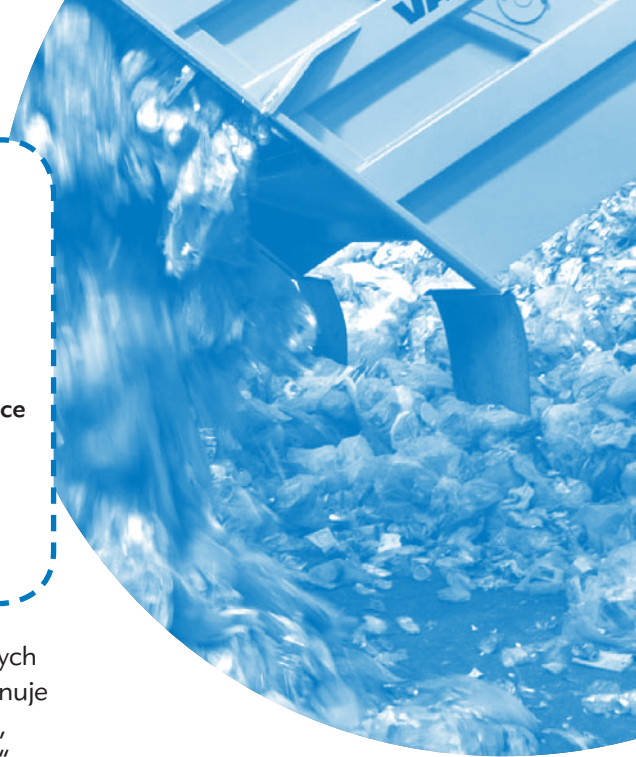
W Unii Europejskiej dla niektórych działów gospodarki zostały narzucone określone minimalne ilości materiałów (procentowo), które należy odzyskać z odpadów w danym roku. Na przykład w przypadku opakowań z tworzyw sztucznych w 2005 roku w większości krajów europejskich odzyskowi poprzez recykling mechaniczny poddano blisko 25% odpadów opakowaniowych, choć są także kraje, gdzie odzyskuje się poniżej 10%. Rozwija się także odzysk materiałów polimerowych w innych gałęziach gospodarki, takich jak rolnictwo, przemysł samochodowy czy elektryczny i elektroniczny. Tu jednak pojawiają się określone bariery, jak np. utrudniona zbiórka (odpady na budowach) czy złożone elementy,



Ćwiczenie 1

Ważne jest, aby różne rodzaje tworzyw oddzielić na możliwie jak najwcześniejszym etapie recyklingu.

- 1 Dlaczego posortowane odpady są bardziej wartościowe niż te wymieszane?
- 2 Dlaczego oddziela się ciemne tworzywa od jasnych (przezroczystych) mimo, że tworzywo bazowe jest to samo?
- 3 Obejrzyj opakowania z tworzyw sztucznych w twojej kuchni lub łazience i spróbuj znaleźć oznakowanie opakowania. Zestaw w tabeli, jakie tworzywa wykorzystuje się do opakowań jakich produktów.
- 4 Zanotuj, kiedy stosuje się różne tworzywa w jednym przedmiocie, np. inne na pokrywkę, inne na pojemnik. Dlaczego stosuje się różne tworzywa?



które muszą być rozdzielone (sprzęt elektryczny i elektroniczny).

Różne termoplasty w stanie stopionym niezbyt dobrze mieszają się ze sobą, w związku z czym wytrzymałość odzyskanego tworzywa (regranulatu) jest mniejsza niż pierwotnie. Zmieszane tworzywa można stosować do produkcji wyrobów grubościennych takich jak słupki, listwy itp. Jednak bardziej korzystne jest wykorzystanie do recyklingu posortowanych tworzyw jednego rodzaju.

Najbardziej popularne tworzywa zostały oznakowane kodem, który można obecnie znaleźć na większości opakowań. Ten system znakowania jest także pomocny przy ręcznym sortowaniu odpadów

z tworzyw sztucznych. W niektórych państwach europejskich funkcjonuje dodatkowy system oznakowania, jak np. niemiecki „zielony punkt” informujący o dodatkowych nakładach finansowych wniesionych przez producentów na rzecz recyklingu.

Aby ułatwić recykling wykorzystanych produktów zachęca się producentów, aby brali pod uwagę względy recyklingu już na etapie projektowania. Skuteczne mogą być bardzo proste metody jak np. zastosowanie do etykiet kleju rozpuszczalnego w wodzie, aby można było łatwo oddzielić je od opakowania.

Regranulat (tworzywo odzyskane w procesie recyklingu) przeważnie wykorzystywane jest do produkcji zu-

pełnie innych produktów niż pierwotne. Np. butelki PET po napojach są przetwarzane na włókna do wykorzystania w przemyśle tekstylnym.

Oprócz sortowania ręcznego są jeszcze następujące metody sortowania odpadów:

Analiza elementów z tworzywa.

W ten sposób można łatwo zidentyfikować np. polichlorek winylu (PVC), ponieważ jego cząsteczki zawierają atomy chloru. Dostępne są także automatyczne systemy rozdzielające butelki z różnego rodzaju tworzyw.

Rozdzielanie ze względu na różnicę gęstości materiału

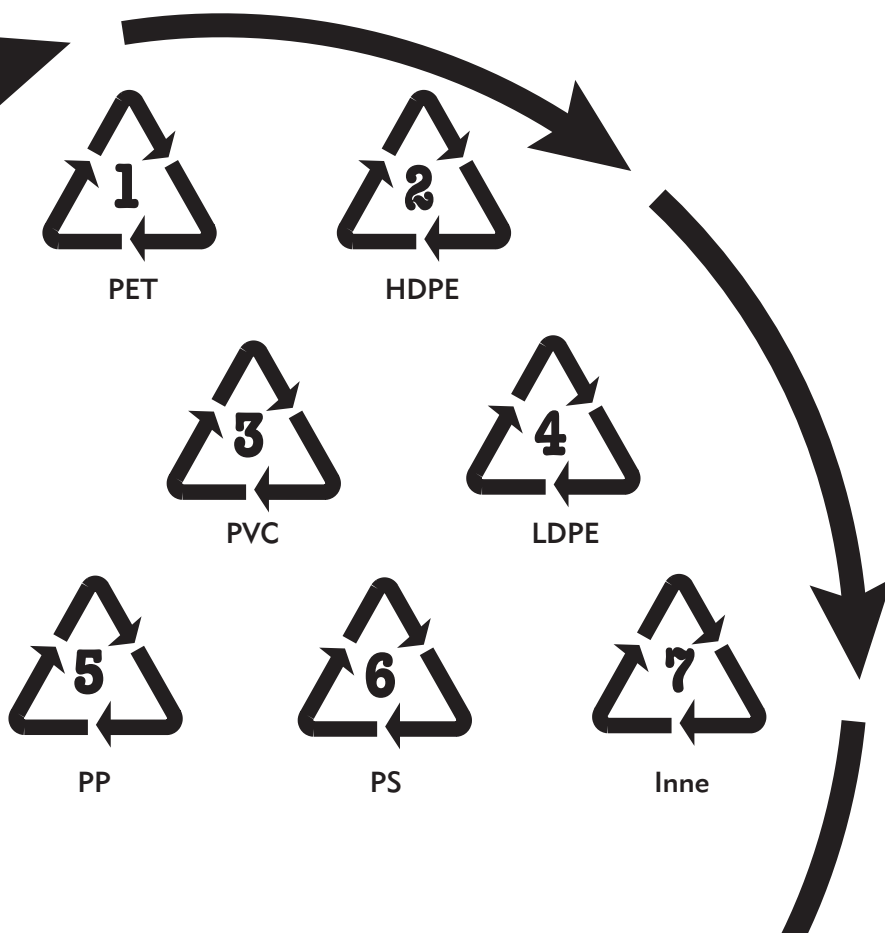
Tworzywa są rozdrabniane i mieszane z cieczą. Część z nich tonie, a część unosi się na powierzchni, może także być oddzielona w wirówce.

Rozdzielanie elektrostatyczne

Ta metoda może być stosowana w przypadku tworzyw o różnych ładunkach elektrycznych, np. PET i PVC.

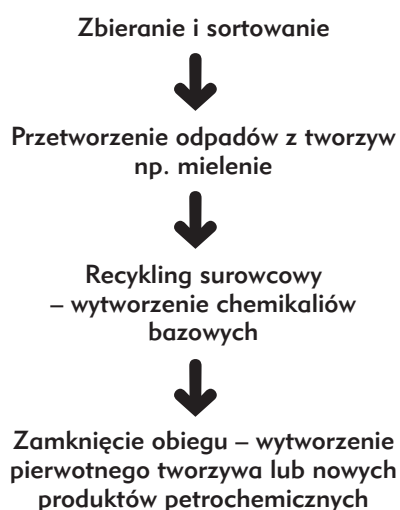
Metoda selektywnego rozpuszczania

Za pomocą różnych rozpuszczalników organicznych rozpuszcza się określone tworzywa, oddziela, oczyszcza i zestala.



Recykling surowców

Przemysł tworzyw sztucznych stale rozwija nowe technologie recyklingu, badając np. możliwość recyklingu surowców. Recykling surowcowy dotyczy przede wszystkim mieszanych odpadów z tworzyw sztucznych. W Europie (w Niemczech) istnieją już instalacje, w których proces ten jest wykorzystywany w praktyce, choć do pełnego zbadania możliwości tej technologii potrzebne są lata doświadczeń.



Są cztery podstawowe metody recyklingu surowcowego

Piroliza

Odpady tworzywowe są ogrzewane pod zmniejszonym ciśnieniem, w wyniku czego powstaje gaz i olej pirolizowy - mieszanina gazowych i ciekłych węglowodorów, w swoim składzie podobna do frakcji destylacyjnej ropy naftowej.

Uwodornienie

Odpady tworzywowe są ogrzewane w atmosferze wodoru. Pod jego wpływem łańcuchy polimerowe pękają i powstaje mieszanina ciekłych węglowodorów

Gazyfikacja

Odpady tworzywowe ogrzewane są w atmosferze powietrza – powstaje tlenek węgla i wodór, z których można następnie wyprodukować nowe chemikalia, jak np. metanol.

Ćwiczenie 2

1 Gęstość polipropylenu wynosi $0,91 \text{ g/cm}^3$, a polistyrenu $1,05 \text{ g/cm}^3$. Jaką gęstość powinna mieć ciecz, aby polistyren tonął, a polipropylen pływał?

2 PET ma gęstość $1,35 \text{ g/cm}^3$. Jaką gęstość powinna mieć ciecz, aby oddzielić PET od polistyrenu?

3 Obecnie możliwość prostego oddzielania uwzględnia się już przy projektowaniu wyrobów z tworzyw sztucznych. Co ty byś zalecił projektantowi? Pomyśl o gęstości, barwie, etykietach.

4 Recykling ma zawsze sens, jeśli przynosi konkretne korzyści ekologiczne. Przede wszystkim muszą powstawać produkty, na które jest popyt i które są akceptowane na rynku. Jeżeli zapotrzebowanie na dany produkt jest znacznie mniejsze niż jego dostępność, co stanie się z:

- » ceną płaconą za regranulat
- » ilością magazynowane regranulatu
- » poniesionymi kosztami
- » opłacalnością procesu?

5 Jeżeli jest duża różnica pomiędzy podażą a popytem (tzn. dostępną ilością regranulatu a zapotrzebowaniem na niego) trzeba będzie zmniejszyć ilość zbieranych odpadów. Jaki będzie to miało wpływ na opinię publiczną i świadomość potrzeby recyklingu?



Chemoliza

Niektóre polimery poprzez określone przemiany chemiczne można ponownie przekształcić w substancje wyjściowe, z których ponownie można wyprodukować to samo tworzywo. Przykładem mogą być poliestry, poliamidy, poliuretany.

Energia z odpadów

Ponowne wykorzystanie i recykling to nie jedyne sposoby postępowania

z odpadami. Odpady tworzywowe mają wysoką wartość opałową, podobną jak ropa czy węgiel (w zależności od tworzywa) a poprzez spalanie mogą być źródłem ciepła czy energii.

Rozróżnia się trzy podstawowe metody pozyskiwania energii z odpadów tworzywowych: współspalanie ze śmieciami komunalnymi w spalarniach odpadów; tworzywa jako opał w przemyśle, przeważnie wspólnie z tradycyjnym opalem; tworzywa

Ćwiczenie 3



1 Zbierz metody recyklingu surowcowego w diagram blokowy. Zwróć uwagę na rozróżnienie etapów i produktów końcowych w czterech różnych metodach.

2 Jakie jeszcze czynniki należy uwzględnić? Czy opisane metody przynoszą korzyści? Pomyśl o kosztach.

jako opał w elektrowniach, przeważnie wspólnie z tradycyjnym opałem. Na przykład wstępnie posortowane odpady opakowaniowe z mieszanych tworzyw mogą być stosowane jako efektywny zamiennik węgla w energochłonnych procesach takich jak np. produkcja cementu. Podczas spalania mieszaniny śmieci 8% zawartość tworzyw sztucznych odpowiada za 30% wytworzonej energii.

Problemem ściśle związanym ze spalaniem śmieci jest emisja dioksyn. Dioksyny to określenie dużej grupy związków chemicznych, do której należy 75 dioksyn i 135 podobnych związków o nazwie furany. Tylko nieliczne związki z tej grupy są toksyczne i to w bardzo różnym stopniu. Dioksyny mogą powstawać zawsze tam, gdzie występuje węgiel, wodór, tlen, chlor i ciepło. Są niepożądanymi produktami ubocznymi w wielu procesach spalania i procesach produkcyjnych. Dioksyny tworzą się także w przyrodzie – podczas pożarów lasów, przy wybuchach wulkanów, czy w procesach kompostowania i gnicia (torfowiska).

Emisja dioksyn podczas spalania śmieci jest obecnie bardzo ściśle kontrolowana

Dobre spalarnie praktycznie nie produkują dioksyn, a prawodawstwo unijne dopuszcza, że jedynie 0,3% łącznej rocznej emisji dioksyn do atmosfery może pochodzić ze spalania odpadów komunalnych i medycznych – odpowiada to rocznej emisji 11 g.

Obecnie w Europie rocznie prawie 6,5 mln ton odpadów z tworzyw sztucznych jest przerabiane poprzez spalanie z odzyskiem energii – głównie w spalarniach odpadów komunalnych i cementowniach, gdzie ilość gazów powstających podczas spalania jest ściśle kontrolowana.

Recykling musi być integralną częścią kompleksowej koncepcji zagospodarowania odpadów.

Co powinniśmy zrobić?

Czy odpady z tworzyw sztucznych:

- ▶ przerabiać z powrotem na granulaty do produkcji nowych wyrobów?
- ▶ przerabiać na chemikalia podstawowe?
- ▶ traktować jako źródło energii poprzez spalanie?

Należy stworzyć rozsądną z ekologicznego i ekonomicznego punktu widzenia kombinację wszystkich trzech możliwości. Wybrana opcja powinna uwzględniać określone dla danego przypadku dostępne możliwości zbierania i sortowania, zapotrzebowanie na regranulat, surowce czy opał. Należy przy tym ocenić wpływ na środowisko różnych sposobów recyklingu, uwzględniając cały cykl życia produktu z tworzywa sztucznego. Co więcej tego typu analizy mogą być pomocne już na etapie projektowania wyrobu.

Możliwość rozkładu – podatność na degradację

Niektóre z tworzyw sztucznych ulegają rozkładowi pod wpływem światła lub bakterii. Możliwości stosowania takich tworzyw są jednak dość ograniczone. Pod uwagę bierze się zastosowania w medycynie (biodegradowalne nici czy inne bioprodukty) oraz rolnictwie (np. folie wspomagające kiełkowanie) a także w opakowaniach. Nie rozwiązują problemu odpadów, ponieważ do ich całkowitego rozkładu potrzebne są lata. I nie ma możliwości odzyskania surowców, które mogłyby być ponownie wykorzystane.

Składowanie na wysypiskach

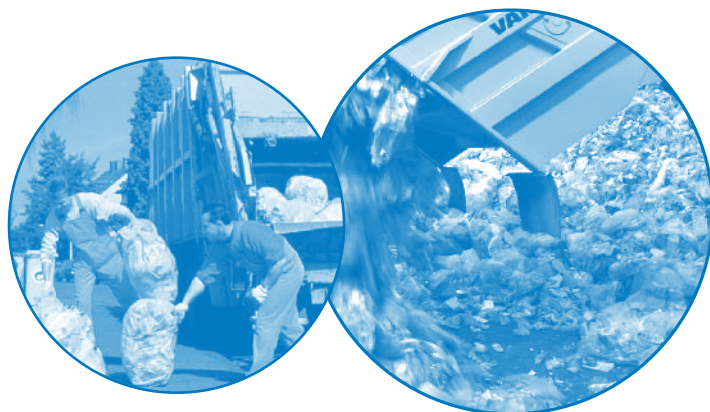
W tych krajach europejskich, w których nadające się do wykorzystania odpady nie mogą być spalane z odzyskiem energii, składowane są na wysypiskach. Składowanie odpadów z tworzyw sztucznych na wysypiskach jest nie jest rozwiązaniem długofalowym (nie do zaakceptowania na dłuższą metę) ponieważ w ten sposób marnotrawione są zasoby naturalne.

Na wysypiskach ponad połowę całkowitej masy odpadów stanowią materiały organiczne, dlatego wysypiska są jak wielkie kompostowniki, w których resztki żywności, naturalne włókna, niekiedy papier rozkładane są przez bakterie. Na takich wysypiskach składowane są miliony ton odpadów, a codziennie przybywają kolejne tony.

Ćwiczenie 4

1 Popatrz na poniższe liczby. Wykonaj plakat, na którym zestawione zostaną te informacje. 2,6 ton odpadów domowych ma wartość energetyczną odpowiadającą jednej tonie węgla. Wiedząc, że ilość odpadów z tworzyw sztucznych składowanych na europejskich wysypiskach w 2005 wyniosła 11 mln t policz, ile węgla można zaoszczędzić zwiększając ilość spalonych odpadów z tworzyw sztucznych o 10% rocznie.

W niektórych krajach (Szwecja, Szwajcaria, Dania) prawie w ogóle nie składowane są odpady z tworzyw sztucznych na wysypiskach, a odzysk energii z tych odpadów stanowi ponad 80-90%. Gdyby w całej Europie spalano odpady z odzyskiem energii można byłoby pokryć sporą część zapotrzebowania na energię elektryczną naszego kontynentu.





Na wysypiskach powstają dwa produkty uboczne: woda przesiąkająca i gaz wysypiskowy. Woda przesiąkająca jest porównywalna ze stężonymi ściekami i należy ją zatrzymywać, aby ochronić wody gruntowe przed skażeniem. W tym celu wysypiska wyłożone są zwykle gliną lub tworzywem. Gaz wysypiskowy jest mieszaniną dwutlenku węgla i metanu. Obydwa gazy mają wpływ na efekt cieplarniany. Przy niedostatecznej kontroli wysypiska występuje niebezpieczeństwo wybuchu. Jest wiele wysypisk, na których funkcjonują instalacje, w których gaz ten jest magazynowany i wykorzystywany do wytwarzania energii elektrycznej i ciepłej.

Obecnie uważa się, że należy ograniczać ilość odpadów składowanych na składowiskach, a budowa

i eksploatacja wysypisk podlega ścisłej kontroli ustawodawczej.

Przedstawiliśmy tutaj trzy główne sposoby postępowania z odpadami z tworzyw sztucznych:

- » Recykling
- » Spalanie
- » Składowanie

Wszystkie te sposoby w różnym zakresie stosowane są na terenie Europy. Co jakiś czas występują różne czynniki, które sprawiają, że jeden z procesów staje się bardziej atrakcyjny. Na przykład zmiany cen ropy naftowej powodują, że wzrasta wartość odzyskanego tworzywa, a recykling staje się bardziej opłacalny. Składowanie na wysypisku powinno być rozwiązaniem stosowanym w ostateczności.

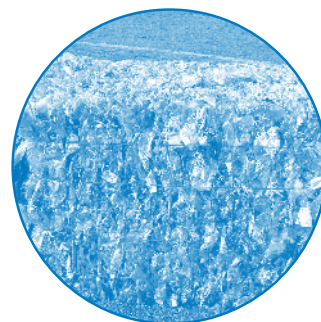


Ćwiczenie 5

Sporządź tabelę podając wady i zalety

- » Recyklingu odpadów
- » Odzysku energii podczas spalania śmieci

Pomyśl o kosztach transportu, wyczerpywaniu się zasobów naturalnych, emisji gazów oraz o wykorzystywaniu ziemi i gleby.



Spalarnia odpadów komunalnych w centrum Wiednia



7 Jak radzić sobie ze śmieciami

» **Pojedyncze osoby, społeczności lokalne, handel czy przemysł – wszyscy odpowiadamy za duże ilości odpadów, którymi trzeba się zająć.**

Do pojemników i worków z odpadami każdy z nas wrzuca w ciągu roku przeciętnie:

110 butelek szklanych



290 puszek metalowych

130 gazet lub czasopism



66 butelek z tworzyw sztucznych

70 kg odpadów bio (np. resztek jedzenia)



Jak już wspomniano w karcie nr 4 tworzywa sztuczne wykorzystuje się często do produkcji opakowań, ponieważ są opakowania te są lekkie, higieniczne i tanie. Dlatego w odpadach domowych wśród innych materiałów znajdujemy także tworzywa sztuczne. W karcie nr 6 pokazano różne możliwości postępowania z odpadami.

Podejmuje się dużo różnych przedsięwzięć, często skomplikowanych i kosztownych, aby odpady odpowiednio zagospodarować: zmniejszyć ich wpływ na środowisko i zwiększyć powtórne zastosowanie surowców z nich odzyskanych.

Posegregowane odpady można ponownie użyć lub wykorzystać jako źródło energii. Tylko wtedy, gdy nie ma takich możliwości, odpady powinny trafić na wysypisko, gdzie przynajmniej nie spowodują żadnych szkód. Jeżeli niepotrzebne rzeczy zostają niedbale wyrzucone, nie ma szansy na ich rozsądne ponowne wykorzystanie lub przerobienie. Stają się wtedy leżącymi dookoła śmieciami.

Wśród typowych śmieci przeważają na ogół puste opakowania, wyrzucone byle gdzie bez należytej troski o środowisko. Stanowią nie tylko okropny widok. Są także poważnym problemem dla środowiska naturalnego i pociągają za sobą wysokie koszty, a wartościowe zasoby naturalne są marnotrawione.

W świecie idealnym nie ma śmieci. Ludzie zwracają uwagę na

to, aby chronić środowisko. Jednym z najważniejszych zadań w dążeniu to tego celu – ideału – jest uświadomienie sobie i innym, że każdy jest odpowiedzialny za to co robi ze śmieciami.

Czym mogą być śmieci

Niestety wszędzie widzi się leżące śmieci: w miastach, wsiach, lasach, na polach, brzegach rzek i jezior oraz na morskich plażach. Nawet jeśli trudno w to uwierzyć, także Mount Everest i Księżyc mają problem ze śmieciami. Po kontroli europejskich miast określono pięć najczęściej znajdowanych przedmiotów: niedopałki papierosów, zapalniczki, strzępy papieru, papierki po cukierkach i małe części plastikowe.

Ćwiczenie 1

Dla całej klasy:

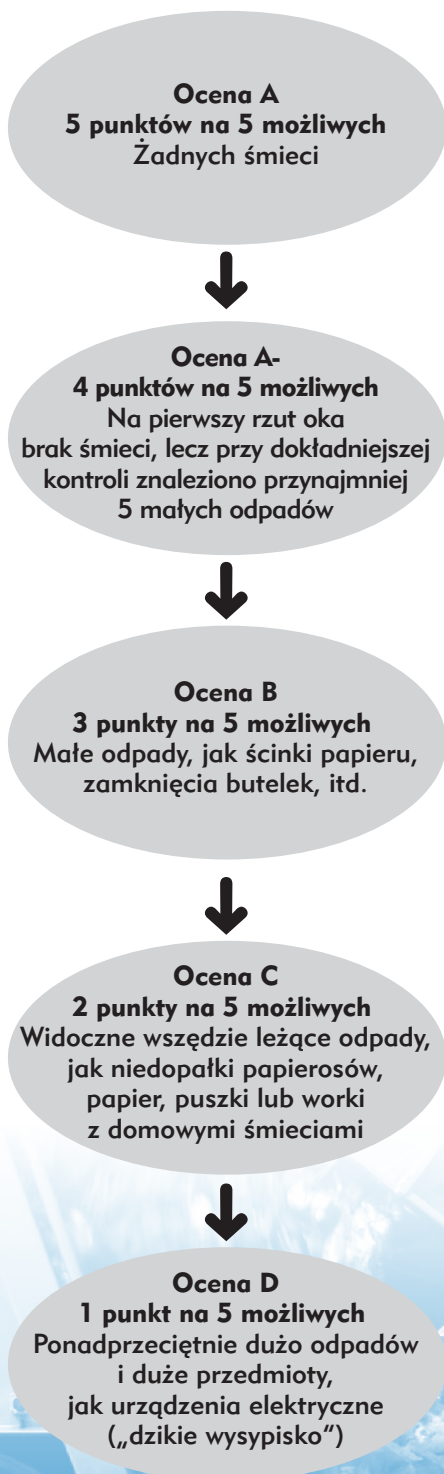
Wyznaczcie 10 różnych 50-metrowych pasów ziemi w pobliżu szkoły lub swojego domu. Pozbierajcie na nich wszystkie odpady i napiszcie co znaleźliście (np. butelki, torby, niedopałki papierosów, itd.).

- » Jakie przedmioty były znajdowane najczęściej?
- » Które mogły być niebezpieczne dla ludzi lub zwierząt? Wyłumacz dlaczego.
- » Które są trudne lub kosztowne do usunięcia?
- » Co można przerobić powtórnie lub ponownie zastosować?
- » Stosując niżej podaną skalę oceń obszar, który zbadałeś.

Za pomocą tzw. „wskaźnika zaśmiecenia” można ocenić czystość całego miasta. Jeżeli dziesięć obszarów, na których dokonano przeglądu, każdorazowo uzyskało ocenę A (lub 5 punktów), wówczas miasto uzyska 50 punktów na 50 możliwych czyli 100%. Jeśli natomiast każdy sprawdzony obszar uzyskał tylko 1 punkt, wówczas miasto uzyskało wg „wskaźnika zaśmiecenia” 10 punktów na 50 możliwych (czyli 20%). Zastosujcie oceny, które klasa otrzymała, aby obliczyć wskaźnik zaśmiecenia dla swojej okolicy.

Aby sprawdzić jak wygląda sytuacja ze śmieciami w naszym otoczeniu, możemy „zmierzyć” leżące wokół odpady.

Do tego celu można zastosować „wskaźnik zaśmiecenia”. Wskaźnik ten z wykorzystaniem pięciopunktowej skali opisuje śmieci znalezione na 50-metrowym pasie na drodze, ścieżce dla pieszych, plaży lub w parku.



Chociaż jesteśmy bardziej wrażliwi na obecność śmieci w swoim najbliższym otoczeniu, to także podczas wycieczek problem śmieci nie jest nam obojętny. Jest rzeczą charakterystyczną, że odpady rzucają się w oczy szczególnie w miejscowościach wypoczynkowych lub nad morzem. Dzieje się tak, ponieważ właśnie wtedy chcemy cieszyć się czystym krajobrazem, zapominając przy tym, że nasze zachowanie ma wszędzie takie same następstwa.

Organizacja Coastwatch Europe kontroluje odpady i zanieczyszczenia na wybrzeżach morskich. W jednym z badań skontrolowano 10 000 miejsc i w każdym z nich znaleziono więcej niż 60 pustych opakowań – puszki po napojach, kartony, worki i butelki! Wśród innych śmieci jak niedopałki papierosów, zapałki i gazety były nawet substancje szkodliwe w postaci ścieków, oleju i smoły.

Przyczyny i skutki leżących wokół śmieci

Prawie każdy może sobie przypomnieć, że co najmniej raz niedbale wyrzucił śmieci. Sposób w jaki się zachowujemy w różnych miejscach określa także, jakie odpady można znaleźć i gdzie.

Na przykład śmieci znalezione na plażach pochodzą z różnych źródeł. Wczasowicze czy urządzający pikniki nad brzegiem morza przynoszą ze sobą dużo rzeczy, jak choćby gazety, zapakowaną żywność i napoje. Jeśli

po zużyciu rzeczy te zabierane są do domu, bądź trafiają do kosza, na plaży nie ma śmieci. Często jednak ludzie nie troszczą się o odpady. Bywa, że ów brak odpowiedzialności ze strony urlopowiczów wynika z braku odpowiedniej liczby koszy na śmieci.

Jednak nie zawsze obecność odpadów na wybrzeżach wynika z niedbalstwa pojedynczych osób. Także na niezamieszkałych wyspach można znaleźć śmieci – przynieszone wraz z prądem morskim. Mogą być naniesione z innych plaż, mogą także pochodzić z nielegalnego wyrzucania śmieci na otwartym morzu.

Niektóre śmieci po jakimś czasie ulegają rozkładowi, inne pozostają dopóki nie zostaną sprzątnięte.

Pomijając fakt, że nieprzyjemnie jest na nie patrzeć, rozrzucone śmieci mogą:

› Zranić człowieka

Pomyślmy o zardzewiałych puszkach, lub kawałkach szkła, które leżą w trawie czy piasku i które mogą nas poważnie zranić, gdy na nie nadepnemy

› Stwarzać niebezpieczeństwo dla zdrowia

Insekty i gryzonie (szczury) gromadzące się wokół gnijącej żywności lub odpadków sanitarnych mogą przyczynić się do wybuchu epidemii.

› Zabić lub zranić zwierzęta

Nieszkodliwa torebka plastikowa wyrzucona niedbale do wody dla żółwia morskiego może wyglądać jak meduza, a zjedzona przez niego może go zabić. Zniszczone sieci rybackie porzucone przez rybaków mogą stanowić śmiertelną pułapkę dla delfinów, które uwięzione w nich toną.

› Być kosztowne do usunięcia

Dla przykładu samo sprzątnięcie śmieci na warszawskiej Starówce w okresie letnim to koszt 100 tys. zł, a czyszczenie plaży w Trójmieście pochłania blisko 300 tys. zł.

Ćwiczenie 2

Zastanów się, jakie śmieci znajdują się w twojej okolicy, na polu, w mieście, na plaży.

- › Kto jest odpowiedzialny za powstawanie śmieci w każdym z tych miejsc?
- › Czy ilość śmieci zwiększyła się w ostatnim czasie?
- › Przypatrz się okolicy i zastanów się, co należy zrobić, aby zmniejszyć ilość odpadów.
- › Zastanów się, które z odpadów mogą ulegać biodegradacji? Jak sądzisz, czy biodegradacja to najlepszy sposób ochrony naszego otoczenia, czy może sprawić, że ludzie będą wyrzucać jeszcze więcej?
- › Zastanów się, jakie następstwa może mieć śmiecenie na wymienionych wcześniej obszarach?

Co można zrobić aby rozwiązać problem śmieci?

Każdy z nas jest odpowiedzialny za ten problem. W całej Europie funkcjonują przepisy prawne, które umożliwiają podejmowanie odpowiednich kroków wobec wszystkich – pojedynczych obywateli czy przedsiębiorstw, którzy zaśmiecają środowisko i nie stosują się do przepisów dotyczących likwidacji odpadów. Lokalne samorządy, stawiając pojemniki na śmieci i organizując segregację i zbiórkę odpadów, utwierdzają mieszkańców w tym, że powinni być dumni ze swego otoczenia. Zdecydowanie lepiej i znacznie taniej jest zadbać o rozsądną i uporządkowaną gospodarkę odpadami, niż zbierać śmieci z ulic, pól i wybrzeży morskich.

W całej Europie organizowane są kampanie uświadamiające ludziom problem odpadów. W różne przedsięwzięcia – ciągłe lub cykliczne – zarówno angażują się szkoły, kluby sportowe, lokalne społeczności, jak i dobrowolne organizacje regularnie sprzątające określone tereny.

Np. w ramach ogólnoświatowej kampanii „Clean Up the World” w poszczególnych krajach podejmowane są różne akcje. Przykładem może być akcja „Międzynarodowe sprzątanie Bałtyku”, w ramach której wolontariusze sprzątać będą dno morza.

Jak możesz pomóc?

Czy masz czyste sumienie? Kiedy ostatnio upuściłeś papierka od ciasteczek, gumę do żucia lub puszkę po napojach zamiast wyrzucić je do kosza na śmieci? Teraz, kiedy wiesz więcej na temat problemu śmieci czy zatrzymasz się na chwilę i pomyślisz, zanim porzucisz odpadek byle gdzie?

Ćwiczenie 3

Zorientuj się jaki system zagospodarowania odpadów funkcjonuje w Polsce, kto w nim uczestniczy i jak jest zorganizowany.

Ćwiczenie 4

Dla całej klasy: przedyskutujcie problem śmieci w swoim otoczeniu. Zastanówcie się nad przyczynami i skutkami. Wybierzcie JEDNO zagadnienie związane ze śmieciami i opracujcie plan jak rozwiązać ten problem. Może to być np. kampania uświadamiająca na temat odpadów w waszej szkole lub wystąpienie do samorządu lokalnego z prośbą o ustawienie większej ilości koszy na śmieci w określonym miejscu. Uwzględnijcie poniższe punkty:

- › Kogo należy zaangażować?
- › Jakie organizacje/jednostki administracyjne będą mogły wam pomóc?
- › Z jakimi organizacjami będziecie musieli się skonsultować?
- › Jak wprowadzić w życie wasz plan?
- › Jak nagłośnić waszą inicjatywę i zachęcić ludzi do wzięcia w niej udziału?
- › Jak będziecie mogli sprawdzać jej przebieg?
- › Jak określić czy odnieśliście zwycięstwo czy porażkę?

