



Czy produkcja cementu jest obojętna dla środowiska?

- [Wprowadzenie](#)
- [Przeczytaj](#)
- [Grafika interaktywna](#)
- [Sprawdź się](#)
- [Dla nauczyciela](#)



Czy produkcja cementu jest obojętna dla środowiska?

Wydobycie surowców do produkcji cementu pozostawia trwałe zmiany w krajobrazie.
Źródło: Pixabay, domena publiczna.

Branża cementowa w Polsce przeszła w ciągu ostatnich kilkunastu lat ogromną transformację i dziś należy do ścisłej czołówki światowej pod względem minimalizacji oddziaływania na środowisko. W jaki sposób cementownie oddziałują na środowisko? Jak to wyglądało w przeszłości?

Twoje cele

- Opiszysz, w jaki sposób produkcja cementu oddziałuje na środowisko.
- Sporządzisz notatki na temat metod służących ograniczeniu wpływu produkcji cementu na środowisko.



Lokalizacje cementowni w Polsce.

Źródło: GroMar Sp. z o. o., licencja: CC BY-SA 3.0.

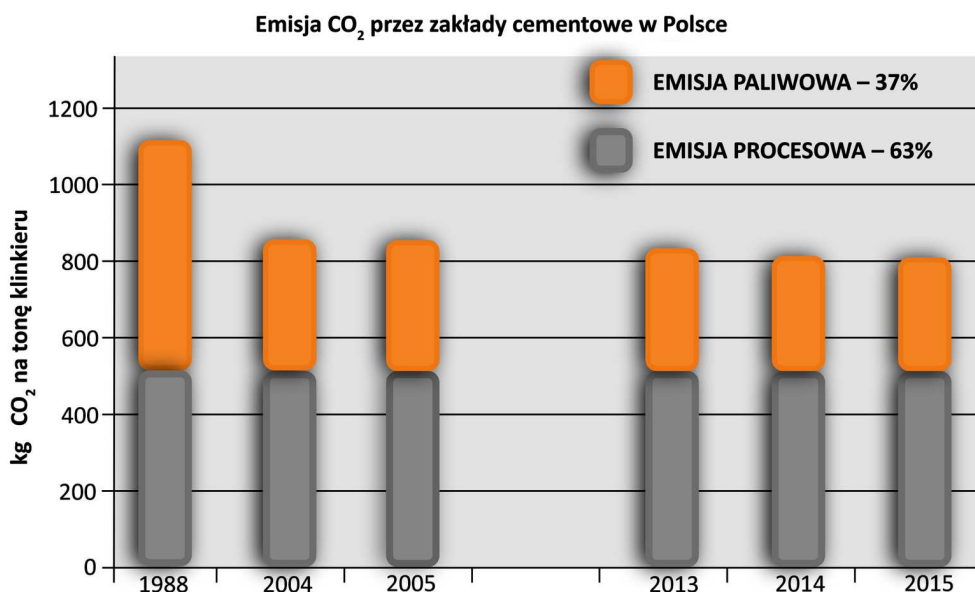
Emisja pyłów i gazów cieplarnianych

Charakter procesu technologicznego w przemyśle cementowym w największym stopniu oddziałuje na środowisko poprzez emisję pyłów i gazów cieplarnianych (CO_2 , SO_2 , NO_x). Udział emisji pyłów i gazów jest jednak nieznaczny w skali kraju. Emisja CO_2 , generowana przez przemysł cementowy, wynosi ok. 3% emisji ogółem. Dla SO_2 jest to ok. 0,1%, dla NO_x ok. 1%, z kolei dla pyłów mniej niż 1%.

Wartość emisji tlenku węgla(VI) ma największy udział w emisji gazów cieplarnianych ogółem i jest współzależna ze skalą produkcji cementu. Tlenek węgla(IV) jest uwalniany wskutek niemożliwej do uniknięcia reakcji dekarbonizacji węglanu wapnia do tlenku wapnia:

Oznacza to, że jego emisję można ograniczyć jedynie poprzez ograniczenie emisji pyłowych, czyli:

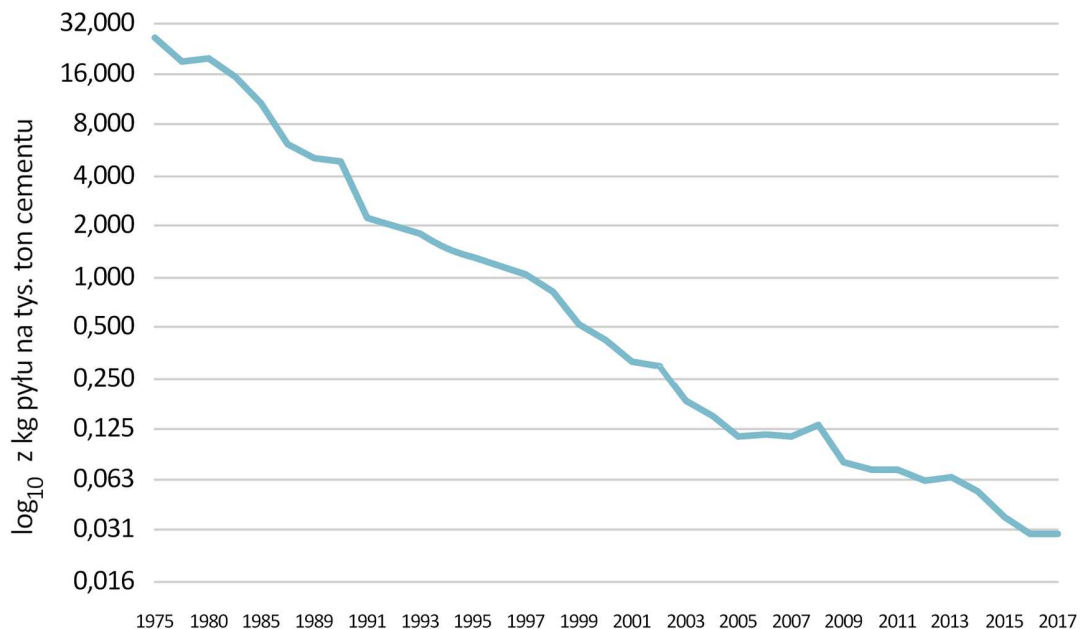
- w pyłach procesowych – pyły cementowo-wapiennicze, w tym pochodzące z pieców cementowych (emisja procesowa);
- w pyłach pochodzących z działu węglowego – pyły węglowo-grafitowe;
- w pyłach pochodzących z kotłowni zakładowych – pyły ze spalania paliw (emisja paliwowa).



Dzięki inwestycjom obniżono zużycie energii cieplnej o 40% w latach 1988-2016, to wpłynęło na zmniejszenie emisji CO_2 przez cementownie w Polsce.

Źródło: GroMar Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

W ostatnich trzech dekadach doszło w przemyśle cementowym do znaczącej redukcji emisji pyłów oraz CO₂. To z kolei wiąże się ze stosowaniem coraz bardziej zaawansowanych i wysokosprawnych filtrów na kominach (np. filtrów workowych czy tkaninowych filtrów pulsacyjnych), a także specjalnych włókien i odpylaczy pulsacyjnych. Na piecach wypalających [klinkier](#) montuje się specjalne urządzenia do ciągłego monitorowania emisji pyłowo-gazowej, co pozwala na stałą kontrolę procesu wypalania.



Emisja pyłu z przemysłu cementowego w latach 1975-2017

Źródło: GroMar Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Ciekawostka

W 2017 r. branża cementowa w Polsce wyprodukowała 17,23 mln ton cementu, co wiązało się z emisją 10,27 mln ton CO₂. Wyprodukowanie jednej tony cementu pociąga za sobą emisję produktową na poziomie 793 kg CO₂ – w latach 80. XX w. wartość ta wynosiła ponad 1100 kg CO₂! Około 63% tej wartości to tzw. emisja procesowa. Kamień wapienny jest jak dotąd głównym surowcem do produkcji klinkieru cementowego. Emisja CO₂ więc, pochodząca z termicznego rozkładu tego surowca, jest nieunikniona, zaś wpływ na jej obniżenie jest nieznaczny. Węglan wapnia podczas produkcji klinkieru jest rozkładany na tlenek wapnia i tlenek węgla(IV). Ta emisja jest stała i proporcjonalna do ilości wyprodukowanego cementu, tzn. nie da się jej wyeliminować bez zmiany substratu.

Przemysł cementowy otrzymuje corocznie od Krajowego Ośrodka Bilansowania i Zarządzania Emisjami – organu bezpośrednio podlegającym Ministrowi Środowiska – przydziały darmowych uprawnień do emisji CO₂. Nie pokrywają one jednak w pełni zapotrzebowania branży, a wszelkie niedobory uprawnień muszą być kupowane na aukcjach. Obecnie cena uprawnień do emisji sięga ok. 25 euro za tonę CO₂.

Ciekawostka

Więcej o tym, na jakiej zasadzie działają i po co zostały wprowadzone limity emisyjne, przeczytasz chociażby tu:

https://ec.europa.eu/clima/policies/ets_pl

Ścieki, hałas, wydobywanie surowców mineralnych

W kwestii współistnienia przemysłu cementowego ze środowiskiem wiąże się również problem ścieków, hałasu i eksploatacji surowców z kopalń odkrywkowych, co w istotny sposób wpływa na zdeformowanie naturalnego ukształtowania terenu.

Cykl produkcji cementu nie jest uciążliwy dla otoczenia w kontekście ścieków, ponieważ w procesie produkcyjnym nie powstają praktycznie żadne ścieki przemysłowe, które należałoby magazynować w osadnikach czy utylizować w uciążliwy sposób.

Cementownie zlokalizowane są zazwyczaj w znacznej odległości od terenów mieszkalnych. Problem hałasu dotyczy raczej warunków na stanowisku pracy, a nie otoczenia zakładu. Trudne jest jednak stosowanie metody strzałowej (z użyciem środków wybuchowych) do eksploatacji surowców mineralnych – wiąże się to bowiem z eksplozjami przenoszenia drgań.



Metoda strzałowa stosowana do eksploatacji surowców mineralnych może być problematyczna ze względu na hałas i przenoszenie drgań.

Źródło: Halen, licencja: CC BY-SA 3.0.

Eksploatacja surowców metodą kopalń odkrywkowych pozostawia trwałe zmiany w krajobrazie. Każdy z zakładów górniczych zobowiązany jest do **rekultywacji** terenu po okresie jego

eksploatacji. Na ten cel zakłady gromadzą specjalne środki, aby po zakończeniu prac w odkrywce zrekultywować teren do stanu pozwalającego na jego dalsze zagospodarowanie. Następnie firmy przekazują teren do dyspozycji lokalnych władz i społeczności (np. sadząc las, tworząc akwen wodny).



Eksploatacja surowców metodą kopalń odkrywkowych pozostawia trwałe zmiany w krajobrazie.

Źródło: dostępny w internecie: www.pxhere.com, domena publiczna.

Zużycie energii

Wytwarzanie cementu jest procesem energochłonnym, dlatego dąży się do optymalnego wykorzystania pobranej i wytworzonej w procesach technologicznych energii.

Wyprodukowanie 1 tony klinkieru w piecu cementowym wymaga dostarczenia ok 3,60 GJ ciepła, czyli spalania ok. 138 kg węgla kamiennego.

Modernizacja procesu wytwarzania klinkieru, głównie w wyniku zmiany energochłonnej mokrej metody produkcji na energooszczędną suchą, pozwoliła na efektywniejsze wykorzystanie ciepła ze spalania paliw i obniżenie ilości ciepła na jednostkę produkcji. Przemysł cementowy obniża zużycie energii elektrycznej poprzez ulepszenie technik mielenia cementu, obudowy taśm transportowych czy wykorzystania gorących gazów do suszenia paliw alternatywnych lub zawracanie ciepła produkcyjnego do innych etapów (np. do suszenia surowca).



Piec cementowy w Union Bridge

Źródło: Acroterion, licencja: CC BY-SA 3.0.

Wykorzystanie odpadów w przemyśle cementowym

Proces technologiczny wytwarzania cementu, a zwłaszcza wysokotemperaturowy proces wypalania klinkieru cementowego, stwarzają duże możliwości zagospodarowania odpadów przemysłowych (np. popioły lotne z energetyki, żużel wielkopiecowy, pył krzemionkowy, gips z odsiarczania spalin) jako substytutu surowców naturalnych, paliwa i klinkieru w cemencie.

Przemysł cementowy umożliwia wyeliminowanie w skali roku sporej ilości odpadów ze środowiska, poprzez dodanie ich do pieców podczas spieku. Stosowanie odpadów w procesie produkcyjnym zmniejsza zużycie energii na wydobycie i przetwarzanie surowców naturalnych oraz wpływa na zmniejszenie udziału klinkieru w cemencie (czyli to także oszczędność emisji CO₂ z rozkładu kamienia wapiennego).

Podstawowym paliwem do opalania pieców jest węgiel kamienny, ale w cementowniach coraz częściej stosuje się również tzw. [paliwa alternatywne](#). Poprzez bezpieczne dla otoczenia spalanie paliw alternatywnych (np. opon, odpadów gumowych, olei, mączki kostnej, tworzyw sztucznych, łupków przywęglowych) w piecach cementowych odzyskujemy energię, a także prowadzimy do obniżenia emisji zanieczyszczeń w skali globalnej. Dodatkowo współspalanie paliw alternatywnych w cementowni oznacza, że odpady składające się na te paliwa nie zostaną spalone w innym miejscu, stając się dodatkowym źródłem emisji, albo nie zostaną złożone na składowisku.

Współspalanie odpadów jako paliw alternatywnych w zakładzie cementowym nie niesie zagrożeń, a wręcz przeciwnie, jest jedną ze sprawdzonych i nowoczesnych metod

| zagospodarowania odpadów, realizowaną od wielu lat w Europie i na świecie.

Udział ciepła z paliw alternatywnych

rok : 1990

Świat : 1.5

eu : 2

polska : 0

rok : 2000

Świat : 6

eu : 9

polska : 2

rok : 2005

Świat : 8

eu : 16

polska : 14

rok : 2010

Świat : 12

eu : 31

polska : 39

rok : 2014

Świat : 15

eu : 39

polska : 52

rok : 2015

Świat : 16

eu : 43

polska : 58

rok : 2016

Świat :

eu : 44

polska : 60

rok : 2017

Świat :

eu : 46

polska : 64

rok : 2018

Świat :

eu : 50

polska : 70

Udział ciepła z paliw alternatywnych

Źródło: polskicement.pl.

Rodzaje paliw alternatywnych zużytych do produkcji cementu w 2017 r. w tys. ton.

Label : RDF

Value : 84,9%

Label : zużyte opony

Value : 5,5%

Label : tworzywa sztuczne

Value : 4,6%

Label : osady ściekowe

Value : 0,6%

Label : odpady z elektrowni

Value : 2,1%

Label : odpady z fizykochemicznej przeróbki odpadów

Value : 2,1%

Label : inne

Value : 0,2%

Zużycie surowców wtórnych do produkcji klinkieru i cementu w 2017 r.

Źródło: polskicement.pl, dostępny w internecie: polskicement.pl.

Stosowanie odpadów to obniżenie kosztów produkcji oraz możliwości modyfikacji właściwości produkowanych cementów.

Oczywiście przemysł cementowy ma za zadanie przede wszystkim produkcję dobrej jakości cementu, o właściwościach ściśle określonych i regulowanych przez istniejące normy polskie i Unii Europejskiej. Stąd pewność, że w zakładach cementowych nie stosuje się odpadów (jako dodatków do cementu lub w postaci paliw alternatywnych), które mogłyby spowodować pogorszenie jego własności lub niekorzystnie wpływać na ciągłość pracy pieca cementowego.

Zużycie surowców wtórnych do produkcji cementu i klinkieru w 2017 r. w tonach.

Label : popioły lotne

Value : 31,9%

Label : inne

Value : 1,5%

Label : gips odpadowy

Value : 13,6%

Label : łupki powęglowe

Value : 4,4%

Label : dodatki żelaznonośne

Value : 4,2%

Label : żużel wielkopiecowy

Value : 43,8%

Label : popiołu fluidalne

Value : 0,6%

Produkty cementowe – „eko moce”

Beton może być z powodzeniem wykorzystywany do unieszkodliwiania substancji radioaktywnych. Wraz z klinkierem cementowym stanowią materiały, które skutecznie unieruchamiają metale ciężkie. Stopień **immobilizacji** metali ciężkich, cytowany w różnych źródłach literaturowych, jest bardzo wysoki i przekracza 99% – są więc praktycznie niewymywalne.

Za działanie przyjazne dla środowiska naturalnego należy uznać recykling betonu, czyli powtórne wykorzystywanie materiału ze starych konstrukcji betonowych do produkcji wartościowego kruszywa, które następnie może być stosowane do ponownej produkcji tego materiału.

Czy produkcja cementu ma wpływ na środowisko?

Tak, jednak w ostatnim czasie oddziaływanie zakładów cementowych zostało radykalnie zmniejszone, dzięki przeprowadzonym modernizacjom linii technologicznej. Emisja pyłów, z którą najczęściej kojarzył się obraz cementowni, została mocno ograniczona. Wyeliminowanie mokrej metody produkcji klinkieru cementowego przyniosło zmniejszenie zużycia energii cieplnej, a tym samym ilości emitowanych gazów odlotowych. Pozwoliło to w dużym stopniu ograniczyć emisję CO₂ o ok. 40% na jednostkę wypalanego klinkieru, w porównaniu do początku lat dziewięćdziesiątych.

Działalność przemysłu cementowego przynosi także korzyści środowisku naturalnemu. Do produkcji cementu zużywa się mniej więcej 4 mln ton odpadów rocznie, dzięki czemu są one eliminowane ze środowiska, a przy tym zachowuje się rezerwy surowców czy paliw kopalnych. Technologia produkcji cementu stwarza warunki bezodpadowej utylizacji odpadów przemysłowych i komunalnych. Cementownie, ze względu na wielkotonażową produkcję oraz duże możliwości wykorzystania odpadów jako zamiennika części surowca i paliwa w procesie wytwarzania cementu, są istotnym partnerem w bezpiecznej utylizacji odpadów produkcyjnych z innych przemysłów. Proces, który jeszcze niedawno należał do technologii szkodliwych dla środowiska, obecnie, w wyniku głębokiej modernizacji i wdrażaniu nowych innowacyjnych rozwiązań, nie tylko przestał być uciążliwy, ale spełnia bardzo ważną rolę w utylizacji uciążliwych odpadów dla środowiska.

Zgodnie z polityką klimatyczną Unii Europejskiej, przemysł cementowy, podobnie jak energetyczny, został zobowiązany do redukcji emisji CO₂. Przeprowadzona w ostatnich latach restrukturyzacja krajowego przemysłu cementowego (np. likwidacja metody mokrej wytwarzania klinkieru) oraz zastosowanie nowych energooszczędnych technik wytwarzania cementu spowodowało, że uzyskano już znaczną redukcję dwutlenku węgla. Dalszą poprawę efektywności energetycznej oraz zmniejszenie emisji CO₂ można uzyskać poprzez:

- obniżenie udziału klinkieru w cemencie;
- poprawę wydajności pieców cementowych;
- zwiększenie udziału w produkcji odnawialnych i alternatywnych źródeł energii;
- odzyskiwanie energii cieplnej z procesów produkcyjnych i zastosowanie jej do produkcji energii elektrycznej – wykorzystywanej następnie w procesach technologicznych – a tym samym ograniczenie produkcji elektryczności i związanej z nią emisji CO₂;
- nowe, niskoemisyjne techniki produkcji cementu.

Słownik

klinkier cementowy

produkt w postaci grudek otrzymany przez wypalenie w temperaturze spiekania zmielonych i dokładnie wymieszanych surowców, dobranych w odpowiedniej proporcji; stosowany do produkcji cementu

handel emisjami CO₂

rynkowa metoda ograniczania kosztów zewnętrznych, takich jak społeczne koszty zanieczyszczeń wody lub powietrza; opiera się na dobrowolnych lub ustawowych zezwoleniach/certyfikatach, uprawniających do emisji określonej ilości danej substancji, które mogą być kupowane i sprzedawane na zasadach rynkowych; wprowadzenie ograniczeń w rezultacie zwiększa motywację przedsiębiorstw do inwestowania w technologie mniej szkodliwe dla środowiska naturalnego

rekultywacja

przywracanie wartości użytkowych lub przyrodniczych terenom zniszczonym przez działalność człowieka

paliwa alternatywne

wszystkie materiały i substancje, które mogą zostać wykorzystane jako paliwo inne, niż paliwa konwencjonalne (np. węgiel, ropa naftowa, uran)

immobilizacja

zespół czynników i działań skutkujących ograniczeniem swobody poruszania się poszczególnych atomów, cząsteczek, a w konsekwencji całego materiału poprzez adsorpcję na powierzchni nośnika lub wewnątrz specyficznych struktur

ślad węglowy

ilość gazów cieplarnianych produkowanych bezpośrednio i pośrednio w wyniku określonej działalności człowieka, zazwyczaj wyrażana w tonach lub kilogramach tlenku węgla(IV) (CO₂)

Bibliografia

Cement i beton – niskoemisyjne materiały budowlane, online:

<http://www.swiatbetonu.pl/aktualnosci/stowarzyszenie-producentow-cementu-cement-i-beton-niskoemisyjne-materialy-budowlane>, dostęp: 05.02.2022.

Duda J., Kołosowski M., Malinowski P., Tomasiak J., *Ekoinnowacyjne techniki utylizacji odpadów powęglowych*, online:

http://www.ptzp.org.pl/files/konferencje/kzz/artyk_pdf_2017/T1/t1_035.pdf dostęp: 05.02.2022.

Duda J., Kołosowski M., Tomasiak J., *Ekologiczne i technologiczne uwarunkowania działalności innowacyjnej w przemyśle materiałów budowlanych*, „Modern Management Review” 2017, t. 22, nr. 24, s. 7-19., online: <http://doi.prz.edu.pl/pl/pdf/zim/270>, dostęp: 05.02.2022.

Gorzela K., *Praca doktorska. Uprawnienia do emisji jako przedmiot obrotu i zabezpieczeń*, Uniwersytet Warszawski, online:

<https://depotuw.ceon.pl/bitstream/handle/item/971/UPRAWNIENIA%20DO%20EMISJI%20-%20PRACA%20DOKTORSKA%20%28wersja%20ostateczna%29.pdf?sequence=1>, dostęp: 05.02.2022.

Uliasz-Bocheńczyk A., Mokrzycki E., *Emisja dwutlenku węgla w przemyśle cementowym*, „Polityka Energetyczna” 2003, t. 6, s. 367-375.

https://se.min-pan.krakow.pl/publikacje/03_33auem_pe.pdf

Grafika interaktywna

Polecenie 1

Czy produkcja cementu jest korzystna, obojętna, czy też niekorzystna dla środowiska?
Zapoznaj się z grafiką interaktywną, a następnie przejdź do rozwiązywania zadań.

Emisja CO₂ w produkcji cementu – grafika interaktywna

Źródło: GroMar Sp. z o.o., Siemieniuk, J.; Szatyłowicz, E.; Zmniejszenie emisji CO₂ w procesie produkcji cementu, *Budownictwo i inżynieria środowiska*; 2018, 9, 81-87; oraz <https://www.polskicement.pl/oddziaływanie-przemyslu/>, licencja: CC BY-SA 3.0.

Polecenie 2

Czy polskie zakłady produkcji cementu pracują nad ograniczeniem jego szkodliwego wpływu na środowisko? Przeanalizuj grafikę interaktywną na ten temat, a następnie rozwiąż zadania poniżej.

Zakłady cementowe w Polsce a środowisko.

Źródło: GroMar Sp. z o.o., <https://bellaplast.com.pl/produkcja-cementu-a-srodowisko/>, licencja: CC BY-SA 3.0.

Ćwiczenie 1

Produkcja cementu stanowi ok. 5% globalnej emisji CO₂. Przyporządkuj ilość procentową emisji CO₂ do odpowiedniego procesu produkcyjnego cementu.

50%

emisje procesowe

40%

spalanie paliw

10%

wykorzystanie energii elektrycznej
i transportu

Ćwiczenie 2

Paliwa alternatywne stanowią wolne od , obojętne emisyjnie paliwa z , w skład których wchodzi wysegregowane i rozdrobnione z odpadów , nienadające się do (RDF), jak np. zużyte opony, wysuszone , mączka mięsno-kostna, odpady ciekłe.

recyklingu

komunalnych

zarazków

frakcje palne

biomasy

komunalnych i przemysłowych

zanieczyszczeń

komunalne osady ściekowe

frakcje niepalne

Ćwiczenie 3

Którego europejskiego lidera, w zakresie wykorzystania paliw alternatywnych do wypału klinkieru cementowego, pokonała Polska w 2017 r., osiągając przy tym 65% wydajności procesu? Zaznacz poprawną odpowiedź.

☐ Włochy

☐ Niemcy

☐ Francję

☐ Wielką Brytanię

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Zaznacz prawidłową odpowiedź.

Jakimi metodami zmniejsza się emisję pyłów i gazów podczas produkcji cementu?

- ☐ Natryskując kwasami.
- ☐ Sitami mechanicznymi na kominach.
- ☐ Filtrami workowymi i odpylaczami pulsacyjnymi.

Ćwiczenie 2



Zaznacz prawidłową odpowiedź.

Czym jest emisja procesowa w produkcji cementu?

- ☐ Emisja CO₂ związana z procesem produkcyjnym, a konkretnie z rozkładem termicznym kamienia wapiennego.
- ☐ Emisja CO₂ powstała w wyniku użycia min. ilości paliwa stałego, bez dodatku paliw alternatywnych.
- ☐ Emisja CO₂ związana z linią przesyłową – związana z wywiewaniem materiału skalnego z taśmociągu i ciężarówek przewożących gotowy cement.

Ćwiczenie 3



Zaznacz, czy zdanie jest prawdziwe, czy fałszywe.

Zdanie	Prawda	Fałsz
W produkcji cementu nie powstają ścieki przemysłowe.	☐	☐
W produkcji cementu emisja produktowa jest równoważna emisji procesowej.	☐	☐
Przemysł cementowy otrzymuje nielimitowane przydziały emisyjne na produkcję CO ₂ .	☐	☐

Ćwiczenie 4



Połącz nazwę materiału z jego opisem.

cement	mieszanina wapna gaszonego, piasku i wody
zaprawa wapienna	zmielona mieszanina gipsu z wypaloną mieszaniną wapieni, margli, ziemi krzemkowej
ceramika	mieszanina cementu, piasku, wody i kruszywa
beton	wyroby z naturalnych glin bądź z ich mieszanin z dodatkami mineralnymi

Ćwiczenie 5



Wyjaśnij, czym jest handel emisjami CO₂.

Ćwiczenie 6



Połącz definicję z hasłem.

immobilizacja

wprowadzanie do środowiska
zanieczyszczeń

emisja

unieruchomienie atomów, cząsteczek,
a w konsekwencji całego materiału
poprzez adsorpcję na powierzchni
nośnika lub wewnątrz specyficznych
struktur

recykling

przywracanie wartości użytkowych lub
przyrodniczych terenom zniszczonym
przez działalność człowieka

rekultywacja

odzyskiwanie surowców z produktów
odpadowych i wykorzystywanie ich do
produkcji nowych

Ćwiczenie 7



Połącz w pary hasła i ich definicje.

Cement

substancje (mineralne), które w stanie sproszkowanym, po zmieszaniu z cieczą (wodą), tworzą plastyczne, łatwe do formowania masy, twardniejące i przechodzące po pewnym czasie w ciała stałe.

Zaprawy (ceramiczne, budowlane)

hydrauliczny materiał wiążący, otrzymywany z surowców mineralnych (margiel, wapień, glina) poprzez wypalanie, a następnie zmielenie otrzymanego spieku.

Materiały wiążące

mieszaniny zawierające materiał wiążący, tworzące po zarobieniu z cieczą (wodą) plastyczne zaczyny, które po upływie czasu przechodzą ze stanu plastycznego w ciała stałe.

Ćwiczenie 8



W każdym wierszu zaznacz właściwą opcję, która doprowadzi do poprawy efektywności energetycznej oraz zmniejszenia emisji CO₂.

Do poprawy efektywności energetycznej oraz zmniejszenia emisji CO₂, doprowadzi:

zwiększenie objętości pieców cementowych. ☐	poprawa wydajności pieców cementowych. ☐
stosowanie wysokoemisyjnych technik produkcji cementu. ☐	stosowanie niskoemisyjnych technik produkcji cementu. ☐
odzyskiwanie energii cieplnej z procesów produkcyjnych. ☐	energia pozyskiwana ze spalania odsiarczonego węgla. ☐
obniżenie udziału klinkieru w cemencie. ☐	zwiększenie udziału klinkieru w cemencie. ☐

Dla nauczyciela

Scenariusz zajęć

Autor: Marta Wróbel, Krzysztof Błaszczak

Przedmiot: chemia

Temat: Czy produkcja cementu jest obojętna dla środowiska?

Grupa docelowa: III etap edukacyjny, liceum, technikum, zakres podstawowy i rozszerzony; uczniowie III etapu edukacyjnego – kształcenie w zakresie podstawowym i rozszerzonym

Podstawa programowa:

Zakres podstawowy

XI. Zastosowania wybranych związków nieorganicznych. Uczeń:

3) opisuje rodzaje skał wapiennych (wapień, marmur, kreda), ich właściwości i zastosowania; projektuje i przeprowadza doświadczenie, którego celem będzie odróżnienie skał wapiennych wśród innych skał i minerałów; pisze odpowiednie równania reakcji.

XXII. Elementy ochrony środowiska. Uczeń:

2) wymienia podstawowe rodzaje zanieczyszczeń powietrza, wody i gleby (np. metale ciężkie, węglowodory, produkty spalania paliw, freony, pyły, azotany(V), fosforany(V) (ortofosforany(V))), ich źródła oraz wpływ na stan środowiska naturalnego; opisuje rodzaje smogu oraz mechanizmy jego powstawania;

3) proponuje sposoby ochrony środowiska naturalnego przed zanieczyszczeniem i degradacją zgodnie z zasadami zrównoważonego rozwoju;

5) pisze wzory hydratów i soli bezwodnych (CaSO_4 , $(\text{CaSO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ i $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$); podaje ich nazwy mineralogiczne; opisuje różnice we właściwościach hydratów i substancji bezwodnych; przewiduje zachowanie się hydratów podczas ogrzewania i weryfikuje swoje przewidywania doświadczalnie; wymienia zastosowania skał gipsowych; wyjaśnia proces twardnienia zaprawy gipsowej; pisze odpowiednie równanie reakcji.

Zakres rozszerzony

XI. Zastosowania wybranych związków nieorganicznych. Uczeń:

3) opisuje rodzaje skał wapiennych (wapień, marmur, kreda), ich właściwości i zastosowania; projektuje i przeprowadza doświadczenie, którego celem będzie odróżnienie skał wapiennych od innych skał i minerałów; pisze odpowiednie równania reakcji;

5) pisze wzory hydratów i soli bezwodnych (CaSO_4 , $(\text{CaSO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ i $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$); podaje ich nazwy mineralogiczne; opisuje różnice we właściwościach hydratów i substancji bezwodnych; przewiduje zachowanie się hydratów podczas ogrzewania i weryfikuje swoje przewidywania doświadczalnie; wymienia zastosowania skał gipsowych; wyjaśnia proces twardnienia zaprawy gipsowej; pisze odpowiednie równanie reakcji.

XXII. Elementy ochrony środowiska. Uczeń:

2) wymienia podstawowe rodzaje zanieczyszczeń powietrza, wody i gleby (np. metale ciężkie, węglowodory, produkty spalania paliw, freony, pyły, azotany(V), fosforany(V) (ortofosforany(V)), ich źródła oraz wpływ na stan środowiska naturalnego; opisuje rodzaje smogu oraz mechanizmy jego powstawania;

3) proponuje sposoby ochrony środowiska naturalnego przed zanieczyszczeniem i degradacją zgodnie z zasadami zrównoważonego rozwoju.

Kształtowane kompetencje kluczowe:

- kompetencje w zakresie rozumienia i tworzenia informacji;
- kompetencje matematyczne oraz kompetencje w zakresie nauk przyrodniczych, technologii i inżynierii;
- kompetencje cyfrowe;
- kompetencje osobiste, społeczne i w zakresie umiejętności uczenia się.

Cele operacyjne

Uczeń:

- wymienia, jakie zanieczyszczenia mogą powstawać podczas produkcji cementu;
- charakteryzuje metody ograniczania emisji zanieczyszczeń w przemyśle cementowym.

Strategie nauczania:

- asocjacyjna.

Metody i techniki nauczania:

- metoda lekcji odwróconej;
- metaplan;
- burza mózgów;
- analiza materiału źródłowego;
- ćwiczenia uczniowskie;
- technika gadająca ścianą;
- technika zdań podsumowujących.

Formy pracy:

- praca w grupach;
- praca indywidualna;
- praca zbiorowa.

Środki dydaktyczne:

- komputery z głośnikami, słuchawkami z dostępem do Internetu;
- zasoby multimedialne zawarte w e-materiale;
- tablica interaktywna/tablica, pisak/kreda;
- rzutnik multimedialny.

Przed lekcją

Metoda lekcji odwróconej. Uczniowie otrzymują informację o konieczności przygotowania się do bieżącego tematu oraz zapoznaniu się z dokumentami dowolnego Zakładu Cementowego: Deklaracja Środowiskowa oraz Raport Zrównoważonego Rozwoju dowolnej cementowni (linki do wykorzystania – patrz materiały pomocnicze). Uczniowie również analizują grafikę interaktywną.

Przebieg zajęć

Faza wstępna:

1. Zaciekawienie i dyskusja. W jaki sposób cementownie oddziałują na środowisko? Jak to wyglądało w przeszłości?
2. Ustalenie celów lekcji. Nauczyciel podaje temat zajęć i wspólnie z uczniami ustala cele lekcji, które uczniowie zapisują w portfolio.

Faza realizacyjna:

1. Nauczyciel uczniom przedstawia problem, który będzie przedmiotem dyskusji i pracy uczniów – czy produkcja cementu jest obojętna dla środowiska?
2. Nauczyciel dzieli uczniów na grupy, rozdaje arkusze papieru A1, mazaki. Informuje uczniów, że będą pracowali metodą metaplanu. wyjaśnia zasady pracy tą metodą.
3. Metaplan. Uczniowie na arkuszach papieru rozplanowują zapis tematu, trzech pytań do rozważań w związku z problemem: Jak jest? Jak powinno być? Dlaczego nie jest tak, jak być powinno? oraz wnioski. Uczniowie analizują problem i zapisują odpowiedzi na poszczególne pytania oraz wyciągają ogólne wnioski. Nauczyciel monitoruje przebieg pracy uczniów, wspiera ich. Po minionym czasie liderzy prezentują wykonane przez grupy plakaty z wykorzystaniem techniki gadająca ściana. Po prezentacji poszczególnych grup uczniowie wypracowują wspólne wnioski i zapisują w zeszytach.
4. Uczniowie samodzielnie sprawdzają swoją wiedzę, wykonując ćwiczenia zawarte w e-materiale – „Sprawdź się”.

Faza podsumowująca:

1. Na zakończenie zajęć nauczyciel zadaje uczniom pytania: jakie zagrożenia dla środowiska niosą cementownie? Jakimi metodami zmniejsza się emisję pyłów i gazów podczas produkcji cementu? Czym jest emisja procesowa w produkcji cementu?
2. Jako podsumowanie lekcji nauczyciel może wykorzystać zdania do uzupełnienia, które uczniowie również zamieszczają w swoim portfolio:
 - Przypomniałem/łam sobie, że...
 - Co było dla mnie łatwe...
 - Czego się nauczyłem/łam...
 - Co sprawiało mi trudność...

Praca domowa:

Uczniowie wykonują pozostałe ćwiczenia zawarte w e-materiale w sekcji „Sprawdź się”.

Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania multimedium:

Uczniowie mogą wykorzystać grafiki interaktywne przygotowując się do zajęć lub podczas lekcji powtórzeniowej. Uczniowie nieobecni na lekcji mogą ją wykorzystać jako nadrobienie zaległości.

Materiały pomocnicze:

1. Polecenia podsumowujące (nauczyciel przed lekcją zapisuje je na niewielkich kartkach):
 - Jakie zagrożenia dla środowiska niosą cementownie?
 - Jakimi metodami zmniejsza się emisję pyłów i gazów podczas produkcji cementu?
 - Czym jest emisja procesowa w produkcji cementu?
2. Linki do materiałów dotyczących działań środowiskowych wybranych cementowni:

- https://www.wartasa.com.pl/gfx/wartasa/userfiles/_wspoldzielony2/deklaracja_emas_wydanie_4.pdf, dostęp z dn. 25.05.2021
- <https://www.cemex.pl/zarzadzanie-wplywem-na-srodowisko.aspx>, dostęp z dn. 25.05.2021
- <https://www.polskicement.pl/wp-content/uploads/2020/10/Raport-Wplywu-EY-SPC.pdf>, dostęp z dn. 25.2021
- <http://doi.prz.edu.pl/pl/pdf/zim/270>, dostęp z dn. 25.05.2021

Inne materiały:

- https://zasoby1.open.agh.edu.pl/dydaktyka/inzynieria_srodowiska/a_aparatura_s/files/1.htm

3. Arkusze papieru A1, mazaki, glutaki.