

Temat 14

Las – źródłem energii

Opracowanie merytoryczne: Alicja Antonowicz
Ośrodek Kultury Leśnej w Gołuchowie

Grupa wiekowa: uczniowie w wieku 13–15 lat

Miejsce zajęć: sala edukacyjna

Czas: dwie godziny lekcyjne

Cel główny:

- wskazanie na las jako źródło pochodzenia węgla;
- zapoznanie uczniów z energetycznymi surowcami mineralnymi;
- wskazanie na konieczność oszczędnego gospodarowania surowcami nieodnawialnymi.

Cele szczegółowe:

Uczeń potrafi:

- w zakresie wiadomości:
 - wymienić rodzaje węgla wykorzystywanego przez ludzi;
 - wskazać na pradawny i współczesny las jako źródło pochodzenia węgla kamiennego, brunatnego i drzewnego;
 - wymienić współczesne zastosowanie węgla drzewnego;
 - wymienić zalety i wady wykorzystywania węgla jako surowca energetycznego;
- w zakresie umiejętności:
 - wyciągnąć wnioski, że leśny materiał roślinny towarzyszy człowiekowi od stuleci;
 - porównać zalety i wady wykorzystywania węgla jako surowca energetycznego;
 - przeanalizować obieg pierwiastka węgla w przyrodzie;
- w zakresie postaw i przekonań:
 - ocenić wpływ wykorzystania surowców nieodnawialnych na środowisko;
 - przekonać najbliższe otoczenie, że warto oszczędzać energię nie tylko ze względów ekonomicznych, ale również dla ograniczenia negatywnego wpływu jej produkcji na środowisko.

Metody pracy: pogadanka, burza mózgów, pokaz, pytania i odpowiedzi.

Strategia nauczania: asocjacyjna, emocjonalna, operacyjna.

Formy pracy: zbiorowa – cała klasa, indywidualna.

Środki dydaktyczne: karta pracy, prezentacja multimedialna z rycinami omawianych gatunków roślin, bryły węgla: brunatnego, kamiennego i drzewnego, węgiel drzewny do rysowania, kartki A4.

Przebieg lekcji:

Wprowadzenie:

1. Przedstaw temat lekcji.
2. Zapytaj uczniów:
 - czy to, że pomieszczenie, w którym się znajdują, oświetla żarówka, można powiązać z lasem.
 - czy zastanawiali się, co jest źródłem energii dostarczanej do ich domów.
3. Rozdaj uczniom karty pracy.

Faza realizacji:

1. Zapytaj uczniów, z jakich surowców korzystają elektrownie, by wytworzyć prąd. Zapisz je na tablicy.
2. Przyporządkuj z uczniami wymienione surowce do dwóch grup: odnawialnych i nieodnawialnych.
3. Powiedz, że polskie elektrownie do produkcji energii w największym stopniu wykorzystują węgiel kamienny i brunatny. Podkreśl, że poza tymi dwoma rodzajami węgla mamy jeszcze węgiel drzewny, który też może być źródłem energii.
4. Opowiedz uczniom o występowaniu, właściwościach i zastosowaniu węgla kamiennego, brunatnego i drzewnego. Zaprezentuj bryły trzech rodzajów węgla.
5. Zrealizuj z uczniami zadanie 1 w karcie pracy.
6. Opowiedz, skąd się wzięły pokłady węgla kamiennego i brunatnego oraz w jaki sposób energia została w nich zgromadzona.
7. Jeżeli to możliwe, pokaż kawałek węgla z odciskiem pradawnej rośliny.
8. Zrealizuj z uczniami zadania 2 i 3 w karcie pracy.
9. Opowiedz, w jaki sposób powstaje węgiel drzewny.
10. Scharakteryzuj zastosowanie węgla drzewnego.
11. Zrealizuj z uczniami zadanie 4 w karcie pracy.
12. Krótko scharakteryzuj, w jaki sposób elektrownie wykorzystują węgiel do produkcji energii.
13. Wykonaj z uczniami zadanie 5 w karcie pracy, które pozwoli zdobyć informację na temat wartości energetycznej omawianych rodzajów węgla.
14. Zastanów się wspólnie z uczniami nad skutkami środowiskowymi wykorzystania omówionych rodzajów węgla. Wypiszcie je na tablicy.
15. Zaproponuj, aby uczniowie podali rozwiązania, które pomogą zmniejszyć zawartość węgla w powietrzu.
16. Opowiedz o projekcie „gospodarstw węglowych”.
17. Wykonajcie, używając węgla drzewnego, pracę plastyczną zatytułowaną „Las karboński”.

Podsumowanie:

1. Zbierz i uporządkuj wiadomości:
 - życie ludzi związane jest nierozdzielnie z lasem, który dostarcza m.in. energii;
 - pradawne lasy służą człowiekowi po dziś dzień, gdyż dostarczyły pokładów węgla kamiennego i brunatnego;
 - węgiel drzewny, który otrzymuje się z drewna, służy ludziom w różnych formach;
 - racjonalne korzystanie z surowców zapewni trwałą zrównoważony rozwój planety i dlatego konieczne jest wykorzystywanie również niekonwencjonalnych źródeł energii oraz jej oszczędzanie.
2. Sprawdź, czy wszyscy wykonali zadania w karcie pracy. Zweryfikuj poprawność odpowiedzi.

Opracowanie dla nauczyciela

Współczesnemu człowiekowi trudno obyć się bez surowców mineralnych, w tym tych występujących pod powierzchnią ziemi. Należą do nich m.in. surowce energetyczne, takie jak węgiel kamienny i węgiel brunatny, które zapewniają zarówno wytwarzanie ciepła, jak i energii elektrycznej. Wykorzystywane są one w elektrowniach i należą do grupy surowców nieodnawialnych, tzn. takich, których odnowienie w sposób naturalny jest niemożliwe lub, rozpatrując skalę geologiczną, trwa bardzo długo.

Energię otrzymuje się również, wykorzystując siłę płynącej wody, wiatr, ciepło ziemi, słońce, biomasę, biopaliwo i biogaz. Są to surowce odnawialne (ich odnowienie jest bieżące lub trwa krótko), a wytwarzaną z ich udziałem energię nazywa się niekonwencjonalną.

Poza węglem kamiennym i brunatnym źródłem energii bywa również węgiel drzewny. Nie ma on jednak

zastosowania w elektrowniach. Wszystkie trzy rodzaje węgla są wykorzystywane przez ludzi, a źródłem ich pochodzenia są lasy, zarówno te pradawne, jak i współczesne.

Węgiel kamienny. Jego pokłady znajdują się na Wyżynie Śląskiej, w Sudetach (rejon Wałbrzycha), na Wyżynie Lubelskiej i Polesiu Lubelskim. Obecnie wydobywa się go tylko na Górnym Śląsku oraz w Lubelskim Zagłębiu Węglowym. Tworzył się przez miliony lat ze szczątków roślin, które rosły w okresie geologicznym zwanym karbonem (era paleozoiczna). Karbon rozpoczął się około 360 mln lat temu (nazwa pochodzi od słowa *carbon*, co po łacinie oznacza *węgiel*). Wówczas ziemię porastały wilgotne, wręcz bagniste lasy, powietrze było nasycone dwutlenkiem węgla, panowała wysoka temperatura. Ówczesną roślinność stanowili wielkich rozmiarów krewni widłaków, paproci i skrzypów. Mieli oni formę drzewiastą. Ich wysokość sięgała kilkudziesięciu metrów. Przed-

stawicielami drzewiastych widłaków były lepidodendron i sygalia (ok. 20 m wysokości), a drzewiastych skrzypów – kalamit (ok. 30 m wysokości). Warunki dla ich rozwoju zapewniło morze, które cofając się, pozostawiło po sobie bagniste tereny. Efekt cofania się morza nastąpił w wyniku ruchów górotwórczych i wypiętrzania masywów Sudetów i Gór Świętokrzyskich. W okolicy wyniesionych gór tworzyły się zapadliska. Gromadził się w nich obumierający materiał biologiczny, który z czasem ulegał przetworzeniu. Materii organicznej w tym czasie było tak dużo, że redukcji nie nadążał z jej rozkładem. Poza tym w warunkach beztlenowych drewno nie było rozkładane przez grzyby. Obumarłe rośliny, poddawane powolnym procesom fermentacji beztlenowej, tworzyły warstwę torfu. W ciągu milionów lat, powalone w bagnach i odcięte od dostępu powietrza przez warstwy mułu i piasku, ulegały zwęglaniu. Zapadający się teren był przykrywany warstwami osadów mineralnych nanoszonych przez rzeki. Pod wpływem wysokiego ciśnienia i temperatury torf przeobrażał się w węgiel brunatny, a następnie węgiel kamienny. Dzięki kolejnym procesom górotwórczym pokłady węgla zostały wyniesione bliżej powierzchni ziemi, co umożliwiło ich dzisiejszą eksploatację. W lasach karbońskich poza roślinami występowały owady, pajęczaki oraz wiele gatunków płazów i pierwsze gady. Duża ilość bezkręgowców pozwoliła płazom osiągnąć wielkie rozmiary. Karbon zakończył się ok. 299 mln lat temu. W okresie późniejszym, permskim, klimat stał się bardziej suchy, a wiele grup paprotników wymarło. W permie pokłady węgla kamiennego tworzyły rośliny nagozłazkowe. Istniejące współcześnie widłaki i skrzypy mają reliktowy charakter.

Węgiel kamienny po wydobyciu rozpoznajemy jako czarne, twarde bryłki. Pod względem energetycznym jest bardzo wydajny. Przy spalaniu daje dużo ciepła. Jest wykorzystywany w elektrowniach oraz gospodarstwach domowych. Surowce otrzymywane z przerobu węgla kamiennego służą ponadto do wyrobu tworzyw sztucznych, farb, lakierów, rozpuszczalników oraz lekarstw. Obecnie coraz większe zastosowanie znajduje włókno węglowe, które dzięki swojej wytrzymałości i lekkości zarazem stało się materiałem do konstrukcji samolotów, jachtów, bolidów Formuły 1, rowerów i wielu innych przedmiotów.

Węgiel brunatny. Jego pokłady znajdują się w wielu miejscach naszego kraju, m.in. w okolicach: Bełchatowa, Bogatyni, Turoszowa, Szamotuł i Konina. Węgiel brunatny zawiera 65–78% pierwiastka węgla, mniej niż węgiel kamienny. Jego złoża powstały pod koniec paleogenu (era kenozoiczna), ok. 30 mln lat temu, w warunkach ciepłego subtropikalnego klimatu, ze szczątków roślin, takich jak sekwoje czy topole. W tym okresie miały miejsce ruchy górotwórcze alpejskie, przez co powstało zapadlisko przedkarpackie i łańcuch Karpat. Z kolei w Sudetach nastąpiło odmłodzenie rzeźby.

Węgiel brunatny jest bardziej miękki od kamiennego, a w jego bryłkach można znaleźć nieprzekształcone do końca szczątki roślin, na przykład kawałki drewna. Wydobywa się go metodą odkrywkową, w przeciwieństwie do węgla kamiennego, który wydobywa się głęboko pod ziemią, w kopalniach. Węgiel brunatny służy do produkcji prądu.

Powstawanie pokładów węgla można przedstawić w formie następującego schematu:

materiał roślinny – *działanie mikroorganizmów* – torf – *zalanie wodą, pokrycie warstwą osadu* – węgiel brunatny – *działanie ciśnienia i temperatury* – węgiel kamienny.

Proces przeobrażania materiału roślinnego od torfu po najtwardszy węgiel – grafit nazywa się uwęglaniem i polega na stopniowym wzroście procentowym zawartości pierwiastka węgla.

Obecny węgiel kamienny to węgiel zasymilowany w procesie fotosyntezy i zmagazynowany przez karbońskie i permskie rośliny. Zatrzymany w roślinach węgiel zostaje uwolniony do atmosfery w procesie spalania.

Węgiel drzewny jest produktem otrzymywanym z drewna w procesie jego rozkładu pod wpływem temperatury. Taka destylacja zachodzi bez dostępu powietrza i pozwala otrzymać materiał o nawet trzykrotnie większej wydajności energetycznej od drewna. Ze 100 kg drewna w procesie suchej destylacji można otrzymać 24–25 kg węgla. Wartość opałowa węgla drzewnego wynosi 29 MJ/kg, podczas gdy wartość opałowa drewna (suchego) – 15–17 MJ/kg. Dla porównania wartość opałowa węgla kamiennego to ok. 31 MJ/kg, a węgla brunatnego ok. 21 MJ/kg.

Węgiel drzewny ma strukturę drewna. Jego właściwości fizykochemiczne zależą od gatunku drewna wykorzystanego w celu jego otrzymania. Najczęściej jest twardy i kruchy, porowaty, lekki, o czarnej barwie. Może być również miękki i niekruszący się (taki jest węgiel otrzymywany z leszczyny). Ma duże zdolności adsorpcyjne (pochłaniania pyłu, gazy i nieprzyjemne zapachy). W jego skład wchodzi chemicznie czysty węgiel, a także zanieczyszczenia w postaci popiołu i różnych związków organicznych. Zaliczany jest do paliw stałych o najmniejszej ilości zanieczyszczeń, gdyż ma bardzo małą zawartość substancji smolistych. W drewnie występuje ok. 49,5% węgla, w węglu drzewnym zawartość tego pierwiastka wzrasta do ok. 80%.

Sztuka otrzymywania węgla drzewnego znana jest od 4000 lat. Jednymi z pierwszych, którzy destylowali drewno, byli Chińczycy i Egipcjanie. Węgla drzewnego używano m.in. do wyrobu prochu strzelniczego, wypalania ceramiki, później wytopu rud metali i ich obróbki. Węgiel drzewny był pomocny przy wyrobie stali damasceńskiej na szable oraz stali z dodatkiem złota na miecze samurajskie. Zainteresowanie węglem drzewnym, a tym samym zapotrzebowanie na ten produkt z czasem rosło. W Polsce od XIV wieku wzrastało ono w związku z wyro-

bem cegły, a od XVI wieku również z powodu wytopienia żelaza w hutach. Stosowany był prawie do końca XVIII wieku, kiedy to zaczęto wykorzystywać węgiel kamienny.

Obecnie w hutnictwie używany jest do wytopu stali wysokogatunkowych. Wykorzystuje się go także do wyrobu elektrod. Ma zastosowanie do palenia w ogrodowych grillach, w przemyśle farmaceutycznym (węgiel z drewna lipy jako środek przeciwko bieguncce), kosmetycznym, plastyce (węgiel z drewna leszczyny), w przemyśle spożywczym (jako barwnik w produkcji skoncentrowanych soków, żelków, sosów warzywnych). W złotnictwie używany jest do topienia niewielkich ilości złota.

Do końca XIX wieku węgiel drzewny wypalano w mielerzach – stosach ułożonego drewna, szczególnie obsypanych ziemią lub obłożonych darnią. Początkowo były to doły ziemne, w których układano drewno i zasypanyo. Ze względu na straty energii wynikające z ogrzewania ziemi i pracochłonne kopanie dołów, zaczęto stosować konstrukcje naziemne. Obecnie węgiel drzewny otrzymuje się w przewoźnych lub stałych retortach oraz w zakładach rozkładowej destylacji drewna. Najlepsze do wytwarzania węgla drzewnego jest drewno gatunków liściastych.

Produkcja energii i jej wpływ na środowisko.

Energia elektryczna w Polsce niemal w całości pochodzi z elektrowni ciepłych, w których spalany jest węgiel kamienny i brunatny. Węgiel służy do podgrzewania wody. Uzyskana tą drogą para wodna napędza turbiny wytwarzające energię. Niestety taka produkcja wpływa ujemnie na środowisko, ponieważ przy tej okazji są emitowane do atmosfery szkodliwe pyły i gazy. Ponadto wydobycie węgla kamiennego z zalegających głęboko pod ziemią pokładów wymaga drążenia wielkich otworów, zakładania sztolni i jednoczesnego składowania odpadów na hałdach. Kopalnia zakłóca stosunki wodne w obszarze jej utworzenia i deformuje powierzchnię terenu. Dochodzi do przesuszenia gleb. Emitowany jest hałas, a powietrze zostaje zanieczyszczone pyłami z hałd. Podobnie ma się sprawa z węglem brunatnym. W tym przypadku zakłada się kopalnie odkrywkowe. Powstają wyrobiska oraz hałdy usuniętych warstw ziemi. Należy dodać, że po wieloletnich, ostatecznie zakończonych pracach odkrywkowych, tereny są poddawane rekultywacji.

Ważne jest korzystanie z różnych źródeł energii, szczególnie tej niekonwencjonalnej (energia wiatru, słońca, ziemi, wody, biogaz). Są to źródła niewyczerpywalne, w odróżnieniu od źródeł nieodnawialnych, których pozyskanie ma swój kres.

Zatrzymany w skale pierwiastek – węgiel – podczas spalania uwalnia się do atmosfery. Ważne, aby sadzić drzewa, bo te pochłaniają dwutlenek węgla, wiążąc węgiel na nowo w biomase.

Każdy człowiek może wpłynąć na ograniczenie emisji dwutlenku węgla do atmosfery, oszczędzając energię (np. ocieplając budynki, stosując urządzenia o niskim pobo-

rze prądu), wybierając świadomie środek transportu (komunikacja zbiorowa, rower).

Leśne Gospodarstwa Węglowe. Poprzez spalanie paliw kopalnych do atmosfery uwalniane są gazy cieplarniane, które wpływają na zmiany klimatyczne na naszej planecie. Ich obecność w atmosferze powoduje zatrzymywanie ciepła i stopniowy wzrost temperatury. Dla spowolnienia tego procesu konieczne jest ograniczenie emisji gazów cieplarnianych, głównie CO₂, przez przemysł oraz usuwanie z atmosfery wyemitowanych gazów i zatrzymanie ich w biomase lasów.

Aktualne dane mówiące o pochłanianiu CO₂ przez lasy podają, że sumaryczne pochłanianie węgla przez polskie lasy wynosi 34,6 mln ton/rok (raport Krajowego Ośrodka Bilansowania i Zarządzania Emisjami), a średnie pochłanianie to 3,69 tony/ha.

Rezerwuarami węgla w leśnym ekosystemie są: biomasa nadziemna (grubizna drzewa, drobica, aparat asymilacyjny, podszyt, runo) oraz biomasa podziemna (korzenie, ściółka, martwe drewno, gleba). W lesie każda z jego warstw w innym stopniu pochłania CO₂, podobnie jest z różnymi częściami pojedynczego drzewa.

Projekt Leśnych Gospodarstw Węglowych zakłada podjęcie działań związanych ze wzmocnieniem zasobów przyrodniczych, które absorbują CO₂ z atmosfery. Jest realizowany wspólnie przez Lasy Państwowe i środowisko naukowców. Jego cele to: zwiększenie pochłaniania CO₂ z atmosfery, magazynowanie w wyodrębnionych geograficznie częściach lasów dodatkowych ilości węgla organicznego, przetrzymywanie węgla w drewnie gromadzonym w specjalnych składach drewna energetycznego.

Pochłanianie CO₂ nie zależy jedynie od wielkości powierzchni leśnej, ale przede wszystkim od wspierania intensywności fotosyntezy i przyrostu zasobów leśnych poprzez aktywną gospodarkę leśną. Zależy też od zwiększonego wykorzystania biomasy drzewnej na produkty i energię. Zrównoważona gospodarka leśna w powiązaniu z użyciem drewna jako surowca na różnego rodzaju produkty, a także zastępowanie paliw kopalnych bioenergią w skuteczny sposób przyczyniają się do kontrolowania bilansu CO₂.

Rozwiązanie karty pracy:

Zadanie 1

1. Węgiel kamienny: 1, 4, 5, 7, 10, 15. Węgiel brunatny: 2, 6, 9, 12, 14.
2. Węgiel drzewny: 3, 4, 8, 11, 13, 16.

Zadanie 2

Karbon to okres w dziejach ziemi, który rozpoczął się 360 mln lat temu i trwał około 60 mln lat. W wilgotnym, ciepłym, nasyconym dwutlenkiem węgla powietrzu rosły wówczas drzewiaste skrzypy i widłaki osiagające wysokość 20–30 m. Warunki do ich rozwoju można porównać z warunkami równikowymi, gdyż wtedy teren obecnej

środkowej Europy znajdował się w okolicach równika. Ze szczątków karbońskich roślin powstały pokłady węgla kamiennego. Był to długotrwały proces.

W pierwszym okresie tworzyło się torfowisko, następnie pokłady węgla brunatnego, które pod wpływem ciśnienia i temperatury zmieniły się w pokłady węgla kamiennego.

Zadanie 3

lepidodendron, kalamit, sygilaria.

Sygilarie i lepidodendrony były widłakami okresu karbońskiego, a kalamity to karbońskie skrzypy. Współczesne skrzypy i widłaki są relikdami – przeżytkami wymarłych grup roślin. Widłaki w Polsce są objęte ochroną ścisłą.

Zadanie 4

do palenia w grillach, do wyrobu elektrod, do wyrobu farmaceutyków, do rysowania, do produkcji filtrów, do wytapiania złota

Zadanie 5

wartość energetyczna węgla kamiennego wynosi 31 MgJ/kg, węgla brunatnego – 21MJ/kg, a węgla drzewnego – 29 Mg/kg

Literatura:

Czechowski W. i in., „Biologia”, PWRiL, Warszawa 1991.

Dzik J., „Dzieje życia na Ziemi”, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1992.

Łakomy P. (red.), „Martwe drewno”, Nadleśnictwo Łopuchówko, 2011.

Surmiński J., „Węglarstwo leśne. Znaczenie produktów węglarstwa leśnego dla postępu technicznego w świecie”, „Sylvan” 8, 2005: 49–56.

Drabarczyk J., „Ruszają leśne gospodarstwa węglowe”, „Głos Lasu” 2(555) 2017: 8–11.

Drabarczyk J., „UE na rzecz ochrony klimatu”, „Głos Lasu” 2(555), 2017: 12.

Strona internetowa

<http://www.gornictwo.ugu.pl/powstanie-wegla-jak-powstje-wegiel/> (dostęp 15.02.2017).

1. Dopasuj wymienione poniżej określenia do poszczególnych rodzajów węgla: kamiennego, brunatnego i drzewnego.

1. powstał w karbonie, 2. służy artystom, 3. wydobywa się go metodą odkrywkową, 4. służy do ogrzewania i produkcji prądu, 5. jest bardzo twardy, 6. uzyskuje się go poprzez spalanie drewna, 7. jest czarny i błyszczący, 8. powstał w paleogenie, 9. jego spalanie emituje niewielkie zanieczyszczenie, 10. jego złoża zalegają głęboko pod ziemią, 11. ma ciemnobrązową barwę i jest średniotwardy, 12. w przeszłości wytwarzano go w mielerzach, 13. jego złoża znajdują się m.in. w okolicach Bełchatowa i Konina, 14. jest twardy, ale kruchy, 15. jego złoża znajdują się na Górnym Śląsku i na Wyżynie Lubelskiej, 16. można w nim znaleźć nieprzekształcone do końca szczątki roślin

WĘGIEL KAMIENNY	WĘGIEL BRUNATNY	WĘGIEL DRZEWNY
.....		
.....		
.....		
.....		
.....		
.....		
.....		

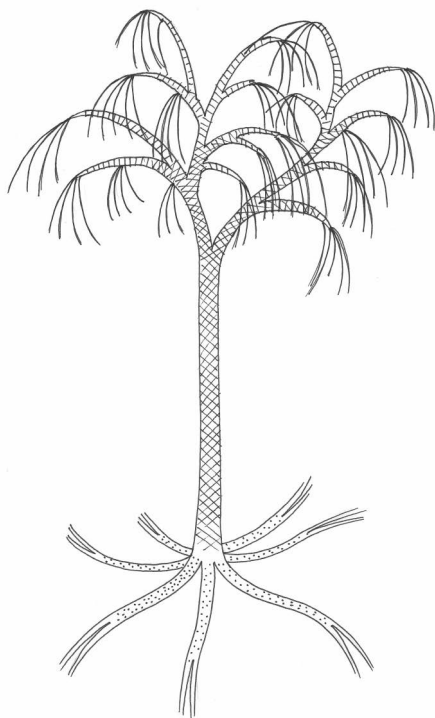
2. Uzupełnij tekst dotyczący lasu karbońskiego. Wykorzystaj słowa podane poniżej, stosując ich właściwą formę gramatyczną.

drzewiaste skrzypy • równik • węgiel kamienny
torfowisko • węgiel brunatny • karbon • dwutlenek węgla

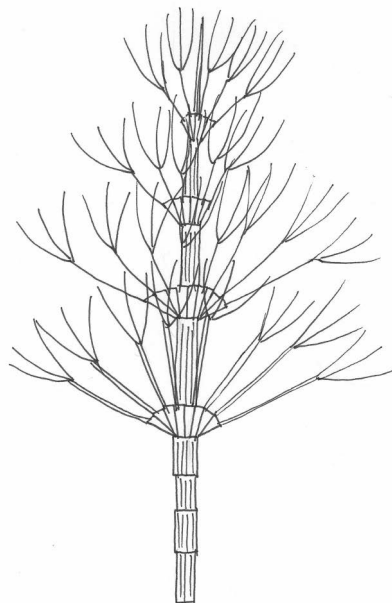
..... to okres w dziejach ziemi, który rozpoczął się 360 mln lat temu i trwał około 60 mln lat. W wilgotnym, ciepłym, nasyconym powietrzu rosły wówczas i widłaki osiągające wysokość 20–30 m. Warunki do ich rozwoju można porównać z warunkami równikowymi, gdyż wtedy, teren obecnej środkowej Europy znajdował się w okolicach Ze szczątków karbońskich roślin powstały pokłady węgla kamiennego. Był to długotrwały proces. W pierwszym okresie tworzyło się, następnie pokłady, które pod wpływem ciśnienia i temperatury zmieniły się w pokłady



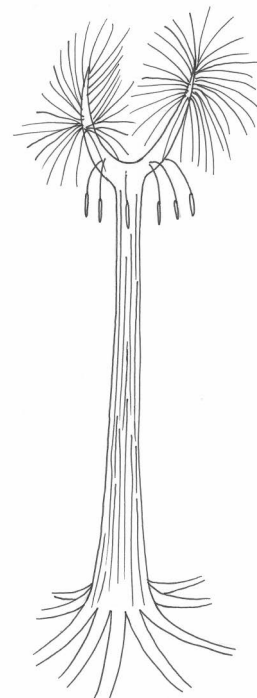
3. Wykonaj obliczenia znajdujące się poniżej rysunków roślin. Wyniki uporządkuj w schemacie rosnącym. Przypisane działaniom matematycznym sylaby ułóż w tym samym systemie, a otrzymasz nazwy karbońskich paprotników. Następnie, wykorzystując otrzymane nazwy, uzupełnij zdanie znajdujące się da dole strony.



--	--	--	--	--



--	--	--



--	--	--	--

DEN

$$5^3 = \dots\dots\dots$$

LA

$$\frac{1}{4} \times 96 = \dots\dots\dots$$

LA

$$365 - 241 = \dots\dots\dots$$

PI

$$\frac{1}{2} \times 30 = \dots\dots\dots$$

MIT

$$120 \times 3 = \dots\dots\dots$$

SY

$$0^{10} = \dots\dots\dots$$

DO

$$100 : 4 = \dots\dots\dots$$

KA

$$81 : 9 = \dots\dots\dots$$

RIA

$$250 : 2 = \dots\dots\dots$$

LE

$$72 : 8 = \dots\dots\dots$$

GI

$$9 \times 6 = \dots\dots\dots$$

DRON

$$120 \times 3 = \dots\dots\dots$$

..... i były widłakami okresu karbońskiego, a to karbońskie skrzypy.
Współczesne skrzypy i widłaki są relikdami – przeżytkami wymarłych grup roślin. Widłaki w Polsce są objęte ochroną ścisłą.

4. Rozwiąż poniższe słowne rozsypanki, a dowiesz się, jakie zastosowanie może mieć węgiel drzewny. Co drugą sylabę zamień kolejnością z poprzedzającą ją sylabą.

PA	DO	NIA	LE	GRIL	W	LACH
----	----	-----	----	------	---	------

.....

WYR	DO	ELE	OBU	KTROD
-----	----	-----	-----	-------

.....

WY	DO	BU	RO	MA	FAR	TY	CEU	KÓW
----	----	----	----	----	-----	----	-----	-----

.....

RY	DO	WA	SO	NIA
----	----	----	----	-----

.....

PRO	DO	CJI	DUK	RÓW	FI LT
-----	----	-----	-----	-----	-------

.....

WY	DO	PIA	TA	ZŁO	NIA	TA
----	----	-----	----	-----	-----	----

.....

5. Wykonaj poniższe działania matematyczne, a dowiesz się, jaką wartość energetyczną mają węgiel kamienny, brunatny i drzewny.

węgiel kamienny

węgiel brunatny

$$96 : 3 + \frac{1}{2} \times 18 - 2 \times 5 = \dots \text{ MJ/kg}$$

$$4^3 + 48 : 8 - 7^2 = \dots \text{ MJ/kg}$$

węgiel drzewny

$$12 \times 3 - 8 \times 4 + 125 : 5 = \dots \text{ MJ/kg}$$

Wartość energetyczna to ilość energii wydzielanej na sposób ciepła przy spalaniu jednostki masy lub jednostki objętości paliwa. Wartości energetyczne węgla ulegają wahaniom, w zależności od stopnia czystości danego paliwa, okresu geologicznego, w którym powstał, gatunku drewna użytego do jego wytworzenia. Rozwiązania otrzymane w zadaniu to górne wartości energetyczne.

