

3

POZYSKIWANIE I PRZETWARZANIE ENERGII ORAZ ICH WPŁYW NA ŚRODOWISKO CZŁOWIEKA ZE SZCZEGÓLNYM UWZGLĘDNIENIEM ZANIECZYSZCZENIA ATMOSFERY

3.1 WPROWADZENIE

Dla podtrzymania procesów życiowych człowieka oraz zaspokajania jego podstawowych potrzeb a także przyjemności, niezbędne jest dostarczenie energii. Pierwszym krokiem zrobionym w tym celu było odkrycie ognia. Widzimy, że oprócz naturalnego wykorzystania energii słonecznej człowiek zaczął wytarzać energię w procesie spalania. Rozwój cywilizacji spowodował dalszy rozwój metod pozyskiwania, przetwarzania, magazynowania i transportu energii. Niestety każda taka działalność prowadzi do negatywnego oddziaływania na środowisko. Chcę tu poruszyć, opierając się na zjawiskach fizycznych, niektóre aspekty wpływu sposobów pozyskiwania, przetwarzania i transportu energii na środowisko człowieka. Przewidywanie negatywnych skutków takiego działania oraz przedstawienie metod ich zapobiegania.

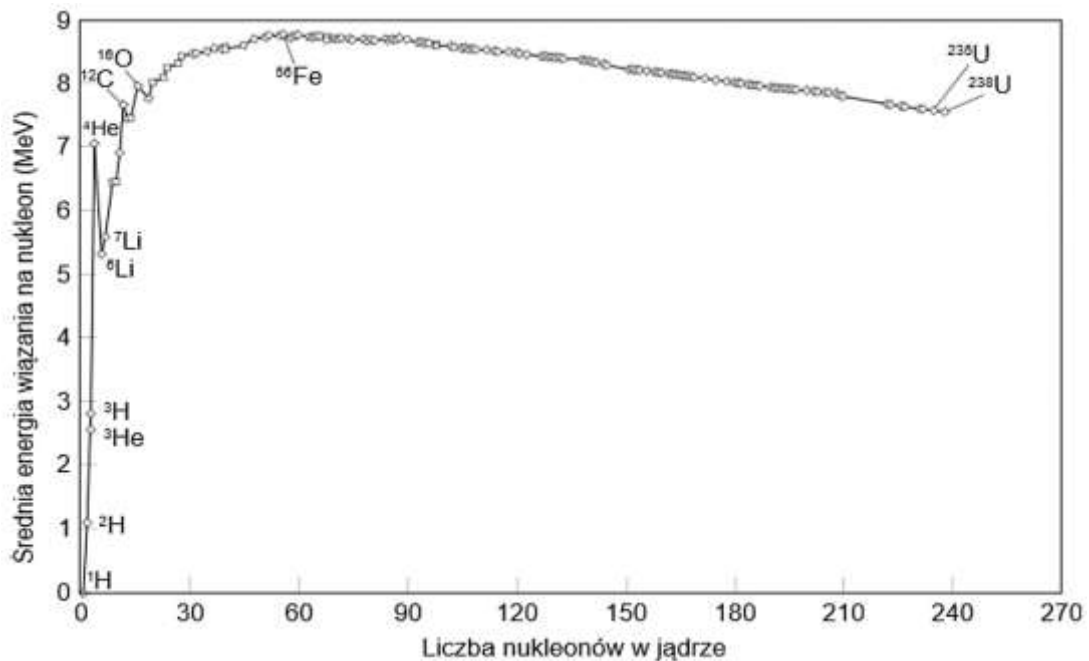
3.2 ENERGIA SŁONECZNA

Dzięki energii jaką dostarcza nam nasza najbliższa Słońce, powstało życie na Ziemi. Dla wyjaśnienia skąd się ona bierze przytoczmy zależność energii wiązania przypadającą na jeden nukleon w zależności od liczby masowej jąder, którą przedstawia rys. 3.1.

Na Słońcu w wyniku kilku reakcji syntezy dochodzi do przemiany wodoru w hel syntetycznie reakcję tę możemy zapisać:



Z zależności przedstawionej na rys. 3.1 odczytujemy, że dla ${}^4\text{He}$ energia wiązania na jeden nukleon wynosi 7 MeV, tak więc całkowita energia to 28 MeV. Tyle energii uwolni się w jednym akcie syntezy w wyniku reakcji (3.1).



Rys. 3.1 Zależność średniej energii wiązania przypadająca na nukleon od liczby nukleonów w jądrze

Źródło: [9]

Energia wiązania wynika z faktu, że masa jądra jest mniejsza od masy nukleonów wchodzących w jego skład, mamy więc do czynienia z defektem masy Δm :

$$\Delta m = Zm_p + (A-Z)m_n - M_j(A, Z)$$

gdzie:

A – liczbą masową jądra,

Z – liczbą porządkową jądra,

m_p – masą protonu,

m_n – masą neutronu,

$M_j(A, Z)$ – masa jądra o liczbie masowej A i liczbie porządkowej Z,

Zgodnie ze znaną regułą Einsteina energia wiązania E_w wynosi:

$$E_w = \Delta mc^2$$

gdzie:

c – prędkość światła w próżni.

Do wykorzystania pozostaje więc energia, która dociera od Słońca do Ziemi, charakteryzuje ją wielkość zwana stałą słoneczną. Jest to ilość energii jaką promieniowanie słoneczne przynosi, przez jednostkową powierzchnię prostopadłą do jego padania w średniej odległości Ziemi od Słońca przed wejściem do ziemskiej atmosfery. Najnowsze dane [4] opierające się o pomiary satelitarne ustaliły wielkość stałej słonecznej na 1360,8 (5) W/m². Z wielkości stałej słonecznej uwzględniając rozmiar Ziemi określamy, że całkowita moc, z jaką ogrzewa ją Słońce, wynosi 1,74·10¹⁷ W. Natomiast biorąc pod uwagę odległość Słońca od Ziemi określamy całkowitą moc promieniowania Słońca na 3,86·10²⁶ W, a dodatkowo mając na uwadze, że otrzymujemy ją kosztem ubytku masy, możemy wyznaczyć, że Słońce

traci swoją masę w tempie $4 \cdot 10^9$ kg/s. Nasuwa się pytanie, czy wykorzystując ją bezpośrednio do podgrzewania wody lub produkcji prądu w ogniach fotowoltaicznych, lub pośrednio jako energię wodną albo wiatru mamy ciągle odnawiające się jej zasoby? Odpowiadając na to pytanie należy stwierdzić, że termin odnawialne źródła energii jest co najmniej nieadekwatny i może prowadzić do nieporozumień, dlatego też pozostaną przy określeniu energia słoneczna.

Pomimo tego, że Słońce ciągle dostarcza energię do Ziemi, to wykorzystanie jej ma szereg ograniczeń. Po pierwsze niska gęstość energii z 1 m^2 można otrzymać około 300 W. Po drugie – brak możliwości produkcji po zachodzie Słońca, co wiąże się z sezonowością i tak w zimie kiedy zapotrzebowanie jest największe otrzymujemy jej najmniej. Po trzecie, ilość otrzymywanej energii zależy od pogody. I wreszcie istotnym czynnikiem jest kąt padania promieni słonecznych, dlatego wykorzystanie jej na dużych szerokościach geograficznych staje się nieopłacalne. Ostatnim czynnikiem jest niedostatecznie rozwinięta technologia magazynowania energii elektrycznej.

Podobne problemy napotykamy w przypadku wykorzystania energii wiatru. Tu czynnikiem decydującym jest stan pogody. Ponieważ energię produkujemy tylko, gdy wieje wiatr z odpowiednią siłą problem z magazynowaniem energii jest szczególnie ostry.

Wykorzystanie energii wodnej pomimo faktu bardzo łatwego sterowania mocą tego typu elektrowni zależy silnie od zasobów wody. Niestety Polska należy do krajów bardzo ubogich w jej zasoby.

3.3 OTRZYMYWANIE ENERGII W PROCESIE SPALANIA

Odkąd człowiek odkrył ogień, spalanie jest istotnym procesem pozyskiwania i przetwarzania energii. W procesie tym główny udział biorą dwa czynniki paliwo i tlen. Po spalaniu pozostaje para wodna, CO_2 oraz w zależności od rodzaju paliwa i warunków spalania takie zanieczyszczenia jak niespalone części stałe paliwa np. żużle i popioły, sadza, lotne cząstki stałe paliwa w postaci dymu, tlenki azotu, tlenki siarki i czad a także bardzo toksyczne produkty spalania paliw zanieczyszczonych.

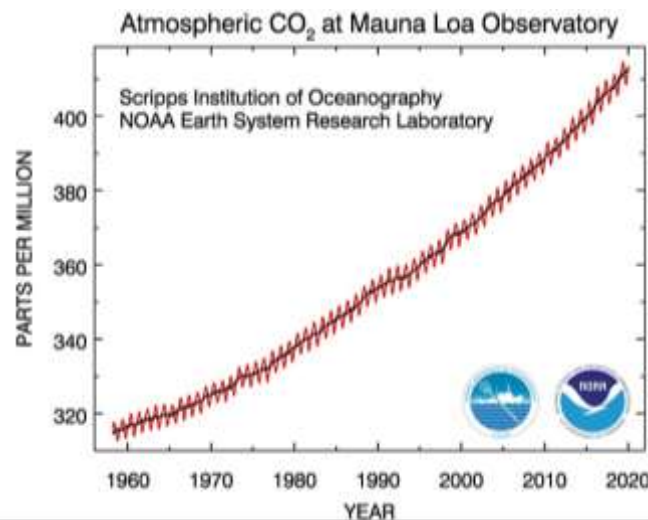
Do atmosfery uwalniane są lotne produkty spalania. W przypadku elektrowni, elektrociepłowni czy przemysłowych zakładów ciepłowniczych mamy do czynienia z emisją wysoką. Kominy tych zakładów mają od kilkudziesięciu do nawet kilkuset metrów wysokości dla największych elektrowni. Emisja ma charakter punktowy. Stosowane kilkustopniowe technologie oczyszczania w kolejności: odsiarczanie i uzdatnianie paliwa, usuwanie pyłów przez elektrofiltry oraz końcowe odsiarczanie spalin powoduje, że do atmosfery uwalniany jest oprócz pary wodnej jedynie CO_2 .

Z odmienną sytuacją mamy z indywidualnym ogrzewaniem domów i mieszkań. Gdyż spotykamy się tu z bardzo dużą ilością punktów emisji na niewielkiej wysokości kilku, kilkunastu metrów. Mówimy o ciągłej niskiej emisji zanieczyszczeń. Dodatkowo brak jest metod oczyszczania spalin. Jedynym sposobem pozwalającym na ograniczenie emisji zanieczyszczeń jest dbałość o jakość i rodzaj paliwa. Należy

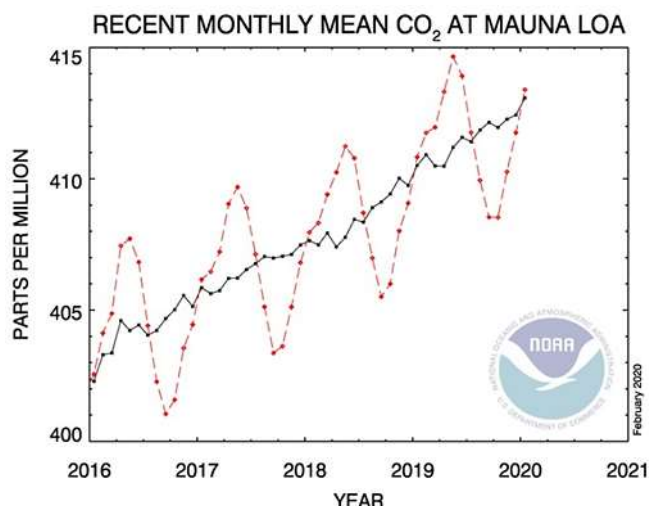
tutaj zwrócić szczególną uwagę na fakt częstego spalanie substancji zawierającej tworzywa sztuczne, kauczuk oraz wszelkiego rodzaju śmieci, w wyniku czego emitują się w postaci dymu znaczne ilości cząstek stałych oraz kancerogennych substancji. Jeżeli wystąpią jeszcze niesprzyjające stany pogody np. zjawisko inwersji temperatury, mgła lub brak wiatru, będziemy mieli do czynienia z niezwykle groźnym dla zdrowia ludzi wymieszaniem się mgły z spalinami zwanym smogiem terminem powstałym w wyniku połączenia dwóch angielskich słów smoke (dym) i fog (mgła).

3.4 KONCENTRACJA CO₂ W POWIETRZU ORAZ OBIEG WĘGLA W PRZYRODZIE

Głównymi składnikami suchego powietrza są azot N₂ 78,09%, tlen O₂ 20,95% argon Ar 0,93%. Są one trwałe, średni ich czas przebywania w atmosferze wynosi $2 \cdot 10^7$ lat. Ostatnim głównym składnikiem powietrza jest dwutlenek węgla CO₂. Jego koncentracja w atmosferze charakteryzuje się ciągłym wzrostem w ostatnich 150 latach, od wartości 290 ppm przed 1880 r. do 410 ppm w 2019 r. Jest on spowodowany uwalnianiem do atmosfery dwutlenku węgla pochodzącego ze spalania paliw kopalnych. Systematyczne pomiary koncentracji CO₂ w powietrzu zostały zapoczątkowane przez C D Keelinga w 1956 r. W Manua Loa Obserwatory na Hawajach kontynuowane są pomiary koncentracji CO₂ w powietrzu atmosferycznym [6] i publikowane na stronach National Oceanic & Atmospheric Administration (NOAA) Earth System Research Laboratory. Rys. 3.2 przedstawia wyniki koncentracji CO₂ w powietrzu dla Hawajów, przy czym czerwone punkty obrazują wartości średnie dla danego miesiąca umieszczone w jego środku, natomiast czarne punkty połączone linią przedstawiają trend wzrostu pozbawiony zmian sezonowych. Na rys. 3.3 przedstawiono te same wyniki dla ostatnich czterech lat.



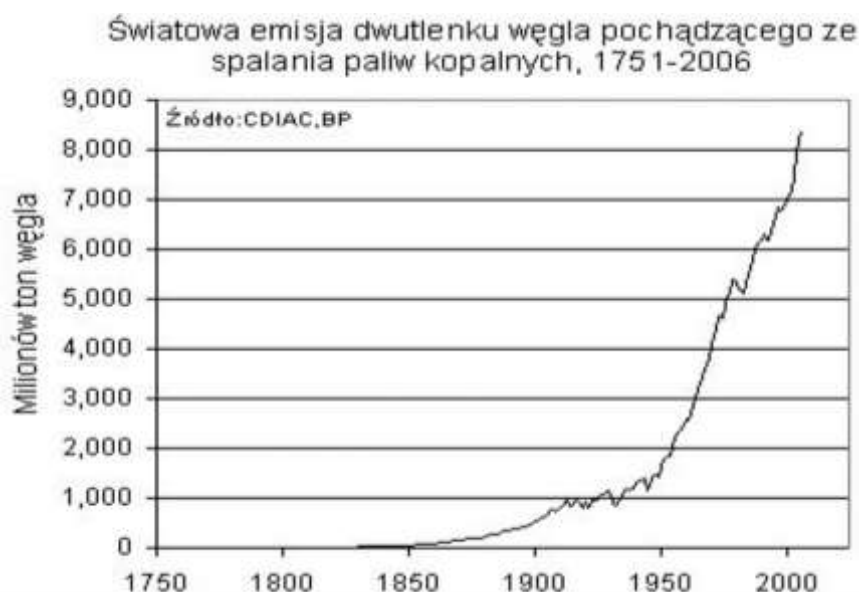
Rys. 3.2 Wyniki pomiarów koncentracji CO₂



Rys. 3.3 Wyniki pomiarów koncentracji CO₂ powietrza dla Manua Loa Observatory w powietrzu dla Manua Loa Observatory w ostatnich czterech latach

Źródło: [6]

Zmiany sezonowe spowodowane są tym, że ilość spalanych paliw kopalnych zmienia się wraz z porą roku. Większość paliw kopalnych spalanych na potrzeby ogrzania mieszkań ma miejsce na półkuli północnej, dlatego w miesiącach jesienno-zimowych koncentracja CO₂ rośnie natomiast w miesiącach wiosenno-letnich spada. Keeling [1] oszacował, że koncentracja CO₂ w powietrzu przed 1880 r. wyniosła 290 ppm, daje to zawartość węgla w atmosferze $6,15 \cdot 10^{14}$ kg. W chwili rozpoczęcia pomiarów w 1956 r. koncentracja CO₂ wyniosła 313 ppm, co w przeliczeniu na zawartość węgla daje $6,64 \cdot 10^{14}$ kg. Natomiast w styczniu 2020r. wyniosła ona już 413,4 ppm, atmosfera zawiera więc $8,77 \cdot 10^{14}$ kg. Na rys. 3.4 przedstawiono wartości szacunkowe ilości emitowanego CO₂ pochodzącego ze spalania paliw kopalnych w przeliczeniu na zawartość czystego węgla w latach 1751-2006.

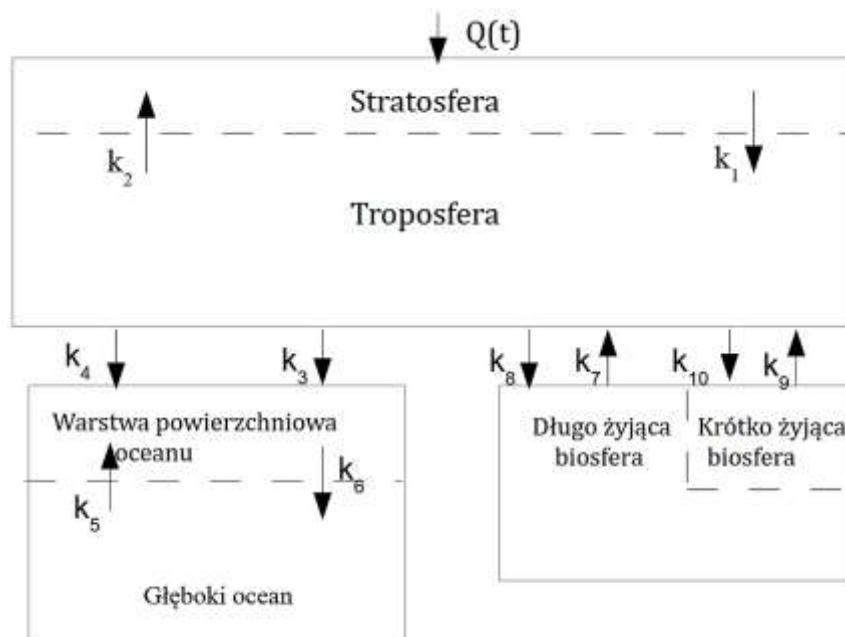


Rys. 3.4 Ilość emisji CO₂ pochodzącego ze spalania paliw kopalnych w latach 1751-2006

Źródło: [8]

Możemy z przedstawionych danych porównać emisję CO₂ z wzrostem koncentracji CO₂ w powietrzu. Z wykresu przedstawionego na rys. 3.4 odczytujemy, że w 2006 r. emisja wniosła $8,4 \cdot 10^{12}$ kg zaś koncentracja CO₂ wzrosła w powietrzu o 2 ppm co w przeliczeniu na czysty węgiel daje $2,4 \cdot 10^{12}$ kg. Na początku okresu pomiarowego w 1960 r. emisja wyniosła $2 \cdot 10^{12}$ kg zaś koncentracja wzrosła o 0,8 ppm przeliczając na czysty węgiel daje $1,8 \cdot 10^{12}$ kg. Widzimy, że koncentracja CO₂ w powietrzu nie rośnie proporcjonalnie do jego emisji do atmosfery. Różnice te spowodowane są tym, że węgiel w przyrodzie oprócz atmosfery występuje w oceanach oraz w biosferze, między tymi rezerwuarami następuje jego wymiana.

C.A. Ekddhal i C.D. Keeling [2] oraz R.B. Bacastow i C.D. Keeling [1] zaproponowali model składający się z sześciu dobrze wymieszanych rezerwuarów węgla. Są nimi stratosfera, troposfera, krótko żyjąca biosfera, długo żyjąca biosfera, warstwa powierzchniowa oceanu oraz głęboki ocean. Na rys 3.5 przedstawiono schemat obiegu węgla w przyrodzie oraz zaznaczono między którymi rezerwuarami następuje wymiana węgla.



Rys. 3.5 Schemat obiegu węgla w przyrodzie zaproponowany przez C.A. Ekddhala i C.D.Keelinga oraz R.B. Bacastowa i C.D. Keelinga

Źródło: [1, 2]

Ilość węgla jaką wymieniają między sobą rezerwuary charakteryzują współczynniki wymiany k_i . Autorzy za podstawę przyjęli zawartość węgla w atmosferze równą $N_a = 6,15 \cdot 10^{14}$ kg. Zawartości węgla w poszczególnych rezerwuarach to; w stratosferze $N_s = 0,15 \cdot N_a$, w troposferze $N_t = 0,85 \cdot N_a$, w krótko żyjącej biosferze $N_e = 0,12 \cdot N_a$, w długo żyjącej biosferze $N_b = 2,52 \cdot N_a$, w warstwie powierzchniowej oceanu $N_m = 2 \cdot N_a$ i w głębokim oceanie $N_d = 61 \cdot N_a$. Współczynniki wymiany węgla między rezerwuarami w stanie równowagi powiązane są

następującymi zależnościami:

$$N_s \cdot k_1 = N_t \cdot k_2$$

$$N_t \cdot k_4 = N_m \cdot k_3$$

$$N_m \cdot k_6 = N_d \cdot k_5$$

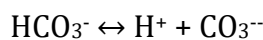
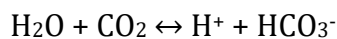
$$N_t \cdot k_7 = N_b \cdot k_8$$

$$N_t \cdot k_9 = N_e \cdot k_{10}$$

Wynoszą one dla wymiany; między stratosferą a troposferą $k_1 = 1/2$ [lat⁻¹], między troposferą a warstwą powierzchniową oceanu $k_4 = 1/6$ [lat⁻¹], między głębokim oceanem a warstwą powierzchniową oceanu $k_6 = 1/1500$ [lat⁻¹], między troposferą a długo żyjącą biosferą $k_7 = 1/24$ [lat⁻¹] oraz między troposferą a krótko żyjącą biosferą $k_9 = 1/24$ [lat⁻¹].

W procesie fotosyntezy CO₂ jest asymilowane przez rośliny, po czym jest uwalniane z powrotem do troposfery. Rozróżnić tu możemy dwa przypadki, jeżeli natychmiast po okresie wegetacji rozpoczyna się proces uwalniania jak na przykład w przypadku produkcji żywności lub procesu degradacji roślin jednorocznych oraz liści, mówimy o krótko żyjącej biosferze. Drugim przypadkiem jest asymilacja przez lasy oraz rośliny wieloletnie, gdzie okres kumulacji dochodzi do kilkudziesięciu a nawet więcej lat, jest to długo żyjąca biosfera. Procesy uwalniania węgla z biosfery do troposfery są bardziej skomplikowane.

Wymiana węgla między atmosferą a wodą morską zależy od różnicy ciśnień parcyjnych CO₂ w tych rezerwuarach. W atmosferze ciśnienie cząsteczkowe dwutlenku węgla zależy tylko od całkowitej jego zawartości. W wodzie morskiej na ciśnieniu cząsteczkowe CO₂ wpływa nie tylko jego zawartość, ale należy uwzględnić stan równowagi następujących reakcji;



Stan tej równowagi zależy od temperatury i zasolenia wody morskiej. Procesy wymiany węgla między rezerwuarami są bardzo istotne dla przewidywania zmian koncentracji węgla w poszczególnych rezerwuarach oraz procesów usuwania węgla z obiegu.

3.5 TEMPERATURA POWIERZCHNI ZIEMI I BILANS ENERGETYCZNY ATMOSFERY ZIEMSKIEJ

Definicja stałej słonecznej określa nam w prosty sposób temperaturę powierzchni Ziemi w przypadku braku atmosfery. Zależność za pomocą której ją obliczymy to:

$$T = \left[\frac{S(1-A)}{4\sigma} \right]^{\frac{1}{4}}$$

gdzie:

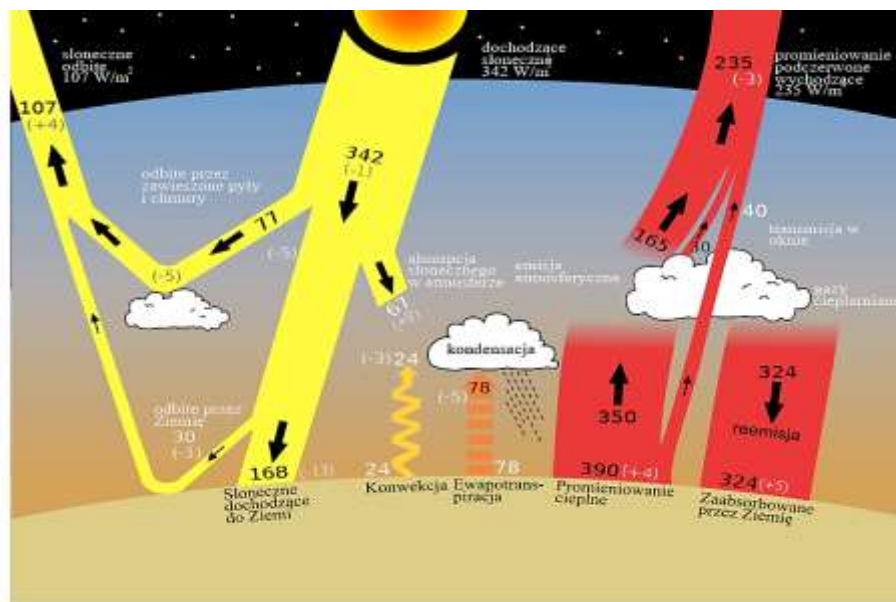
stała słoneczna $S = 1360,8$ W/m²,

albedo Ziemi $A = 0,31$,

σ , stała Stefana-Boltzmana = $5,670 \cdot 10^{-8}$ W/(m²°K⁴).

Po wykonaniu obliczeń otrzymana wartość średniej temperatury Ziemi to 253,6°K,

w skali Celsjusza wyniosłoby $-18,6^{\circ}\text{C}$. Taka temperatura uniemożliwiłaby powstanie życia na Ziemi. Dzięki wpływowi atmosfery, która jak pierzyna nie pozwala na emisję ciepła w przestrzeń kosmiczną, średnia temperatura powierzchni Ziemi wynosi $13,6^{\circ}\text{C}$. Efekt ten zwany jest efektem cieplarnianym albo inaczej szklarniowym. Zjawisko to dobrze wyjaśnił Kiehl i Trenberth [2]. Polega ono na tym, że Słońce dostarcza do Ziemi w postaci promieniowania energię z mocą, co wynika ze stałej słonecznej, około 342 W/m^2 . Przybliżony bilans energetyczny Ziemi przedstawia rys. 3.6.



Rys. 3.6 Uproszczony bilans energetyczny Ziemi według

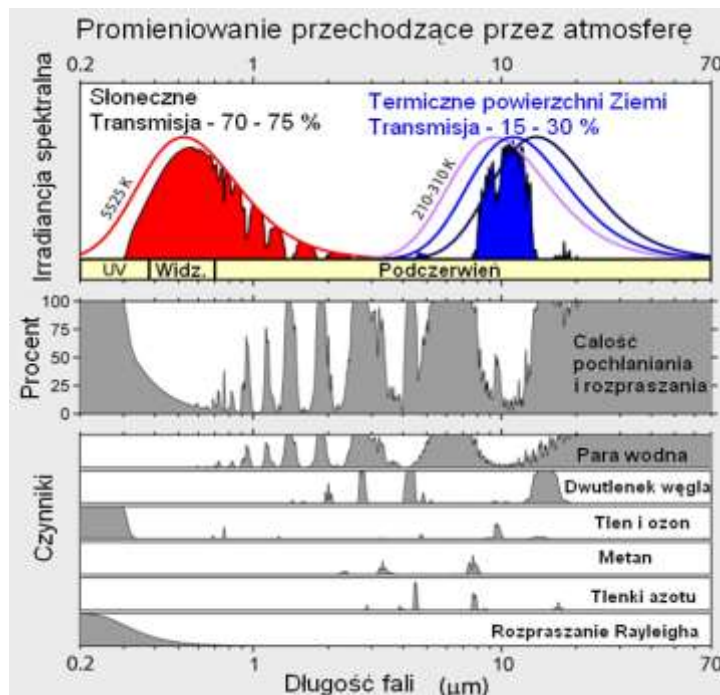
Źródło: [5]

Rozkład energetyczny widma promieniowania dobrze przybliża rozkład widmowy wynikający z prawa Plancka promieniowania ciała doskonale czarnego o temperaturze 5250°C . Jak możemy zauważyć większość promieniowania dochodzącego z Słońca do Ziemi pokrywa zakres światła widzialnego oraz bliskiej podczerwieni. Czysta atmosfera słabo pochłania promieniowanie w tym zakresie długości fal. W bilansie energii Ziemi pierwszą rzeczą jaką musimy uwzględnić jest albedo Ziemi czyli ilość promieniowania odbitego do ilości promieniowania padającego w przypadku idealnego lustra albedo wynosi 1, natomiast dla ciała doskonale czarnego albedo jest równe 0. Dla naszej planety z 342 W/m^2 chmury, pyły i gazy odbijają 22% (77 W/m^2), zaś powierzchnia 9% (30 W/m^2) w sumie albedo Ziemi, wynosi 0,31 (107 W/m^2). Pozostała część promieniowania pochłaniana jest w 19% (67 W/m^2) przez atmosferę i chmury. Powierzchnia Ziemi pochłania zatem około 50% (168 W/m^2). W celu dokonania dalszej analizy bilansu energii powierzchni Ziemi i atmosfery konieczne jest uwzględnienie po pierwsze promieniowania podczerwonego emitowanego przez Ziemię oraz jego rozpraszanie przez gazy wchodzące w skład atmosfery w tym także tzw. drugorzędne składniki

atmosfery. Powierzchnia Ziemi jak każde ciało emituje promieniowanie ciepłe, którego rozkład opisuje prawo Plancka, gdyż powierzchnię Ziemi traktujemy jako ciało doskonale czarne o temperaturze 287°K, dlatego obszar widmowy obejmuje zakres dalekiej podczerwieni z maksimum około 10 μm . Bilans energetyczny powierzchni Ziemi przedstawia się następująco. Pochłania ona 168 W/m^2 promieniowania słonecznego dochodzącego do jej powierzchni oraz 324 W/m^2 promieniowania podczerwonego dochodzącego z atmosfery. Natomiast transport energii z powierzchni Ziemi odbywa się przez; emisję promieniowania jako ciało doskonale czarne 390 W/m^2 , konwekcję 24 W/m^2 oraz ewapotranspirację 78 W/m^2 . Do atmosfery dostarczamy energię poprzez pochłanianie promieniowania słonecznego 67 W/m^2 , pochłanianie promieniowania podczerwonego emitowanego przez powierzchnię Ziemi 350 W/m^2 , konwekcję 24 W/m^2 i ewapotranspirację 78 W/m^2 . Odprowadzenie energii odbywa się przez ucieczkę promieniowania podczerwonego w przestrzeń kosmiczną 195 W/m^2 i emisję promieniowania ciepłego w kierunku powierzchni Ziemi 324 W/m^2 .

3.6 POCHŁANIANIE PROMIENIOWANIA PRZEZ ATMOSFERĘ I EFEKT CIEPLARNIANY

Na rys. 3.7 przedstawiono promieniowanie przechodzące przez atmosferę oraz czynniki odpowiedzialne za jego pochłanianie. Po prawej stronie w górnej części rys. 3.7 zaznaczoną czerwoną linią ciągłą mamy rozkład promieniowania ciała doskonale czarnego o temperaturze 5525°K jaką jest powierzchnia Słońca, natomiast obszar koloru czerwonego obrazuje jego rozkład dochodzący do powierzchni Ziemi.



Rys. 3.7 Promieniowanie przechodzące przez atmosferę oraz czynniki odpowiedzialne za jego pochłanianie

Źródło: [5]

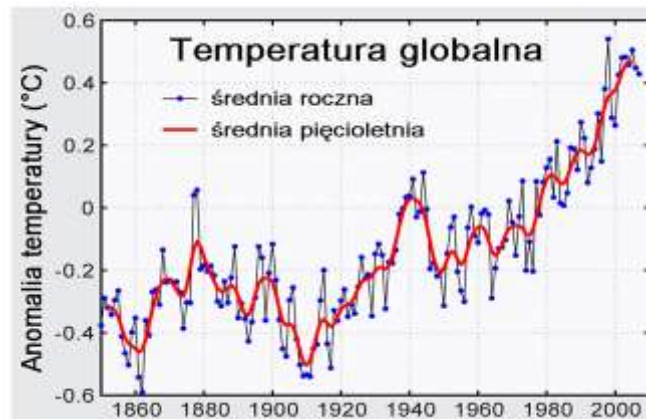
Po lewej stronie górnej części rys. 3.7 zaznaczono liniami ciągłymi od lewej strony trzy rozkłady promieniowania ciała doskonale czarnego w zakresie temperatur 210-310°K oraz obszar koloru niebieskiego odpowiadający widmu promieniowania opuszczającego atmosferę.

Należy zwrócić uwagę na trzy przedstawione powyżej fakty. Pierwszy to różnica pomiędzy obszarem pod krzywą obrazującą rozkład promieniowania, słonecznego a obszarem zaznaczonym kolorem czerwonym. Jest to ilość i rozkład widmowy promieniowania słonecznego pochłoniętego przez atmosferę. Największą różnicę widzimy w zakresie najkrótszych fal, czyli promieniowania ultrafioletowego. Jest ono pochłaniane przez ozon, którego koncentracja jest największa w stratosferze, dlatego temperatura w stratosferze rośnie wraz z wysokością. Drugim bardzo ważnym faktem jest to, że obszar zaznaczony z lewej strony rys. 3.7 kolorem niebieskim stanowi zaledwie 30% obszaru pod krzywą rozkładu promieniowania termicznego emitowanego przez Ziemię. To, że atmosfera znacznie więcej promieniowania ciepłego rozprasza w kierunku powierzchni Ziemi niż przepuszcza do przestrzeni kosmicznej, powoduje podniesienie się temperatury powierzchni Ziemi. Takie działanie atmosfery możemy porównać do szyby, dlatego ten efekt nazywamy cieplarnianym. Nie wszystkie gazy wchodzące w skład atmosfery w jednakowy sposób rozpraszają promieniowanie termiczne emitowane przez powierzchnię Ziemi i tak dwuatomowe tlen O_2 i azot N_2 w tym zakresie długości fal nie rozpraszają promieniowania. Z dolnych części rys. 3.7 które przedstawiają udział poszczególnych składników atmosfery w rozpraszaniu promieniowania wynika, że największy ma para wodna, dwutlenek węgla, ozon oraz drugorzędne składniki atmosfery a mianowicie metan, podtlenek azotu i freony. Ze względu na ich rolę nazwano je gazami cieplarnianymi. Trzecim faktem jest to, że w zakresie długości fal 8-15 μm atmosfera Ziemi nie pochłania promieniowania ciepłego obszar ten jest zaznaczony na rys. 3.7 kolorem niebieskim. Promieniowanie w tym zakresie emitowane przez powierzchnię Ziemi uchodzi bezpośrednio w przestrzeń kosmiczną. Dlatego nazywamy go oknem atmosferycznym.

3.7 GLOBALNE OCIEPLENIE KLIMATU

Ostatnimi czasy naukowcy wielu dziedzin zwracają uwagę na problem podnoszenia się temperatury powierzchni Ziemi. Globalne zmiany temperatury przedstawia rys. 3.8 w postaci anomalii, to jest odchylenia bieżącej wartości temperatury od średniej temperatury z lat 1961-1990. Nie ulega wątpliwości, że średnia temperatura powierzchni Ziemi rośnie szczególnie po 1980r. Globalne ocieplenie klimatu jest faktem. Przyczyny zmian klimatu mogą być naturalne bądź spowodowane działalnością człowieka. Te drugie większość ludzi zajmujących się tym problemem uważa za powód ocieplenia klimatu, a w szczególności emisji do atmosfery gazów cieplarnianych szczególnie CO_2 pochodzącego ze spalania paliw

kopalnych.



Rys. 3.8 Globalne zmiany temperatury w 1850-2007

Źródło: [7]

Problem ten został szczegółowo omówiony w rozdziale 3.4. Aby zweryfikować hipotezy co powoduje globalne ocieplenie, musimy rozpatrzeć zjawiska fizyczne które są tego przyczyną, zostały one omówione w rozdziałach 3.5 i 3.6. Aby zwiększyć temperaturę powierzchni Ziemi musi się zwiększyć ilość energii do niej dostarczanej. Energia ta dostarczana jest z dwóch źródeł. Pierwszym jest promieniowanie słoneczne dochodzące do powierzchni Ziemi. Jego wzrost może być spowodowany; wzrostem stałej słonecznej, zmniejszeniem się albedo Ziemi lub zmniejszeniem pochłaniania promieniowania słonecznego w atmosferze. Drugim źródłem jest promieniowania podczerwone dochodzące z atmosfery do powierzchni Ziemi. Przyczyną jego wzrostu będzie wprowadzenie do atmosfery czynnika rozpraszającego promieniowanie w zakresie widma obejmującego okno atmosferyczne. Ponieważ CO₂ nie pochłania promieniowania w zakresie widma okna atmosferycznego nie może prowadzić do zmniejszenia się ilości energii uchodzącej w przestrzeń kosmiczną. Z tych powodów uważam, że przypisywanie głównej roli CO₂ jako przyczyny globalnego ocieplenia klimatu za nieudokumentowane od strony praw fizyki. Analizując wpływ innych czynników na pochłanianie promieniowania w atmosferze przez gazy cieplarniane największy udział ma ozon. Wpływ na temperaturę powierzchni Ziemi zależy od tego w jakiej części atmosfery się znajduje. Ozon stratosferyczny pochłania promieniowanie słoneczne w zakresie ultrafioletu. Zwiększenie jego koncentracji powoduje zmniejszenie się ilości energii docierającej do powierzchni Ziemi a w konsekwencji spadek temperatury, natomiast ozon troposferyczny rozprasza promieniowanie ciepłe i to w zakresie widma obejmującego obszar okna atmosferycznego, co przyczynia się do podniesienia temperatury. Wreszcie metan gaz którego koncentracja w wyniku działalności człowieka zwiększyła się o 149 pomimo że w porównaniu do koncentracji CO₂ jest ponad dwieście razy mniejsza, to silniej pochłania promieniowanie ciepłe, a także część zakresu pochłaniania pokrywa się jak wynika z danych z rys. 3.7 z widmem okna atmosferycznego, dlatego udział

w globalnym ociepleniu klimatu wzrostu koncentracji metanu znacznie przewyższa udział wzrostu koncentracji CO₂.

3.8 PODSUMOWANIE

W pracy tej poruszono problem zanieczyszczenia atmosfery przez pozyskiwanie i przetwarzanie energii na potrzeby ludzi. Szczególną uwagę zwrócono na udział procesu spalania w szerokim pojęciu zanieczyszczenia. Dlatego przedstawiono wpływ emisji CO₂ pochodzącego ze spalania paliw kopalnych. Na zawartość węgla w poszczególnych rezerwuarach ze szczególnym uwzględnieniem atmosfery, co doprowadziło do przedstawienia w oparciu o bilans energetyczny atmosfery, udziału CO₂ w globalnym ociepleniu klimatu Ziemi.

LITERATURA

- [1] R.B. Bacastow, C.D. Keeling, Atmospheric carbon dioxide and radiocarbon in the natural carbon cycle. Changes from A. D. 1700 to 2070 as deducad from a geochemical model, Carbon and the Biosfere (1973), G.M. Woodwell H.V. Pacan eda. s. 86-135
- [2] C.A. Ekdahl, C.D. Keeling, Atmospheric carbon dioxide and radiocarbon in the natural carbon cycle. Brookhaven Symposium in Biology, 24th, Proc. Upton, New York (1973), s. 51-85
- [3] J.T. Kiehl, K.E. Trenberth, Earth's Annual Global Mean Energy Budget, Bulletin of the American Meteorological Society (1997), 78 (2), s. 197-208
- [4] G. Kopp. G. Lawrence, G. Rottman, *The Total Irradiance Monitor (TIM): Scientific Results*, Solar Physics (2005) 230: s. 129-139
- [5] R.A. Rohde for the Global Warming Art project, https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Atmospheric_Transmission.png
- [6] National Oceanic & Atmospheric Administration, U.S. Department of Commerce, <https://www.noaa.gov/>
- [7] J. Hansen, R. Ruedy, M. Sato, and K. Lo, National Aeronautics and Space Administration, Goddard Institute for Space Studies, <https://data.giss.nasa.gov/gistemp/news/2005/>
- [8] Ziemia na rozdrożu, <https://ziemianarozdrozu.pl/>
- [9] https://pl.wikibooks.org/wiki/Wstępow_fizyki_jądrowatomowego/Nukleony_a_budowajądrowatomowego

Data przesłania artykułu do Redakcji: 03.2020

Data akceptacji artykułu przez Redakcję: 04.2020

POZYSKIWANIE I PRZETWARZANIE ENERGII ORAZ ICH WPŁYW NA ŚRODOWISKO CZŁOWIEKA ZE SZCZEGÓLNYM UWZGLĘDNIENIEM ZANIECZYSZCZENIA ATMOSFERY

Streszczenie: Jednym z głównych problemów współczesnego świata, jest zanieczyszczenie środowiska. Postęp cywilizacji wymusza coraz większe zapotrzebowanie na energię a jej wytwarzanie i przetwarzanie nie jest obojętne dla środowiska. Niestety bezpośrednie wykorzystanie energii słonecznej ma swoje ograniczenia a obecnie największy udział w wytwarzaniu energii ma proces spalania. W wyniku spalania paliw kopalnych w ostatnich latach nastąpił znaczny wzrost koncentracji CO₂ powietrza. Jednak w celu oceny szybkości i wielkości tego wzrostu niezbędne jest uwzględnienie obiegu węgla w przyrodzie. Ma to istotne znaczenie przy dyskusji powszechnie panującego przekonania, że wzrost koncentracji CO₂ jest główną przyczyną globalnego ocieplenia klimatu. W poniższym artykule przeprowadzono krytyczną analizę udziału wzrostu koncentracji CO₂ w globalnym ociepleniu klimatu w oparciu o bilans energetyczny atmosfery Ziemi zwracając uwagę również na inne czynniki powodujące globalne ocieplenie.

Słowa kluczowe: globalne ocieplenie, efekt cieplarniany, stała słoneczna

ACQUISITION AND PROCESSING OF ENERGY AND THEIR IMPACT ON THE HUMAN ENVIRONMENT, WITH PARTICULAR EMPHASIS ON ATMOSPHERIC POLLUTION

Abstract: One of the major problems of the modern world is environmental pollution. The progress of civilization increases the demand for energy, however, the process of its production has a great impact on the environment. Unfortunately, the production and usage of solar energy has its limitations, therefore, the combustion process currently has the largest share in energy production. As a result of burning fossil fuels, the concentration of CO₂ in the atmosphere has increased significantly in recent years. However, in order to assess the speed and magnitude of this increase, it is necessary to take into account the carbon cycle in nature. This is especially important when discussing the prevailing belief that increasing CO₂ concentration in the atmosphere is a major cause of global warming. In this article I present a critical analysis of the contribution of the increased CO₂ concentration to global warming based on the energy balance of the Earth's atmosphere taking into account also other factors that have an impact on this process.

Key words: global warming, greenhouse effect, solar constant

Romuald Awsiuk

Politechnika Śląska

Instytut Fizyki – Centrum Naukowo-Dydaktyczne Politechniki Śląskiej

ul. Konarskiego 22B, 44-100 Gliwice, Polska

e-mail: romuald.awsiuk@polsl.pl