

Ćwiczenie 10

SZACOWANIE EMISJI DWUTLENKU WĘGLA DO ATMOSFERY

10.1. Podstawy teoretyczne

W ostatnich czasach jesteśmy świadkami znamiennej przemiany poglądów i nastawienia do korzystania ze środowiska naturalnego. Dawniej środowisko naturalne traktowano jako niewyczerpane źródło surowców i nośników energii oraz składowisko odpadów o nieograniczonej pojemności. Podejście to doprowadziło do zachwiania naturalnej równowagi w ekosystemie ziemi. Spalenie jednostki masy nośnika energii powoduje bowiem nie tylko wytworzenie określonej ilości ciepła zużytego następnie w działalności człowieka, lecz również wytworzenie odpadów w postaci popiołów i dymów, emitowanych następnie do atmosfery. Spośród składników dymu najniebezpieczniejszym dla środowiska jest dwutlenek węgla (CO_2), z którym związany jest tzw. efekt cieplarniany.

Celem niniejszego ćwiczenia jest oszacowanie źródeł masy CO_2 emitowanego do atmosfery w wyniku rocznej działalności jednego mieszkańca ziemi. Przy czym pod pojęciem źródeł masy rozumie się tu masę dwutlenku węgla wyrażoną w kg produkowaną przez jednego mieszkańca w ciągu jednego roku kalendarzowego [$\text{kg}/(\text{osoba} \times \text{rok})$] w wyniku procesów spalania towarzyszących działalności typowego człowieka związanych z jego potrzebami bytowymi i transportem. Wykonanie powyższych obliczeń wymaga odniesienia pewnych wielkości do całej rodziny zajmującej dane mieszkanie, gdyż to właśnie z mieszkaniem bezpośrednio związane jest zużycie energii na ogrzewanie, czy też zużycie gazu lub energii elektrycznej.

Należy więc wyznaczyć sumaryczne źródło CO_2 R przypadające na jednego mieszkańca w ciągu roku

$$R = \sum_{\alpha=1}^n R^{\alpha}, \quad \alpha = 1, 2, \dots, n, \quad (10.1)$$

w zależności od następujących procesów:

- korzystania z energii elektrycznej w mieszkaniu przez rok [kWh], co powoduje powstanie R^1 CO_2 ,
- ogrzewania domu w sezonie grzewczym (gazem, olejem opałowym, węglem, ogrzewaniem zdalczynnym c.o.), co generuje źródła R^2 , R^3 , R^4 i R^5 masy CO_2 ,
- korzystania z samochodu z częstotliwością wyrażoną w litrach paliwa zużytego w przeciągu roku,

- korzystania z komunikacji kolejowej,
- korzystania z komunikacji autobusowej.

Uzyskaną wartość źródła R należy porównać z tzw. indeksem klimatycznym dopuszczalnej emisji dwutlenku węgla, który w 2010 roku w naszej strefie klimatycznej proponuje następującą klasyfikację poziomu emisji CO₂ na osobę:

- $R < 2\,000$ kg/rok – stan doskonały,
- $2\,000 < R < 3\,000$ kg/rok – szanujesz środowisko,
- $3\,000 < R < 6\,000$ kg/rok – możesz jeszcze być tolerowany,
- $6\,000 < R < 10\,000$ kg/rok – stanowisz zagrożenie dla środowiska,
- $R > 10\,000$ kg/rok – stan alarmu ekologicznego.

10.2. Przebieg obliczeń

Zużycie energii na cele grzewcze odnosi się do całego mieszkania z uwzględnieniem liczby mieszkańców. W pierwszej kolejności oblicza się zużycie energii na cele grzewcze wyrażone przez ilość spalonego w przeciągu roku węgla w kg, oleju opałowego w l, gazu w m³, zdalnie czynnego c.o. w kWh. Podobnie postępuje się obliczając zużycie nośników energii w środkach transportu.

Źródła masy dwutlenku węgla wyemitowanego do atmosfery w wyniku zużycia różnego pochodzenia energii wyznaczyć można w następujący sposób:

1. W typowej elektrowni opalanej węglem wyprodukowanie jednej kilowatogodziny (kWh) energii elektrycznej wymaga wyemitowania do atmosfery $\frac{1}{3}$ kg CO₂, stąd źródło

$$R^1 = r_1 N_1, \quad \text{gdzie} \quad r_1 = \frac{1}{3} \left[\frac{\text{kg}}{\text{kWh}} \right], \quad (10.2)$$

gdzie: r_1 – emisja CO₂ przy wytwarzaniu 1 kWh energii, N_1 – ilość energii elektrycznej w kWh zużytej przez jednego mieszkańca w ciągu roku,

2. Zużycie nośnika energii w postaci 1000 m³ gazu wywołuje emisję 2000 kg CO₂, stąd źródło R^2 jest równe

$$R^2 = r_2 N_2, \quad \text{gdzie} \quad r_2 = 2 \left[\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right], \quad (10.3)$$

gdzie: r_2 – emisja CO₂ przy spaleniu 1 m³ gazu, N_2 – ilość zużytego gazu w ciągu roku w m³,

3. Masa CO₂ wyemitowanego w wyniku spalania 1000 litrów oleju opałowego wynosi 3600 kg, stąd źródło R^3 dane jest wzorem

$$R^3 = r_3 N_3, \quad \text{gdzie} \quad r_3 = 3.6 \left[\frac{\text{kg}}{\text{l}} \right], \quad (10.4)$$

gdzie: r_3 – emisja CO₂ przy spaleniu 1 litra oleju opałowego, N_3 – ilość zużytego oleju w ciągu roku w l,

4. Ze spalaniem 1000 kg węgla wiąże się wytworzenie 2800 kg CO₂, stąd źródło R^4 opisuje wzór

$$R^4 = r_4 N_4, \quad \text{gdzie} \quad r_4 = 2.8 \left[\frac{\text{kg}}{\text{kg}} \right], \quad (10.5)$$

gdzie: r_4 – emisja CO₂ przy spaleniu 1 kg węgla, N_4 – masa spalonego w ciągu roku węgla w kg,

5. Zdalczynna sieć c.o. przy produkcji 1 kWh energii emituje do otoczenia 0.1 kg CO₂, stąd źródło R^5 dane jest wzorem

$$R^5 = r_5 N_5, \quad \text{gdzie} \quad r_5 = 0.1 \left[\frac{\text{kg}}{\text{kWh}} \right], \quad (10.6)$$

gdzie: r_5 – emisja CO₂ przy wytwarzaniu 1 kWh energii, N_5 – ilość energii w kWh zużytej na ogrzewanie c.o. przez rok,

6. Korzystanie ze środków transportu przy pokonywaniu odległości równej 1000 km związane jest z emisją następującej ilości CO₂:

- motor spalający 2 l na 100 km emituje $r_6^1 = 60$ kg,
- mały samochód spalający 6 l na 100 km emituje $r_6^2 = 180$ kg,
- średni samochód spalający 10 l na 100 km emituje $r_6^3 = 300$ kg,
- duży samochód spalający 15 l na 100 km emituje $r_6^4 = 450$ kg,
- pociąg, autobus emitują $r_6^5 = 30$ kg,
- samolot emituje $r_6^6 = 16.3$ kg.

Stąd źródło masy CO₂ związane z transportem wynosi

$$R^6 = r_6^1 N_6^1 + r_6^2 N_6^2 + \dots + r_6^6 N_6^6, \quad (10.7)$$

gdzie: N_6^i – ilość tysięcy kilometrów pokonanych w ciągu roku przy wykorzystaniu i -tego środka transportu.

Sumaryczną roczną emisję CO₂ przypadającą na rok na jedną osobę można wyznaczyć ze wzoru

$$R = \sum_{\alpha=1}^n \frac{1}{n_\alpha} r_\alpha N_\alpha, \quad (10.8)$$

gdzie r_α są jednostkowymi emisjami CO₂, N_α ilością zużywanego w ciągu roku nośnika energii a n_α ilością osób przypisaną danemu zużyciu energii np. liczbą osób zamieszkującą dany lokal, liczbą użytkowników samochodu itp.