

Załącznik 1

Sposób i zasady opracowania miniaudytu energetycznego

Określanie ilości zużywanych nośników energii na podstawie rachunków

Rozwój naszej cywilizacji, obok niewątpliwych korzyści przynosi również zagrożenia. W coraz większym stopniu wykorzystujemy otaczające nas środowisko, zmieniając je, zanieczyszczając i niszcząc. Badania naukowców pokazują, że klimat Ziemi zmienia się, a przyczyną jest rozwój naszej cywilizacji. Powodowane przez nas zmiany klimatyczne są skutkiem wciąż zwiększającej się ilości tzw. gazów cieplarnianych w atmosferze. Większość gazów, bo ponad 80%, które człowiek wyrzuca w powietrze, powstaje podczas spalania wszelkiego rodzaju paliw, a więc towarzyszy wytwarzaniu użytecznej dla nas energii. Spróbujcie oszacować ile zuzywacie energii i jak przez to wasza szkoła wpływa na środowisko. W oszacowaniu tym pomoże Wam fakt, że paliwa, energia i woda kosztują. Gdy szkoła dokonuje jakiegoś zakupu, otrzymuje od dostawcy rachunek lub fakturę. Oprócz wysokości poniesionego wydatku rachunki i faktury zawierają informacje o ilości zakupionego lub zużytego medium oraz jego cenie jednostkowej. Pozwoli wam to na wykorzystanie ich do określenia rzeczywistych ilości zużytych w szkole paliw, energii i wody. Znając je, określicie z kolei ilość gazów cieplarnianych emitowanych przez rok do atmosfery w wyniku funkcjonowania szkoły. W pierwszym etapie postarajcie się o faktury za:

- paliwa stałe i ciekłe - wystawione przez dostawców węgla, koksu, drewna, gazu ciekłego lub oleju opałowego określające ilość danego paliwa dowiezioną do szkoły,
- gaz - wystawione przez zakład gazowniczy na podstawie odczytów gazomierza,
- ciepło sieciowe - wystawione przez przedsiębiorstwo ciepłownicze na podstawie odczytów licznika ciepła lub według innego sposobu rozliczenia,
- energię elektryczną - wystawione przez zakład elektroenergetyczny na podstawie odczytów licznika,
- wodę i odprowadzanie ścieków - wystawione przez przedsiębiorstwo wodno-kanalizacyjne na podstawie odczytów wodomierza.

Możecie również wykorzystać inne udokumentowane odczyty liczników.

Ważne uwagi

- 1) Określcie roczne zużycie energii elektrycznej, paliw i wody od 1 stycznia do 31 grudnia 2006 roku.
- 2) Daty na fakturach nie zawsze pokrywają się dokładnie z rokiem kalendarzowym. Co więcej, niektóre opłaty mogły być regulowane z opóźnieniem. Zbierzcie wówczas faktury, które pokrywają cały rok 2006, a następnie oszacujcie zużycie energii elektrycznej, paliw i wody od 1 stycznia do 31 grudnia. Przedstawcie sposób, w jaki dokonaliście oszacowania.
- 3) Miesięczne zużycie energii elektrycznej, paliw i wody można określać wyłącznie na podstawie regularnych odczytów odpowiednich liczników lub innych pomiarów!
- 4) Używajcie jednostek zgodnych z Międzynarodowym Układem Miar i Wag (SI), takich jak Mg (1 Mg=1 tona), m³, GJ itd. Jedynie w przypadku energii elektrycznej użyjcie zwyczajowo stosowanych kilowatogodzin (kWh).
- 5) Korzystajcie z informacji zawartych w serwisie www.czestochowa.energiaisrodowisko.pl

Obliczanie emisji powodowanej użytkowaniem paliw

- 1) Korzystając z faktur i/lub regularnych odczytów liczników określcie zużycie każdego z paliw używanych w szkole w 2006 roku. Posiadane informacje umieście w tabelach.

Lp.	Numer faktury	Okres, za który wystawiono fakturę	Ilość	Jednostka*	Koszt jednostkowy [zł/jednostkę]	Całkowity koszt zakupu (zł)
1						
2						
	RAZEM 2006 rok					

* Jednostka – w przypadku różnych paliw używamy różnych jednostek.

Jeżeli posiadacie również udokumentowane odczyty liczników, przedstawcie je w poniższej tabeli.

	Data odczytu	Odczyt	Zużycie [jednostka]
1			
2			
3			
4			
	RAZEM 2006 rok		

- 2) Jeżeli faktury nie pokrywają ściśle całego roku i musicie oszacować zużycie, przedstawcie sposób, w jaki to zrobiliście.
- 3) Z tabel umieszczonych na końcu tych materiałów odczytajcie wartość opałową paliwa, którym się zajmujecie.
- 4) Obliczcie ilość energii chemicznej paliwa zużytej w 2006 roku:

ilość energii chemicznej [GJ/rok] = roczne zużycie paliwa * wartość opałowa paliwa.

- 5) Obliczcie roczną emisję gazów cieplarnianych ze spalania paliw w szkole:

emisja z danego paliwa [kg CO₂/rok] = ilość energii chemicznej * wskaźnik emisji,

wskaźnik emisji [kg CO₂/GJ] jest to liczba określająca ilość gazów cieplarnianych (w przeliczeniu na dwutlenek węgla), jaka powstaje podczas wykorzystywania 1 GJ energii chemicznej danego paliwa - wskaźniki znajdziecie w dalszej części materiałów.

- 6) Kolejno obliczcie emisję dla wszystkich paliw wykorzystywanych w szkole.

Obliczanie emisji powodowanej użytkowaniem energii elektrycznej i ciepła sieciowego

- 1) Skorzystajcie z tych samych wzorów tabel jak dla paliw. Zwróćcie uwagę na jednostki, których używacie. Ilość zużytej energii elektrycznej zwyczajowo wyraża się w kilowatogodzinach (kWh), które następnie należy przeliczyć na gigadżule (GJ). W gigadżulach przedstawcie tylko zużycia roczne. Ilość zużytego ciepła mierzy się od razu w gigadżulach.

Zużycie		kWh/rok
Zużycie		GJ/rok
Koszt		zł/rok

$$1 \text{ GJ} = 278 \text{ kWh}$$

- 2) Jeżeli musieliście szacować roczne zużycie, ponieważ faktury nie pokrywały ściśle roku 2006, przedstawcie, w jaki sposób doszliście do przedstawianej wartości.
- 3) Obliczcie roczne emisje spowodowane korzystaniem z energii elektrycznej i ciepła w szkole (wskaźniki emisji znajdziecie w tabelach w dalszej części tych materiałów)

*emisja z energii elektrycznej [kg CO₂/rok] = zużycie w 2006 r. [kWh/rok] * wskaźnik emisji,*

*emisja z ciepła sieciowego [kg CO₂/rok] = zużycie w 2006 r. [GJ/rok] * wskaźnik emisji.*

Obliczanie emisji związanej z użytkowaniem wody i odprowadzaniem ścieków

W przypadku wody i ścieków wszystkie kroki są identyczne jak dla energii elektrycznej i ciepła sieciowego. Należy oczywiście przyjąć odpowiednie jednostki oraz odczytać wskaźniki emisji gazów cieplarnianych na metr sześcienny zużytej wody oraz odprowadzonych ścieków. Przyjmijcie, że ilość ścieków odprowadzanych ze szkoły jest równa ilości dostarczonej wody. Koszty odprowadzania ścieków odczytajcie z faktur.

Podsumowanie

Jeżeli zebraliście wszystkie informacje i dokonaliście obliczeń, wypełnijcie teraz tabelę podsumowującą waszą pracę.

Tabela emisji gazów cieplarnianych					
Lp.	Rodzaj paliwa, energii, woda, ścieki	Zużycie	Koszt	Energia bezpośrednio zużyta w szkole	Wielkość emisji gazów cieplarnianych (CO ₂)
		j.n./rok	zł/rok	GJ/rok	Mg CO ₂ /rok
1.	Węgiel kamienny				
2.	Koks				
3.	Biomasa				
4.	Energia cieplna z kolektorów słonecznych szkoły				
5.	Gaz ziemny				
6.	Olej opałowy				
7.	Ciepło sieciowe				
8.	Energia elektryczna				
9.	Woda				
10.	Ścieki	-		-	
11.	Inne rodzaje paliw i energii -konwencjonalne i odnawialne				
12.	RAZEM				

...i jeszcze tylko kilka porównań

Na co i ile szkoła wydaje pieniędzy?

Podczas dotychczasowych obliczeń wykorzystywaliście faktury za zużycie energii elektrycznej, paliw i wody. Zestawiliście je również w tabeli. Waszym zadaniem jest teraz wyznaczenie tak zwanej struktury kosztów, a więc procentowo określonych udziałów wydatków na poszczególne media w

całości kosztów za energię elektryczną, paliwa i wodę. Aby obliczyć udziały poszczególnych wydatków, musicie je najpierw dodać, a następnie podzielić każdy z nich przez otrzymaną sumę i pomnożyć przez 100%. Strukturę najlepiej przedstawia się przy pomocy wykresów kołowych lub słupków.

Ile i jakiej energii zużywa się w szkole?

W tabeli zestawiliście również, ile i jakiej energii zużywa się w szkole przez rok (GJ/rok). Przedstawcie teraz strukturę zużycia energii w szkole, analogicznie, jak zrobiliście to, tworząc strukturę kosztów.

Skąd i ile emitowanych jest gazów cieplarnianych?

Ponownie, korzystając z wypełnionej przez was tabeli, przedstawcie strukturę emisji będącą skutkiem użytkowania energii elektrycznej, paliw i wody w szkole. Podobnie jak dotychczas będzie to tak zwana emisja ekwiwalentna (równoważna), a więc przeliczona w całości na dwutlenek węgla.

Wskaźniki jednostkowe

Będziemy chcieli porównywać szkoły ze sobą. Nie możemy jednak tego zrobić, zestawiając po prostu ilości zużytej energii elektrycznej, paliw czy wody. Im większy budynek, tym więcej ciepła potrzeba, aby go ogrzać. Większa ilość sal i uczniów to większa ilość oświetlenia i innych urządzeń, a więc również większe zużycie energii elektrycznej. Aby porównywanie było sprawiedliwe, użyjemy wskaźników jednostkowych, które mówią, ile na przykład zużywanej jest energii elektrycznej na jednego ucznia.

Na początek zbierzcie kilka podstawowych informacji o szkole:

- liczba uczniów
- powierzchnia szkoły (powierzchnia użytkowa ogrzewana – bez piwnic i poddasza nieogrzewanego)

Teraz zajmiemy się samymi wskaźnikami.

Wskaźniki kosztów

1) Wskaźnik kosztów energii elektrycznej, paliw, wody i ścieków na 1 ucznia – K_u

$$K_u = \frac{\text{razem koszty w 2006r.}}{\text{liczba uczniów}} \left[\frac{\text{zł}}{\text{ucznia} \cdot \text{rok}} \right]$$

2) Wskaźnik kosztów energii elektrycznej, paliw, wody i ścieków na 1 m² – K_p

$$K_p = \frac{\text{razem koszty w 2006 r.}}{\text{całkowita powierzchnia szkoły}} \left[\frac{\text{zł}}{\text{m}^2 \cdot \text{rok}} \right]$$

Wskaźniki zużycia energii

3) Wskaźnik zużycia energii w szkole na 1 ucznia – E_u

$$E_u = \frac{\text{razem energia w 2006r.}}{\text{liczba uczniów}} \left[\frac{\text{GJ}}{\text{ucznia} \cdot \text{rok}} \right]$$

4) Wskaźnik zużycia energii na 1 m² – E_p

$$E_p = \frac{\text{razem energia w 2006 r.}}{\text{całkowita powierzchnia szkoły}} \left[\frac{\text{GJ}}{\text{m}^2 \cdot \text{rok}} \right]$$

Wskaźniki zużycia wody (również produkcji ścieków!)

5) Wskaźnik zużycia wody w szkole na 1 ucznia - W_u

$$W_u = \frac{\text{zużycie wody w 2006r.}}{\text{liczba uczniów}} \left[\frac{\text{m}^3}{\text{ucznia} \cdot \text{rok}} \right]$$

6) Wskaźnik zużycia wody w szkole na 1 m² - W_p

$$W_p = \frac{\text{zużycie wody w 2006 r.}}{\text{całkowita powierzchnia szkoły}} \left[\frac{\text{m}^3}{\text{m}^2 \cdot \text{rok}} \right]$$

Wskaźniki emisji gazów cieplarnianych

7) Wskaźnik emisji gazów cieplarnianych z funkcjonowania szkoły na 1 ucznia – G_u

$$G_u = \frac{\text{emisja gazów cieplarnianych w 2006r.}}{\text{liczba uczniów}} \left[\frac{\text{MgCO}_2}{\text{ucznia} \cdot \text{rok}} \right]$$

8) Wskaźnik emisji gazów cieplarnianych z funkcjonowania szkoły na 1 m² – G_p

$$G_p = \frac{\text{emisja gazów cieplarnianych w 2006r.}}{\text{całkowita powierzchnia szkoły}} \left[\frac{\text{MgCO}_2}{\text{m}^2 \cdot \text{rok}} \right]$$

Wskaźniki zestawcie w samodzielnie przygotowanej tabeli. Spróbujcie również przedstawić je za pomocą rysunków i zaprezentować w szkole. Podobnie postąpcie ze strukturami, które wykonaliście wcześniej. Dla wszystkich paliw, z których korzysta się w szkole, przedstawcie drogę paliwa od jego wydobycia do ostatecznego wykorzystania. Nie zapomnijcie przy tym pokazać wszystkich występujących na tej drodze źródeł emisji gazów cieplarnianych i zanieczyszczeń powietrza.

Wartości opałowe różnych paliw stosowanych do ogrzewania oraz powodowane przez nie emisje gazów cieplarnianych.

Lp.	Rodzaj paliwa	Wartość opałowa (energia chemiczna w jednostce naturalnej paliwa)		Emisja ekwiwalentna gazów cieplarnianych [kgCO ₂ /GJ]		
		jednostka naturalna [j.n.]	wartość opałowa [GJ/j.n.]	powstająca podczas wydobycia i transportu paliw do szkoły	powstająca podczas spalania paliw w szkole	całkowita
1.	Węgiel kamienny	Mg	23,0	7,0	94,5	101,5
2.	Węgiel brunatny	Mg	8,5	4,5	106,1	110,6
3.	Koks	Mg	28,0	17,3	94,7	112,0
4.	Gaz ziemny	1000 m ³	35,5	0,8	54,0	54,8
5.	Biomasa*	m ³	9,5	0,5	7,3	7,8
6.	Olej opałowy	Mg	43,7	1,2	72,3	73,5

* Uwaga: dla biomasy przyjmuje się, że emisja CO₂=0 (!), ponieważ do atmosfery trafia go tyle ile pobrane zostało w procesie fotosyntezy. Emisja ekwiwalentna pochodzi od CH₄ oraz N₂O

Typowe sprawności polskich ciepłowni oraz powodowane przez nie emisje gazów cieplarnianych (ciepło sieciowe)

Lp.	Rodzaj źródła wytwarzającego ciepło	Emisja ekwiwalentna gazów cieplarnianych powstająca od wydobycia paliwa do dostarczenia ciepła do szkoły [kg CO ₂ /GJ]
1.	Lokalna ciepłownia węglowa η=0,7	135,0
2.	Lokalna ciepłownia gazowa η=0,9	60,1
3.	Lokalna ciepłownia olejowa η=0,9	80,3
4.	Elektrociepłownia węglowa η=0,84	112,5
5.	Ciepłownie i elektrociepłownie w Polsce - średnio η=0,8	135,8

Emisja gazów cieplarnianych związana z użytkowaniem energii elektrycznej w zależności od wykorzystanego paliwa i sposobu produkcji energii elektrycznej.

Lp.	Sposób wytwarzania energii elektrycznej	Emisja ekwiwalentna gazów cieplarnianych powstających podczas produkcji, przesyłu i dystrybucji energii elektrycznej do szkoły [kgCO ₂ /kWh]
1.	Elektrownia węglowa (węgiel)	0,978
2.	Elektrownia gazowa wysoko	0,394
3.	Elektrociepłownia węglowa	0,97
4.	Elektrownia wodna	0
5.	Elektrownia wiatrowa	0
6.	Ogniwa fotowoltaiczne	0
7.	Elektrociepłownie na biomasę	0,323
8.	Średnio elektrownie w Polsce	0,963

Emisja gazów cieplarnianych związana z dostarczeniem wody do szkoły i odprowadzeniem z niej ścieków.

L.p.		Emisja ekwiwalentna gazów cieplarnianych powstających podczas dostarczania wody do szkoły i odprowadzaniem ścieków ze szkoły [kgCO ₂ /m ³]
1.	Woda	0,55
2.	Ścieki	0,6

Proponowane usprawnienia oraz oszacowanie oszczędności energii i zmniejszenia emisji gazów cieplarnianych

Wskażcie sposoby i przedsięwzięcia zmniejszające zużycie energii w waszej szkole. Spróbujcie oszacować efekty energetyczne i ekologiczne w wyniku ich przeprowadzenia. Szukajcie informacji w internecie i prasie. Poniżej kilka adresów stron internetowych, na których znajdziecie wiele przydatnych informacji:

- www.czestochowa.energiaisrodowisko.pl
- www.oze.info.pl
- www.topten.info.pl
- www.oszczedzaj-energie.pl
- www.eis.slask.pl

Możecie zestawić proponowane usprawnienia w tabeli, a także zamieścić krótki opis proponowanych przedsięwzięć i pomysły na ich realizację. Mogą to być zarówno przedsięwzięcia proste (np. wyłączanie zbędnych odbiorników energii), przedsięwzięcia inwestycyjne w budynku szkoły (np. ocieplenie ścian czy zastosowanie odnawialnych źródeł energii) jak i przedsięwzięcia niekonwencjonalne. Liczymy na waszą pomysłowość i oryginalność. Poniżej przykład tabeli, w której możecie zamieścić wasze pomysły.

L.p.	Opis przedsięwzięcia	Oszczędność energii [GJ/rok]	Redukcja emisji [tCO ₂ /rok]
1.			
2.			
3.			
...			