

## 7 Ogrzewanie i chłodzenie

W tym rozdziale zbadamy, jak wiele energii wykorzystujemy, regulując temperaturę naszego otoczenia – w domu i pracy – oraz na ogrzewanie lub chłodzenie naszej żywności, napojów, pranie i zmywanie naczyń.

### Ogrzewanie wody w domach

Najwięcej ciepłej wody w domu możemy zużyć na kąpiele w wannie, „branie prysznica”, zmywanie naczyń bądź pranie – zależy to od naszego stylu życia. Oszacujmy najpierw energię potrzebną do zrobienia sobie ciepłej kąpieli w wannie.

Objętość ciepłej wody w wannie to:  $50\text{ cm} \times 15\text{ cm} \times 150\text{ cm} \approx 110$  litrów (oczywiście dochodzi do tego zimna woda, ale nie musimy jej podgrzewać). Powiedzmy, że temperatura ciepłej wody wynosi  $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ , a wpływając do domu woda ma temperaturę  $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Pojemność cieplna wody określająca, ile energii trzeba włożyć w podgrzanie jednego litra wody o  $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ , wynosi  $4\text{ 200 J}$ . Zatem energia potrzebna do podgrzania  $110$  litrów wody o  $40\text{ }^{\circ}\text{C}$  wynosi:

$$4200\text{ J} \times 110\text{ litrów} \times 40\text{ }^{\circ}\text{C} \approx 18\text{ MJ} \approx 5\text{ kWh}$$

Ciepła kąpiel wiąże się więc ze zużyciem około **5 kWh** energii. Dla porównania, prysznic (30 litrów ciepłej wody) wymaga około **1,4 kWh**.

### Czajniki i kuchenki

Kraj cywilizowany taki jak Wielka Brytania ma sieć energetyczną dostarczającą do domów prąd o napięciu  $230\text{ V}$ . Mając prąd w gniazdku, możemy skorzystać z czajnika elektrycznego, aby podgrzać sobie kilka litrów wody w dwie minuty.

Takie czajniki elektryczne mają moc do  $3\text{ kW}$ . Dlaczego właśnie tyle? Ponieważ jest to największa moc, jaką może dostarczyć gniazdko  $230\text{ V}$  bez przekroczenia maksymalnego dopuszczalnego natężenia prądu, wynoszącego  $13\text{ A}$ . W krajach, w których napięcie wynosi  $110\text{ V}$ , przygotowanie dzbanka herbaty potrwa dwa razy dłużej.

Jeśli taki czajnik elektryczny będzie włączony przez 20 minut dziennie, średnie zużycie energii wyniesie **1 kWh na dzień**. (Dalsze obliczenia przeprowadzam dla gospodarstwa domowego, w którym mieszkają 2 osoby).

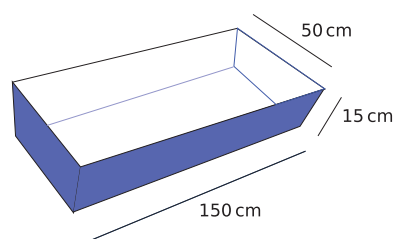
Jeden mały pierścień na kuchence elektrycznej ma taką samą moc jak toster –  $1\text{ kW}$ . Płyty grzewcze o większej mocy dostarczają  $2,3\text{ kW}$ . Jeśli używasz dwóch palników kuchenki przez pół godziny dziennie, odpowiada to **1,6 kWh dziennie**.

Moc znamionowa kuchenki mikrofalowej jest zwykle umieszczona na panelu frontowym; moja mikrofała ma wypisaną moc  $900\text{ W}$ , ale faktycznie zużywa około  $1,4\text{ kW}$ . Jeśli używasz kuchenki mikrofalowej przez 20 minut dziennie, odpowiada to wykorzystaniu **0,5 kWh** energii.

Standardowy piekarnik ustawiony na pełną moc zużywa już więcej, bo około  $3\text{ kW}$ . Jeśli używasz piekarnika przez godzinę dziennie, z czego na pełnej mocy przez 30 minut, daje to **1,5 kWh dziennie**.



Fot. 7.1. Szereg nowych domów



Rys. 7.2. Woda w wannie

$$230\text{V} \times 13\text{A} = 3000\text{ W}$$

Mikrofalówka:  
1400 W



Fot. 7.3. Zużycie energii przez urządzenia grzewcze i chłodzące

Urządzenie	Moc	Czas dziennie	Energia dziennie
Gotowanie:			
– czajnik	3 kW	1/3 h	1 kWh/d
– mikrofalą	1,4 kW	1/3 h	0,5 kWh/d
– elektryczna kuchenka (płyta)	3,3 kW	½ h	1,6 kWh/d
– elektryczny piekarnik	3 kW	½ h	1,5 kWh/d
Pranie/zmywanie:			
– pralka	2,5 kW	0,4 h	1 kWh/d
– suszarka elektryczna	2,5 kW	0,8 h	2 kWh/d
– suszenie w domu „na sznurkach”			0,5 kWh/d
– suszenie na zewnątrz „na sznurkach”			0 kWh/d
– zmywarka	2,5 kW	0,6 h	1,5 kWh/d
Chłodzenie:			
– lodówka	0,02 kW	24 h	0,5 kWh/d
– zamrażarka	0,09 kW	24 h	2,3 kWh/d
– klimatyzator	0,6 kW	1 h	0,6 kWh/d

Tabela 7.4. Zużycie energii przez urządzenia grzewcze i chłodzące w przeliczeniu na gospodarstwo domowe

### Pranie i suszenie ubrań oraz zmywanie naczyń

Pralka, zmywarka i suszarka do ubrań zużywają po około 2,5 kW. Pralka zużywa około 80 litrów wody i około 1 kWh na jedno pranie, przy ustawieniu temperatury na 40 °C. Jeśli suszymy ubranie w domu, np. na sznurkach zamiast w suszarce, to i tak potrzebujemy ciepła na odparowanie wody – około 1,5 kWh (zamiast 3 kWh) na wysuszenie jednego prania.

Gdy dodamy szacunkowe wielkości energii zużywanej na podgrzewanie wody, myślę, że lekką ręką zużywamy około **12 kWh na osobę dziennie**.

### Ciepłe powietrze w domu i w pracy

Ciekawe, czy więcej energii zużywamy na podgrzewanie wody i jedzenia, czy też na ogrzewanie powietrza w budynkach za pomocą grzejników?

Jednym ze sposobów szacowania dziennego zużycia energii na podgrzanie powietrza jest wyobrażenie sobie budynku ogrzewanego grzejnikami elektrycznymi, których moc jest nam znana. Moc niewielkiego grzejnika elektrycznego (lub termowentylatora) wynosi 1 kW, czyli 24 kWh energii dziennie. W zimie, aby mieć w domu miłe ciepło, będziesz potrzebował po jednym urządzeniu dla każdej osoby; w lecie nie będą potrzebne w ogóle. Przyjmijmy zatem, że współczesny Brytyjczyk *potrzebuje* dziennie średnio 12 kWh energii na ogrzewanie powietrza. Jednak większość ludzi zużywa więcej niż faktycznie potrzebuje, ogrzewając równocześnie kilka pomieszczeń (kuchnia, pokój gościnny, korytarz, łazienka itp.), z tego zaś wynika, że wiarygodny poziom zużycia energii na ogrzanie powietrza będzie dwa razy większy: **24 kWh dziennie na osobę**.

Uzupełniający tę część książki rozdział E zawiera bardziej szczegółowy model ucieczki ciepła z budynku; pozwala także przewidzieć oszczędności energii dzięki zredukowaniu temperatury, podwójnym szybowi w budynku etc.

Ciepła woda:  
12 kW/d

Rys. 7.5. Całkowita energia na ogrzewanie wody w domu i pracy – w tym kąpiele, prysznic, pranie, kuchenki, czajniki, mikrofalówki i zmywarki – wynosi około 12 kWh na osobę dziennie. Zaznaczyłem ten prostokąt jasnym kolorem, żeby wskazać, że energia może zostać dostarczona w postaci o niskiej jakości energii termicznej.



Fot. 7.6. Duży grzejnik elektryczny o mocy 2 kW

## Ogrzewanie otoczenia i inne luksusy

Widoczna jest moda na ogrzewanie otoczenia domu za pomocą promienników ogrodowych. Typowy promiennik ogrodowy ma moc 15 kW. Tak więc, jeśli używasz jednego z tych urządzeń co wieczór przez dwie godziny, zużywasz dodatkowo **30 kWh dziennie**.

Nieco skromniejszym luksusem jest koc elektryczny. Moc takiego koca na podwójne łóżko wynosi 140 W; włączenie go na godzinę dziennie to **0,14 kWh**.

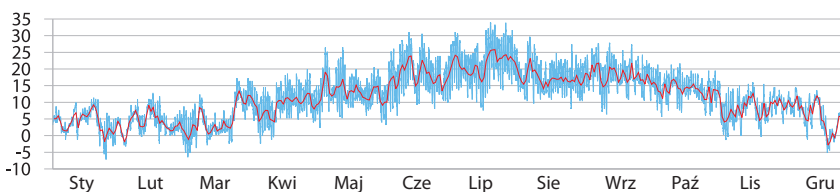
## Chłodzenie

### Lodówka i zamrażarka

Regulujemy temperaturę, nie tylko podgrzewając wodę i powietrze, lecz także chłodząc żywność, którą przynosimy do naszych rozgrzanych domów. Moja lodówka-zamrażarka, pokazana na rys. 7.3 zużywa średnio 18 W – co odpowiada mniej więcej **0,5 kWh**.

### Klimatyzacja

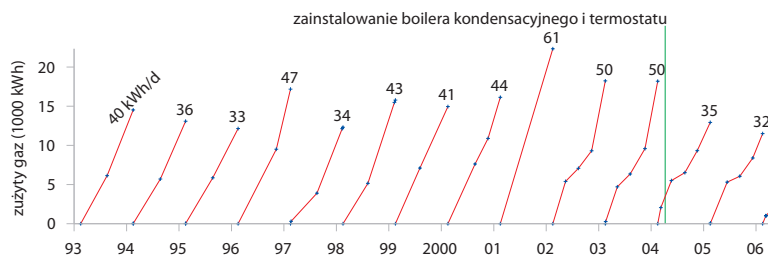
W krajach, w których temperatura przekracza 30 °C, klimatyzacja postrzegana jest jako konieczność. Koszt energetyczny obniżania temperatury może być wysoki. Ta część książki dotyczy jednak zużycia energii w Wielkiej Brytanii, gdzie temperatury nie są na tyle wysokie, by potrzebna była klimatyzacja (rys. 7.8).



Rys. 7.7. Całkowita energia na ogrzewanie powietrza w domu i pracy – około 24 kWh na osobę dziennie.

Rys. 7.8. Temperatury w Cambridge w stopniach Celsjusza, dzienne (linia czerwona), i półgodzinne (linia niebieska) w roku 2006.

Ekonomicznym sposobem na klimatyzację jest powietrzna pompa ciepła. Zamontowany na oknie klimatyzator zużywa dla pojedynczego pomieszczenia 0,6 kW elektryczności i (z pomocą wymiennika ciepła) dostarcza 2,6 kW chłodzenia. Aby oszacować, jak wiele energii może potrzebować do tego mieszkaniec Wielkiej Brytanii, założyłem, że włącza on klimatyzator na 12 godzin dziennie przez 30 dni w roku. W dniach, w których jest włączony, zużywa on 7,2 kWh energii, a średnia dla całego roku wynosi **0,6 kWh/d**.



### Klimatyzacja: 1 kWh/d

Rys. 7.9. Chłodzenie sumaryczne – uwzględnia lodówkę/zamrażarkę i trochę klimatyzacji latem – 1 kWh/d

Rys. 7.10. Moje domowe skumulowane zużycie gazu w kWh, w latach 1993–2005. Liczba na górze każdej linii rocznej pokazuje średnie zużycie energii w danym roku w kWh na dzień.

Aby dowiedzieć się, co stało się w 2007 roku, czytaj dalej!

W tym rozdziale oszacuję koszt energetyczny chłodzenia na 1 kWh na osobę dziennie – włączając w to klimatyzację i domowe lodówki. Energię zużywaną na chłodzenie żywności podczas drogi z pola do wózka sklepowego oszacuję później jako część kosztu energetycznego łańcucha żywnościowego w rozdziale 15.

## Całkowite ogrzewanie i chłodzenie

Nasze obliczenia całkowitej energii, którą jedna osoba może zużyć na ogrzewanie i chłodzenie w domu, pracy i podczas przygotowywania żywności, dają liczbę **37 kWh na osobę dziennie** (12 na ciepłą wodę, 24 na ciepłe powietrze i 1 na chłodzenie).

Dowodem na to, że przedstawione oszacowania są z grubsza właściwe, a być może lekko zaniżone, jest zużycie gazu w moim domu, które już od 12 lat wynosi średnio 40 kWh dziennie (rys. 7.10). W swoim czasie myślałem, że oszczędnie gospodaruję ciepłem, jednak w rzeczywistości nie zwracałem szczególnej uwagi na faktyczne zużycie energii. Rozdział 21 pokaże, jak wiele energii zaoszczędziłem, od kiedy zacząłem na to uważać.

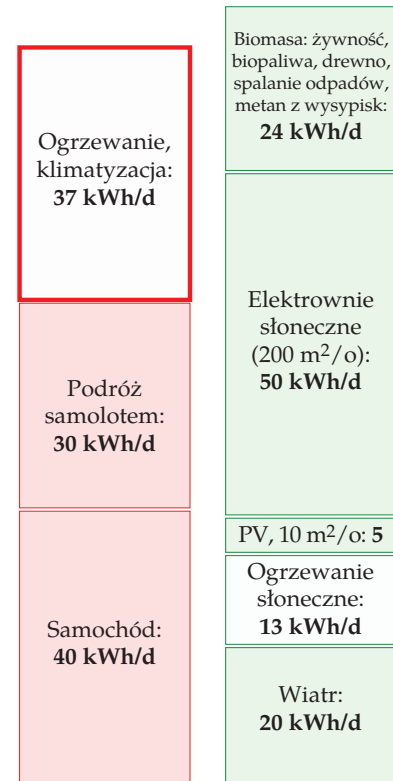
Ponieważ ogrzewanie stanowi znaczącą pozycję w naszym słupku zużycia energii, porównajmy jeszcze moje szacunki z oficjalnymi statystykami. Na poziomie krajowym średnie *domowe* zużycie energii na ogrzewanie mieszkań, wody i gotowanie w roku 2000 wyniosło 21 kWh na osobę dziennie, a zużycie w *sektorze usług* na ogrzewanie, chłodzenie, catering i ciepłą wodę wyniosło 8,5 kWh/d na osobę. Dla oszacowania zużycia energii na ogrzewanie w miejscu pracy przyjmijmy zużycie gazu na Uniwersytecie Cambridge w roku akademickim 2006–2007, wynoszące 16 kWh/d na pracownika.

Sumując te trzy liczby, otrzymujemy wydatek energetyczny na ogrzewanie  $21 + 8,5 + 16 \approx 45$  kWh/d na osobę, zakładając, że Uniwersytet Cambridge jest przeciętnym miejscem pracy. W porządku, to całkiem blisko naszych szacunków na poziomie **37 kWh/d na osobę**.

## Przypisy i zalecana literatura

Numer strony:

- 59 **Standardowy piekarnik ustawiony na pełną moc zużywa już więcej, bo około 3 kW.** – Rzecz jasna, mamy do czynienia z przedziałem mocy. Wiele piekarników ma moc maksymalną 1,8 kW lub 2,2 kW, a najmocniejsze dysponują mocą 6 kW. Na przykład kuchenka elektryczna Whirlpool AGB 487/WP 4 ma piekarnik o mocy 5,9 kW oraz cztery płyty grzewcze o mocy 2,3 kW. Zobacz też: [www.kcmiltd.com/electric\\_oven\\_ranges.shtml](http://www.kcmiltd.com/electric_oven_ranges.shtml); [www.1stforkitchens.co.uk/kitchenovens.html](http://www.1stforkitchens.co.uk/kitchenovens.html)
- 60 **Jeśli suszymy ubranie w domu, np. na sznurkach zamiast w suszarce, to i tak potrzebujemy ciepła na odparowanie wody – około 1,5 kWh (zamiast 3 kWh) na wysuszenie jednego prania.** – Ustaliłem to, ważąc moje pranie: ładunek ubrań ważący 4 kg wyszedł z mojej pralki, ważąc 2,2 kg więcej (nawet po odwirowaniu). Ukryte ciepło potrzebne do odparowania wody w temperaturze 15°C wynosi około 2 500 kJ/kg. Aby uzyskać wartość zaprezentowaną w tabeli 7,4 założyłem, że jedna osoba zbiera pełen ładunek dla pralki co trzy dni oraz że ciepło do suszenia ubrań jest pobierane z powietrza w domu, co w chłodnej połowie roku wymaga skompensowania intensywniejszym dogrzewaniem. W lecie suszenie ubrań w domu zapewnia wręcz lekką klimatyzację, gdyż parowanie wody studzi powietrze w domu.
- 62 **Na poziomie krajowym średnie domowe zużycie energii na ogrzewanie mieszkań, wody i gotowanie w roku 2000 wyniosło 21 kWh na osobę dziennie, a zużycie w sektorze usług na ogrzewanie, chłodzenie, catering i ciepłą wodę wyniosło 8,5 kWh/d na osobę.** – Źródło: Departament Handlu i Przemysłu (2002a).
- **Dla oszacowania ogrzewania w miejscu pracy przyjmijmy zużycie gazu na Uniwersytecie Cambridge w roku akademickim 2006–2007, wynoszące 16 kWh/d na pracownika.** – Według raportów uniwersytetu, zużycie gazu i ropy przez Uniwersytet Cambridge (bez koledżów) w okresie 2006–07 wyniosło 76 GWh. Na uniwersytecie pracuje 13 300 osób. Zużycie elektryczności w tym okresie wyniosło 99,5 GWh.



Rys. 7.11. Ogrzewanie i chłodzenie – około 37 jednostek na osobę dziennie. Usunąłem cieniowanie z tego słupka, aby wskazać, że reprezentuje on energię, która może zostać dostarczona w formie o niskiej jakości termicznej.