

## 13 Żywność i rolnictwo

*Współczesne rolnictwo to sposób na zamianę energii paliw kopalnych w jedzenie.*

Albert Bartlett

W rozdziale 6 przedyskutowaliśmy już, jak wiele energii można wytwarzać z roślin w zrównoważony sposób. W tym rozdziale zastanowimy się natomiast, jak wiele energii faktycznie *zużywamy*, nakładając sobie na talerz codzienną porcję jedzenia.

Aktywna osoba, ważąca 65 kg, konsumuje przeciętnie żywność o zawartości energii chemicznej na poziomie 2 600 „kalorii” dziennie. „Kaloria” w kręgach żywieniowych to 1000 kalorii chemicznych (1 kcal), a w naszych jednostkach 2600 „kalorii” dziennie to 3 kWh dziennie. Większość tej energii ostatecznie ucieka z ciała jako ciepło, zatem jedną z funkcji człowieka może być działanie w roli grzejnika o mocy nieco ponad 100 W, czyli żarówki sporej mocy. Zgromadź w małym chłodnym pomieszczeniu 10 osób, a będziesz mógł wyłączyć grzejnik o mocy 1 kW.

Jak wiele energii faktycznie pobieramy w formie jedzenia, aby dysponować energią 3 kWh? Jeśli poszerzymy nasz horyzont postrzegania o cały łańcuch dostarczania żywności, zorientujemy się, że nasz „ślad energetyczny” jest znacznie wyższy. Zależy to od tego, czy jesteś weganinem, wegetarianinem, czy mięsożercą. Weganin ma najmniejszy „ślad energetyczny”: **3 kWh na dzień** z roślin, które zjada.

### Koszt energetyczny picia mleka

Uwielbiam mleko. Jeśli wypiję pół litra mleka, jak wiele jest w nim energii? Przeciętna krowa mleczna daje 16 litrów mleka dziennie, zatem moje pół litra mleka stanowi 1/32 ilości produkowanej przez krowę. Lubię też ser. Wytworzenie 1 kg cheddara wymaga zużycia około 9 kg mleka, więc spożycie 50 g sera dziennie wymaga 450 g mleka. W porządku, wynika z tego, że zaspokojenie mojego zużycia mleka i sera wymaga 1/16 krowy. A jak wiele energii potrzeba na „funkcjonowanie” krowy? Jeśli ważąca 450 kg krowa ma podobne wymagania energetyczne na kilogram, co człowiek (który przy wadze 65 kg spala codziennie 3 kWh), to musi zużywać około 21 kWh/d. Czy ta ekstrapolacja od człowieka do krowy wywołuje w Tobie niepewność? Sprawdźmy więc liczby: [www.dairyaustralia.com.au](http://www.dairyaustralia.com.au) podaje, że karmiąca krowa ważąca 450 kg potrzebuje 85 MJ/d, czyli 24 kWh/d. Doskonale, nasze przybliżenie nie odbiega drastycznie od tej wartości, więc moje udziały w 1/16 krowy odpowiadają zużyciu energii około **1,5 kWh** dziennie. Ta liczba ignoruje inne koszty energetyczne, związane z zachęcaniem krowy do wytwarzania mleka, przetworzeniem mleka w ser, ich opakowanie i dostarczenie do mojego sklepu. Przyjrzymy się niektórym z tych kosztów w rozdziale 15, kiedy to będziemy dyskutować kwestie transportu i sklepów.

### Jajka

Kura nioska zjada około 110 g paszy dla drobiu dziennie. Przyjmując, że pasza zawiera 3,3 kWh energii na kg, oznacza to zużycie energii przez kurę o wartości 0,4 kWh dziennie. Kury nioski znoszą przeciętnie 290 jajek rocznie, a więc zje-



Fot. 13.1. Sałatka nicejska

Minimum: 3 kWh/d



Rys. 13.2. Minimalne zapotrzebowanie energetyczne człowieka

Mleko, ser: 1,5 kWh/d



Rys. 13.3. Mleko i ser

dzenie dwóch jajek w ciągu dnia wymaga 1 kWh dziennie. Każde jajko zawiera z kolei 80 kcal, co odpowiada mniej więcej 0,1 kWh. Z energetycznego punktu widzenia produkcja jajek ma więc efektywność 20%.

### Koszt energetyczny jedzenia mięsa

Powiedzmy, że entuzjastyczny mięsożerca zjada codziennie ćwierć kilo mięsa (odpowiada to mniej więcej średniej ilości mięsa zjadanego przez Amerykanina). Aby obliczyć energię potrzebną do utrzymania zwierząt dla mięsożercy – kiedy dorastają w oczekiwaniu na ścięcie – musimy wiedzieć, jak długo żyją, zużywając energię. A więc drób, wieprzowina, a może wołowina?

– Drób, proszę pana? Każda kura, którą zjadasz, rosła przez 50 dni, zanim stała się mięsem drobiowym. Założona przez nas stała konsumpcja – ćwierć kilo mięsa – wymaga utrzymania około 50 razy więcej żywych kur (12,5 kg) hodowanych wyłącznie do zjedzenia. A te 12,5 kg mięsa kurczaków bez wątpienia zużywa energię.

– Wieprzowina? Świnie rosną trochę dłużej – od narodzin do momentu stania się szynką musi im upłynąć około 400 dni. Nasza codzienna konsumpcja ćwierci kilograma wymaga więc utrzymania 100 kg przyszłej wieprzowiny, która musi przecież dorosnąć, zanim doczeka się konsumpcji.

– A może krowa? Produkcja wołowiny pochłania najwięcej czasu. Potrzeba około 1000 dni hodowli, nim „łaciata” trafi na nasz talerz. Ćwierć kilo mięsa dziennie wymaga w tym przypadku wyhodowania około 250 kg mięsa żywej krowy, szykującej się do roli przyszelego steku.

Widać z tego, że najefektywniejsze energetycznie jest spożywanie drobiu, a najmniej – wołowiny.

Zbierzmy te obliczenia w jedną liczbę, zakładając przy tym, że zjadane ćwierć kilo mięsa składa się po równo z drobiu, wieprzowiny i wołowiny. Takie zwyczaje żywieniowe wymagają stałego utrzymywania 4 kg kur, 33 kg świń i 83 kg krów. W sumie 120 kg mięsa lub inaczej 180 kg zwierząt (ponieważ na mięso przerabia się około 2/3 masy zwierzęcia, kwestii pompowania „mięsa” wodą i różnymi chemicznymi wynalazkami nie będziemy zaś tutaj poruszać). Zakładając, że te 180 kg zwierząt ma podobne potrzeby energetyczne, co ludzie (których 65 kg wymaga 3 kWh/d), to energia potrzebna na zasilenie tego mięsnego nawyku wynosi:

$$180 \text{ kg} \times \frac{3 \text{ kWh/d}}{65 \text{ kg}} \approx 8 \text{ kWh/d}$$

Ponownie dokonałem pewnego uproszczenia, mówiąc, że fizjologicznie „zwierzęta są jak ludzie”; dokładniejsze szacunki energii potrzebnej na hodowanie kurczaków znajdują się w przypisach do tego rozdziału. Nie to jest jednak istotne, bo chodziło nam przede wszystkim o otrzymanie orientacyjnego wyniku. Energia potrzebna dziennie do wytworzenia żywności dla typowego konsumenta zieleniny, mleka, jajek i mięsa wynosi:

$$1,5 + 1,5 + 1 + 8 = 12 \text{ kWh/d}$$

(Dzienny bilans kalorii z takiej diety wynosi mniej więcej 1,5 kWh z roślin, 0,7 kWh z produktów mlecznych, 0,2 kWh z jajek i 0,5 kWh z mięsa – w sumie 2,9 kWh dziennie).

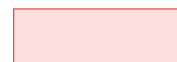
Przedstawiona wartość nie uwzględnia żadnych z kosztów energetycznych związanych z rolnictwem, nawożeniem, przetwarzaniem, pakowaniem,

Jajka: 1 kWh/d



Rys. 13.4. Dwa jajka dziennie

Mięso: 8 kWh/d



Rys. 13.5. Jedzenie mięsa wymaga dodatkowej energii, gdyż musimy przez długi czas żywić zwierzęta, które czekają na to, byśmy je zjedli.

chłodzeniem i transportowaniem żywności. Część tych kosztów energetycznych oszacujemy poniżej, a część w rozdziale 15.

Czy te obliczenia dają jakieś argumenty na korzyść wegetarianizmu bazującego na niższym zużyciu energii? To zależy od tego, gdzie hodujemy zwierzęta. Weźmy na przykład strome wzgórza Walii. Czy te tereny mogłyby być użyte do czegoś innego niż do wypasania? Te skaliste tereny albo będą wykorzystywane do hodowli owiec, albo wcale. Możesz myśleć o takich zielonych stokach jako o bezobsługowych plantacjach biopaliw, a o pasących się tam owcach jako o automatycznych i samoreplikujących się kombajnach na zielone paliwo. Straty energii pomiędzy światłem słonecznym a baraniną są znaczące, jednak jest to obecnie najlepszy sposób wykorzystywania energii słońca w takich miejscach. (Nie jestem do końca przekonany, czy ten argument za hodowlą owiec w Walii jest w pełni poprawny; podczas złej pogody owce są wszak sprowadzane na niżej położone tereny, gdzie ich dieta jest uzupełniana paszą z soi i innych produktów uprawianych za pomocą kosztownych energetycznie nawozów. Jaki jest rzeczywisty koszt energetyczny? Na to pytanie nie znam odpowiedzi).

Podobne argumenty można wysunąć na korzyść jedzenia mięsa pochodzącego np. z zakrzewionych terenów Afryki i terenów uprawnych w Australii, jak również konsumpcji produktów mlecznych w Indiach, gdzie miliony krów żywiące są produktami ubocznymi uprawy ryżu i kukurydzy.

Z drugiej strony, tam gdzie zwierzęta są hodowane w klatkach i karmione zbożem, które mogliby jeść ludzie, nie ma żadnej wątpliwości, że byłoby znacznie efektywniejsze wyeliminowanie pośredników w łańcuchu pokarmowym i wykorzystanie ziarna bezpośrednio do żywienia ludzi.

## Nawozy i inne koszty energetyczne rolnictwa

Energia zawarta w europejskich nawozach wynosi około **2 kWh** na osobę dziennie. Według raportu Uniwersytetu Warwick wykonanego dla DEFRA w 2005 roku rolnictwo w Wielkiej Brytanii zużywało energię **0,9 kWh na osobę dziennie**, wykorzystując ją w pojazdach i maszynach rolniczych, do ogrzewania (szczególnie szklarni), oświetlenia, wentylacji i chłodzenia.

## Koszt energetyczny Pedigree, Whiskas i jedzenia dla Gniadego

Przyjaciele zwierząt! Czy jesteście sługami swojego psa, kota lub konia?

W Wielkiej Brytanii jest około 8 milionów kotów. Załóżmy, że troszczysz się o jednego z nich. Jaki jest koszt energetyczny Whiskas? Jeśli kotek zjada 50 g mięsa dziennie (drób, wieprzowina i wołowina), to wcześniejsze obliczenia mówią, że energia wymagana do wytworzenia karmy wynosi blisko **2 kWh dziennie**. Kot wegetarianin wymagałby mniej.

Podobnie, jeśli Twój pies zjada 200 g mięsa dziennie oraz węglowodany o energii 1 kWh, to energia potrzebna na jego posiłek to **9 kWh dziennie**.

Koń Gniady waży około 400 kg i zużywa **17 kWh roślin dziennie**.

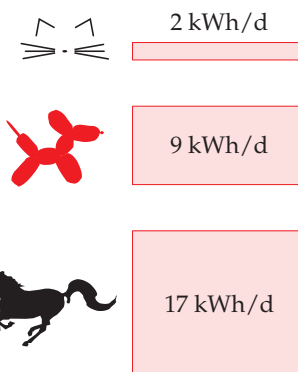
## Nieporozumienia

*Podobno „ślad energetyczny” żywności jest tak wielki, że „lepiej jest jeździć samochodem niż chodzić”.*

Czy jest to prawdą, zależy od Twojej diety. Bez problemu można znaleźć żywność, której „ślad energetyczny” w paliwach kopalnych jest większy niż



Fot. 13.6. Zbiera uprawy energetyczne i przetwarza je na jedzenie



Rys. 13.7. Energia wymagana do codziennego karmienia towarzyszy zwierzęcych

energia dostarczona człowiekowi. Torebka chipsów na przykład ma w sobie 1,4 kWh energii paliw kopalnych na każdą kilowatogodzinę (1 kWh) ich energii chemicznej. Energia paliw kopalnych w mięsie jest znacznie większa. Według badań Uniwersytetu w Exeter przeciętna dieta ma w sobie 6 kWh energii paliw kopalnych na każdą kilowatogodzinę jedzenia.

Aby ustalić, czy jazda samochodem rzeczywiście pochłania mniej energii, musimy wiedzieć, jaka jest efektywność obu sposobów transportu. W rozdziale 3 obliczyliśmy już, że koszt energetyczny przejechania 100 km przez samochód to 80 kWh. Chodzenie zużywa energię netto 3,6 kWh na 100 km – 22 razy mniej. Tak więc, jeśli żywisz się jedzeniem, którego „ślad energetyczny” jest większy od 22 kWh na każdą kWh jedzenia, to owszem, koszt energetyczny przemieszczenia się z punktu A do punktu B w napędzanym paliwami kopalnymi pojeździe jest mniejszy niż kiedy przespacerujesz się na własnych nogach. Jednak jeśli Twoja dieta jest typowa (6 kWh na każdą kWh jedzenia), to stwierdzenie „lepiej jest jeździć samochodem niż chodzić” stanowi mit. Chodzenie zużywa cztery razy mniej energii.

## Przypisy i zalecana literatura

Numer strony:

- 84 **Przeciętna krowa mleczna daje 16 litrów mleka dziennie...** – w Wielkiej Brytanii jest 2,3 miliona krow mlecznych, a każda z nich daje rocznie 5 900 litrów mleka. Połowa produkowanego przez krowy mleka jest sprzedawana w postaci płynnej; por.: [www.ukagriculture.com](http://www.ukagriculture.com), [www.vegsoc.org/info/cattle.html](http://www.vegsoc.org/info/cattle.html)
- 85 **Potrzeba około 1000 dni hodowli, nim „łaciata” trafi na nasz talerz.** – 33 miesiące od momentu zapłodnienia do rzeźni – 9 miesięcy ciąży i 24 miesiące hodowli; por. [www.shabdenparkfarm.com/farming/cattle.htm](http://www.shabdenparkfarm.com/farming/cattle.htm)
- **Kury** – W pełni dorosła (20-tygodniowa) nioska waży 1,5–1,6 kg. Jej pokarm ma wartość energetyczną 2850 kcal na kg lub inaczej 3,3 kWh na kg, a ilość zjedanego pokarmu rośnie z 340 g tygodniowo w wieku 6 tygodni do 500 g tygodniowo, gdy kura osiąga wiek 20 tygodni. Znosząc jajka, kura zjada 110 g karmy dziennie. Jedzenie kur mięsnych daje energię 3,7 kWh/kg. Kura hodowana na mięso potrzebuje dziennie 400–450 kcal (0,5 kWh/d), a jej waga wynosi około 2 kg. Kura ważąca 2,95 kg konsumuje 5,32 kg paszy [5h69fm]. Zatem energia „włożona” w mięso kury wynosi około 6,7 kWh na kg kury lub 10 kWh na kg zjedzonego mięsa. Gdybym użył tej wartości zamiast mojego wstępnego przybliżenia, wkład energetyczny drobiu wzrósłby nieco. Jednak biorąc pod uwagę, że mieszana dieta mięsna jest zdominowana energetycznie przez wołowinę, nie ma to wielkiego znaczenia. Źródła: Podkomitet Żywienia Drobiu, Narodowa Rada Badawcza (National Research Council) (1994), [www.nap.edu/openbook.php?isbn=0309048923](http://www.nap.edu/openbook.php?isbn=0309048923), MacDonald (2008) oraz [www.statistics.gov.uk/statbase/datasets2.asp](http://www.statistics.gov.uk/statbase/datasets2.asp)
- **Zbierzmy te obliczenia w jedną liczbę, zakładając przy tym, że zjadane ćwierć kilo mięsa składa się po równo z drobiu, wieprzowiny i wołowiny.** – Jest to podział zbliżony do przeciętnej konsumpcji mięsa w Ameryce, która wynosi 251 g dziennie: 108 g drobiu, 81 g wołowiny i 62 g wieprzowiny (MacDonald, 2008).
- 86 **Energia zawarta w europejskich nawozach wynosi około 2 kWh na osobę dziennie.** – W latach 1998 – 1999 Europa Zachodnia zużyła 17,6 mln ton nawozów każdego roku: 10 mln ton nawozów azotowych, 3,5 mln ton fosforanów i 4,1 mln ton potażu. Te nawozy mają „ślad energetyczny” odpowiednio: 21, 7, 4,9 i 3,8 kWh na kg. Dzielać tę energię pomiędzy 375 milionów ludzi, uzyskujemy w sumie 1,8 kWh na osobę dziennie. Źródła: Gellings and Parmenter (2004), International Fertilizer Industry Association. [5pwojp].
- ... w 2005 roku rolnictwo w Wielkiej Brytanii zużywało energię 0,9 kWh na osobę dziennie... – Źródło: Warwick HRI (2007).

	Fale: 4 kWh/d
	Wiatr, głębokowodne: 32 kWh/d
	Wiatr, płytkowodne: 16 kWh/d
	El. wodne: 1,5 kWh/d
	Biomasa: żywność, biopaliwa, drewno, spalanie odpadów, metan z wysypisk: 24 kWh/d
	Elektrownie słoneczne (200 m <sup>2</sup> /o): 50 kWh/d
	PV, 10 m <sup>2</sup> /o: 5
	Ogrzewanie słoneczne: 13 kWh/d
	Wiatr: 20 kWh/d
Żywność, rolnictwo, nawozy: 15 kWh/d	
Gadżety: 5	
Oświetlenie: 4 kWh/d	
Ogrzewanie, klimatyzacja: 37 kWh/d	
Podróż samolotem: 30 kWh/d	
Samochód: 40 kWh/d	

Rys. 13.8. Żywność i rolnictwo

- 87 Torebka chipsów na przykład ma w sobie 1,4 kWh energii paliw kopalnych na każdą kilowatogodzinę ich energii chemicznej. – Oszacowałem tę wartość na podstawie „śladu węglowego” torebki chipsów: 75 g CO<sub>2</sub> na standardową 35-gramową torebkę [5bj8k3]; z tego śladu 44% jest związane z rolnictwem, 30% z przetwarzaniem, 15% z opakowaniem, a 11% z transportem i utylizacją. Dostarczona konsumentowi energia chemiczna wynosi 770 kJ. Ten rodzaj żywności ma więc „ślad węglowy” 350 g na kWh. Zakładając, że większość pochodzi z paliw kopalnych emitujących 250 g CO<sub>2</sub> na kWh, „ślad energetyczny” chipsów wynosi 1,4 kWh energii z paliw kopalnych na 1 kWh zjadanej energii chemicznej.
- ... przeciętna dieta ma w sobie 6 kWh energii paliw kopalnych na każdą kilowatogodzinę jedzenia... – Coley (2001) szacuje tę wartość w przeciętnej diecie jako 5,75 razy większą od dostarczonej energii. Dla takiej diety czynność chodzenia ma ślad węglowy CO<sub>2</sub> równy 42 g/km, a jazda na rowerze 30 g/km. Dla porównania, jazda przeciętnym samochodem powoduje emisję 183 g/km.
  - Chodzenie zużywa energię netto 3,6 kWh na 100 km... – idący człowiek na przejście 100 km zużywa w sumie 6,6 kWh [3s576h]; aby obliczyć energię zużywaną na chodzenie, należy odjąć od tego zużycie energii w spoczynku (Coley, 2001).

Dalsza lektura: Weber i Matthews (2008).