

Helena RUSAK\*

## Zużycie paliw i energii oraz analiza ekonomiczna wytwarzania energii w źródłach indywidualnych na cennych przyrodniczo obszarach Polski północno-wschodniej

STRESZCZENIE. W referacie przedstawione są wyniki badań dotyczących zużycia paliw i energii w miejscowościach położonych w otulinie białowieckiego oraz narwiańskiego parku narodowego. Przeanalizowane są możliwości poprawy stanu istniejącego z punktu widzenia ograniczenia negatywnego wpływu na środowisko procesów wytwarzania energii cieplej w źródłach indywidualnych wytwórców.

SŁOWA KLUCZOWE: zużycie paliw i energii, plany energetyczne w gminach

### Wprowadzenie

Regulacje prawne dotyczące źródeł wytwarzających energię ciepłą dotyczą dużych źródeł, wytwarzających energię na skalę przemysłową. Źródła indywidualne, o małych mocach (tzw. źródła niskiej emisji), są praktycznie poza wszelką kontrolą oraz poza regulacjami prawnymi i normalizacyjnymi. Tymczasem na obszarach małych miast, a tym

---

\* Dr inż. — Politechnika Białostocka, Białystok; e-mail: [rusak@pb.bialystok.pl](mailto:rusak@pb.bialystok.pl)

Recenzent: doc. dr hab. inż. Mariusz KUDELKO

bardziej wsi, źródła tego typu są dominujące. Również nie ma możliwości kontroli emisji zanieczyszczeń powietrza z tego typu źródeł. Najczęściej są to urządzenia o niskiej sprawności energetycznej, co potwierdzają również przeprowadzone ankiety wśród mieszkańców miejscowości leżących na obszarze Puszczy Białowieskiej oraz w otulinie Narwiańskiego Parku Narodowego. Praca takich źródeł niesie znacznie większe zagrożenia w odniesieniu do ilości produkowanej przez nie energii niż źródła scentralizowane. Szacuje się, że wskaźnik zagrożenia od pyłów, SO<sub>2</sub>, i NO<sub>x</sub> powstających przy spalaniu węgla w piecach domowych i usuwaniem spalin przez komin jest 1000 krotnie większy od wskaźnika zagrożenia dla zakładów scentralizowanego wytwarzania energii [1].

Z powyższych stwierdzeń wynika, iż niezbędna jest analiza emisji zanieczyszczeń ze źródeł indywidualnych oraz podjęcie działań zmierzających do zwiększenia efektywności energetycznej tych źródeł. Pierwszym krokiem w tym kierunku powinno być zebranie informacji, co do rodzaju i ilości spalanych paliw oraz typów wykorzystywanych pieców. Wiadomo, że wszystkie związki niepożądane wytworzone w procesie spalania w instalacjach w budynkach mieszkalnych jedno- lub dwukondygnacyjnych, o niewysokich emitorach będą oddziaływały na środowisko w najbliższym otoczeniu i nie zostaną uniesione na duże odległości. Spowoduje to oddziaływanie tych zanieczyszczeń na organizmy żywe na obszarach cennych przyrodniczo. Podjęcie działań zmierzających do podwyższenia efektywności energetycznej urządzeń wytwarzających energię, a tym samym do zmniejszenia emisji zanieczyszczeń do powietrza w odniesieniu do jednostki wytworzonej energii jest zgodne z celami polityki ekologicznej Unii Europejskiej. W dokumentach unijnych mówi się, że jednym z celów ochrony środowiska jest zachowanie funkcjonowania systemów naturalnych, siedlisk przyrodniczych, dzikiej flory i fauny oraz zachowanie bioróżnorodności, jednocześnie mówi się, że należy podejmować działania promujące wykorzystanie najbardziej efektywnych energetycznie technologii, które są ekonomicznie zasadne i przyjazne dla środowiska przyrodniczego. Z powyższego wynika potrzeba uwzględniania rozwoju i modernizacji energetyki w strategiach zrównoważonego rozwoju obejmujących obszary przyrodniczo cenne [2].

Celem artykułu jest przedstawienie wyników badań dotyczących zużycia paliw i energii na obszarach Polski północno-wschodniej, zaprezentowanie zaobserwowanych różnic w strukturze zużycia energii na tych terenach oraz analiza ekonomiczna wymiany źródeł ciepła na posiadające wyższą efektywność energetyczną w typowym budynku na obszarach poddanych analizie.

## Wyniki badań zużycia paliw w miejscowościach położonych w otulinie Białowieskiego oraz Narwiańskiego Parku Narodowego

Planowanie zaopatrzenia w paliwa i energię jest prawnie wpisane w obowiązki gminnych samorządów terytorialnych. Sposób wytwarzania oraz dostarczania paliw, energii cieplnej

i elektrycznej nie pozostaje bez wpływu na stan środowiska. Strategia energetyczna gmin powinna wskazywać kierunki rozwoju i modernizacji źródeł wytwarzania oraz sieci przesyłających energię elektryczną i ciepłą. Rozwiązania zaproponowane w takim dokumencie powinny obejmować szeroko problematykę energetyczną w gminach w powiązaniu z ich strategią rozwoju gospodarczego, miejscowymi planami zagospodarowania przestrzennego, założeniami odnośnie ochrony środowiska oraz z prognozami rozwoju elektroenergetyki i ciepłownictwa w kraju. Opracowanie jednak rzetelnych planów energetycznych dla gmin jest praktycznie w dniu dzisiejszym niemożliwe, gdyż nie dysponują one wiedzą na temat zapotrzebowania na energię oraz użytkowanych na ich terenie źródeł. Nieco lepsza sytuacja jest w zakresie informacji dotyczących strony podaźowej, szczególnie, jeśli chodzi o zasoby energii odnawialnej. Przynajmniej niektóre gminy mają już wykonane opracowania dotyczące tej tematyki, zawierające w miarę rzetelne obliczenia.

### Zużycie paliw i energii w miejscowościach Pogorzelce, Teremiski i Budy — Puszcza Białowieska

W lipcu 2004 roku przeprowadzono we wsiach Teremiski, Pogorzelce i Budy badania ankietowe mieszkańców mające na celu określenie stosowanych w indywidualnych gospodarstwach domowych rodzajów palenisk, używanych rodzajów oraz ilości paliw. Łącznie w trzech wsiach uzyskano informacje z 72 obiektów, w tym 68 to domy mieszkalne. Część istniejących w tych miejscowościach domów użytkowanych jest jako domy letniskowe. W takich przypadkach często zużycie paliw jest w ciągu całego roku minimalne (w okresie letnim wykorzystuje się gaz do przygotowywania posiłków, zimą domy pozostają nie użytkowane). Zestawienie wyników uzyskanych na podstawie przeprowadzonych ankiet przedstawiono w tabeli 1.

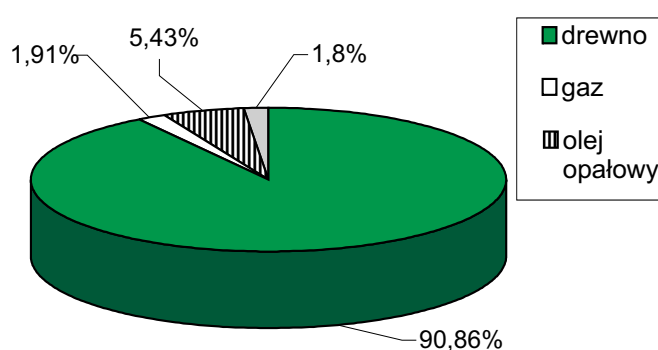
TABELA 1. Roczne zużycie paliw na terenie wsi Pogorzelce, Teremiski i Budy

TABLE 1. The annual consumption of fuels in villages Pogorzelce, Teremiski and Budy

Rodzaj paliwa	Ilość [kg/rok]	Wartość opałowa [MJ/kg]	Energia chemiczna paliwa [GJ/rok]	Średnia ilość zużywanej energii pierwotnej [GJ/ rok/g.dom.]	Średnia ilość zużywanej energii pierwotnej [MJ/ rok/m <sup>2</sup> ]
Drewno	679 250	13	8 830	130	1 813,9
Gaz	4 037	46	186	59	38,2
Olej opałowy	12 550	42	527	7,75	108,26
Węgiel	7 000	25	175	2,57	35,95
Suma				199,32	1 996,31

Źródło: Opracowanie własne, na podstawie ankiet przeprowadzonych wśród mieszkańców

Jak widać z tabeli 1 i rysunku 1 głównym paliwem stosowanym przez mieszkańców miejscowości, w których przeprowadzono ankietyzację jest drewno (jako paliwo opałowe). Węgiel i inne paliwa wykorzystywane są w ilościach śladowych. Trudno jest oszacować wartość opałową spalane drewna. Ankietowani w większości przypadków nie są w stanie określić ilościowo, jakie rodzaje drewna są spalane w ich gospodarstwach domowych. Analizując wytwarzane ilości energii cieplnej, na podstawie uzyskanych informacji należy przyjąć, że drewno jest suszone w warunkach normalnych około roku. Zakłada się zatem, że jego wilgotność wynosi około 25% [2].



Rys. 1. Procentowy udział poszczególnych rodzajów paliw w rocznym zużyciu energii chemicznej w badanych miejscowościach

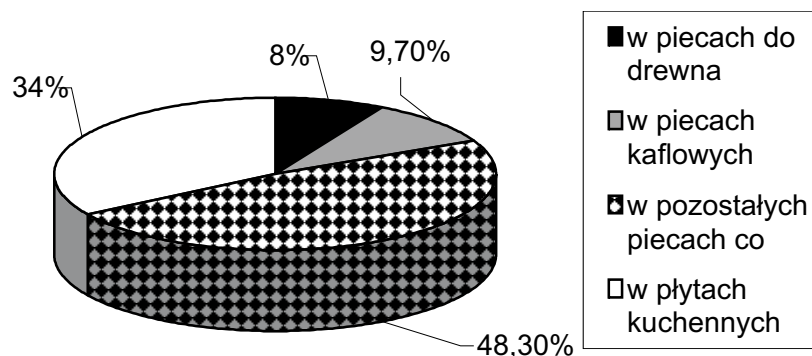
Źródło: Opracowanie własne

Fig. 1. The share of fuels by type in annual consumption of chemical energy in the analyzed villages

Przyjmując, że wartość energetyczna suchej biomasy drzewnej, wolnej od popiołu wynosi około 18 MJ/kg, przy zakładanej wilgotności 25% wartość tą szacuje się na około 13 MJ/kg [3].

W większości przypadków, tj. w 41 na 72 ankietowane obiekty, ogrzewanie odbywa się poprzez centralne ogrzewanie z płyty kuchennej lub przy wykorzystaniu pieców kaflowych. Trzy obiekty, spośród ankietowanych, opalane są olejem opałowym. W pozostałych ogrzewanie odbywa się z pieca centralnego ogrzewania. Przy czym jedynie dwa z nich są piecami skonstruowanymi specjalnie do spalania drewna (tab. 2 i rys. 2).

Wyznaczając w oparciu o dane przedstawione w tabeli 2 średnią roczną sprawność spalania drewna w piecach zainstalowanych w badanych miejscowościach, okazuje się, że wynosi ona zaledwie około 36%.



Rys. 2. Udział poszczególnych typów pieców w spalaniu drewna w ankietowanych miejscowościach  
Źródło: Opracowanie własne

Fig. 2. The share of the particular types of stoves in the wood combustion in the questioned villages

TABELA 2. Spalanie drewna w analizowanych miejscowościach

TABLE 2. The wood combustion in the analyzed villages

Rodzaj pieca	Energia chemiczna paliwa [GJ/rok]	Sprawność urządzenia na podstawie [4] [%]	Uzyskiwana energia użyteczna [GJ/rok]
Piece do drewna	715	0,85	608
Piece kaflowe	858	0,40	343
Pozostałe piece co.	4 261	0,35	1491
Płyty kuchenne	2 996	0,25	749
Łącznie	8 830	—	3 191

Źródło: Opracowanie własne na podstawie przeprowadzonych ankiet

### Zużycie paliw i energii w miejscowości Uhowo — otulina Narwiańskiego Parku Narodowego

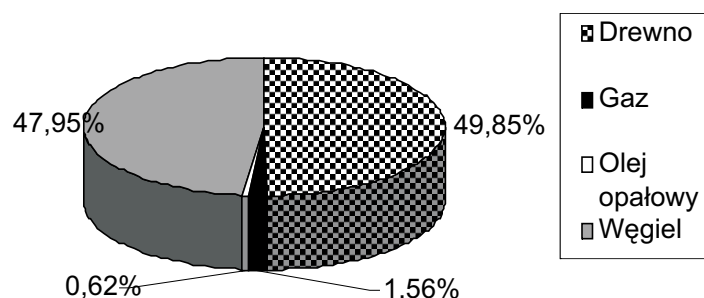
W roku 2005 analogiczne badania, do tych prowadzonych w miejscowościach leżących w Puszczy Białowieskiej zostały przeprowadzone w miejscowości Uhowo leżącej w otulinie Narwiańskiego Parku Narodowego. Ankietyzacji poddano 150 gospodarstw domowych. Wyniki przedstawiono w tabeli 3 i na rysunku 3. Natomiast na rysunku 4 przedstawiono udział poszczególnych typów pieców w spalaniu paliw w miejscowości Uhowo.

TABELA 3. Roczne zużycie paliw na terenie miejscowości Uhowo

TABLE 3. The annual consumption of fuels in Uhowo

Rodzaj paliwa	Ilość [kg/rok]	Wartość opałow [MJ/kg]	Energia chemiczna paliwa [GJ/rok]	Średnia ilość zużywanego energii pierwotnej [GJ/rok/g.dom.]	Średnia ilość zużywanego energii pierwotnej [MJ/rok/m <sup>2</sup> ]
Drewno	1 481 490	13	19 259	128	1 005
Gaz	13 167	46	606	4	31,6
Olej opałowy	5760	42	241	1,61	12,6
Węgiel	741 000	25	18 525	123,5	967
Suma				257,11	2 016,2

Źródło: Opracowanie własne, na podstawie ankiet przeprowadzonych wśród mieszkańców

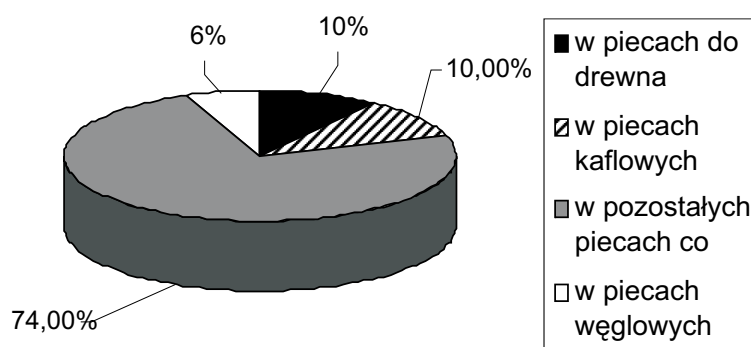


Rys. 3. Procentowy udział poszczególnych rodzajów paliw w rocznym zużyciu energii chemicznej w miejscowości Uhowo

Źródło: Opracowanie własne

Fig. 3. The share of fuels by type in annual consumption of chemical energy in Uhowo

Podobnie jak w poprzednim przypadku, nie sposób ustalić jakiego rodzaju drewno jest spalane, ani określić dokładnie stopnia wilgotności. Wobec powyższego przyjęto takie same jak w miejscowościach leżących na terenie Puszczy Białowieskiej wartości odnośnie wartości opałow poszczególnych typów paliw. Jak widać z rysunku 3 procentowy udział poszczególnych paliw jest inny niż w przypadku wyżej opisanych miejscowości. Znacznie większy jest udział energii chemicznej zawartej w węglu, który stanowi w Uhowie około 48% całej zużywanego energii chemicznej. Wyższa jest też nieco średnia szacowana sprawność urządzeń wytwórczych, która wynosi około 44%. Porównując dane z tabel 1 i 3 widać, że zużycie średnio energii pierwotnej w odniesieniu do 1 m<sup>2</sup> powierzchni ogrzewanej w ciągu roku jest porównywalne w badanych miejscowościach położonych w Puszczy Białowieskiej i w miejscowości leżącej w otulinie Narwiańskiego Parku Narodowego



Rys. 4. Udział poszczególnych typów pieców w spalaniu paliw w Uhowie  
Źródło: Opracowanie własne

Fig. 4. The share of the particular types of stoves in the wood combustion in Uhowo

(różnica około 1%). Istotna różnica występuje natomiast przy porównaniu energii zużywanej rocznie przez jedno gospodarstwo domowe, wynosi ona około 28%.

## Uproszczona analiza modernizacji zaopatrzenia w energię wsi na obszarze Puszczy Białowieskiej

W prezentowanym przykładzie przyjęto następujące założenia upraszczające:

1. Przedstawiona uproszczona analiza dotyczy jedynie zaopatrzenia w energię cieplną. Należy jednak podkreślić, że ze względu na brane pod uwagę rozwiązania zaopatrzenia w energię cieplną, analiza ta powinna być zintegrowana z analizą sieci elektroenergetycznych zasilających rozpatrywane miejscowości.
2. Zbiór rozwiązań dopuszczalnych zawęża się do trzech rozwiązań przedstawionych poniżej.
3. Wariant poddany dalszej analizie wybrano intuicyjnie, ze względu na prostotę i niskie nakłady inwestycyjne.
4. Uznano, że zyski społeczne z przeprowadzenia takiej modernizacji są równe zeru.
5. Nie uwzględniono zmiany kosztów środowiskowych zaopatrzenia w energię uzyskanych dzięki projektowanej modernizacji układów grzewczych.

W analizowanych miejscowościach w znacznej przewadze spalane są paliwa uznawane za ekologicznie korzystne. Węgiel kamienny, którego spalanie jest najbardziej zagrażające środowisku, spośród wszystkich pozostałych rodzajów paliw, stosowany jest w minimalnym stopniu. Trudno jest oszacować, w jaki sposób będzie się zmieniała struktura stosowanych rodzajów paliw w najbliższych latach. Udział spalania węgla może wzrastać w związku z sygnalizowanymi przez mieszkańców problemami z nabyciem drewna.

Analizując zagadnienie poprawy jakościowej zaopatrzenia w energię analizowanych miejscowości należy brać pod uwagę szereg aspektów, w tym:

- ✧ jako najistotniejszy — zmniejszenie negatywnego oddziaływania wykorzystania energii na ekosystem Puszczy Białowieskiej,
- ✧ koszty podejmowanych działań modernizacyjnych i inwestycyjnych i możliwości finansowania tych przedsięwzięć.

Teoretycznie rozpatrzyć można, co najmniej kilka sposobów poprawy istniejącego stanu zapytowania analizowanych miejscowości w energię, szczególnie energię ciepłą. Podane warianty modernizacji energetyki można uznać za przyjęty zbiór rozwiązań dopuszczalnych, wyselekcjonowanych na podstawie analizy dostępności źródeł energii pierwotnej oraz akceptowalnych z punktu widzenia oddziaływania na środowisko przyrodnicze Puszczy Białowieskiej. Przyjęty do dalszej analizy zbiór wariantów obejmuje:

1. Wymianę wykorzystywanych pieców służących do spalania drewna na nowoczesne urządzenia o wysokiej sprawności. Rozwiązanie takie wymagałoby w niektórych przypadkach modernizacji instalacji ciepłowniczych wewnątrz budynków.

2. Wymianę istniejących urządzeń grzewczych na piece zasilane energią elektryczną. Dzięki takiemu rozwiązaniu wyeliminowano by całkowicie emisje szkodliwych substancji emitowanych do atmosfery w wyniku spalania paliw w celach grzewczych w analizowanych miejscowościach. W tym przypadku konieczna byłaby modernizacja istniejących linii elektroenergetycznych, ze względu na zwiększenie się zapotrzebowania na moc i energię elektryczną. Istotne byłoby również zastosowanie w szerokim zakresie technik DSM, co z kolei pozwoliłoby ograniczyć zużycie energii elektrycznej przez urządzenia inne niż urządzenia grzewcze. Rozwiązanie takie wymagałoby jednak wieloaspektowej analizy techniczno-ekonomicznej.

3. Wytwarzanie energii ciepłej lub energii elektrycznej i ciepłej w skojarzeniu, w oparciu o biogaz wytwarzany w lokalnej oczyszczalni ścieków oraz biomasę. Tego typu kompleksowe rozwiązanie wymagałoby na początku poniesienia nakładów na budowę kanalizacji w omawianych miejscowościach oraz budowę lokalnej oczyszczalni. Postępowanie takie pozwoliłoby rozwiązać inny palący problem miejscowości położonych na obszarze Puszczy Białowieskiej — problem nieszczelnych szamb i ich opróżniania, który jest niezwykle dokuczliwy zarówno dla mieszkańców jak i środowiska.

W przedstawionym uproszczonym przykładzie analizy systemu zaopatrzenia w energię miejscowości położonych na terenie cennym przyrodniczo pominięto koszty środowiskowe oraz koszty społeczne. Wybór wersji modernizacji energetyki niskich emisji podyktowany był prostotą rozwiązania i niewielkimi kosztami inwestycyjnymi i eksploatacyjnymi.

W artykule przedstawiona jest analiza jedynie pierwszego z zaproponowanych rozwiązań. Najprościej rozwiązanie to można zastosować w instalacjach centralnego ogrzewania, nieposiadających pieców przystosowanych do spalania drewna lub w przypadku wytwarzania ciepłej wody, do celów centralnego ogrzewania, w płytach kuchennych. W takich przypadkach właściwie należałoby tylko wymienić piec. Ewentualne dostosowanie istniejącej instalacji do współpracy z nowym piecem jest na tyle indywidualną sytuacją dla każdego przypadku, że nie będzie brana pod uwagę w rozważaniach. Bardziej skomplikowana sytuacja i wymagająca większych nakładów występuje w przypadku budynków



opalanym przy pomocy pieców kaflowych. Rozpatrzmy pierwszy z omawianych przypadków, sięgając do danych rzeczywistych uzyskanych w przeprowadzonych ankietach. Załóżmy, że analizujemy:

- ✧ budynek o powierzchni 60 m<sup>2</sup> i kubaturze 150 m<sup>3</sup>,
- ✧ w ciągu roku na cele grzewcze oraz wytworzenia ciepłej wody użytkowej zużywa się (według przeprowadzonych badań ankietowych):
  - a) 25 m<sup>3</sup> drewna,
  - b) 20 m<sup>3</sup> drewna;
- ✧ budynek ogrzewany jest w systemie centralnego ogrzewania z piecem nie przystosowanym do spalania drewna (sprawność takiego pieca szacuje się na 35%) [3].

W takim przypadku zużywana rocznie energia chemiczna paliwa (przyjmując do obliczeń wartości dotyczące właściwości energetycznych drewna zgodnie z założonymi w poprzednim rozdziale) wynosi 178,7 GJ/rok. Energia użyteczna uzyskiwana w procesie spalania drewna w piecu wyniesie przy założonej sprawności 62,6 GJ/rok. Zakładając wymianę pieca na nowoczesny piec przystosowany do spalania drewna o sprawności 85% tą samą energię użyteczną uzyska się spalając zaledwie 10,3 m<sup>3</sup> drewna dla przypadku a, lub dla 8,2 m<sup>3</sup> dla przypadku b. Oszczędności zużycia paliwa wyniosą odpowiednio — 14,7 oraz 11,8 m<sup>3</sup> (tj. 58,8% oraz 47,2%). O takie też wartości procentowe zmniejszą się emisje niepożądanych związków chemicznych do środowiska.

W tabeli 4 przedstawiono uzyskane roczne oszczędności kosztów zakupu paliwa dla przypadku a i b. Ponieważ cena 1 m<sup>3</sup> drewna różni się w zależności od gatunku drewna i miejsca jego zakupu przeanalizowane zostaną efekty ekonomiczne wymiany urządzenia dla różnych cen paliwa — od 50 do 100 zł/m<sup>3</sup>.

TABELA 4. Szacowane roczne oszczędności kosztów zakupu paliwa uzyskiwane dzięki wymianie pieca

TABLE 4. Estimated annual savings in costs of fuel due to stove renewal

Cena 1m <sup>3</sup> drewna [zł/m <sup>3</sup> ]	Uzyskiwana oszczędność dla przypadku a) [zł/rok]	Uzyskiwana oszczędność dla przypadku b) [zł/rok]
50	735	590
60	882	708
70	1 029	826
80	1 176	944
90	1 323	1 062
100	1 470	1 180

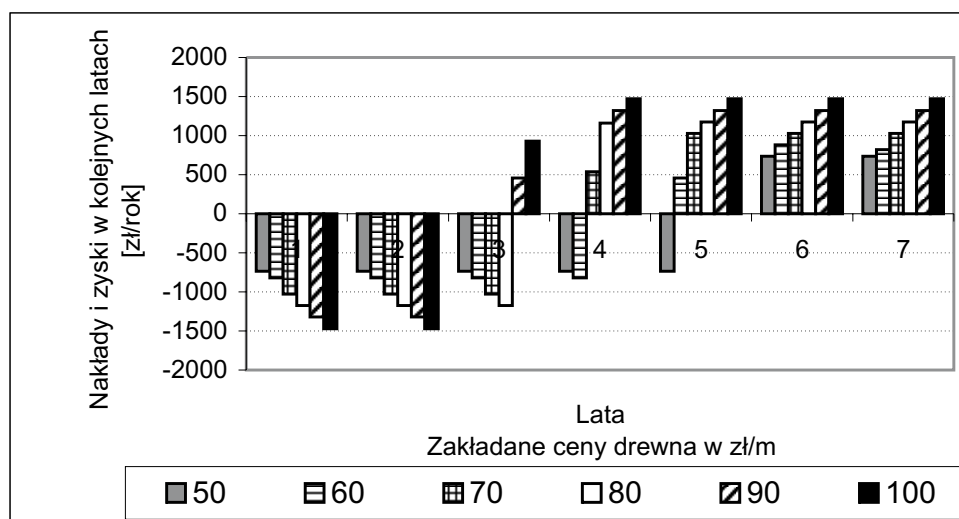
Źródło: Opracowanie własne, na podstawie przeprowadzonych ankiet

Do ogrzania domu o przyjętej kubaturze, zgodnie z typoszeregiem mocy pieców typu np. MODERATOR (przyjmując 50 W mocy urządzenia na m<sup>3</sup> ogrzewanych pomieszczeń tj.

przyjmując, że jest to dom wykonany w starych standardach izolacji cieplnej) wystarczy piec o mocy 12 kW. Koszt inwestycyjny takiego urządzenia łącznie z montażem jest rzędu 3100 złotych [5].

W przeprowadzonych obliczeniach czasu zwrotu nakładów poniesionych na wymianę pieców, przyjmuje się, że wymiana urządzeń finansowana jest z kredytów bankowych, które spłacane będą z oszczędności wynikających z mniejszej ilości spalnego paliwa, czyli że roczna rata spłaty zadłużenia będzie równa oszczędności uzyskanej na kosztach zakupu drewna. Założenie takie wynika z wymogów praktycznych. Z przeprowadzonych w trakcie ankietyzacji rozmów z mieszkańcami wynikało, że ich skłonność do wymiany nieefektywnych źródeł energii cieplnej jest ograniczona. Propozycja modernizacji instalacji grzewczych w oparciu o kredyt bankowy spłacany z uzyskanych oszczędności w zużyciu paliwa spotykała się jednak z zainteresowaniem mieszkańców badanych obszarów.

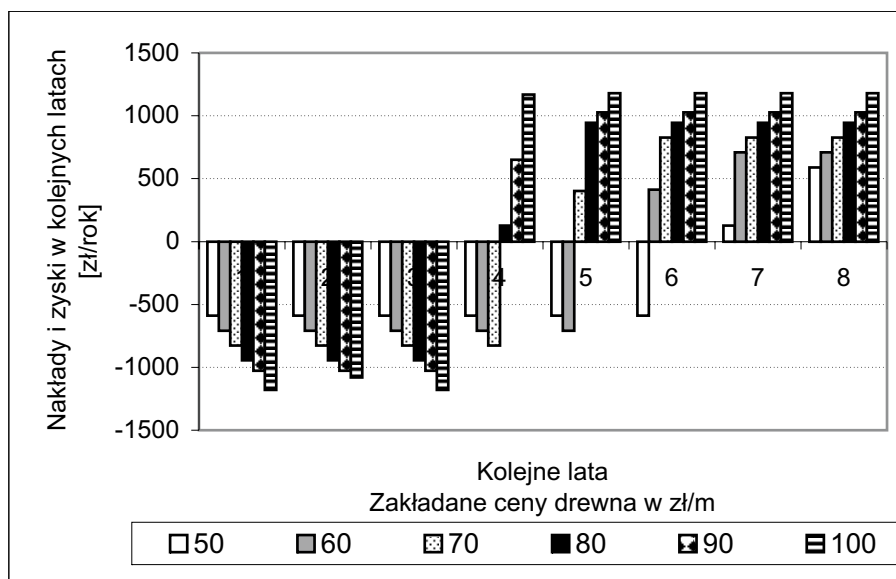
Zakłada się, że kredyt spłacany jest w ratach na koniec każdego roku, a stopa oprocentowania wynosi 7%. Uzyskane dla obu przypadków wyniki przedstawiono na rysunkach 5 i 6.



Rys. 5. Okres zwrotu nakładów inwestycyjnych — przypadek a)

Fig. 5. The pay-back period of the capital cost — case a

Z rysunku 5 wynika, że dla przykładu a w przypadku ceny paliwa wynoszącej  $100 \text{ zł/m}^3$ , zwrot nakładów poniesionych na wymianę pieca wynosi niespełna 3 lata, natomiast kiedy przyjmujemy cenę paliwa rzędu  $50 \text{ zł/m}^3$ , to okres zwrotu wydłuży się do pięciu lat. Dla przypadku b okres zwrotu poniesionych nakładów, w zależności od przyjętych cen paliwa waha się od trzech do ponad sześciu lat (zwrot poniesionych nakładów w siódmym roku eksploatacji nowego urządzenia w przypadku założenia ceny paliwa równej 50 zł) — rys. 6.



Rys. 6. Okres zwrotu nakładów inwestycyjnych — przypadek b

Fig. 6. The pay-back period of the capital cost — case b

## Podsumowanie

1. Opracowanie realnych planów energetycznych w gminach wymaga znajomości zarówno rzeczywistego zapotrzebowania na energię jak i rzeczywistej podaży. Nieznane są jednak jak na razie wartości zapotrzebowania na energię chemiczną paliw oraz rodzaje zużywanych paliw jak też typy urządzeń wytwórczych wykorzystywanych przez indywidualnych odbiorców. Jak widać z przeprowadzonych i przytoczonych w artykule badań zużycie paliw, jak i skład urządzeń wytwórczych w miejscowościach położonych na różnych obszarach o szczególnych walorach przyrodniczych położonych w tym samym rejonie kraju znacznie różnią się od siebie. Wynika stąd, że konieczne jest prowadzenie dalszych badań, które mogłyby być podstawą opracowania szczegółowych i realistycznych planów energetycznych dla gmin położonych na takich specyficznych obszarach lub przeprowadzenie takiej ilości badań na obszarze całego kraju, które ewentualnie pozwoliłyby określić zależności między typem obszaru a zużyciem paliw i składem urządzeń wytwórczych.

2. Wykonanie nawet uproszczonej analizy modernizacji zaopatrzenia w energię daje pewien obraz uzyskiwanych efektów w zakresie zwiększenia efektywności energetycznej. Im bardziej jednak rozszerza się wachlarz potencjalnie branych pod uwagę rozwiązań i im dokładniejszą analizę chcemy wykonać, tym trudniejsze są wybory oparte choćby w części postępowania na intuicji projektanta. Pomocna byłaby implementacja komputerowa metod

planowania zaopatrzenia w energię obszarów przyrodniczo cennych uwzględniająca poszczególne etapy planowania.

## Literatura

- [1] STUPCZEWSKI A., BORYSEWICZ M., TARKOWSKI S., RADOWIC U., 2006 — Ocena wpływu wytwarzania energii elektrycznej na zdrowie człowieka i środowiska. Analiza porównawcza dla różnych źródeł energii, [http://manhaz.cyf.gov.pl/manhaz/strona\\_konferencja\\_EAE-2001/14.pdf](http://manhaz.cyf.gov.pl/manhaz/strona_konferencja_EAE-2001/14.pdf), kwiecień 2006.
- [2] RUSAK H., 2005 — Zaopatrzenie w energię rejonu Puszczy Białowieskiej jako element lokalnej strategii zrównoważonego rozwoju. Zrównoważony rozwój — doświadczenia polskie i europejskie. Europejskie Stowarzyszenie Ekonomistów Środowiska i Zasobów naturalnych. Nowa Ruda.
- [3] Wykorzystanie biomasy do ogrzewania budynków mieszkalnych, [www.kape.gov.pl](http://www.kape.gov.pl)
- [4] Inwestycje komunalne w ochronie środowiska, poradnik Inwestora. Cz. IV Ochrona Powietrza. Narodowy fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej. Warszawa 1995.
- [5] [www.moderator.com.pl](http://www.moderator.com.pl), luty 2006.

Helena RUSAK

## The consumption of fuels and energy on valuable nature areas in the north-east part of Poland

### Abstract

In the paper the results of researches of energy consumption on areas of valuable nature are described. The influence of energy production by low-emission sources on environment is analyzed also. This article depicts simplified analysis of energy supply to three towns situated in the heart of Białowieża Forest.

KEY WORDS: fuels and energy consumption, local energy planning