

JERZY TYMIŃSKI

*Instytut Budownictwa, Mechanizacji i Elektryfikacji Rolnictwa
w Warszawie*

POTRZEBY PALIWOWO-ENERGETYCZNE ROLNICTWA *

Wprowadzenie

Dźwignią wzrostu produkcji rolniczej, a szczególnie podniesienie wydajności z hektara i produktywności zwierząt jest wzrost środków produkcji dostarczanych rolnictwu oraz lepsze przygotowanie zawodowe ludzi pracujących na roli i w hodowli zwierząt.

Spełnienie pierwszego warunku znajduje odbicie między innymi w przewidywanym sukcesywnym wzroście produkcji i sprzedaży rolnictwu maszyn oraz urządzeń, a drugiego — poprzez stworzenie warunków bytowych ludności pracującej w rolnictwie — nie gorszych od warunków, jakie posiada ludność miejska (zatrzymanie ludzi młodych i wykształconych w rolnictwie).

Wzrost umaszynowania rolnictwa, jak i poprawa warunków bytowych są ściśle związane ze wzrostem zapotrzebowania na paliwo i energię elektryczną. Obecnie niskie zużycie paliw i energii w rolnictwie, stanowiące ok. 5%, a łącznie z zużyciem na cele bytowe rolników 13% zużycia krajowego (udział w tworzeniu dochodu narodowego — 18%, a ludności zamieszkującej wieś — 40%) wynika z niezadowalającego umaszynowania i słabo rozbudowanej infrastruktury technicznej i bytowej rolnictwa.

We wszystkich krajach, niezależnie od stopnia zużycia paliw kopalnych w rolnictwie, stały się one niezbędnym środkiem produkcji roślinnej i zwierzęcej, podobnie jak gleba i woda. W rolnictwie w wielu krajach, jak również i u nas, paliwo i energia elektryczna są stosowane w szerokim zakresie, a szczególnie w dużych ilościach do poruszania maszyn, w grzejnictwie i suszarnictwie.

Zapotrzebowanie na paliwo i energię elektryczną w rolnictwie do 2000 roku

Opracowanie prognostyczne wykonane w IBMER i w innych placówkach badawczych wykazują znaczny wzrost zapotrzebowania na paliwo

* Referat wygłoszony na Zebraniu Plenarnym Wydziału Nauk Rolniczych i Leśnych PAN w dniu 13 III 1985 r.

i energię elektryczną. Brak oficjalnych danych statystycznych uniemożliwia dokonania szczegółowej analizy wzrostu zużycia paliw w minionych latach. Jedynie zużycie energii elektrycznej było szczegółowo rejestrowane przez zakłady energetyczne i stąd można z dużą dokładnością określić trendy wzrostu, poczynając od 1950 r.

W ciągu 20-lecia 1951—70 zużycie energii elektrycznej w gospodarstwach rolnych (uspołecznionych i indywidualnych powyżej 2 ha) wzrosło ponad 13-krotnie ze 120 GWh do 1495 GWh. W ciągu następnych 10 lat (1971—80) wzrosło 3-krotnie do 4365 GWh. Przewiduje się, że w latach 1981—90 zużycie energii elektrycznej wzrośnie 2,6-krotnie, a w następnym 10-leciu tj. do 2000 r. — już tylko 1,7-krotnie. Zużycie energii elektrycznej w 2000 r. wyniesie 19400 GWh.

Jeżeli chodzi o paliwo stałe, płynne i gazowe to szczegółowej rejestracji brak i dlatego wszystkie wyliczenia oparte są o mniej dokładne informacje zawarte w szeregu opracowaniach prognostycznych, wykonanych w 1965 roku i latach późniejszych.

Z powyższych opracowań wynika, że zużycie paliw stałych przeliczone na tony paliwa umownego (p.u.) w ciągu 15-lecia (1965—80) wzrosło 1,3-krotnie, a w latach 1981—2000 nastąpi podwojenie zużycia.

Zużycie paliw gazowych na przestrzeni całego okresu było bardzo niskie i przewiduje się, że do 2000 roku będzie na tym samym poziomie.

W zakresie paliw ciekłych występuje znaczny wzrost, co wynika z tempa motoryzacji rolnictwa. W latach 1970—80 zużycie wzrosło z 1,01 mln ton do ok. 2,5 mln ton tj. 2,5-krotnie. W następnych 10-leciach przewiduje się zmniejszenie dynamiki wzrostu zużycia. W 1990 roku prognozuje się zużycie ok. 3 mln. ton, a w 2000 roku — 4,9 mln ton. Jak wykazują przytoczone liczby, niezależnie od dynamiki wzrostu, wszystkie wyliczenia i prognozy wskazują, że do 2000 roku utrzyma się wzrost zapotrzebowania rolnictwa na paliwo i energię elektryczną.

W tabeli 1 zestawione są dane zużycia i zapotrzebowania paliw oraz energii w poszczególnych latach.

Przewiduje się, że globalne zapotrzebowanie rolnictwa na paliwo i energię, tzn. na cele produkcyjne i bytowe mieszkańców wsi wzrośnie w 2000 r. w stosunku do 1980 r. ponad 2-krotnie i wyniesie 42,5 mln ton paliwa umownego. W tym samym czasie globalna produkcja rolnicza wzrośnie z 845 mln JZ do ok. 1415 mln JZ, tj. ok. 1,7-krotnie. Na wyprodukowanie 1 JZ w 2000 r. trzeba będzie zużyć 11,57 kg p.u., tj. 2,5-krotnie więcej aniżeli zużyto w 1970 r. i 1,7-krotnie w porównaniu do 1980 r. Wzrastające zużycie paliw i energii elektrycznej na wyprodukowanie przeliczeniowej jednostki produkcji rolniczej jest wynikiem zmniejszającego się udziału energii żywej (praca ludzi i zwierząt), która w 1970 r. i obecnie jest jeszcze bardzo duża. Z drugiej strony powolny

Tabela 1

Zużycie oraz zapotrzebowanie perspektywiczne paliw i energii elektrycznej w rolnictwie i gospodarstwie domowym rolników w mln t.p.u.

Wyszczególnienie	1965	1970	1975	1980	1985	2000
Paliwo stałe	10,23	10,9	11,18	13,26	14,79	27,59
w tym produkcja rolnicza	2,55	2,6	2,80	3,32	4,44	6,90
Paliwo ciekłe	0,69	0,99	2,34	3,56	4,38	7,15
w tym produkcja	0,65	0,90	2,3	3,2	3,90	5,0
Paliwo gazowe	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02
w tym produkcja	—	—	—	—	—	—
Energia elektryczna (1 MWh=0,4 t.p.u)	0,33	0,58	1,19	1,75	2,92	7,76
w tym produkcja	0,08	0,16	0,30	0,52	1,02	3,49
Razem	11,26	12,48	14,73	18,59	22,11	42,52
w tym produkcja	3,0	3,66	5,40	7,04	9,38	15,39
Zużycie paliw i energii na jednostkę produkcji kg p.u./1 JZ na produkcję i potrzeby bytowe	14,8	14,8	14,8	20,0	21,4	30,0
tylko na cele produkcyjne	3,93	4,33	5,25	6,83	8,59	11,57

wzrost plonów (wydajność z hektara) i produktywność zwierząt powodują, iż prawie te same nakłady energetyczne rozkładają się na mniejszą ilościowo produkcję. Należy jednak przewidywać, iż trend malejący nakładów energetycznych na jednostkę produkcji wystąpi wcześniej od trendu malejącego w zakresie globalnego rocznego przyrostu zapotrzebowania paliw i energii elektrycznej.

Na przyspieszenie trendów malejących w zużyciu paliw i energii będzie miało wpływ wiele czynników, a w tym bardzo istotne jak unowocześnienie techniki i technologii produkcji w rolnictwie, osiągnięcie pełnego umaszynowania rolnictwa, zakończone budowy infrastruktury technicznej i osiągnięcie miejskiego standardu bytowego rolników oraz pracowników rolnych. Zanim jednak to nastąpi należy się liczyć z faktem wzrostu zapotrzebowania rolnictwa na paliwo i energię elektryczną.

Jak podaje literatura światowa, kompleksy żywnościowe w krajach Europy i w Stanach Zjednoczonych, gdzie surowiec rolniczy znajduje wysoki stopień przetworzenia, zużycie paliw kopalnych wynosi 15 do 17% zużycia krajowego. Energia ta zużywana jest na produkcję, przetwarzanie, opakowanie, transport i przygotowanie żywności do spoży-

cia. Na przykład w USA na przygotowanie żywności na cały rok dla jednej osoby trzeba zużyć 15000 l paliw ciekłych.

We Francji udział kompleksu żywnościowego w globalnym zużyciu paliw i energii wynosi 12,3%, w tym bezpośrednio zużycie w rolnictwie wynosi 2,7%. W RFN bezpośrednio zużycie energii w rolnictwie wynosi 3% ogólnego zużycia kraju. W zużyciu rolnictwa olej napędowy stanowi 67%, olej opałowy 15% z czego 80% zużywa się w warzywnictwie, a energii elektrycznej 18%.

Bezpośrednie zużycie paliw i energii elektrycznej w polskim rolnictwie w 1983 r. wyniosło 5% zużycia krajowego. W strukturze zużycia paliwo stałe wynosi 47%, paliwa ciekłe 41%, energia elektryczna 11% i paliwa gazowe 1%.

Rolnictwo jako producent energii

Źródłem życia i prawie wszystkich rodzajów energii z jakich korzystamy na ziemi jest słońce. Dzięki słońcu w procesie fotosyntezy chlorofil roślin pochłania energię promieniowania i zamienia ją w energię, która jest źródłem wszelkiej pracy i wydatkowania różnych form energii w organizmie.

Rolnictwo jest więc nie tylko konsumentem energii, ale i jej producentem. Energia ta jest niezbędna do istnienia życia na ziemi.

Przy wysoko zmechanizowanej i zindustrializowanej produkcji żywności z wydatkowanego 1 J paliw kopalnych uzyskuje się plon równoważny 2 do 3 J ziarna roślin zbożowych, 1,2 J ziemniaków, 6,2 J lucerny, 5 J siana z roślin uprawnych, 4 J kiszonki z kukurydzy. To znaczy, że z każdej włożonej w produkcję roślinną jednostki energetycznej paliwa otrzymuje się więcej jednostek energetycznych w postaci surowców rolniczych.

W produkcji warzywniczo-owocowej, a szczególnie zwierzęcej stosunek energii włożonej do uzyskanej jest mniej korzystny. Na przykład w produkcji pomidorów z 1 J włożonego paliwa otrzymuje się ok. 0,6 J, a w produkcji jabłek — 0,5 J. Znacznie większe zapotrzebowanie na paliwo i energię ma miejsce w produkcji zwierzęcej. Na wyprodukowanie produktów pochodzenia zwierzęcego o wartości energetycznej białka równej 1 trzeba zużyć:

— w przypadku brojlerów	9,8	dzuli	paliw	kopalnych
— " jaj	17,8	"	"	"
— " wołowiny	25,0	"	"	"
— " wieprzowiny	42,9	"	"	"
— " baraniny	87,5	"	"	"

Dla obliczenia wartości energetycznej globalnej produkcji rolniczej można się posłużyć inną metodą. Wiadomym jest, że jednym z produktów fotosyntezy jest powstająca w chloroplastach komórek roślinnych skrobia, która stanowi energetyczny i budowlany materiał. Przyjęto, że 100 kg zboża zawiera 86 kg skrobi, a ta z kolei odpowiada 807 MJ energii. Zboże przyjęto jako przelicznik z tych względów, że również do wyrażania produkcji rolniczej wyrażana jest w jednostkach zbożowych, a 1JZ (jednostka zbożowa)=100 kg zboża. Korzystając z wyżej przytoczonego przelicznika energetycznego dla 100 kg zboża można obliczyć wartość energetyczną globalnej produkcji rolniczej (tab. 2). W 1980 r. wartość energetyczna wytworzonej przez rolnictwo produkcji rolniczej wyniosła 824 PJ energii. Dla porównania, w najlepszym 1980 r. bilans zbiorczy energii pierwotnej w gospodarce narodowej kraju wyniósł ok. 6000 PJ.

W miarę zwiększania globalnej produkcji rolniczej będzie rosła ilość energii w niej zawartej. Przewiduje się, że w 2000 roku globalna produkcja rolnicza wyniesie ok. 1330 mln JZ, czemu będzie odpowiadać energia w ilości 1064 PJ.

Na wyprodukowanie tak znacznej ilości produktów rolniczych nie wystarczy już korzystanie tylko z energii słonecznej. Naturalne warunki

Tabela 2

Produkcja globalna rolnictwa i jej wartość energetyczna oraz bezpośrednio zużycie paliw i energii w tym przewidywane

Rok	Produkcja globalna w mln J.Z.	Wartość energetyczna produkcji rolniczej w PJ	Bezpośrednie zużycie paliw i energii elektrycznej w PJ	Stosunek energii uzyskanej do włożonej
1950	513	410	35	11,7
1955	539	431	47	9,2
1960	677	542	63	8,6
1965	763	610	87	7,0
1970	845	676	107	6,3
1975	1020	816	158	5,2
1980	1030	824	206	4,0
1985	1090	872	274	3,2
1990	1184	947	341	2,8
1995	1258	1007	401	2,5
2000	1330	1064	453	2,3
2005	1410	1128	495	2,3
2010	1445	1156	532	2,2

ki środowiskowe zostały już dawno w kraju wyczerpane. Nastąpiło to wtedy, gdy plony ziarna zbóż przekroczyły poziom 12—15 q/ha, a plony innych roślin — analogiczny poziom wyrażony w przeliczeniowych jednostkach zbożowych.

Obecnie 2-krotnie wyższe plony (1984 r. plony czterech zbóż wyniosły średnio 29,9 q/ha) są wynikiem dodatkowych nakładów pracy uprzedmiotowanej w materiałach i środkach technicznych oraz bezpośrednim zużyciu paliwa i energii elektrycznej. Dzięki tym nakładom można stosować lepszą agrotechnikę, lepiej i z mniejszymi stratami wykorzystać wzrastające plony główne i uboczne produkcji roślinnej oraz rozwijać produkcję zwierzęcą oraz przetwórstwo płodów rolnych.

Jak wykazują badania, istnieje ścisła współzależność między ponoszonymi nakładami materiałowo-energetycznymi, a uzyskaną rolniczą produkcją globalną lub końcową brutto. Wzrost produkcji rolniczej jest możliwy tylko w wyniku zwiększenia dostaw energii skumulowanej w nawozach mineralnych, środkach ochrony roślin, maszynach, paliwach itp. Wprawdzie rolnictwo mogłoby być teoretycznie prawie samowystarczalne pod względem energii (stosowanie nawozów organicznych, żywa siła pociągowa, duże nakłady pracy ludzkiej itp.), ale w tych warunkach plony musiałyby być niskie, jak to ma miejsce w większości krajów stojących na niskim poziomie rozwoju gospodarczego. Taki kierunek jest nie do przyjęcia, gdyż pozbawiałaby perspektyw rozwoju ludności kraju i skazywałaby mieszkańców na niedożywienie. Byłby to kierunek na stopniową zagładę. Nie przypadkowo w decyzjach politycznych i gospodarczych wysunięto program intensyfikacji produkcji rolniczej w wyniku uwzrostu dostaw przez przemysł środków produkcji i lepszego ich wykorzystania w rolnictwie.

Skumulowane nakłady energetyczne w środkach produkcji dostarczanych rolnictwu

W celu stworzenia warunków do rozwoju produkcji rolniczej są systematycznie zwiększone dostawy środków produkcji dla rolnictwa. W 1984 r. dostawy maszyn i narzędzi rolniczych wyniosły 114 mld zł. i były wyższe o 28% w stosunku do dostaw w 1983 r., w którym to roku były wyższe o 25% w porównaniu z 1982 r. Rolnictwo otrzymało w 1984 r. 63,5 tysiąca ciągników i tym samym stan parku ciągnikowego wyniósł na koniec roku 810 tys. sztuk. Wzrosła liczba kombajnów zbożowych, samobieżnych siewczarni oraz samochodów ciężarowych i osobowo-towarowych. Łączna wartość sprzętu technicznego znajdującego się w dyspozycji rolnictwa osiągnęła w 1984 r. ok. 950 mld zł i w przeliczeniu na 1 ha wynosiła około 52 tys. zł.

Pod względem ilości maszyn i narzędzi, a także asortymentu potrzeby są prawie 2-krotnie większe. Dostawy nawozów sztucznych kształtują się na poziomie 3,4 mln ton, co w przeliczeniu na 1 ha wynosi ok. 186 kg. Potrzeby w tym zakresie są co najmniej 2-krotnie większe. Zużycie pestycydów wyniosło ok. 530 tys. ton i było 4—5-krotnie niższe od potrzeb.

Na wytworzenie maszyn, nawozów i pestycydów zużywa się znaczne ilości energii. Zużycie to zaczyna się od wydobywania rudy, wytopu surowki, poprzez wyroby hutnicze, przemysł maszynowy aż do hurtowni i składnicy, skąd maszyny trafiają do rolników. Produkcja maszyn dla rolnictwa, w dużym stopniu oparta jest o własne, krajowe surowce energetyczne, natomiast produkcja nawozów i pestycydów o surowce energetyczne importowane. Pestycydy są produkowane głównie z ropy naftowej, a nawozy azotowe z gazu ziemnego.

Biorąc pod uwagę, że warunkiem wzrostu produkcji rolniczej są dostawy środków produkcji, na wytworzenie których potrzebna jest energia, dlatego do analizy nakładów energetycznych w rolnictwie stosowana jest również druga metoda obliczeń uwzględniająca nie tylko bezpośrednie nakłady paliw i energii ale również skumulowane nakłady energetyczne w dostarczonych środkach produkcji.

Analizowanie wnoszonych do rolnictwa skumulowanych nakładów energetycznych umożliwi wyraziściej pokazać zależność produkcji rolniczej, a szczególnie uzyskiwanych plonów z hektara od tych nakładów. Na przykład w USA na 2,5-krotne zwiększenie średnich plonów kukurydzy z hektara trzeba było w ciągu 25 lat (1945—1970) zwiększyć nawożenie (NPK) 10,6-krotnie, moc suszarni powiększyć 12-krotnie, a zużycie pestycydów doprowadzić od stanu 0 do 2,2 kg na 1 ha. W ten sposób, aby uzyskać 1 J energii zawartej w kukurydzy, trzeba było zużyć 2,52 J skumulowanej energii. Na produkcję soi nakłady te są większe i wynoszą 2,82 J. Poziom skumulowanych nakładów ponoszonych na jedną jednostkę energetyczną uzyskanego produktu rolniczego jest różny i zależy od wielu czynników i dlatego na ten sam produkt w każdym kraju ponoszone są różne nakłady. Dla wszystkich produktów rolniczych uzyskanie 1 J wymaga skumulowanych nakładów energetycznych większych od 1 J.

Według R. Anuszewskiego (IBMER) w Polsce w 1980 r. na 1 J produkcji rolniczej trzeba było włożyć 1,23 J skumulowanej energii, a w 2000 r. analogiczny wskaźnik ma wynieść 1,58 J. Wzrost nakładów energetycznych wynika z przewidywanego 3-krotnego zmniejszenia udziału w produkcji siły żywej (ludzie i konie) oraz znacznego wzrostu uprzedmiotowionych nakładów energetycznych.

Badania IBMER prowadzone w PPGR i w gospodarstwach indywidualnych wykazały znaczny rozrzut wskaźnika skumulowanych nakła-

dów energetycznych. W PPGR na 1 J produkcji towarowej skumulowane nakłady energii wyniosły 2,23 J, na produkcję zboża 1,2 J, w gospodarstwach indywidualnych — 1,42 J.

Określenie skumulowanych nakładów energetycznych na produkcję rolniczą wymaga dalszych badań i uściśleń wskaźników, które są przyjmowane do obliczeń. Uściślenie danych nie wpłynie na obniżenie przewidywanego zapotrzebowania rolnictwa na paliwo i energię, a wręcz odwrotnie może wykazać większe potrzeby, gdyż do tej pory nie uwzględniono wszystkich składników ponoszonych nakładów energetycznych.

Przy wzroście nakładów energetycznych na produkcję rolniczą nie można pominąć nakładów energetycznych na cele bytowe mieszkańców wsi. Już obecnie zużycie paliw i energii w gospodarstwie domowym ludności wiejskiej (40% ludności w kraju) jest większe od zużycia na produkcję rolniczą (tab. 3). Według obliczeń przewiduje się, że w 2000 r. z łącznego zapotrzebowania paliw i energii na cele produkcyjne i bytowe wsi, wynoszących 42,5 mln t.p.u. 36% zostanie zużyte na produkcję, a 64% w gospodarstwie domowym. Przewidywany duży wzrost zużycia paliw i energii elektrycznej na potrzeby bytowe rolników wynika z obecnie niskiego w swej masie standardu mieszkania oraz ograniczonych wygód cywilizacyjnych.

Tabela 3

Zużycie oraz przewidywane zapotrzebowanie paliw i energii elektrycznej w produkcji rolniczej

Rok	Zużycie paliw i energii elektrycznej w mln ton paliwa umownego		Zużycie paliw i energii elektrycznej w produkcji rolniczej w % od całości zużycia
	produkcja i dom rolnika	tylko produkcja rolnicza	
1950	6,00	1,20	20,0
1955	7,35	1,60	21,7
1960	8,95	2,15	24,0
1965	11,20	2,90	25,9
1970	13,15	4,05	30,8
1975	14,75	5,45	37,0
1980	18,59	7,10	38,2
1985	22,11	9,35	42,3
1990	30,85	11,65	37,8
1995	37,18	13,70	36,3
2000	42,52	15,45	36,2
2005	45,30	16,40	36,3
2010	47,30	17,10	36,1
2015	48,3	17,40	36,0

Jak wykazały badania IBMER w 1970 r. tylko połowa izb mieszkalnych na wsi była ogrzewana stale w okresie chłódów 20% w ogóle nie było ogrzewanych, a 30—40% ogrzewano dorywczo. W 1980 r. przeciętne roczne zużycie energii elektrycznej na cele gospodarstwa domowego ludności miejskiej wynosiło 420 kWh/mieszkańca, a na wsi odpowiednio 389 kWh z tym że, jest to zużycie łączne z celami produkcyjnymi. Ponieważ na produkcję zużywa się ok. 40% energii można z powyższego wyprowadzić wniosek, iż standard wyposażenia mieszkańca na wsi, mierzony zużyciem energii elektrycznej wynosi 60% standardu wyposażenia mieszkania w mieście. Dopiero od 1982 r. przeciętne zużycie energii elektrycznej w gospodarstwie domowym rolników, w tym i na produkcję, przekroczyło poziom zużycia w gospodarstwie domowym mieszkańca miasta:

Roczne zużycie energii elektrycznej w kWh/gospodarstwo

	1980	1981	1982	1983
— miasto	1425	1571	1549	1410
— wieś łącznie z zużyciem w produkcji	1267	1415	1583	1512

Z przytoczonych danych wynika, że będzie następował wzrost zużycia energii elektrycznej na wsi na cele bytowe, aż do wyrównania do poziomu zużycia w mieście.

Innym powodem, dla którego będzie rosło zużycie to wyposażenie rolnictwa w instalacje wodociągową. Obecnie tylko 30,3% indywidualnych gospodarstw rolnych korzysta z wodociągów. Zapewnienie wysokiego standardu życia na wsi jest warunkiem zatrzymania na wsi ludzi przygotowanych zawodowo do prowadzenia produkcji rolniczej na wysokim, nowoczesnym poziomie. Zapewnienie tego standardu wiąże się ze wzrostem i to znacznym zużycia paliw i energii elektrycznej.

Biorąc pod uwagę fakt znacznego wzrostu zapotrzebowania paliw i energii elektrycznej na cele bytowe i produkcyjne w rolnictwie, należy zwrócić szczególną uwagę na racjonalizację zużycia oraz odzyskanie energii traconej, jak i pozyskanie ze źródeł niekonwencjonalnych.

Wykorzystanie w rolnictwie niekonwencjonalnych źródeł energii

W zakresie pozyskania i wykorzystania w rolnictwie dodatkowych nośników energii, na szczególne zwrócenie uwagi zasługują:

1. Pozysk ciepła w procesach technologicznych:
 - schładzanie mleka
 - wentylacji budynków dla zwierząt

- składowanie obornika lub gnojowicy
 - suszenia traw i zbóż gorącymi gazami
 - schładzanie wody w zakładach przemysłowych
2. Wykorzystanie naturalnych nośników energii:
 - promieni słonecznych
 - siły wiatru
 - spadku małych cieków wodnych
 - ciepła wód gruntowych.
 3. Pozyskanie energii w wyniku przerobu biomasy:
 - fermentacja metanowa produktów organicznych
 - zgazowanie drzewa
 - wykorzystanie spirytusu etylowego jako dodatku do paliw ciekłych
 - uprawa roślin oleistych z przeznaczeniem na cele energetyczne
 - spalanie produktów ubocznych produkcji roślinnej.
 4. Wykorzystanie małych źródeł paliw tradycyjnych:
 - nieeksploatowanych małych źródeł węgla brunatnego
 - nieeksploatowanych odwiertów gazu ziemnego.

Odzysk ciepła w procesach technologicznych

W produkcji mleka warunkiem zachowania jego właściwości smakowych i przeciwdziałaniu rozwijaniu się bakterii jest szybkie jego oziębienie z ok. 35°C. Do tego celu służą różnej konstrukcji oziębiacze do mleka. Działanie stosowanych do tej pory wszystkich oziębiaczy polega na odebraniu energii cieplnej zawartej w mleku przez czynnik chłodzący. Odebrane w ten sposób ciepło, oddawane jest do otoczenia, a na proces oziębiania mleka zużywana jest energia elektryczna w ilości ok. 0,05 kWh/l. Ponieważ można założyć, a jest to wymóg dobrej jakości mleka, że wszystko mleko dostarczane przez producentów do skupu powinno być schłodzone — to przy dziennej dostawie mleka 20 do 40 mln l, przy czym większa ilość dostarczana jest w lecie, kiedy wymóg szybkiego oziębiania jest konieczny, dzienne zużycie energii elektrycznej na ten cel wynosi ok. 20 mln. kWh. Przy obecnej liczbie oziębiaczy (50 tys. szt.) dzienne zużycie energii elektrycznej na ten cel wynosi ok. 5 mln kWh. Aby zaoszczędzić tę energię stosuje się urządzenia do oziębiania mleka, w których w łańcuchu chłodniczym znajduje się pompa cieplna, pozwalająca odzyskać energię cieplną zawartą w mleku i wykorzystać do podgrzewania wody. Badania tego typu urządzeń wykazały, że oziębiając 100 l mleka można podgrzać 50 l wody do temperatury ok. 50°C

lub 60 l wody do temperatury 40°C. Ciepła woda jest gospodarstwu niezbędną do mycia aparatu udojowego baniek do mleka i na cele socjalne.

W kraju do grzania wody szeroko stosowane są akumulacyjne warniki i bojlerki o pojemności 100 l wody i więcej. Na ogrzanie wody do temperatury 60°C w 100 l warniku zużywa się ok. 7—7,5 kWh energii elektrycznej. W przeciętnych warunkach przy stadzie 15—20 krów dojnych można uzyskać 100 l ciepłej wody, nie zużywając na ten cel energii elektrycznej. Jednorazowo oszczędza się 7—7,5 kWh energii elektrycznej. Biorąc pod uwagę zwiększone o ok. 20% zużycie energii na oziębianie mleka, połączone z odzyskiem ciepła (pompa ciepła), to zaoszczędzona energia na grzanie 100 l wody wynosi ok. 4,5 kWh. Ponieważ w kraju zainstalowanych jest ok. 200 tys. dojarek mechanicznych, to odpowiednio powinna być co najmniej taka sama ilość warników do wody lub innych urządzeń do grzania wody. Oszczędność energii dzienna z tytułu odzysku ciepła w procesie oziębiania mleka i podgrzania wody może wynieść 1 mln kWh energii elektrycznej.

Gdyby jednak przyjąć, że odzyskuje się ciepło z oziębiania 40 mln l mleka i to ciepło wykorzystuje się do grzania wody, co jest jednak założeniem czysto teoretycznym, to wtedy oszczędność energii i paliw na grzanie wody wyniosłaby dziennie ok. 5 mln kWh. Ale nawet przy 50% odzysku ciepła ze schłodzonego mleka daje w skali rocznej ok. 912 mln kWh energii.

W wielu krajach prowadzone są eksperymenty z zastosowaniem pomp cieplnych do odzysku ciepła z gnojowicy. Jak wykazują pomiary, gnojowica ścińska zmagazynowana w zbiorniku o pojemności 600 m³ przy ochłodzeniu jej z 15°C do 0°C zawiera ok. 20 GJ energii cieplnej. Ciepło to można odzyskać instalując 1000 mb. rur polietylenowych o średnicy 3/4", połączonych z parownikiem pompy cieplnej. W rurach znajduje się woda w obiegu zamkniętym, wprowadzoną w ruch pompą o wydajności 5000 l/h. Ciepło odzyskane w parowniku przesyłane jest za pomocą kompresora do skraplacza, gdzie druga pompa o nieco mniejszej wydajności tłoczy wodę do izolowanego zbiornika buforowego o pojemności 500 l. Temperatura wody w zbiorniku waha się w granicach 40—45°C, w zależności od pory roku. Ciepłą wodę można wykorzystać do ogrzewania chlewni, do przygotowania paszy zwierzętom i na cele socjalne. Zużycie energii elektrycznej w ciągu roku do napędu kompresora i dwóch pomp wynosi 39 000 kWh, a ciepło odzyskane z gnojowicy około 95 000 kWh. Odzysk energii netto wynosi 56 000 kWh. Przyjmując założenie, że z każdego 1 m³ gnojowicy można odzyskać w ciągu roku ok. 90 kWh energii, to przy jednej czwartej ilości odchodów zwierzęcych, szacowanych na ok. 20 mln m³ uzyska się 450 mln kWh energii.

Poza odzyskaniem ciepła z gnojowicy w IBMER czynione są próby odzyskania ciepła wytwarzanego w procesie składowania obornika na

pryzmie. W tym celu w pryzmę wbijane są rury, w których znajduje się woda w obiegu zamkniętym. Zasada działania podobna jak wyżej.

Kolejnym sposobem odzyskania traconego ciepła w technologiach chowu zwierząt jest instalowanie wymienników ciepła w otworach lub kanałach wentylacyjnych. Powszechnie jest wiadomo, że zwierzęta część zużywanego pokarmu przetwarzają na ciepło które oddają do otoczenia. Na przykład cielęta o masie 100 kg oddają do otoczenia w ciągu godziny ok. 1050 J ciepła, a sztuki dorosłe o masie 350 kg — ponad 1420 J/h. Krowy oddają do otoczenia ok. 2500 J/h. Trzoda chlewna podobnie, prosięta o masie 3,5 kg wydzielają ok. 35 J/h, a warchlaki o masie 50 kg już 435 J/h. Locha karmiąca o masie 160 kg wydziela ponad 1000 J/h, a locha luźna już tylko 720 J/h ciepła.

Ponieważ najwyższa produktywność zwierząt zależy m.in. od utrzymania optymalnych warunków mikroklimatycznych (temperatura, wilgotność powietrza, zawartość szkodliwych gazów), dlatego też pomieszczenia dla zwierząt muszą posiadać wentylację. Niektóre pomieszczenia wymagają dogrzewania (szczególnie dla młodych zwierząt). Temperatura w pomieszczeniach w zależności od rodzaju zwierząt wynosi od 12 do 18°C. W procesie wentylacji ciepłe powietrze z pomieszczenia jest usuwane na zewnątrz, a wprowadza się powietrze świeże zewnętrzne, w koniecznych przypadkach podgrzewane. Usuwane na zewnątrz powietrze zawiera bardzo duży ładunek ciepła, które w pewnej części można odzyskać, szczególnie w tych pomieszczeniach, gdzie zainstalowana jest wentylacja mechaniczna. Na drodze usuwanego powietrza instalowane są wymienniki ciepła. Konstrukcja wymienników ciepła może być bardzo różna: płytowa, spiralna, rurowa itp. W wymienniku ciepła następuje pośrednie zetknięcie się ciepłego, usuwanego z pomieszczenia powietrza z powietrzem lub wodą o niższej temperaturze. Im większa jest powierzchnia styku, tym wyższa jest sprawność wymiennika ciepła. Wyższe sprawności uzyskuje się wprowadzając dodatkowo pompę ciepłą typu powietrze-woda, składającą się ze sprężarki, skraplacza i pompy do wody. W tym rozwiązaniu usuwane za pomocą wentylatora powietrze przechodzi przez układ skraplacza, gdzie ochładza się i jest wydalane na zewnątrz budynku. Odzyskane ciepło ogrzewa wodę, którą pompa tłoczy do zbiornika.

Jak wykazują badania, odzyskana w ten sposób energia jest 2,2-krotnie większa od energii zużytej przez pompę ciepłą. Z przeliczeń wynika, że zainstalowanie pomp ciepłych lub wymienników ciepła w budynkach inwentarskich posiadających mechaniczną wentylację (budynki takie można szacować na około 10% pogłowia) pozwoli odzyskać ok. 470 mln kWh energii rocznie.

Rozszerzenie zakresu stosowania mechanicznej wentylacji budynków inwentarskich umożliwi zwiększenie odzysku energii.

Przechodząc do odzysku ciepła w technologiach produkcji roślinnej na zwrócenie uwagi zasługują procesy suszenia traw i zbóż gorącymi gazami. Szczególnie w pierwszym przypadku w eksploatowanych w kraju suszarniach bębnowych, znaczna ilość ciepła ulatnia się z gazami spalinyowymi. W niektórych suszarniach ok. 1/3 tych gazów o temperaturze 90—100°C kierowana jest do paleniska, natomiast połowa pary wodnej skroplona. Uzyskana woda o temperaturze ok. 55°C jest wykorzystywana do wstępnego podsuszania zielonki. Wyniki badań tego typu rozwiązań wskazują, że zużycie paliwa może być zmniejszone o 35%. Sama recyrkulacja gazów daje oszczędność 8—9% paliwa przy temperaturze paleniska ok. 500°C. Ponieważ w kraju suszarnie bębnowe do suszenia zielonek i innych produktów zużywają ok. 150 tys. t węgla rocznie, zmniejszenie tej ilości o ok. 8% daje oszczędność ok. 12,0 tys. t.

W zakładach przemysłowych w procesie technologicznym powstają znaczne ilości ciepła, które nie jest wykorzystane a odprowadzane do otoczenia jako tzw. ciepło odpadowe. Ciepło odpadowe występuje w postaci:

- ciepła oddawanego ze skraplanej pary w elektrowniach i innych zakładach przemysłowych,
- gorących spalin uchodzących do otoczenia,
- wody chłodzącej różne elementy urządzeń, maszyn oraz produktów,
- podgrzanego wilgotnego powietrza z suszarń,
- powietrza i wody podgrzanych w trakcie różnych procesów technologicznych.

Pierwsze próby wykorzystania ciepła odpadowego w szklarniach były oparte o wykorzystanie tych samych instalacji grzewczych, jakie stosowano w przypadku własnych kotłowni. Dla tych warunków odpowiednim mogło być tylko ciepło odpadowe w postaci wody o temperaturze powyżej 60°C. Ogranicza to zakres wykorzystania ciepła odpadowego. Stosowanie odmiennych sposobów ogrzewania, co podraża koszty inwestycyjne, pozwala jednak wyokrzystać ciepło odpadowe o niższych temperaturach.

Przykładem takiego rozwiązania jest doświadczalna szklarnia zaprojektowana i zbudowana w Instytucie Energii Atomowej w Świerku. Wykorzystano ciepło odpadowe zawarte w wodzie o temperaturze 26°C, opuszczającej skraplacze turbiny parowej. Ponieważ wymagana temperatura powietrza w szklarniach wynosi 21°C, do jej ogrzania zastosowano zespół kontaktowych wymienników ciepła typu woda-powietrze.

Dokonane na podstawie doświadczalnej szklarni wyliczenia ogrzewania ciepłem odpadowym szklarń o powierzchni 12 ha i porównanie uzys-

kanych wskaźników ze szklarniami ogrzewanymi z własnej kotłowni lub ciepłem z elektrociepłowni wykazują celowość wykorzystania ciepła odpadowego.

Tabela 4

Wskaźniki cieplne przy różnych systemach ogrzewania

System ogrzewania	Wskaźnik na 1 m ² powierzchni szklarni (ceny 1982 rok)			
	nakłady inwest. w zł	roczne koszty eksploat.	zużycie paliwa w kg/m ² rok	roczne zapotrzeb. ciepła w GJ/m ²
Ciepłem odpadowym Z własnej kotłowni opalanej węglem	6006	737	0	4,93
Z elektrociepłowni Z własnej kotłowni opalanej paliwem ciekłym (o. opałowy)	5439	935	216	4,51
	5882	1229,7	194	4,51
	1525	1151,7	79	4,34

Zastosowanie ciepła odpadowego do ogrzewania szklarni pozwala zaoszczędzić ok. 216 kg węgla na 1 m² powierzchni szklarni. Największe ilości ciepła odpadowego powstają w procesie wytwarzania energii elektrycznej w elektrowniach pracujących na węglu i w elektrowniach jądrowych.

Jak wykazały obliczenia IEA ciepłem odpadowym uzyskanym ze skraplaczy turbiny parowej o mocy elektrycznej 200 MW można ogrzać szklarnię o powierzchni 12 ha, co stanowi 18480 m³/h. Większą o 50% powierzchnię można ogrzać w przypadku elektrowni atomowych.

Ciepło odpadowe produkują w dużych ilościach huty, fabryki materiałów ogniotrwałych, ceramiki, duże zakłady mleczarskie, stacje sprężarek ustawione na rurociągach gazowych, itp. Wykorzystanie ciepła odpadowego z tych zakładów napotyka na szereg trudności a szczególnie: brak w pobliżu terenu, który można przeznaczyć do produkcji warzyw, w wielu przypadkach ochrona przed skażeniem warzyw uniemożliwia ich produkcję w pobliżu tych zakładów, konieczność stosowania specjalnych rozwiązań do odzyskania ciepła odpadowego, przerwy w pracy spowodowane dniami wolnymi itd. Z wymienionych względów wykorzystanie ciepła odpadowego z wymienionych zakładów będzie występować w indywidualnych przypadkach.

Przy dużym szacunku można przewidzieć, że do 2000 roku ok. 20

obiektów w kraju będzie wykorzystywać dla celów rolniczych ciepło odpadowe z elektrowni i zakładów przemysłowych, co wyniesie ok. 6020 TJ rocznie. Na podstawie wyżej przytoczonych danych wykorzystanie tego ciepła pozwoli zastąpić ok. 240000 t węgla lub 96000 t oleju opałowego.

Wykorzystanie naturalnych nośników energii

Do tej grupy niekonwencjonalnych nośników energii zaliczono te, które znajdują się w otaczającej przyrodzie, a mianowicie energię słoneczną, wiatr, płynące potoki, ciepło wód gruntowych itp.

Położenie geograficzne Polski pozwala na wykorzystanie energii słonecznej w grzejnictwie, a szczególnie rolniczym. Gęstość energii promieniowania słonecznego zawarta jest w przedziale 930—1103 kWh/m². rok. Liczba godzin rocznego nasłonecznienia waha się od 1726 godzin na północy kraju do 1467 godzin na południu. Średnio dla kraju roczne nasłonecznienie wynosi 1600 godzin przy średniej wartości energii promieniowania 1000 kWh/m²·rok.

Do pozyskania tej energii i wykorzystania w rolnictwie służą kolektory. Już obecnie wykorzystywanych jest w rolnictwie ok. 2000 m² kolektorów do podgrzewania powietrza i ok. 1000 m² do podgrzewania wody użytkowej. Kolektory słoneczne w rolnictwie mogą mieć zastosowanie w:

- suszarnictwie zielonek, zboża, nasion, liści tytoniu itd.,
- produkcji warzyw pod osłonami do podgrzewania powietrza i wody,
- hodowli ryb do podgrzewania wody w zbiornikach,
- produkcji zwierzęcej do podgrzewania wody użytkowej do celów produkcyjnych i sanitarnych.

Przy sezonowym użytkowaniu kolektorów (1.04—30.09), uwzględniając ich sprawność cieplną równą 0,6 można z 1 m² uzyskać 500—600 kWh energii, która zużyta w procesach suszarniczych daje równowartość w odniesieniu do węgla wynoszącą ok. 130 kg.

Aktualnie cena kolektorów po uruchomieniu seryjnej produkcji będzie wynosić:

- do podgrzewania powietrza 600 zł/1 m²
- do podgrzewania wody 1500 zł/1 m²

Przy założeniu wykorzystania kolektorów słonecznych do ok. 10% urządzeń do dosuszania zielonek i w 20% silosów zbożowych oraz sukcesywnego ich wdrażania po 1985 r. do grzania wody na fermach, gdzie są dojarki mechaniczne i w warzywnictwie pod osłonami, można przyjąć wartości przedstawione w tabeli 5.

Tabela 5

Oszczędność węgla (tys. t p.u.) przy wykorzystaniu kolektorów słonecznych

Rok	Łączna powierzchnia kolektorów w tys m ²	Nakłady inwestycyjne w mln zł	Uzyskana energia w GWh	Oszczędność węgla w tys. t p.u.
1990	542	562,8	276,0	33,6
1995	829	2806,0	468,5	57,1
2000	1557	8060	983,5	120,9

Warunki wiatrowe znacznej części terytorium Polski można uznać jako dogodne do budowy siłowni wiatrowych. Warunki te charakteryzują się prędkością wiatru 4—16 m/s. Wiatry o tej prędkości najdłużej w ciągu roku występują na obszarze Niziny Szczecińskiej, Pomorza, Żuław, Suwalszczyzny, Pojezierza Gnieźnieńskiego, Niziny Mazowieckiej, Beskidu Śląskiego, Małego i Żywieckiego. Mogą wystąpić również dogodne lokalne warunki do budowy siłowni wiatrowych w innych miejscowościach. Jednak obecny niedoskonały stan rozpoznania wiatrów wiejących na obszarze Polski uniemożliwia bardziej precyzyjne ustalenie miejscowości dogodnych do budowy siłowni wiatrowych.

Badania siłowni wiatrowych wykonane przez IBMER wykazują, iż z 1 m² powierzchni zakreślonej skrzydłami wiatraka można uzyskać 120—200 kWh energii rocznie. Dane zagraniczne i obliczenia teoretyczne wskazują, że można uzyskać więcej, od 200 do 400 kWh, są to jednak dane nie sprawdzone w warunkach polskich.

Koszt doświadczalnej elektrowni wiatrowej wyposażonej w turbinę o rozpiętości skrzydeł 8 m i prądnicy o mocy 20 kVA, umieszczonej na metalowym słupie wysokości 10 m, wyniósł ok. 1,8 mln zł. Uzyskana w trakcie badań maksymalna moc wynosiła 11 kW, średnia moc ok. 5 kW. Można przyjąć, że koszt inwestycyjny 1 kW uzyskanej mocy elektrowni wiatrowej wynosi 240 tys. zł. Po zunifikowaniu zespołów i uruchomieniu produkcji seryjnej należy się spodziewać obniżenia kosztów o ok. 20—25%, tj. rzędu 180—190 tys. zł. za 1 kW mocy.

W rolnictwie do potrzeb produkcyjnych najodpowiedniejsze będą siłownie wiatrowe o mocy 8—20 kW. Siłownie te mogą dostarczać energię elektryczną (przykład jak wyżej), ciepłą (inne rozwiązanie realizowane przez IBMER,) lub mechaniczną do napędu pomp. Rozwój siłowni wiatrowych będzie zależeć od wielu czynników, a szczególnie od pomocy kredytowej państwa i częściowego ich umorzenia.

Tabela 6

Energia uzyskana za pomocą siłowni wiatrowych

Rok	Liczba siłowni wiatrowych sztuk	Poniesione koszty inwestycyjne mld zł	Uzyskana energia w GWh
1990	2000	0,38	15
2000	15000	1,33	925
1995	7000	2,85	1125

Dla orientacji można przyjąć, że do roku 2000 zostanie zbudowanych w kraju 15000 siłowni wiatrowych, w tym 2000 sztuk do 1990 r., 5000 sztuk w latach 1991—95 i 8000 sztuk w latach od 1996 do 2000. Licząc przeciętnie, każda siłownia może dostarczyć rocznie 7500 kWh energii.

Na terenie Polski było czynnych ok. 8500 siłowni wodnych. W latach 50-tych i dalszych następuje stopniowa likwidacja tych obiektów. Przyczyn było wiele, a szczególnie postępująca elektryfikacja kraju, niższa cena energii uzyskiwanej z sieci energetycznej, brak ludzi do obsługi oraz brak części zamiennych. Aktualnie czynnych jest około 300 siłowni wodnych.

Prace wykonane przez BSiPE „Energoprojekt” wykazują, że większość istniejących obiektów piętrzących oraz zasoby wodne dla małej energetyki znajdują się w województwach południowych i województwach północnych. Znaczna ilość obiektów znajduje się na ziemiach zachodniej Polski i stosunkowo mało w województwach centralnych oraz wschodnich.

W przeanalizowanych 510 istniejących spiętrzeniach możliwe jest zainstalowanie ok. 75 MW mocy oraz uzyskanie rocznie około 350 GWh energii elektrycznej. Średnia moc instalowana małych elektrowni wodnych, przy istniejących spiętrzeniach wynosi ok. 150 kW, a produkcja roczna energii około 670 MWh.

Budową wymienionych małych elektrowni wodnych może być zainteresowana energetyka zawodowa, gdyż ich wykorzystanie może być ekonomicznie uzasadnione do pracy na wspólną sieć.

Poza tymi obiektami znajduje się ok. 1000 mniejszych spiętrzeń o niezidentyfikowanej mocy energetycznej. Mała efektywność ekonomiczna tych spiętrzeń dla potrzeb energetycznych powoduje, że ewentualne wykorzystanie przez resort energetyki przewiduje się dopiero po 2000 r. Obiekty te stanowią potencjalną bazę dla mikroelektrowni rolniczych. Moc instalowana w tego rodzaju spiętrzeniach może wynosić od 2—50 kW. Wielkość zasobów energetycznych tej grupy obiektów szacuje się

na ok. 15 MW mocy instalowanej i ok. 60 GWh rocznej produkcji energii elektrycznej.

Inwestycje związane z małą energetyką wodną charakteryzuje duża kapitałochłonność rzędu 300—500 tys. zł/kW mocy instalowanej. Te nakłady wiążą się tylko z częścią energetyczną, uznając iż część wodna (spiętrzenia) są już wybudowane lub będą w ramach programu melioracyjnego.

Pozyskanie z mikroelektrowni rolniczych 15 MW mocy (60 GWh energii) wymaga zainwestowania ok. 4,5 mld zł. i uruchomienia produkcji turbin wodnych, prądnic i innych urządzeń niezbędnych dla tego typu obiektów.

Nie tylko spiętrzenia wodne posiadają możliwości do wykorzystania zasób energii. Również wody podziemne mogą być wykorzystane jako źródło ciepła. Od szeregu lat w wielu krajach — również w Polsce — prowadzone są badania akumulowania energii cieplnej w podziemnej warstwie wodonośnej oraz odbiór ciepła, które posiada woda. Na przykład w Belgii eksploatowanych jest około 50 instalacji wykorzystujących ciepło wody gruntowej. Do odzysku ciepła stosuje się pompy ciepłe typu woda-woda. Źródłem ciepła jest woda gruntowa pobierana z wywierconych w ziemi otworów. Woda ochładza się o 3—4 K. Dla przykładu przy godzinowej wydajności 7—8 tys. l wody i jej ochłodzeniu w pompie cieplnej o 3—4 K w badanym obiekcie uzyskano w ciągu roku 230—240 GJ. Uzyskana ciepła woda o temperaturze 40—50°C magazynowana była w zbiorniku o pojemności 500 l. Energia zużyta na odzysk ciepła w pompie cieplnej (kompresor, pompa do wody gruntowej i pompa w zbiorniku) wyniosła pierwszego roku badań 20211 kWh, a drugiego 16492 kWh. Odpowiednio odzyskano energię (ciepła woda) w pierwszym roku 68889 kWh i w drugim — 64584 kWh. Średnia sprawność cieplna wyniosła 3,4—3,9. Uzyskano w ciągu roku energii netto ponad 48 tys. kWh. Można przewidywać wybudowanie do 2000 roku ok. 1000 instalacji do odzysku ciepła wody gruntowej co da ok. 230—240 TJ energii cieplnej rocznie.

Pozyskanie energii w wyniku przerobu biomasy

Odpady pochodzące z hodowli zwierząt, takie jak gnojowica lub obornik, są dobrym surowcem do produkcji biogazu. Możliwa jest również, ale w mniejszym zakresie, produkcja biogazu z resztek poźniwnych.

Biogaz może być użyty w rolnictwie do celów grzewczych i jako paliwo w stacjonarnych silnikach spalinowych (stosowanie do silników spalinowych w maszynach mobilnych wymaga dodatkowych urządzeń i na obecnym etapie jest technicznie trudne i nieopłacalne).

Przeprowadzone przez IBMER badania eksploatacyjne doświadczalnej instalacji biogazowej wykazały, iż przeciętnie od 1 statystycznej dużej jednostki przeliczeniowej (DJP) można uzyskać w ciągu roku ponad 220 m³ gazu o wartości energetycznej 5,8 kWh/m³ (według danych literaturowych uzyskuje się 3-krotnie więcej, nawet 650—700 m³ od 1 DJP). Część energii zużywa się na utrzymanie fermentacji metanowej (podgrzewanie masy, pompowanie, mieszanie), co stanowi przeciętnie ok. 2 kWh/m³. Uzyskana w ten sposób energia netto wynosi 3,8 kWh/m³. Obecny stan pogłowia zwierząt wynosi ok. 12 mln DJP.

Przyjmując celowość budowy urządzeń fermentacyjnych tylko przy pogłowiu stada większym niż 6—7 DJP (ok. 15% pogłowia), roczna produkcja biogazu wyniesie ok. 0,4 mld m³, którego wartość opałowa netto wynosi ok. 1,5 mld kWh. (tab. 7).

Tabela 7

Ilości energii uzyskane za pomocą instalacji biogazowych

Rok	Liczba instalacji	Łączne nakłady inwestycyjne w 5-letce — mln zł	Uzyskany gaz w mln ³	Uzyskana energia netto w GWh
1990	100	99	0,6	0,002
1995	5100	4500	40,6	0,15
2000	45100	31500	390,6	1,5

Koszt budowy urządzenia do wytwarzania biogazu z gnojowicy o pojemności komory fermentacyjnej 20 m³ — według cen 1982 roku wynosi ok. 900 tys. zł.

Uwzględniając amortyzację, naprawy i konserwację, ubezpieczenie oraz oprocentowanie kapitału, roczny koszt utrzymania wymienionej instalacji biogazowej wynosi 115 tys. zł. a z uwzględnieniem kosztów energii i robocizny — 152 tys. zł.

Dla omawianego typu instalacji do wytwarzania biogazu koszt wyprodukowanego 1 m³ gazu wynosi ponad 27.— zł. Ponieważ przeprowadzone wyliczenia dotyczą pierwszej w kraju zbudowanej i przebadanej instalacji biogazowej można przyjąć, że podany koszt gazu po udoskonaleniu technologii, podjęciu masowej produkcji zunifikowanych urządzeń może być obniżony prawie 2—3-krotnie, tj. do 9—12 zł za 1 m³. Przy obecnych kosztach wytworzonego biogazu i obecnych cenach na paliwo oraz energię elektryczną uzyskana z biogazu jednostka energe-

tyczna będzie droższa w stosunku do jednostki energetycznej uzyskanej z:

— węgla kamiennego	o 11,8 raza
— gazu miejskiego	o 7,4 raza
— energii elektrycznej	o 2,4 raza

Przy produkcji biogazu na bazie odchodów zwierzęcych należy brać pod uwagę w pierwszym rzędzie nawozowe ich przeznaczenie. Fermentacja metanowa polepsza właściwości nawozowe odchodów i korzystniej oddziałuje na ochronę środowiska, szczególnie przy stosowaniu gnojowicy. Tam gdzie muszą być budowane urządzenia do magazynowania odchodów, można przewidzieć także instalacje biogazowe, co obniży koszty inwestycyjne, obciążające produkcję biogazu. Na obniżenie kosztów wytwarzania biogazu może wpłynąć udoskonalenie technologii i instalacji do jej pozyskania.

Gaz palny z produktów organicznych można uzyskać stosując inną technologię od wyżej opisanej, a mianowicie zgazowywanie w specjalnych generatorach. Technologie zgazowania produktów organicznych są znane od dawna. Jako produkt zgazowania wykorzystuje się drewno oraz niektóre odpady organiczne produkcji rolniczej. W wyniku zgazowania tych produktów uzyskuje się niskokaloryczny gaz zawierający znaczne ilości tlenku węgla, przy czym jest on toksyczny. Gaz ten nie nadaje się do magazynowania i przesyłania na odległość i dlatego jest zużywany w miejscu wyprodukowania, a mianowicie w ciągnikach, samochodach, stacjach pomp itp. Do produkcji gazu stosowane są różne konstrukcje generatorów. Największa ich różnorodność powstała w okresie drugiej wojny światowej, co było wywołane brakiem paliwa ciekłego.

Kryzys paliwowy lat siedemdziesiątych spowodował wznowienie zainteresowania szeregu firm produkcją generatorów do zgazowania drewna i innych produktów. Badania są prowadzone na generatorach stacjonarnych i instalowanych na samochodach oraz ciągnikach rolniczych. Na przykład w 1984 r. w Belgii badany był ciągnik Ford o mocy 90 KM z zainstalowanymi dwoma generatorami produkcji belgijskiej do zgazowania drewna. Stosowanie na szerszą skalę do napędu ciągników i samochodów gazu uzyskanego z drewna, torfu czy innych odpadów organicznych w dużym stopniu jest uzależniony od stopnia zaopatrzenia w paliwo płynne i jego ceny na rynku. Nie ulega wątpliwości, że pod względem eksploatacyjnym produkcja gazu w generatorach jest bardziej kłopotliwa, aniżeli korzystanie z paliwa płynnego. Tym niemniej w perspektywie taką możliwość należy brać pod uwagę. Z 1 kg drewna o wilgotności 20% można wyprodukować 2,5 m³ gazu o właściwościach cieplnych 4,2—5,8 MJ/m³. Zakładając bardzo ostrożnie można przewidzieć do 2000 r. przerób ok. 100000 t drewna, co pozwoli wyprodukować ok. 250

mln m³ gazu. W przeliczeniu da to 125 TJ energii co odpowiada 4250 t P.U.

Obok gazu produkowanego z masy organicznej jako alternatywne, uzupełniające paliwo płynne może być brany pod uwagę spirytus etylowy.

Biorąc pod uwagę możliwości produkcyjne oraz surowcowe rolnictwa istnieje możliwość dodatkowego wyprodukowania 150—240 mln l spirytusu etylowego, z przeznaczeniem go na cele napędowe. Obecne koszty produkcji 1 l spirytusu (w przeliczeniu na produkt o mocy 100%), w zależności od typu gorzelni rolniczej i rodzaju surowca wynoszą:

— z ziemniaków	ok. 140 zł/litr	
— ze zboża	ok. 150 zł/litr	
— z melasy	ok. 110 zł/litr	(gorzelnie przemysłowe
— z owoców	ok. 360 zł/litr	— 60 zł/litr

Uzyskany spirytus etylowy może być stosowany do silników spalinowych jako dodatek do benzyny. Optymalna ilość dodawanego alkoholu (objętościowo) nie może przekraczać 20—30%. Dodawany alkohol powinien być całkowicie bezwonny. Silniki z zapłonem iskrowym nie wymagają żadnych zmian. Najlepiej dodawać alkohol bezpośrednio przed zużyciem. Ze względu na utrudnienie podczas składowania i dystrybucji, użytkowanie alkoholu jako dodatku do benzyny napotyka na trudności.

Podawanie alkoholu jako składnika do paliwa silników wysokoprężnych, jak również stosowanie go jako paliwa samoistnego w silnikach benzynowych napotyka na większe trudności i pociąga określone zmiany konstrukcyjne.

Z uwagi, że w rolnictwie przeważają silniki wysokoprężne (ciągniki, kombajny, samochody ciężarowe), wykorzystanie alkoholu etylowego może służyć tylko celom ogólnokrajowym. Wykorzystaniem tego uzupełniającego paliwa jako dodatku do benzyny powinna zająć się Centrala Przemysłu Naftowego.

W niektórych krajach Ameryki prowadzone są badania nad zastosowaniem ok. 10% dodatku alkoholu do benzyny i olejów napędowych. Warunkiem prawidłowej pracy silnika jest wytworzenie w/w mieszaniny bezpośrednio przed zasileniem silnika.

Obok paliwa gazowego i alkoholu jako uzupełnieniem paliw płynnych mogą być oleje roślinne. Na świecie znanych jest ponad 50 gatunków roślin, z których można otrzymać olej do napędu silników. Wartość energetyczna olejów roślinnych waha się w granicach 30 MJ do 47 MJ na 1 gram. Z badań zastosowania oleju analogicznego jaki używa się w konsumpcji wynika, że nie wpływa on w wyraźny sposób na pracę silnika. W zależności od procentowego udziału oleju roślinnego w paliwie napędowym zmienia się jednostkowe zużycie paliwa i moc silnika.

Im większy jest ten udział, tym większe jest zużycie paliwa i większy spadek mocy.

Badania prowadzone w USA wykazały, że np. stosując dodatek 10% oleju słonecznikowego do oleju napędowego zużycie paliwa wzrasta o ok. 2% i nie obserwuje się spadku mocy. W Polsce dodatkiem do oleju napędowego może być olej rzepakowy. Jest on jednak droższy w stosunku do ceny paliwa i dlatego jego zastosowanie może być uzależnione od stopnia zaopatrzenia rolnictwa w paliwo i od relacji cen. W naszych warunkach wykorzystanie oleju roślinnego do celów energetycznych będzie uzależnione od rozwiązania kwestii produkcji żywności, a tym samym i tłuszczów jadalnych.

W niektórych krajach podjęto eksploatację urządzeń do spalania produktów ubocznych produkcji roślinnej, a w pierwszym rzędzie słomy. Próby spalania słomy prowadzone są w RFN, Austrii WRL i innych krajach, gdzie występuje dostatek produkcji zbóż, a nadmiar słomy zbożowej i z kukurydzy nie jest zagospodarowany na cele paszowe. W naszych warunkach sytuacja taka istnieje w nieznacznej ilości pojedynczych gospodarstw, z których wywożenie słomy jest kosztowne, a dowożenie paliw utrudnione.

Do spalania słomy stosowane są specjalne piece i kotły. Konstrukcje tych pieców muszą być dostosowane do wysokiej temperatury powyżej 1200°C. Z reguły piece wykorzystywane są w kotłowniach centralnego ogrzewania. Najczęściej słoma składowana jest w dużych belach uformowanych prasami rolującymi lub wysokiego zgniotu. Przed spalaniem bele są rozszarpywane i słoma podawana luzem do paleniska. Jak już wspomniano, na obecnym etapie zagospodarowania słomy w kraju (pasa, ściółka) nie należy przewidywać znaczącego jej wykorzystania do celów energetycznych. Znacznie większe nadzieje można wiązać z pozyskaniem odpadów leśnych, ale technologia pozyskania tych odpadów — jak obecnie jest bardzo pracochłonna i to ogranicza zakres wykorzystania.

Wykorzystanie małych źródeł paliw tradycyjnych

Na terenie wielu województw kraju znajdują się małe złoża węgla kamiennego, zalegającego na głębokości do 10—15 m. Eksploatacja tych złóż dla „dużego” przemysłu jest nieopłacalna, natomiast może być wykorzystana dla potrzeb rolnictwa. Podobnie jest z nieczynnymi odwiertami gazu ziemnego, który z uwagi na małe ilości i niskie ciśnienie nie nadaje się do eksploatacji i przesyłu na dalsze odległości, lecz może być wykorzystany na potrzeby lokalne, w tym rolnictwie.

Według szacunku AGH w Krakowie, zasoby rozpoznanych małych złóż węgla brunatnego ocenia się na ok. 500 mln ton. Z jednego złoża na potrzeby lokalne można uzyskać 50—100 tys. ton węgla brunatnego rocznie. Jeżeli chodzi o gaz ziemny, to zasoby małych złóż ocenia się na około 14.462 mln m³. Pozyskanie węgla brunatnego i gazu ziemnego dla lokalnych potrzeb wymaga nakładów finansowych, sprzętu oraz uregulowania szeregu aspektów prawnych i własnościowych. Biorąc pod uwagę wzrastające zapotrzebowanie rolnictwa na paliwo i energię, o czym mówiono na wstępie oraz fakt ograniczonego przyrostu wydobycia paliw tradycyjnych i importu paliwa, wykorzystanie omawianych małych złóż staje się koniecznością.

Przewidywane pozyskanie energii ze źródeł niekonwencjonalnych

W wyniku przeprowadzonej analizy możliwości odzyskania energii w procesach technologicznych jak również pozyskania ze źródeł niekonwencjonalnych, przewiduje się uzyskanie do roku 2000 ok. 2 mln ton paliwa umownego (tab. 4). Przeprowadzone wyliczenia są szacunkowe i mogą zarówno wzrosnąć jak i zmaleć, a będzie to zależeć od systemu popierania tych gospodarstw rolnych, które będą chciały stosować omówione wyżej techniki pozyskania dodatkowej energii.

Przy cenach na paliwo tradycyjne (węgiel, gaz) i energię elektryczną niższych od kosztów ich wydobycia, przetwarzania i przesłania do odbiorcy, gospodarstwom rolnym, a to dotyczy i innych użytkowników, nie opłaca się inwestować w urządzenia do odzysku lub pozyskania energii niekonwencjonalnej ponieważ są kilka lub nawet kilkanaście razy większe od obecnych cen paliw tradycyjnych. Zachętą do pozyskiwania lub odzyskiwania energii we własnym gospodarstwie może być dotacja państwa (np. umowa o części kredytu udzielonego na budowę instalacji energetycznych), która byłaby równa dopłatom państwa do cen sprzedawanego węgla, gazu i energii elektrycznej. Wysokość dotacji powinna być proporcjonalna do zmniejszonego korzystania przez odbiorcę z paliw tradycyjnych i energii elektrycznej sprzedawanych przez państwo.

W warunkach kiedy ceny energii elektrycznej i paliw tradycyjnych są wyższe od kosztów ich pozyskania, dotowanie użytkowników niekonwencjonalnych źródeł jest zbędne. W tym przypadku sami użytkownicy będą zainteresowani w ich wykorzystaniu. Będzie to najskuteczniejszy stymulator w upowszechnieniu stosowania w rolnictwie niekonwencjonalnych źródeł energii i racjonalnego nią gospodarowania.

Tabela 8

Przewidywany odzysk energii w procesach technologicznych
i ze źródeł niekonwencjonalnych w 2000 roku

Źródło pozyskania paliwa lub energii	Odzyskane i pozyskane paliwo	
	jednostki fizyczne	w tys. t p.u.
Odzysk ciepła w procesach technologicznych:		
— schładzanie mleka	912 GWh	113,5
— oziębianie gnojowicy	450 GWh	55,3
— wentylacja budynków	470 GWh	57,8
— suszenie	12,0 tys. t.	9,6
— Z-dy przemysłowe	6019,2 TJ	204,6
Naturalne nośniki energii:		
— słońce	983 GWh	120,9
— wiatr	1125 GWh	138,4
— spadek małych rzek	60 GWh	7,4
— ciepło wód gruntowych	230 TJ	7,8
Pozyskanie energii w wyniku przerobu biomasy:		
— biogaz	390 mln m ³	444,6
— gazowanie drewna	125 TJ	4,2
— spirytus etylowy	200 mln l	290,0
Małe złoża paliw:		
— węgiel brunatny	600 tys. t.	156,0
— gaz ziemny	200 mln m ³	
Razem:		1838,1

Wykaz wykorzystanych opracowań

- M. Bernatowicz + Zespół „Wykorzystanie ciepła odpadowego o niskich parametrach do ogrzewania szklarni” 1983 rok.
- W. Beaddr „Alternative Energienutzung” 1980 r. KTBL.
- D. Pimental „Future energy and food supplies” New York 1980.
- K. Moll, S. Jubke „Możliwości wykorzystanie małych złóż węgla brunatnego i gazu ziemnego w rolnictwie” 1983 r.
- A. Sowiński i Zespół „Założenia programowe energetyzacji rolnictwa z małych elektrowni wodnych” 1983 r.
- J. Tymiński i Zespół „Energetyzacja i mechanizacja rolnictwa warunkiem wzrostu produkcji żywności” 1981 rok.
- J. Tymiński „Ekspertyza możliwości substytucji paliw i energii elektrycznej w rolnictwie 1983 r.
- J. Tymiński „Analiza wyników badań stanu gospodarki energetycznej na wsi” 1969 rok.