

Olga Anna Orynych¹⁾
Politechnika Białostocka

Produkcja biopaliw ciekłych, jako źródła energii dla transportu

Production of liquid biofuels as the energy source for transport

Wzrostowi poziomu życia mieszkańców globu związanemu z postępowaniem cywilizacyjnym towarzyszy zwiększanie się zapotrzebowania na energię, a to z kolei zmusza do poszukiwania nowych jej źródeł oraz rekonstrukcji narodowych rynków energetycznych. Konieczność realizacji zobowiązań międzynarodowych, zapewnienia bezpieczeństwa energetycznego i konkurencyjności zobowiązuje do wzrostu nakładów inwestycyjnych na nowe technologie pozyskiwania i przetwarzania energii, szczególnie ze źródeł odnawialnych.

Do produkcji paliw odnawialnych w energetyce jak i transporcie, w perspektywie najbliższych 20 lat, będzie wykorzystywana, na ile to możliwe, biomasa²⁾. Znaczenie rozwiązania problemu biopaliw transportowych można określić w trzech wymiarach: energetycznym, ekologicznym i gospodarczym.

Ciągły przyrost liczby pojazdów i urządzeń komunikacyjnych przyczynia się do wzrostu zużycia energii na świecie.

Uwzględniając światową tendencję ograniczania emisji gazów cieplarnianych można spodziewać się silnego nacisku politycznego na ograniczenie emisji CO₂ w transporcie. Sposobem na ograniczenie toksyczności spalin i przełamanie bariery ekologicznej w rozwoju transportu może okazać się powszechne zastosowanie biopaliw.

Sprawne funkcjonowanie transportu wymaga zaopatrzenia w paliwa. W wysokie ceny surowców energetycznych na świecie oraz perspektywa wyczerpania ich zasobów stwarza problem zaopatrzenia w paliwa. Dlatego też zyskują na znaczeniu perspektywy rozwoju produkcji biopaliw ciekłych dla transportu. Przetwarzanie surowców odnawialnych umożliwia otrzymywanie substytutów paliw kopalnych, takich jak np.: biodiesel, olej roślinny, biometanol, biometanol³⁾. Spośród paliw wytwarzanych z roślin największe znaczenie mają estry metylowe oleju rzepakowego mające zastosowanie w silnikach wysokoprężnych.

Celem artykułu jest zwrócenie uwagi na wzrost zainteresowania biopaliwami ciekłymi oraz na potencjalne kierunki optymalizacji ich produkcji.

Perspektywy rozwoju biopaliw

Kluczowym wyzwaniem stającym przed współczesną motoryzacją jest dążenie do ograniczania wzrostu popytu na paliwa ciekłe pochodzenia kopalnego oraz ograniczanie emisji zanieczyszczeń pochodzących z silników spalinyowych, co może być osiągnięte jako skutek postępu technicznego w transporcie i przemyśle produkcji paliw. Postęp techniczny przejawia się w doskonaleniu nowych pojazdów: niskoemisyjnych, elektrycznych, hybrydowych oraz tworzeniu nowych paliw, m.in. biopaliw różnych generacji. Wzrostowi gospodarczemu świata, mimo że wiąże się ze zwiększaniem efektywności produkcji, nadal towarzyszy wzrost zapotrzebowania na energię, w tym zużywaną w różnych środkach transportu.

W 2007 r. w 27 krajach UE zużycie energii finalnej wyniosło 1157,7 Mtoe⁴⁾, przy produkcji energii brutto na poziomie 1806 Mtoe, co wyniosło 15,5% światowej produkcji. Z tego 377,2 Mtoe (32,6%) zużył transport, 322,9 Mtoe (27,9%) przemysł, 284,6 Mtoe (24,6%) gospodarstwa domowe i rolnictwo, 145 Mtoe (12,5%) sektor usług. Łącznie produkcja energii brutto pochodziła w: 36,4% z paliw płynnych, 24% z paliw gazowych, 18% z paliw stałych, 13,4% z energii nuklearnej, 5,4% z biomasy, 1,5% z hydroenergii. Sektor transportu z zużyciem finalnym energii w 2007 r. w wysokości 377 mln ton przelicznikowych stanowi najbardziej energochłonny dział gospodarki UE⁵⁾. Zużycie poszczególnych paliw płynnych, w tym biopaliw, przedstawia tabela 1.

¹⁾ Mgr inż., Katedra Zarządzania Produkcją, Politechnika Białostocka.

²⁾ Chochołski A., Krawiec F. Zarządzanie w energetyce. Difin, Warszawa 2008.

³⁾ Papworth I., Donnelly B., Skinder I.: UIC study on Railways and Biofuels. UIC biofuels workshop, Paris 2007.

⁴⁾ toe – tona oleju ekwiwalentnego, energetyczny równoważnik tony ropy naftowej

⁵⁾ Menes E., Stoński D. Energochłonność i emisja dwutlenku węgla generowana przez transport krajów tworzących UE, *Transport samochodowy* 2010, nr 2, s. 17 – 24.

Tabela 1

Zużycie finalne paliw ciekłych
w transporcie w UE w 2007 r., ktoe

	Zużycie ON i benzyny przez transport	W tym benzyn	W tym ON	Udział biopaliw w zużyciu ON i benzyny przez transport	Biopaliwa	W tym w benzynie	W tym w oleju napędowym	Inne biopaliw płynne*
EU-27	303131	106533	196598	2,6%	7878	1187	6675	15
Belgia	8268	1468	6800	1,1%	87		87	
Bułgaria	2013	627	1386	0,1%	2			2
Czechy	5929	2208	3721	0,5%	30		30	
Dania	4529	1881	2647	0,1%	6	6		
Niemcy	47707	21671	26036	8,4%	3994	296	3698	
Estonia	805	338	467					
Irlandia	4671	1915	2756	0,5%	21	3	16	2
Grecja	7030	4317	2713	1,2%	85		85	
Hiszpania	35170	7020	28150	1,1%	386	114	273	
Francja	41514	9783	31731	3,5%	1473	279	1194	
Włochy	37835	12412	25423	0,4%	141		141	
Cypr	657	370	287	0,1%	1		1	
Łotwa	1216	427	787	0,1%	2		2	
Litwa	1434	437	997	3,6%	52	11	42	
Luksemburg	2137	453	1684	1,7%	36	1	35	
Węgry	4257	1611	2645	0,7%	29	27	2	
Malta	155	67	88					
Holandia	11226	4387	6840	2,8%	311	88	223	
Austria	7592	2035	5557	2,9%	218	17	191	10
Polska	12059	4249	7810	0,8%	96	72	25	
Portugalia	6001	1638	4363	2,2%	133		133	
Rumunia	4285	1549	2736	0,9%	40		40	
Słowenia	1692	648	1044	0,8%	13		13	
Słowacja	1813	644	1169	4,9%	89	12	77	
Finlandia	4350	1958	2392	0,0%	1	1		
Szwecja	7257	3897	3360	3,9%	285	182	102	
W. Brytania	41531	18521	23009	0,8%	346	77	268	

* biopaliwa używane samoistnie

Źródło: European Commission, EU energy and transport in figures. Statistical Pocketbook 2010

Biorąc pod uwagę dane z tabeli 1 można stwierdzić, że znaczące zużycie przypada na ON. Udział biopaliw jest niewielki, jednak w tym zakresie dominuje biodiesel.

W ostatnich latach intensywnie zmierza się w kierunku opracowania strategii substytucji paliw ropopochodnych paliwami ze źródeł odnawialnych. Obecnie, zgodnie z prawem, biopaliwa wprowadza się jako biokomponenty do paliw silnikowych. Również legalne w Polsce są następujące biopaliwa B 100 (100% estrów oleju roślinnego) i B 20 (20% estrów oleju roślinnego) oraz paliwa bioetanolowe,

czyli E 85 (70 – 85% bioetanolu w mieszaninie z benzyną) i E 95 (ponad 90% zawartości bioetanolu)⁵⁾.

Polska bierze udział w tworzeniu wspólnotowej polityki energetycznej skierowanej m.in. na:

- wykorzystanie odnawialnych źródeł energii, w tym biopaliw,
- wzrost bezpieczeństwa paliw i energii,
- konkurencyjność rynków paliw i energii,
- wzrost efektywności energetycznej,
- ograniczenie oddziaływania energetyki na środowisko⁶⁾.

Realizacja tej polityki opiera się na dywersyfikacji nośników energii pierwotnej i dostępnych technologiach wytwarzania energii. Założenia przewidują, że w najbliższych la-tach, poza pozyskiwaniem energii w sposób tradycyjny, będzie wzrastał udział energii pochodzącej ze źródeł alternatywnych (tab. 2 i 3).

Tabela 2

Zapotrzebowanie na energię finalną
w podziale na nośniki, Mtoe

Nośniki	2006	2010	2015	2020	2025	2030
Produkty naftowe	21,9	22,4	23,1	24,3	26,3	27,9
Węgiel	12,3	10,9	10,1	10,3	10,4	10,5
Gaz ziemny	10,0	9,5	10,3	11,1	12,2	12,9
Energia odnawialna	4,2	4,6	5,0	5,9	6,2	6,7
Energia elektryczna	9,5	9,0	9,9	11,2	13,1	14,8
Ciepło sieciowe	7,0	7,4	8,2	9,1	10,0	10,5
Pozostałe paliwa	0,6	0,5	0,6	0,8	1,0	1,2
RAZEM	65,5	64,4	67,3	72,7	79,3	84,4

Źródło: Ministerstwo Gospodarki *Prognoza zapotrzebowania na paliwa i energię do 2030 roku*, Warszawa 2009.

Analiza powyższych danych wskazuje, że do 2030 r. spadnie zużycie węgla w przeciwieństwie do zużycia innych nośników. Prognoza przewiduje wzrost finalnego zużycia produktów naftowych o 27%, gazu ziemnego o 29%, energii odnawialnej o 60%, energii elektrycznej o 56% oraz ciepła sieciowego o 50%. Wynika to z konieczności spełnienia wymagań pakietu energetyczno-klimatycznego.

W tabeli 3 przedstawiono zapotrzebowanie na energię finalną pochodzącą z odnawialnych źródeł energii w podziale na: energię elektryczną, ciepło, paliwa transportowe.

W tych latach przewiduje się wzrost nośników energii (paliw ciekłych blisko dwudziestokrotnie, ciepła prawie dwukrotnie, energii elektrycznej niemal dziesięciokrotnie).

⁵⁾ Wojciechowski A., Chłopek Z., Gis W., Menes E., Waśkiewicz J.: Kierunki postępu technicznego i organizacyjnego w transporcie samochodowym w Polsce w aspekcie zmniejszenia emisji gazów cieplarnianych, *Transport samochodowy* 2010, nr 2, s. 25 – 36.

⁶⁾ Krawiec F.: Odnawialne źródła energii w świetle globalnego kryzysu energetycznego. Difin, Warszawa 2010.

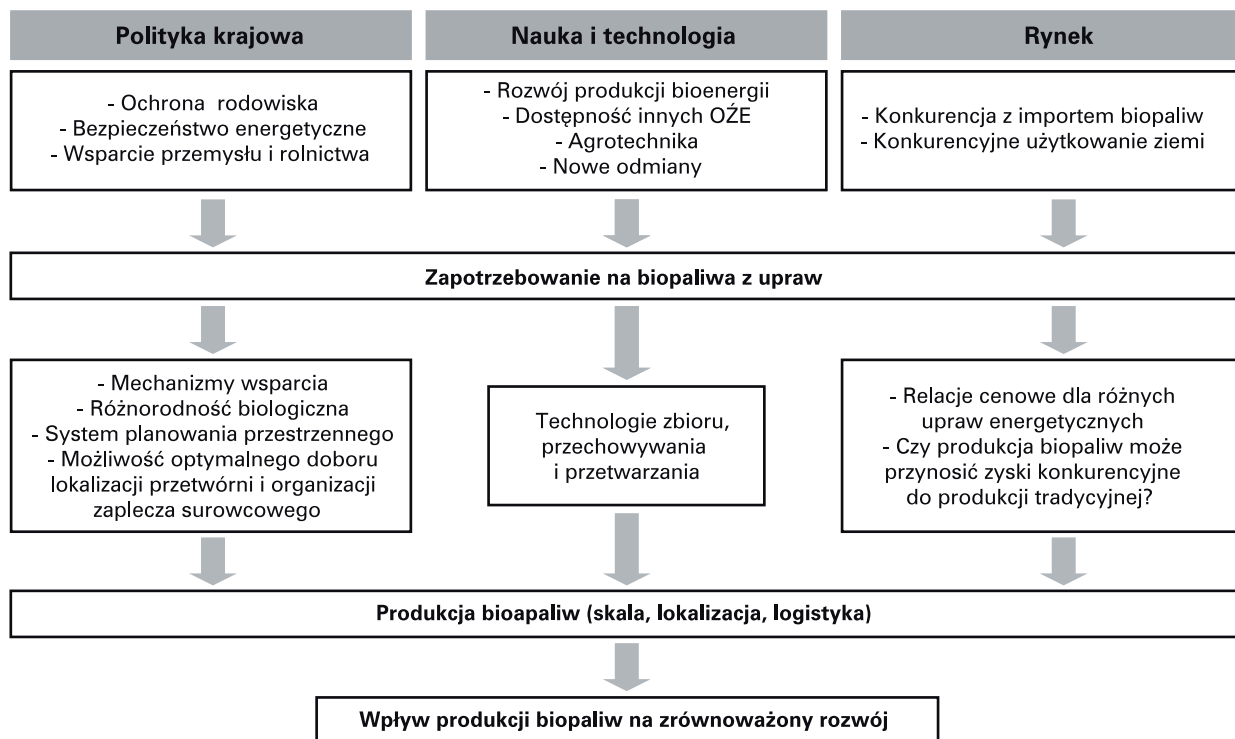
Zapotrzebowanie na energię finalną brutto z OZE w podziale na rodzaje energii, ktoe

	2006	2010	2015	2020	2025	2030
Energia elektryczna	370,6	715,0	1516,1	2686,6	3256,3	3396,3
<i>Biomasa stała</i>	159,2	298,5	503,2	892,3	953,0	994,9
<i>Biogaz</i>	13,8	31,4	140,7	344,5	555,6	592,6
<i>Wiatr</i>	22,0	174,0	631,9	1178,4	1470,0	1530,0
<i>Woda</i>	175,6	211,0	240,3	271,4	276,7	276,7
<i>Fotowoltaika</i>	0,0	0,0	0,0	0,1	1,1	2,1
Ciepło	4312,7	4481,7	5046	6255,9	7048,7	7618,4
<i>Biomasa stała</i>	4249,8	4315,1	4595,7	5405,9	5870,8	6333,2
<i>Biogaz</i>	27,1	72,2	256,5	503,1	750,0	800,0
<i>Geotermia</i>	32,2	80,1	147,5	221,5	298,5	348,1
<i>Słoneczna</i>	3,6	14,2	46,7	125,4	129,4	137,1
<i>Biopaliw transportowe</i>	96,9	549,0	884,1	1444,1	1632,6	1881,9
<i>Bioetanol cukro-skrobiowy</i>	61,1	150,7	247,6	425,2	443,0	490,1
Biodiesel z rzepaku	35,8	398,3	636,5	696,8	645,9	643,5
<i>Bioetanol II generacji</i>	0,0	0,0	0,0	210,0	240,0	250,0
<i>Biodiesel II generacji</i>	0,0	0,0	0,0	112,1	213,0	250,0
<i>Biowodór</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	90,8	248,3
Ogółem energia finalna brutto z OZE	4780	5746	7447	10387	11938	12897
Energia finalna brutto	61815	61316	63979	69203	75480	80551
% udziału energii odnawialnej	7,7	9,4	11,6	15,0	15,8	16,0

Źródło: Ministerstwo Gospodarki *Prognoza zapotrzebowania na paliwa i energię do 2030 roku*, Warszawa 2009.

W związku z tym warto przyrzeć się czynnikom kształtującym zapotrzebowanie na biopaliwa. Zaliczyć do nich należy: politykę krajową, naukę i technologię oraz rynek. Te

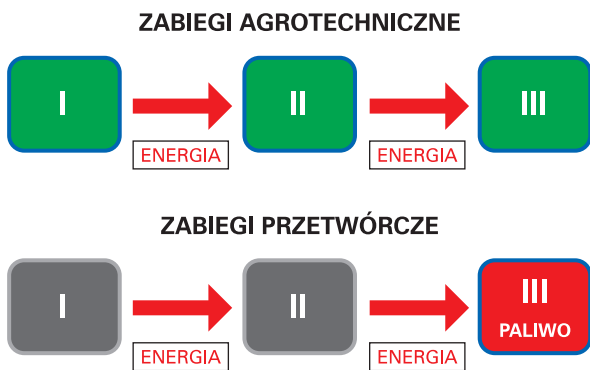
one decydują m.in. o bezpieczeństwie energetycznym, rozwoju produkcji bioenergii czy konkurencyjnym imporcie biopaliw.



Rys.1. Czynniki kształtujące zapotrzebowanie na biopaliwa

Ścieżka transformacji systemu produkcyjnego na przykładzie wytwarzania biodiesla – od surowców do energii

Wytwarzanie biopaliw wiąże się z szeregiem zabiegów agrotechnicznych i przetwórczych. Każdy zabieg wymaga włożenia pewnej ilości energii i surowców. Skoro efektem finalnym ma być biopaliwo, to powstaje pytanie: czy jego produkcja z energetycznego punktu widzenia ma sens?



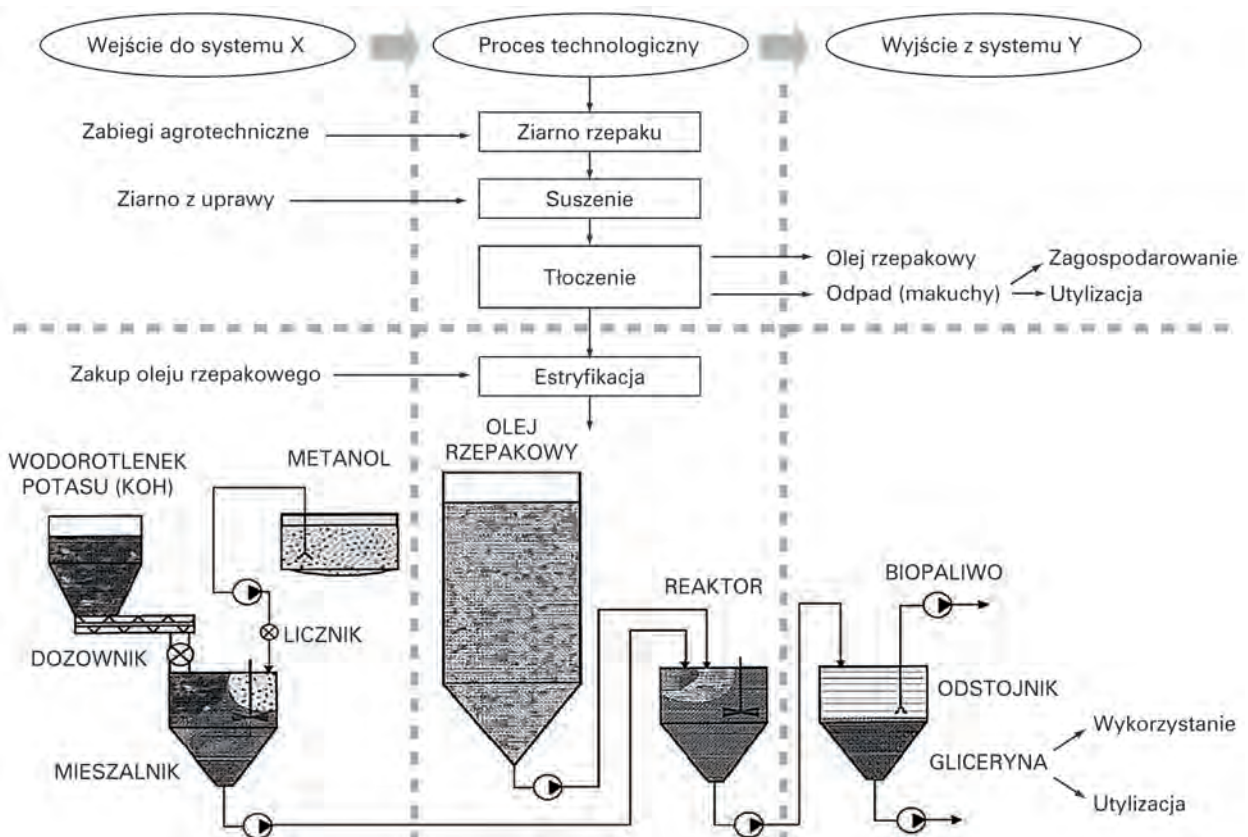
Rys. 2. Optimalizacja sprawności energetycznej w systemie produkcyjnym

Źródło: Wasiak A. Zagospodarowanie energetyczne biomasy. Referat na konferencji „Ratujmy bagienne łąki”. PRONAR, Białowieża 2011

Zastosowanie FAME (estrów metylowych oleju rzepakowego) w roli samoistnego paliwa lub biododatku należy oceniać pod względem oddziaływania na środowisko (np.: odpadów) oraz efektywności energetycznej i materialnej. P odstawowym problemem jest optymalizacja tych efektywności rozumianych jako stosunek energii otrzymanej w wyniku spalania biopaliwa do wszystkich wkładów energii w procesie produkcyjnym, a także ilość ostatecznie otrzymanego biopaliwa w stosunku do wszystkich wkładów materialnych na poszczególnych etapach produkcji. T aka efektywność produkcji zależy m.in. od: wykorzystania surowców odpadowych, potencjału surowcowego regionu, lokalizacji, logistyki, a także od określenia skali, w jakiej zasoby dostępnej biomasy mogłyby stanowić podstawę zrównoważonego rozwoju produkcji biopaliw. Na rysunku 3 przedstawiono przykładowy system produkcyjny wytwarzania ON BIO.

System produkcyjny biopaliw, ze względu na występowanie w nim surowca rolniczego, składa się z dwu podsystemów o bardzo zróżnicowanej technologii produkcji i wydajności, a także o bardzo zróżnicowanych ograniczeniach wynikających z uzależnienia od czynników środowiskowych (pory roku, klimat, itp.). W każdym z tych podsystemów występują procesy technologiczne składające się z szeregu procesów elementarnych, w których następuje powiązana konwersja masy i energii⁷⁾.

⁷⁾ Wasiak A. Informacja prywatna.



Rys. 3. Przykładowy system produkcyjny wytwarzania biodiesla

Źródło: Opracowanie własne

Podsumowanie

Konieczność dywersyfikacji surowców do wytwarzania paliw płynnych stwarza możliwości wytwarzania energii na skalę przemysłową, jak i na własny użytek w gospodarstwach. Wyczerpywanie się zasobów ropy naftowej wpłynęło na poszukiwanie paliw alternatywnych. Motoryzacja, a szczególnie transport drogowy, przyczynia się do wysokiej emisji gazów cieplarnianych do atmosfery spowodowanej przez spalanie paliw płynnych, takich jak benzyna czy olej napędowy.

Produkcja biopaliw ciekłych nadal przewyższa koszt pozyskiwania paliw kopalnych, mimo to ich wykorzystanie w różnych krajach świata rośnie, jednak nieuchronność ograniczania potencjału wydobycia tego surowca oraz wzrost cen na giełdach wkrótce tę sytuację zmieniają. W perspektywie kilku najbliższych lat przewiduje się wzrost wykorzystania biopaliw na rynku paliw transportowych.

Paliwa silnikowe z surowców roślinnych budzą w Polsce, jak i w innych krajach coraz większy entuzjazm. Zapotrzebowanie na paliwa z biomasy stymulowane jest wieloma czynnikami: działaniami politycznymi, krajowymi, pracami naukowo-badawczymi, rozwojem postępu technicznego, popytem. Stosowanie biopaliw, zarówno w UE jak i w Polsce, usankcjonowane jest dyrektywami, ustawami czy rozporządzeniami. Podstawowymi biopaliwami ciekłymi pochodzenia roślinnego są np.: biodiesel, biometanol, bietaanol i olej roślinny.

Próbą rozwiązywania problemów energetycznych może być wytwarzanie biodiesla na bazie rzepaku. Charakter systemy wytwarzania ON BIO polega na relacjach pomiędzy użytymi surowcami a produktami końcowymi.

Strumień masy podlega różnorodnym przekształceniom w kolejny półprodukt i odpad (o różnych wariantach możliwego przetworzenia). Na każdym etapie konieczne jest doprowadzenie energii, zaś w końcowym stadium produktem użytecznym jest energia zawarta w biopaliwie. Istotnym

elementem jest zdefiniowanie energii dostarczonej i energii odebranej w całym procesie. Określenie ilościowe jednostkowych procesów, z których każdy charakteryzuje się innym strumieniem masy i energii, ma wpływ na wydajność.

LITERATURA

- [1] Chocholski A., Krawiec F.: Zarządzanie w energetyce. Difin, Warszawa 2008
- [2] European Commission, EU energy and transport in figures. Statistical Pocketbook 2010
- [3] Krawiec F.: Odnawialne źródła energii w świetle globalnego kryzysu energetycznego. Difin, Warszawa 2010
- [4] Menes E., Słoński D.: Energochłonność i emisja dwutlenku węgla generowana przez transport krajów tworzących UE, *Transport Samochodowy* 2010, nr 2, s. 17 – 24
- [5] Ministerstwo Gospodarki, Prognoza zapotrzebowania na paliwa i energię do 2030 roku, Warszawa 2009
- [6] Papworth I., Donnelly B., Skinder I. UIC study on Railways and Biofuels. UIC biofuels workshop, Paris 2007
- [7] Rogulska M., Gumieniuk A.: Biopaliwa – dylematy surowcowe, *Przemysł Chemiczny* 2006, nr 85/12, s. 1612 – 1613
- [8] Wasiak A., Informacja prywatna
- [9] Wasiak A., Zagospodarowanie energetyczne biomasy. Referat na konferencji „Ratujmy bagienne łąki”. PRO-NAR, Białowieża 2011
- [10] Wojciechowski A., Chłopek Z., Gis W., Menes E., Waśkiewicz J.: Kierunki postępu technicznego i organizacyjnego w transporcie samochodowym w Polsce w aspekcie zmniejszenia emisji gazów cieplarnianych, *Transport Samochodowy* 2010, nr 2, s. 25 – 36



Oddział Warszawski Stowarzyszenia Elektryków Polskich
przy współpracy merytorycznej Instytutu Elektroenergetyki Politechniki Warszawskiej
organizuje w dniu **4 października 2012 roku**

VIII Konferencję naukowo-techniczną „OPTIMALIZACJA W ELEKTROENERGETYCE”

Konferencja odbędzie się w siedzibie PSE Operator SA w Konstancinie-Jeziornie

Tematyka Konferencji:

- optymalizacja dostaw energii elektrycznej do odbiorcy końcowego w warunkach stosowania zasady TPA
- optymalizacja rozwoju systemu elektroenergetycznego w warunkach rynku energii i przy uwzględnieniu energetyki rozproszonej,
- optymalizacja eksploatacji sieci przesyłowej i dystrybucyjnej,
- kluczowe problemy efektywności energetycznej oraz urządzeń elektrycznych
- inteligentne sieci elektroenergetyczne (Smart Grid)

Szczegółowych informacji udzielają:

Sekretariat konferencji - tel. 22 827 38 46, fax 22 827 93 95, e-mail: owsep@neostrada.pl

Przewodniczący Komitetu Organizacyjnego dr inż. Henryk Gładys - tel. 22 55 64 314, 604 210 236

<http://www.ee.pw.edu.pl/sep-ow>