

Wpływ charakterystyki ekologicznej źródeł energii na obciążenia środowiska towarzyszące produkcji szkła płaskiego float

PROF. UTH DR HAB. RYSZARD ŚWIETLIK, DR INŻ. ARTUR MOLIK

UNIwersytet Technologiczno-Humanistyczny w Radomiu
KATEDRA OCHRONY ŚRODOWISKA

Oddziaływania na środowisko związane z produkcją szkła odnoszą się głównie do zużycia zasobów, przede wszystkim paliw kopalnych. Surowce mineralne użyte do produkcji szkła mają znaczenie drugorzędne. Henclik i Kulczycka [1] szacują, że w Polsce największy wpływ na obciążenie środowiska powodowane przez przemysł szklarski mają gaz ziemny (36,7%) oraz energia elektryczna (26,5%).

Nasza wcześniejsza analiza LCA procesu produkcji szkła float [2] wykazała, że na obciążenie środowiska opisywane kategorią zasoby naturalne największy wpływ ma zmniejszenie zasobów paliw kopalnych (98,4%), przy czym wpływ gazu ziemnego był ponad 10-krotnie większy niż elektryczności. Przeciwna relacja dotyczyła kategorii zdrowie człowieka, wpływ elektryczności prawie 10-krotnie przewyższał wpływ gazu ziemnego. Obciążenie środowiska odnoszące się do jakości ekosystemu było kształtowane w 67% przez zużywaną elektryczność, a tylko w 10% przez konsumpcję gazu ziemnego. Uzyskane wyniki uznaliśmy za wystarczający argument dla przeprowadzenia bardziej szczegółowej analizy wpływu czynników energetycznych na oddziaływanie środowiskowe procesu produkcji szkła. W tej pracy przedstawiamy ocenę wpływu energii elektrycznej o różnej strukturze wykorzystania źródeł energii pierwotnej oraz gazu ziemnego pochodzącego z różnych krajów europejskich na potencjalne obciążenia środowiska generowane przez proces produkcyjny szkła płaskiego float.

Obliczenia

Analizę oddziaływania na środowisko oparto na skumulowanym ekowskaźniku Pt¹, obliczanym dla zaprojektowanych scenariuszy energetycznych. W obliczeniach wykorzystano metodę *Eco-indicator 99* implementowaną w programie *SimaPro*. Ocena cyklu życia dla szkła float odzwierciedla analizę „from cradle to gate”. Jako jednostkę funkcjonalną przyjęto 1 Mg tafli szklanych przekazanych do magazynu wyrobów gotowych. Autorzy korzystali z danych zakładowych uzupełnionych wartościami uśrednionymi dla produkcji szkła float w Europie, tych samych jak w pracy [2] oraz opublikowanych

SŁOWA KLUCZOWE

Szkoło float, ocena cyklu życia, energia, środowisko

KEYWORDS

Float glass, energy, life cycle assessment, environment

1. Oddziaływanie na środowisko oceniane na 1:10⁶ ekopunktów (Pt) jest równoważne rocznemu obciążeniu środowiska (emisje, zużycie surowców oraz zużycie gruntów) przypadającemu na 1000 mieszkańców Europy.

prof. UTH dr hab. Ryszard Świetlik



Kierownik Katedry Ochrony Środowiska na Uniwersytecie Technologiczno-Humanistycznym w Radomiu. Publikacje naukowe o tematyce specjalizacji i przemian metali ciężkich w osadach rzecznych, popiołach lotnych, pyłach drogowych i atmosferycznych, a także oceny cyklu życia wyrobu, bezpieczeństwa procesowego, zanieczyszczenia środowiska związkami WWA oraz analizy próbek środowiskowych.
ryszard.swietlik@uthrad.pl

STRESZCZENIE

W pracy przedstawiono analizę potencjalnego wpływu energii elektrycznej z wybranych źródeł energii pierwotnej oraz gazu ziemnego pochodzącego z różnych krajów europejskich na obciążenie środowiska generowane przez proces produkcyjny szkła płaskiego float.

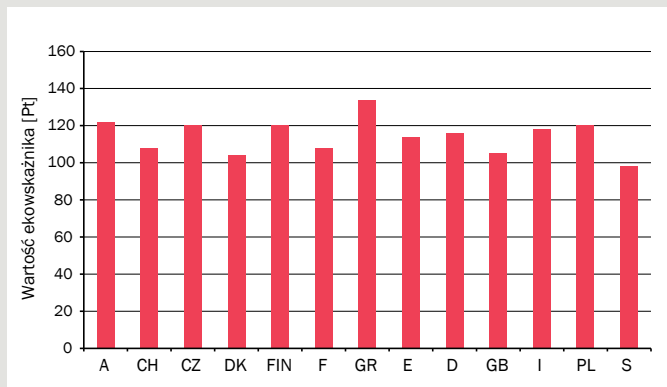
Dla rozważanej grupy państw europejskich, wartości skumulowanego wskaźnika Pt mieściły się w stosunkowo szerokim zakresie, od 98,5 Pt/t do 134 Pt/t tafli szklanych. Niższe obciążenia były prognozowane dla energii elektrycznej wytwarzanej z odnawialnych źródeł energii pierwotnej i energii jądrowej. Wykazano, że ekologicznie bardziej korzystne jest zaspokajanie potrzeb energetycznych procesu produkcyjnego gazem ziemnym niż energią elektryczną.

SUMMARY

The influence of ecological characteristics of energy sources on environmental burden accompanying float glass manufacture

This paper presents an analysis of a potential impact of electric energy from selected primary energy sources and natural gas from various European countries on environmental burden generated by the float glass production process.

In case of the group of European countries taken under consideration the range of values of the cumulated Pt index was relatively wide, from 98.5 Pt/t to 134 Pt/t of glass sheets. Lower burdens were predicted for electric energy generated from renewable primary energy sources and nuclear energy. It has been shown that it is ecologically more advantageous to satisfy energy needs of the manufacturing process with natural gas than with electric energy.



Rys. 1. Prognozowane obciążenie środowiska dla 1 Mg szkła płaskiego float przy założeniu, że zapotrzebowanie na energię jest zaspokajane za pomocą gazu ziemnego i energii elektrycznej pochodzących z wybranych krajów europejskich.

charakterystyk wytwarzania energii elektrycznej [3] i danych z bazy *Ecoinvent*, będącej częścią programu *SimaPro*.

Dyskusja i wyniki

Znaczący wpływ zużycia energii na obciążenie środowiska generowane produkcją szkła płaskiego, stał się pretekstem do zobrazowania różnic wynikających z odmiennych charakterystyk ekologicznych elektryczności i gazu ziemnego dostępnych w krajach europejskich (rys. 1).

Średnie obciążenie środowiska dla analizowanych danych jest o ok. 5% niższe od prognozowanego dla warunków krajowych. Jedynie w niewielu krajach obciążenie środowiska mogłoby przewyższać poziom krajowy (Grecja 134 Pt/t i Austria 122 Pt/t). Szczególnie korzystny wynik uzyskano dla elektryczności i gazu ziemnego wykorzystywanego w Szwajcarii – 98,5 Pt/t, chociaż co warto podkreślić, oddziaływanie na środowisko mniejsze o co najmniej 10% od krajowego jest prognozowane również dla energii francuskiej i brytyjskiej.

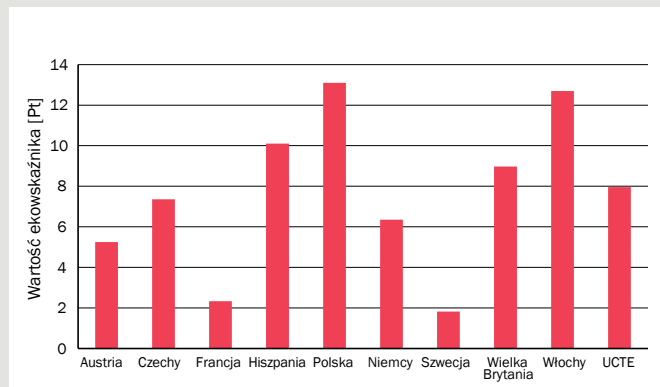
Zróżnicowane wartości oddziaływania na środowisko elektryczności pobieranej z sieci w różnych krajach, wynikają przede wszystkim z odmiennych mieszanek energetycznych² (tab. 1).

Tabela 1. Struktura wykorzystania źródeł energii pierwotnej dla wytwarzania energii elektrycznej [%] wg danych Ney [3].

Kraj	Węgiel	Ropa naftowa	Gaz ziemny	Energia jądrowa	Energia odnawialna
Austria	33,8	1,3	38,7	20,5	5,2
Czechy	59,3	0,4	5,8	29,9	4,6
Francja	4,8	1,4	4,5	78,4	10,9
Hiszpania	26,8	8,3	27,4	19,6	17,9
Niemcy	43,5	1,7	12,3	26,3	16,2
Polska	91,6	1,5	3,2	0,0	3,7
Polska 2030	58,6	1,5	6,6	15,7	18,8
Szwecja	0,4	0,9	0,8	45,7	52,2
Wielka Brytania	33,8	1,3	38,7	20,5	5,2
Włochy	14,4	15,5	51,1	0,0	19,0
Ecoinvent	91,7	1,6	3,3	0,0	2,1
UCTE	28,0	4,2	20,9	30,2	16,3

2. Mieszanek energetyczny – struktura produkcji i konsumpcji energii według kryterium nośników energii lub sposobów wytwarzania (Wikipedia). W tej pracy przez mieszanek energetyczny należy rozumieć strukturę jednostek wytwarzających energię elektryczną według nośników energii pierwotnej [4]. Szersze rozważania czytelnik znajdzie w raporcie „Model optymalnego mieszanek energetycznego dla Polski do roku 2060” [5].

3. UCTE (ang. Union for the Coordination of Transmission of Electricity) – system elektroenergetyczny obejmujący kraje zachodniej i środkowej Europy [6].



Rys. 2. Obciążenia środowiska odpowiadające użyciu do produkcji szkła płaskiego energii elektrycznej o różnej strukturze wykorzystania źródeł pierwotnych.

W tym zestawieniu krajowy mieszanek energetyczny wyróżnia się znaczącym udziałem węgla, we Francji – energii jądrowej, w Szwecji – energii odnawialnej, a we Włoszech – gazu ziemnego. Dystrybucja źródeł energii pierwotnej, wykorzystywanych do produkcji energii elektrycznej UCTE³ jest zbliżona do mieszanek hiszpańskiej, natomiast mieszanek energetyczny w bazie *Ecoinvent* programu *SimaPro* jest podobny do mieszanek krajowych.

Skumulowane obciążenie środowiska, odpowiadające użyciu energii elektrycznej z sieci wybranych państw europejskich zestawiono na rys. 2.

Całość wyników można zestawić w trzech grupach: energia o niskim oddziaływaniu na środowisko: Szwecja i Francja, energia o oddziaływaniu średnim: Austria, Czechy, Niemcy i Wielka Brytania oraz sieci zasilające energią elektryczną o wysokiej presji na środowisko: Hiszpania, Polska i Włochy. Zatem, gdyby do analizy LCA zamiast energii krajowej wprowadzić energię o niskim oddziaływaniu to obciążenie środowiska towarzyszące wyprodukowaniu 1 tony szkła float mogłoby zmaleć o prawie 10% (11 Pt).

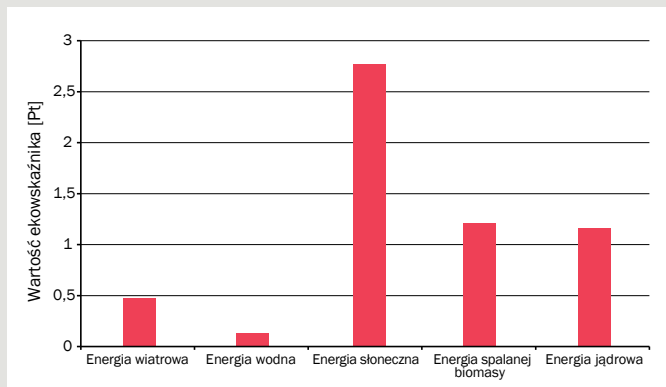
Warto zaznaczyć, że bardzo niskie obciążenie środowiska jest prognozowane dla energii elektrycznej szwedzkiej i francuskiej (1,82 Pt/t i 2,33 Pt/t), o zasadniczo różnej strukturze wykorzystania źródeł pierwotnych. W Szwecji do produkcji energii elektrycznej wykorzystuje się przede wszystkim energię odnawialną (52,2%) i energię jądrową (45,7%), podczas gdy we Francji aż 78,4% energii elektrycznej jest wytwarzane w elektrowniach jądrowych.

Zdecydowanie największe obciążenie środowiska jest prognozowane dla procesu produkcji szkła płaskiego wykorzystującego energię elektryczną wytwarzaną w Polsce – 120 Pt/t (rys. 2). Obciążenia towarzyszące produkcji szkła wykorzystującej francuską energię elektryczną mogą być niższe o ok. 10% (108 Pt). Wpływ na środowisko wynikający z użycia energii elektrycznej niemieckiej, brytyjskiej czy też UCTE jest zbliżony, średnio 5% niższy od prognozowanego dla warunków krajowych.

Współczesna analiza energetyczna nie byłaby pełna, gdyby pominięto prognozę oddziaływania na środowisko zakładającą, że cała energia elektryczna niezbędna do produkcji szkła będzie pochodzić ze źródeł odnawialnych. W obliczeniach wzięto pod uwagę energię wiatrową, wodną, słoneczną oraz pochodzącą z elektrowni opalanych biomasą. Celowo, jako wartości odniesienia użyto energii jądrowej (rys. 3).

Najkorzystniejsza dla środowiska okazała się energia wodna i wiatrowa, odpowiednio 0,14 Pt/t i 0,48 Pt/t. Całkowite obciążenie towarzyszące wytworzeniu 1 Mg szkła płaskiego wyniosłoby wówczas 107 Pt/t, co w odniesieniu do 120 Pt/t dla warunków krajowych, oznacza obniżenie negatywnego oddziaływania o prawie 11%.

Przy prognozowaniu oddziaływania środowiskowego nie sposób



Rys. 3. Obciążenia środowiska odpowiadające użyciu do produkcji szkła płaskiego energii elektrycznej wytwarzanej ze źródeł odnawialnych i energii jądrowej.

pominąć oceny wrażliwości zużycia energii na skumulowaną wartość wskaźnika Pt. Mniejsze o 10% zużycie energii elektrycznej prowadzi jedynie do niewielkiego obniżenia obciążeń środowiska z 120 Pt/t do 118 Pt/t. Analogiczne zmniejszenie zapotrzebowania na gaz ziemny mogłoby zmniejszyć presję na środowisko z 120 Pt/t do 114 Pt/t. Tym samym obniżenie energochłonności produkcji szkła płaskiego o 10%, zmniejszyłoby obciążenie środowiska z 120 Pt/t do 112 Pt/t (t.j. o 9,3%). Zbliżoną ocenę można spotkać w opracowaniu Kulczyckiej i in. [7]. Autorzy prognozują, że 10-procentowe obniżenie zapotrzebowania na energię elektryczną w przemyśle szklarskim spowoduje obniżenie skumulowanego wskaźnika Pt o 1,7%, dla porównania w przemyśle materiałów budowlanych o 1,8%, przemyśle motoryzacyjnym o 3,1%, a w przemyśle rolno-spożywczym o 4,2%.


Zwieńczeniem obliczeń stała się prognoza oddziaływania środowiskowego hipotetycznej linii technologicznej szkła płaskiego float, której zapotrzebowanie na energię w całości jest pokrywane krajową energią elektryczną. Oszacowane obciążenie środowiska osiągnęło 209 Pt, czyli 74% więcej niż w obecnych warunkach.

Podsumowanie

Wielkość obciążeń środowiska powstających w procesie produkcji szkła płaskiego float jest uwarunkowana nie tylko zapotrzebowaniem na energię, ale także charakterystyką ekologiczną wykorzystywanych źródeł energii. Dla rozważanej grupy państw europejskich wartości skumulowanego wskaźnika Pt mieściły się w stosunkowo szerokim zakresie, od 98,5 Pt/t do 134 Pt/t tafli szklanych. Niższe obciążenia były prognozowane dla energii elektrycznej wytwarzanej z odnawialnych źródeł energii pierwotnej i energii jądrowej, z tym że ekologicznie bardziej korzystne okazało się zaspokajanie potrzeb energetycznych procesu produkcyjnego gazem ziemnym niż energią elektryczną.

LITERATURA

- [1] Henclik A., Kulczycka J. (2011), Ocena cyklu życia przemysłu szklarskiego w Polsce, Szkoło i Ceramika, Nr 6, 39-44
- [2] Świetlik R., Molik A., Marciniuszyn St. (2014), Ocena cyklu życia szkła płaskiego, Szkoło i Ceramika, Nr 3, 16-19
- [3] Ney R. (2009), Niektóre uwarunkowania polskiej polityki energetycznej, Polityka Energetyczna, 12(2/1), 5-17
- [4] Wierzbowski M., Olek B., Łyżwa W. (2014), Optymalizacja krajowego miksu energetycznego w kontekście polityki energetycznej. Rynek Energii, 5, 23-31
- [5] Model optymalnego miksu energetycznego dla Polski do roku 2060. Kancelaria Prezesa Rady Ministrów. Departament Analiz Strategicznych. Warszawa 2015. Raport dostępny na: www.premier.gov.pl
- [6] Encyklopedia PWN. Dostępna na: encyklopedia.pwn.pl
- [7] Kulczycka J., Pietrzyk-Sokulska E., Henclik A., Koneczna R., Lelek Ł., Cholewa M. (2009), Szanse i zagrożenia dla przemysłu związanego z rozwojem „zielonej gospodarki”, Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN, Kraków



S+C

Szkoło i Ceramika

Szanowni Państwo – Profesorowie, Doktorzy, Doktoranci

Zachęcamy do nadsyłania publikacji. Także w języku angielskim.

Publikacja u nas to 4 pkt. w ocenie MNiSW. Szczegółowe informacje nt. przyjmowanych do druku tekstów znajdą Państwo na stronie szkoło-ceramika.pl w zakładce „Dla Autorów”.

Z wyrazami szacunku,
Redakcja