

POLIMERY

CZASOPISMO POŚWIĘCONE CHEMII, TECHNOLOGII I PRZETWÓRSTWU POLIMERÓW

Ograniczenia w stosowaniu fluorowanych gazów cieplarnianych do produkcji pianek i systemów poliuretanowych^{*)}

Janusz Kozakiewicz¹⁾

DOI: dx.doi.org/10.14314/polimery.2018.10.1

Streszczenie: W artykule dokonano przeglądu przepisów dotyczących ograniczeń w stosowaniu fluorowanych gazów cieplarnianych (F-gazów) w produkcji pianek i systemów poliuretanowych (PUR) na poziomie światowym (Poprawki z Kigali do Protokołu montrealskiego), europejskim [Rozporządzenie (UE) nr 517/2014] i krajowym (znowelizowana Ustawa o substancjach zubożających warstwę ozonową i o niektórych fluorowanych gazach cieplarnianych). Omówiono obowiązki podmiotów prowadzących działalność w sektorze pianek i systemów PUR odnoszące się do F-gazów, wynikające z przepisów Unii Europejskiej i przepisów polskich. Przedstawiono F-gazy i ich zamienniki stosowane obecnie w piankach PUR, prognozę dotyczącą zwiększenia ich zapotrzebowania na świecie, a także procentowy udział poszczególnych F-gazów w całkowitej ilości F-gazów wykorzystanych w produkcji pianek i systemów PUR w Polsce.

Słowa kluczowe: poliuretany, pianki, F-gazy, wodorofluorowęglowodory HFC.

Limitations in the use of fluorinated greenhouse gases in the production of polyurethane foams and systems

Abstract: The paper contains a review of limitations in the use of fluorinated greenhouse gases (F-gases) in production of polyurethane foams and systems (PUR) at a global level (Kigali Amendment to the Montreal Protocol), European level [Regulation (EU) No. 517/2014] and national level (revised Act on substances that deplete the ozone layer and on certain fluorinated greenhouse gases). The obligations of entities conducting activities in PUR foam and systems sector that relate to F-gases and result from European Union and Polish legislations are described. The list of F-gases and their alternatives which are currently used in PUR foams and systems is revealed and the forecast of the increase of global demand for those substances as well as percentage of share of individual F-gases in total quantity of F-gases applied in production of PUR foams and systems in Poland is presented.

Keywords: polyurethanes, foams, F-gases, hydrofluorocarbons HFC.

^{*)} Materiały prezentowane podczas konferencji „Poliuretany 2017 – materiały przyjazne dla człowieka i środowiska”, Ustroń, 8–11 października 2017.

¹⁾ Instytut Chemii Przemysłowej im. Prof. I. Mościckiego, Zakład Technologii i Przetwórstwa Polimerów, ul. Rydygiera 8, 01-793 Warszawa, e-mail: Janusz.Kozakiewicz@ichp.pl

Termin fluorowane gazy cieplarniane (tzw. F-gazy) obejmuje wodorofluorowęglowodory (HFC), perfluorowęglowodory (PFC) oraz heksafluorek siarki (SF_6), czyli substancje wchodzące w skład tzw. koszyka gazów cieplarnianych, objętych Protokołem z Kioto w ramach Konwencji Klimatycznej (UNFCCC) [1, 2]. W koszyku tym znajdują się ponadto trzy inne substancje: ditlenek węgla (CO_2), metan (CH_4) oraz podtlenek azotu (N_2O), charakteryzujące się jednak znacznie mniejszymi niż F-gazy wartościami potencjału globalnego ocieplenia (GWP) (tabela 1).

T a b e l a 1. Gazy cieplarniane zawarte w tzw. koszyku gazów cieplarnianych objęte Protokołem z Kioto w ramach Konwencji Klimatycznej (UNFCCC)

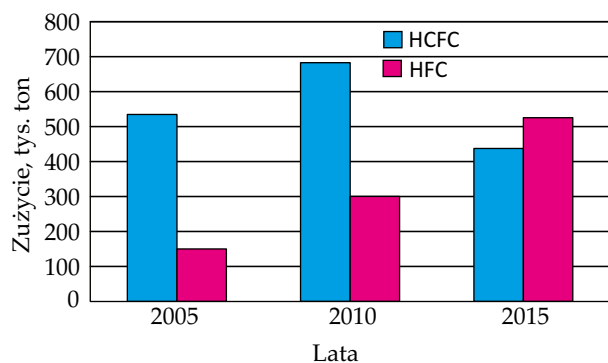
T a b l e 1. Greenhouse gases contained in so-called Kyoto basket of greenhouse gases included in the Kyoto Protocol in the framework of Climate Convention (UNFCCC)

Gaz cieplarniany	GWP ₁₀₀ ^{*)}
CO_2	1
CH_4	25
N_2O	298
Substancje HFC	12–14 800
Substancje PFC	7390–12 200
SF_6	22 800

^{*)} GWP₁₀₀ – potencjał globalnego ocieplenia określony dla 100-letniego okresu przebywania F-gazu w atmosferze – podano wg IV Raportu Panelu IPCC [3] i Załącznika I do Rozporządzenia (UE) 517/2014 [4].

^{*)} GWP₁₀₀ – global warming potential determined for the 100-year period of residence of F-gas in the atmosphere – reported according to the 4th IPCC Panel Report [3] and Annex I to Regulation (EU) 517/2014 [4].

Substancje HFC i PFC oraz mieszaniny je zawierające znajdują zastosowanie przede wszystkim jako czynniki chłodnicze, ale też są powszechnie wykorzystywane



Rys. 1. Światowe zużycie substancji HCFC i HFC w latach 2005–2015 w tonach, na podstawie danych Panelu Techniczno-Ekonomicznego Protokołu montrealskiego

Fig. 1. Global consumption of HCFC and HFC substances in 2005–2015 in tones based on data of Technology and Economic Assessment Panel of the Montreal Protocol

jako środki spieniające, środki gaśnicze, czynniki pędne w aerozolach i jednoskładnikowych piankach poliuretanowych (OCF) oraz jako rozpuszczalniki. SF_6 jest wykorzystywany przede wszystkim jako gaz izolujący w rozdzielnicach elektrycznych. Ponieważ substancje HFC i PFC nie zubożają warstwy ozonowej [ich potencjał ubożenia ozonu (ODP) wynosi zero], to mogą (dotyczy to zwłaszcza substancji HFC) stanowić zamienniki kontrolowanych przez Protokół montrealski związków zubożających warstwę ozonową (SZWO), przede wszystkim chlorofluorowęglodorów (CFC) i wodorochlorofluorowęglodorów (HCFC). Substancje CFC, praktycznie biorąc, wyeliminowano całkowicie w skali światowej, poza wyjątkowymi zastosowaniami, natomiast substancje HCFC nadal są wykorzystywane, a ich całkowite wycofanie (z pewnymi wyjątkami) nastąpi od 2020 r. (w krajach rozwiniętych) i od 2030 r. (w krajach rozwijających się). Można dodać, że w Unii Europejskiej (UE), a więc i w Polsce, substancje HCFC wycofano już całkowicie, a ich stosowanie jest zabronione poza nielicznymi wyjątkami, nie dotyczącymi stosowania w sektorze pianek PUR.

OGRANICZENIA ŚWIATOWE

Protokół montrealski, do którego przystąpiły wszystkie kraje świata, wprowadził obowiązek całkowitego zaprzestania produkcji i wycofania z użycia substancji CFC i HCFC, co spowodowało gwałtowny wzrost produkcji i zużycia substancji HFC. Rysunek 1 przedstawia globalne zmniejszenie zużycia substancji HCFC i zwiększenie zużycia substancji HFC w latach 2005–2015. Zgodnie z definicją zawartą w Protokole montrealskim zużycie = produkcja + przywóz - wywóz.

Według niektórych prognoz [5] brak ogólnosiwiatowych działań na rzecz ograniczenia produkcji i zużycia HFC skutkowałby zwiększeniem do końca obecnego stulecia emisji tych substancji, powodujących wzrost średniej temperatury na Ziemi o 0,5 °C w porównaniu z temperaturą początku tego stulecia. Strony Protokołu montrealskiego w listopadzie 2016 r. na spotkaniu w Kigali (Rwanda) zdecydowały więc o wprowadzeniu do tego protokołu poprawek (tzw. Poprawek z Kigali [6]) zakładających stopniowe ograniczanie produkcji i zużycia HFC [wyrażonych w tonach ekwiwalentu CO_2 (CO_2 eq)¹⁾] w krajach rozwiniętych i rozwijających się (tabela 2).

Kraje charakteryzujące się bardzo wysoką średnią temperaturą otoczenia (*Hot Ambient Temperatures*, HAT), tzw. Kraje HAT, mają możliwość nieuwzględniania w zużyciu ilości HFC wykorzystywanych do serwisowania określonego typu urządzeń klimatyzacyjnych. W Poprawkach z Kigali zawarto również inne istotne przepisy, m.in. zo-

¹⁾ 1 tona CO_2 eq = 1 tona metryczna · wartość GWP (potencjał globalnego ocieplenia) danej substancji lub mieszaniny. Na przykład 1 tona metryczna substancji HFC-365mfc, wykorzystywanej jako środek spieniający w produkcji pianek PUR, dla której GWP = 794, odpowiada 794 tonom CO_2 eq.

T a b e l a 2. Stopniowe, uzgodnione w Poprawkach z Kigali^{*)}, ograniczanie zużycia HFC w krajach rozwiniętych (A2) i rozwijających się (A5)

T a b l e 2. Gradual reduction of consumption of HFCs in developed (A2) and developing (A5) countries, as agreed upon in Kigali Amendment^{*)}

	A5 Grupa 1	A5 Grupa 2	A2
Lata bazowe	2020–2022	2024–2026	2011–2013
Podstawa	Średnie zużycie HFC w latach bazowych		
Udział HCFC	65 % zużycia w latach 2009–2010	65 % zużycia w latach 2009–2010	15 % zużycia w roku 1989 ^{**)}
Początek zamrożenia	2024	2028	–
Etap 1	2029 – 10 %	2032 – 10 %	2019 – 10 %
Etap 2	2035 – 30 %	2037 – 20 %	2024 – 40 %
Etap 3	2040 – 50 %	2042 – 30 %	2029 – 70 %
Etap 4			2034 – 80 %
Poziom końcowy	2045 – 80 %	2047 – 85 %	2036 – 85 %

^{*)} Poprawki z Kigali są obecnie w trakcie ratyfikacji przez Polskę. Do końca 2017 r. ratyfikowały je 23 kraje, co uprawomocniło ich wejście w życie z dniem 1 stycznia 2019 r.

^{**)} W wypadku Białorusi, Federacji Rosyjskiej, Kazachstanu, Tadżykistanu i Uzbekistanu udział HCFC – 25 %, Etap 1: redukcja 5 % w roku 2020, Etap 2: redukcja 35 % w roku 2025.

Uwagi dodatkowe:

- A5 Grupa 1: Kraje A5 nienależące do Grupy 2.
- A5 Grupa 2: kraje Półwyspu Arabskiego, Indie, Iran, Irak, Pakistan.
- Przegląd dostępnych technologii w 2022 r. i następnie co 5 lat.
- Przegląd technologii 4–5 lat przed rokiem 2028 w celu rozważenia możliwości opóźnienia o 2 lata daty początku zamrożenia zużycia w krajach A5 Grupa 2, kompensującego wzrost zużycia HFC w niektórych sektorach powyżej określonego poziomu.

^{*)} Kigali Amendment is currently under ratification procedure in Poland. Until the end of 2017 23 countries have ratified that Amendment what legally enables it to enter into force starting from 1 January 2019.

^{**)} For Belarus, Russian Federation, Kazakhstan, Tajikistan, Uzbekistan 25 % HCFC component of baseline and different initial two steps (1) 5 % reduction in 2020 and (2) 35 % reduction in 2025.
Notes:

- Group 1: Article 5 parties not part of Group 2.
- Group 2: GCC, India, Iran, Iraq, Pakistan.
- Technology review in 2022 and every 5 years.
- Technology review 4–5 years before 2028 to consider the compliance deferral of 2 years from the freeze of 2028 of Article 5 Group 2 to address growth in relevant sectors above certain threshold.

bowiązanie krajów rozwiniętych do udzielania pomocy finansowej krajom rozwijającym się w działaniach na rzecz wycofywania substancji HFC, obowiązek raportowania o wielkości produkcji i zużycia HFC, zakaz handlu

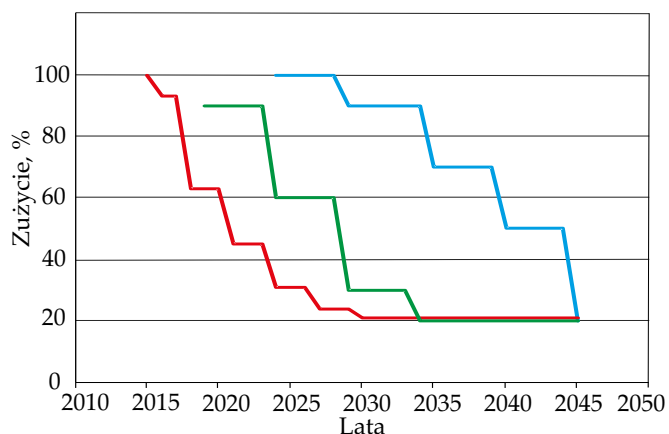
z nie-Stronami Poprawek (krajami, które nie ratyfikowały Poprawek), obowiązek ustanowienia systemu licencjonowania importu i eksportu HFC.

O BOWIĄZKI PODMIOTÓW PROWADZĄCYCH DZIAŁALNOŚĆ W SEKTORZE PIANEK I SYSTEMÓW PUR²⁾ ODNOSZĄCE SIĘ DO F-GAZÓW, WYNIKAJĄCE Z PRZEPISÓW UNII EUROPEJSKIEJ I PRZEPISÓW POLSKICH

Unia Europejska (UE) wydała Rozporządzenie (WE) 842/2006 [7], wprowadzające ograniczenia w stosowaniu F-gazów, już w 2006 r. W Rozporządzeniu tym zawarto m.in. zakazy wprowadzania do obrotu jednorazowych pojemników zawierających F-gazy oraz niektórych produktów i urządzeń zawierających F-gazy o GWP przekraczającym określoną wartość lub od nich uzależnionych, w tym od 4 lipca 2008 r. jednoskładnikowych pianek poliuretanowych PUR (OCF) zawierających F-gazy o GWP równym lub większym niż 150, a także obowiązek raportowania przez importerów i eksporterów F-gazów, obowiązek certyfikacji osób i firm wykonujących określone czynności z wykorzystaniem F-gazów w sektorze chłodnictwa, klimatyzacji i pomp ciepła, ochrony przeciwpożarowej i rozpuszczalników oraz obowiązek zapewnienia przez operatorów stacjonarnych urządzeń i systemów ochrony p-poż zawierających F-gazy przeprowadzania okresowej kontroli szczelności tych urządzeń i systemów przez certyfikowany personel i prowadzenia odpowiedniej dokumentacji. Komisja Europejska do tego rozporządzenia wydała też kilka rozporządzeń wykonawczych. Wprawdzie przepisy te obowiązywały bezpośrednio wszystkie podmioty na terytorium UE, niezbędne było jednak wydanie na ich podstawie przepisów krajowych, m.in. wprowadzających kary za nieprzestrzeganie Rozporządzenia 842/2006 i zasady funkcjonowania systemu certyfikacji. W 2015 r. weszła więc w życie ustawa o substancjach zubożających warstwę ozonową (SZWO) i F-gazach oraz rozporządzenia wykonawcze do tej ustawy [8].

Od 1 stycznia 2015 r. ograniczenia dotyczące wykorzystywania F-gazów w UE znacznie zaostrzono wprowadzonym Rozporządzeniem (UE) 517/2014 [4], zmieniającym poprzednio obowiązujące Rozporządzenie (WE) 842/2006. Na mocy Rozporządzenia 517/2014 Komisja Europejska wydała 7 nowych rozporządzeń wykonawczych, natomiast 5 rozporządzeń wydanych na podstawie Rozporządzenia 842/2006 pozostało niezmiennych i nadal obowiązuje. W zakres znowelizowanego rozporządzenia weszły m.in. nowe zakazy wprowadzania do obrotu produktów i urządzeń zawierających F-gazy o wartości GWP przekraczającej określoną wartość lub od

²⁾ Termin pianki i systemy PUR jest używany w tym artykule dla określenia wszystkich wyrobów spienionych zawierających polimery z ugrupowaniami uretanowymi lub/i mocznikowymi oraz systemów do ich produkcji.



- Grupa A5, Poprawki z Kigali, zużycie bazowe HFC: w latach 2020–2022 (HFC) + 65 % zużycia w latach 2009–2010 (HCFC)
- UE – Rozporządzenie 517/2014, bazowa ilość HFC: wprowadzona do obrotu w latach 2009–2012 (tylko HFC)
- Grupa A2, Poprawki z Kigali, zużycie bazowe HFC: w latach 2011–2013 (HFC) + 15 % zużycia w 1989 r. (HCFC)

Rys. 2. Harmonogram redukcji (w %) ilości HFC dozwolonych do wprowadzenia do obrotu w UE w porównaniu z harmonogramami redukcji zużycia HFC w krajach rozwiniętych i krajach rozwijających się, określonymi w Poprawkach z Kigali; zredukowane ilości HFC wyrażono w tonach CO₂ eq

Fig. 2. HFC phase-down schedule (in %) presenting the quantities of HFC permitted for placing on the market in the EU as compared to phase-down schedules mandatory for developed and developing countries; the reduced amounts of HFCs are expressed in tons of CO₂ eq

nich uzależnionych, w tym nie tylko pianek OCF, ale od 1 stycznia 2023 r. wszystkich pianek PUR zawierających HFC o GWP równym lub większym niż 150 (nie dotyczy to sytuacji, w której takie pianki są niezbędne do spełnienia krajowych norm bezpieczeństwa lub są przeznaczone do celów wojskowych w celu ochrony podstawowych interesów bezpieczeństwa państw członkowskich) oraz harmonogram redukcji ilości substancji HFC wprowadzanych do obrotu, znacznie ostrzejszy niż harmonogram redukcji dla państw członkowskich UE wynikający z Poprawek z Kigali (rys. 2).

Należy dodać, że termin wprowadzanie do obrotu w Rozporządzeniu 517/2014 zdefiniowano jako „dostarczanie lub udostępnianie na rzecz innej strony w Unii po raz pierwszy, za opłatą lub nieodpłatnie, lub stosowanie na własny rachunek w przypadku producenta i obejmuje dopuszczenie celne do swobodnego obrotu w Unii”, definicja ta jest więc różna od definicji zużycia w Protokole montrealским. Ponadto harmonogram redukcji obowiązujący w UE w odróżnieniu od harmonogramu redukcji zawartego w Poprawkach z Kigali obejmuje również HFC pochodzące z odzysku i HFC zawarte w przedmiotach polioliowych traktowanych w przepisach UE jako mieszaniny, a nie produkty, a od 1 stycznia 2017 r. do ilości HFC wprowadzanych do obrotu w UE

zalicza się również ilości zawarte w przywiezionych do UE urządzeniach chłodniczych, klimatyzacyjnych i pompach ciepła. Wartości GWP dla mieszanin określa się, obliczając średnią arytmetyczną z uwzględnieniem zawartości poszczególnych składników w mieszaninie, ale w UE w obliczeniach ilości ton CO₂ eq dla potrzeb harmonogramu redukcji HFC uwzględnia się GWP nie tylko HFC zawartego w mieszaninie, ale także wszystkich pozostałych składników mieszaniny (np. węglowodorów czy perfluorowęglowodorów, PFC) zgodnie z wartościami GWP określonymi dla nich w Załączniku IV do Rozporządzenia 517/2014, przy czym składnikami mieszaniny określa się tylko składniki spełniające taką samą rolę jak HFC. Oznacza to, że np. w wypadku pianek OCF nie bierze się pod uwagę izocyjanianu i polioliu, a w wypadku przedmiotów polioliowych – polioliu.

Z drugiej strony Poprawki z Kigali nie przewidują (za wyjątkiem Krajów HAT) wyłączeń z harmonogramów redukcji, podczas gdy w Rozporządzeniu 517/2014 takie wyjątki przewidziano (m.in. jeśli HFC stosuje się w sprzęcie wojskowym w celu ochrony podstawowych interesów bezpieczeństwa państw członkowskich). Zgodnie z Poprawkami z Kigali nie ma też limitu, poniżej którego nie składa się raportów rocznych dotyczących produkcji i zużycia HFC, a w UE taki roczny limit, w wypadku producentów, importerów i eksporterów F-gazów (w tym HFC) i pozostałych F-gazów³⁾, wynosi 100 ton CO₂ eq, a w przypadku F-gazów (w tym HFC) i pozostałych F-gazów zawartych w produktach i urządzeniach – 500 ton CO₂ eq. W UE do ilości objętych harmonogramem redukcji nie wlicza się też wprowadzonych do obrotu przez importerów i producentów unijnych ilości HFC poniżej 100 t CO₂ eq rocznie, podczas gdy takiego limitu nie ma w odniesieniu do harmonogramu redukcji zawartego w Poprawkach z Kigali. Tym niemniej, ponieważ Rozporządzenie 517/2014 obowiązuje bezpośrednio wszystkie podmioty w UE, różnice w przepisach UE i Protokołu montrealskiego nie mają wpływu na wdrażanie tego rozporządzenia w państwach członkowskich, gdyż w wypadku obowiązku raportowania oraz przestrzegania harmonogramu redukcji zużycia HFC Unia Europejska występuje w Protokole montrealским jako całość.

W Polsce od 23 września 2017 r. obowiązuje znowelizowana ustawa o SZWO i F-gazach [9], w której zawarto m.in. szczegółowe przepisy dotyczące postępowania z F-gazami, produktami i urządzeniami je zawierającymi lub od nich uzależnionymi, w tym np. zasady certyfikacji osób i podmiotów, prowadzenia dokumentacji i raportowania oraz oznakowania. W tabeli 3 przedstawiono, wynikający z Rozporządzenia 517/2014 oraz ze znowelizo-

³⁾ Pozostałe F-gazy to substancje wymienione w Załączniku II do Rozporządzenia 517/2014 obejmujące: substancje HFO – nienasycone HFC (HFC-1234yf, HFC-1234ze, HFC-1336mzz), HCFO – nienasycone HCFC (HCFC-1233zd i HCFC-1233xf), a także fluorowane etery, fluorowane alkohole, perfluorocyklopropan, NF₃ i SF₃CF₃.

T a b e l a 3. Zakres obowiązków podmiotów w zakresie wykorzystywania F-gazów w piankach i systemach PUR, wynikający z Rozporządzenia (UE) 517/2014 oraz aktualnie obowiązującej polskiej Ustawy o SZWO i F-gazach

T a b l e 3. Obligations of undertakings regarding the use of F-gases in PUR foams and systems resulting from Regulation (EU) 517/2014 and current Polish ODS and F-gas Act

Lp.	Rodzaj obowiązku	Przepis Rozporządzenia 517/2014	Przepis Ustawy o SZWO i F-gazach	Rodzaj podmiotu
1	Przestrzeganie zakazu celowego uwalniania F-gazów do atmosfery	Art. 3(1)	–	Wszystkie osoby fizyczne i prawne
2	Przestrzeganie nakazu zapewnienia odzysku F-gazów z pojemnika bezpośrednio przed jego unieszkodliwieniem w celu zapewnienia regeneracji, recyklingu lub zniszczenia	Art. 8(2)	Art. 48 pkt. 14 dotyczący kary za niezastosowanie się do przepisu UE	Wszystkie osoby fizyczne i prawne
3	Przestrzeganie zakazu wprowadzania do obrotu w UE od 4 lipca 2008 r. pianek OCF zawierających F-gazy o GWP większym lub równym 150 ^{*)}	Art. 11(1) i Załącznik III pkt. 8	Art. 49 pkt. 2 dotyczący kary za niezastosowanie się do przepisu UE	Producenci i importerzy pianek OCF, jeśli takie pianki nie są niezbędne dla spełnienia krajowych norm bezpieczeństwa lub nie są przeznaczone do celów wojskowych do ochrony podstawowych interesów bezpieczeństwa państw członkowskich
4	Przestrzeganie zakazu wprowadzania do obrotu w UE od 1 stycznia 2023 r. pianek (poza OCF) zawierających HFC o GWP większym lub równym 150	Art. 11(1) i Załącznik III pkt. 16	j.w.	Producenci i importerzy pianek PUR (poza OCF), jeśli takie pianki nie są niezbędne dla spełnienia krajowych norm bezpieczeństwa lub nie są przeznaczone do celów wojskowych do ochrony podstawowych interesów bezpieczeństwa państw członkowskich
5	Rejestracja na F-gas Portal – wskazówki [9]	Art. 17 i Art. 1(2) Rozporządzenia Wykonawczego Komisji 2017/1375 [10]	Art. 49 pkt. 7 dotyczący kary za niezastosowanie się do przepisu UE	Producenci, importerzy i eksporterzy F-gazów i pozostałych F-gazów (jeśli wyprodukowali, przywieźli do UE lub wywieźli z UE 1 tonę metryczną lub 100 t CO ₂ eq lub więcej rocznie) oraz importerzy do UE produktów i urządzeń je zawierających (jeśli wprowadzili do obrotu 500 t CO ₂ eq lub więcej rocznie)
6	Posiadanie kontyngentu na wprowadzanie do obrotu HFC – wskazówki [11]	Art. 16	Art. 49 pkt. 5 dotyczący kary za niezastosowanie się do przepisu UE	Producenci i importerzy HFC (jeśli wyprodukowali lub przywieźli do UE 100 t CO ₂ eq lub więcej rocznie)
7	Przedstawienie organom celnym oświadczenia, że produkt uboczny (HFC-23) wytworzony przy produkcji F-gazu lub pozostałego F-gazu zniszczono lub odzyskano najlepszymi metodami	Art. 7(2)	Art. 49 pkt. 9 dotyczący kary za niezastosowanie się do przepisu UE	Importerzy do UE F-gazów i pozostałych F-gazów
8	Przekazywanie do 31 marca raz do roku on-line sprawozdania do Komisji Europejskiej lub wskazanej przez nią instytucji (w praktyce jest to Europejska Agencja Ochrony Środowiska EEA)	Art. 19(1) i (4) Załącznik VII oraz Rozporządzenia Wykonawcze Komisji 1191/2014 [12] i 2017/1375 FAQ [13] i Instrukcja [14]	Art. 47 pkt. 1 dotyczący kary za niezastosowanie się do przepisu UE	Producenci, importerzy i eksporterzy F-gazów i pozostałych F-gazów (jeśli wyprodukowali, przywieźli do UE lub wywieźli z UE 1 tonę metryczną lub 100 t CO ₂ eq lub więcej rocznie) oraz importerzy do UE produktów i urządzeń je zawierających (jeśli wprowadzili do obrotu 500 t CO ₂ eq lub więcej rocznie)
9	Zapewnienie audytu sprawozdania przez niezależnego audytora	Art. 19(6) Wskazówki [15]	Art. 47 pkt. 1 dotyczący kary za niezastosowanie się do przepisu UE	Producenci, importerzy i eksporterzy F-gazów i pozostałych F-gazów (jeśli wyprodukowali, przywieźli do UE lub wywieźli z UE 10 000 t CO ₂ eq lub więcej rocznie) ^{**)}

Tabela 3. (cd.)

Table 3. (cont.)

Lp.	Rodzaj obowiązku	Przepis Rozporządzenia 517/2014	Przepis Ustawy o SZWO i F-gazach	Rodzaj podmiotu
10	Przekazywanie do 28 lutego raz do roku sprawozdania do Bazy Danych Sprawozdań w Instytucie Chemii Przemysłowej i dokonanie korekty w terminie 14 dni roboczych od otrzymania informacji o błędnym sprawozdaniu	–	Art. 39(1), (2) i (3) oraz Art. 47(11) dotyczący kary za niezastosowanie się do tego przepisu	Importerzy i eksporterzy F-gazów i pozostałych F-gazów oraz produktów i urządzeń je zawierających do/z Polski, stosujący te gazy oraz dokonujący ich odzysku, recyklingu lub niszczenia
11	Etykietowanie pojemników z F-gazami oraz produktów i urządzeń je zawierających lub od nich uzależnionych przed ich wprowadzeniem do obrotu w UE, umieszczanie odpowiednich informacji w instrukcjach obsługi takich produktów lub urządzeń oraz (w przypadku jeśli GWP F-gazu wynosi 150 lub więcej) w tekstach wykorzystywanych w reklamach	Art. 12 – w szczególności 12(5) i (13) oraz Rozporządzenie Wykonawcze Komisji 2015/2068 [16]	Art. 47(2) i (3) dotyczący kary za niezastosowanie się do przepisu UE	Producenci i importerzy F-gazów oraz produktów i urządzeń zawierających F-gazy lub od nich uzależnionych
12	Etykietowanie pojemników z F-gazami oraz produktów i urządzeń je zawierających lub od nich uzależnionych przed ich wprowadzeniem na terytorium Polski	–	Art. 13 i Art. 47(3) dotyczący kary za niezastosowanie się do tego przepisu	Importerzy F-gazów oraz producenci produktów i urządzeń zawierających F-gazy lub od nich uzależnionych
13	Zapewnienie odzysku F-gazów z produktów i urządzeń innych niż wymienione w Art. 8 ust. 1 Rozporządzenia 517/2014 w stopniu wykonalnym technicznie i niewiążącym się z nieproporcjonalnymi kosztami w celu zapewnienia recyklingu, regeneracji lub zniszczenia gazów w nich zawartych lub organizacji ich zniszczenia bez uprzedniego odzysku	Art. 8(3)	Art. 48(3) dotyczący kary za niezastosowanie się do przepisu UE	Operatorzy produktów i urządzeń, czyli ich użytkownicy lub właściciele – w wypadku pianek użytkownicy lub właściciele pianek i wyrobów zawierających pianki, a także ich producenci, jeśli wytworzyli takie pianki lub wyroby zawierające pianki w postaci odpadów***)

*) Teoretycznie jest możliwy wniosek państwa członkowskiego o wyłączenie spod zakazu [Art. 11(3)], jeśli brak rozwiązań alternatywnych lub nie można ich stosować ze względów technicznych lub bezpieczeństwa, albo zastosowanie rozwiązań alternatywnych wiązałoby się z nieproporcjonalnymi kosztami.

**) Ten przepis dotyczy również importerów przedmieszek polioliowych zawierających F-gazy spoza UE i eksporterów takich przedmieszek poza UE, gdyż są one – podobnie jak inne mieszaniny zawierające F-gazy – definiowane w Rozporządzeniu 517/2014 jako F-gazy, a nie produkty zawierające F-gazy.

***) W tym wypadku obowiązują ich też przepisy Ustawy o odpadach [16].

*) Theoretically it is possible for a Member State to apply for exemption from the ban [Art. 11(3)] if there are no alternatives, alternatives are available but cannot be applied due to technical or safety reasons or application of alternatives will entail disproportionate cost.

**) This provision concerns also importers of polyol blends containing F-gases from outside EU and exporters of such blends outside EU since they are – as other F-gas-containing blends – as F-gases and not as products containing F-gases.

***) In this case the provisions of the Waste Act apply, too [16].

wanej Ustawy o SZWO i F-gazach, zakres obowiązków, które mogą dotyczyć podmiotów prowadzących działalność w sektorze pianek i systemów PUR.

WYKORZYSTYWANIE F-GAZÓW W PRODUKCJI PIANEK I SYSTEMÓW PUR NA ŚWIECIE, W UNII EUROPEJSKIEJ I W POLSCE ORAZ MOŻLIWOŚCI ICH ZASTĄPIENIA

Produkcja pianek na świecie rośnie o ok. 3 % rocznie w krajach rozwijających się i o ok. 1,5 % w krajach rozwiniętych [17]. Przegląd stosowanych obecnie w piankach PUR F-gazów i ich zamienników przedstawiono

w tabeli 4, a właściwości wybranych zamienników w tabeli 5.

Prognozę wzrostu światowego zapotrzebowania na substancje HFC w piankach (w tym w piankach PUR i ekspandowanym polistyrenie XPS) do 2050 r., przy założeniu ich niewycofywania, przedstawiono na rys. 3 w podziale na rodzaje czynników spieniających.

Z danych zawartych w [17] wynika, że obecnie (2015 r.) do produkcji pianek na świecie zużywa się ok. 80 tys. ton substancji HFC, w tym najwięcej – łącznie HFC-134a/HFC-152a – wykorzystywanych głównie w piankach XPS. W piankach PUR największe zużycie dotyczy HFC-245fa. Do 2050 r. nie przewiduje się spadku

T a b e l a 4. Przegląd stosowanych obecnie na świecie w piankach PUR F-gazów i ich zamienników (wg [17])*)**T a b l e 4.** List of F-gases and their alternatives used currently worldwide (based on [17])*)

Rodzaj zastosowania	F-gazy i ich zamienniki	
	F-gazy	Zamienniki
Isolacja urządzeń chłodniczych i klimatyzacyjnych	HFC-245fa HFC-365mfc/HFC-227ea	Cyklopentan Cyklopentan/izopentan Mrówczan metylu HFO-1336mzz HCFO-1233zd CO ₂ (woda)
Sztywne pianki izolacyjne – płyty	HFC-365mfc/HFC-227ea	<i>n</i> -pentan Cyklopentan/izopentan HFO-1336mzz HCFO-1233zd
Sztywne pianki izolacyjne – panele	HFC-245fa HFC-365mfc/HFC-227ea	<i>n</i> -pentan Cyklopentan/izopentan HFO-1336mzz HCFO-1233zd CO ₂ (woda)
Pianki nanoszone metodą natrysku	HFC-245fa HFC-365mfc/HFC-227ea	HFO-1336mzz HCFO-1233zd Nadkrytyczny CO ₂ CO ₂ (woda)
Pianki otrzymywane <i>in situ</i> w bloku	HFC-245fa HFC-365mfc/HFC-227ea	<i>n</i> -pentan Cyklopentan/izopentan HFO-1336mzz HCFO-1233zd CO ₂ (woda)
Pianki <i>integral skin</i>	HFC-245fa HFC-134a	Mrówczan metylu Metylal CO ₂ (woda)

*) W tym zestawieniu nie ujęto pianek OCF.

*) OCF foams are not included in this list.

T a b e l a 5. Właściwości wybranych, stosowanych obecnie i potencjalnych, zamienników F-gazów w piankach PUR**T a b l e 5.** Properties of selected currently used and potential alternatives to F-gases in PUR foams

Oznaczenie	Wzór chemiczny	GWP ₁₀₀	Toksyczność i palność (ASHRAE)*)	T _{wrz.} °C
HFO-1234ze	<i>trans</i> CHF=CHCF ₃	7	A2L	-19
HFO-1336mzz	CF ₃ CH=CHCF ₃	9	A1	+33
HCFO-1233zd	CF ₃ CH=CHCl	4,5	A1	+19
R-1130	<i>trans</i> CHCl=CHCl	0	B1	+48

*) ASHRAE – skrót od *American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers* (Amerykańskie Stowarzyszenie Inżynierów Ogrzewnictwa, Chłodnictwa i Klimatyzacji).

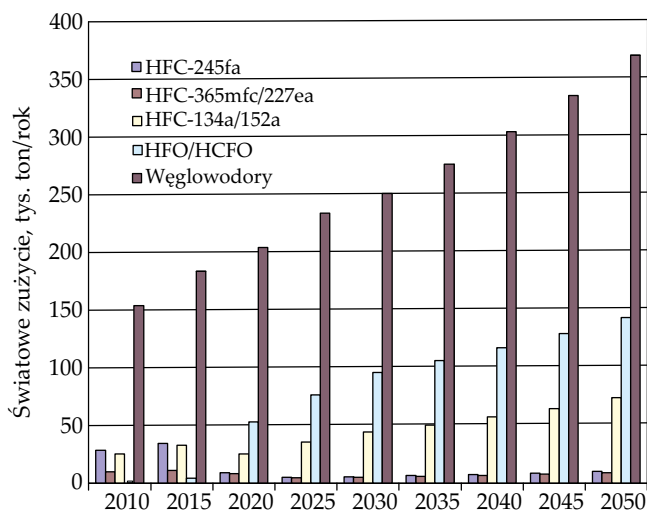
*) ASHRAE – abbreviation of the American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers.

zapotrzebowania na HFC, przypuszczalnie nastąpi jednak ogromny wzrost zapotrzebowania na zamienniki, w szczególności HFO i HCFO, oraz węglowodory. Mimo że obecnie na świecie zużywa się tylko kilka tys. ton tych substancji, to już w 2020 r. ich zużycie może wynieść nawet ponad 70 tys. ton. Wzrośnie też ponad dwukrotnie zużycie węglodorów w produkcji pianek.

W krajach UE w piankach (w piankach i systemach PUR) zużywa się tylko ok. 10 % wszystkich F-gazów wykorzystywanych w różnych zastosowaniach, ale obserwuje się ok. 10-proc. wzrost zapotrzebowania na te gazy rocznie [18]. Zużycie F-gazów (HFC) w piankach i systemach PUR w UE wyniosło w 2016 r. ok. 10 tys. ton metrycz-

nych, co w przeliczeniu odpowiada 0,9 mln ton CO₂ eq. Jednocześnie we wszystkich zastosowaniach bardzo wyraźnie rośnie zużycie zamienników, czyli HFO i HCFO – w 2016 r. całkowite zużycie tych substancji w UE przekroczyło 6 tys. ton, podczas gdy w 2015 r. wyniosło tylko ok. 2500 ton. Brak danych odnośnie do wielkości zużycia tych substancji w piankach i systemach PUR w UE. Brak też danych dotyczących ilości innych zamienników wymienionych w tabeli 4 (np. węglodorów) zużywanych w UE przy produkcji pianek i systemów PUR.

W Polsce w 2016 r. do produkcji pianek (w tym pianek OCF) i systemów PUR zużyto ok. 400 ton F-gazów i były to wyłącznie substancje HFC (według danych z Bazy



Rys. 3. Prognoza potencjalnego wzrostu światowego zapotrzebowania (t/r.) na HFC i zamienniki (substancje HFO i HCFO oraz węglowodory) w piankach (w tym piankach PUR i ekspandowanym polistyrenie XPS) do 2050 r., przy założeniu niewycyfywania HFC, w podziale na rodzaje czynników spienających (na podstawie [17])

Fig. 3. Forecast of potential increase in global consumption (TPY) of HFCs and alternatives (HFO and HCFO substances and hydrocarbons) in foams (including PUR foams and expanded polystyrene XPS) up to 2050, assuming that HFCs would not be phased-out, shown separately for various foam blowing agents (based on [17])

Danych Sprawozdań BDS prowadzonej w Instytucie Chemii Przemysłowej w Warszawie). Podział na poszczególne rodzaje substancji HFC przedstawiono w tabeli 6. Brakuje danych odnośnie do zużycia substancji HFO i HCFO, gdyż dotychczas nie było obowiązku sprawozdawania o ich stosowaniu. Dane takie będą dostępne dopiero po analizie sprawozdań za 2017 r.

PODSUMOWANIE

Ze względu na bardzo wysokie wartości GWP F-gazy (HFC, PFC i SF₆) mają istotny udział w ocieplaniu klimatu. W związku z tym wprowadzono ograniczenia dotyczące produkcji i zużycia HFC zarówno w skali światowej (Poprawki z Kigali do Protokołu montrealskiego), jak

T a b e l a 6. Procentowy udział poszczególnych F-gazów w całkowitej ilości F-gazów wykorzystanych w produkcji pianek i systemów PUR w Polsce w 2016 r.

T a b l e 6. Percentage share of particular F-gases in total amount of F-gases used in manufacturing of PUR foams and systems in Poland in 2016

Substancja	Udział, %
HFC-365mfc	45
HFC-152a	50
HFC-227ea	5

i unijnej [Rozporządzenie (UE) nr 517/2014]. Harmonogram redukcji HFC zawarty w tym unijnym rozporządzeniu jest znacznie bardziej restrykcyjny niż określony w Poprawkach z Kigali obowiązujący dla krajów rozwiniętych, co powoduje konieczność szerszego wprowadzania technologii alternatywnych, w tym również w sektorze produkcji pianek PUR, gdzie substancje HFC są stosowane jako środki spieniające. Zgodnie z tym rozporządzeniem od 1 stycznia 2008 r. obowiązuje zakaz wprowadzania do obrotu pianek OCF zawierających F-gazy o GWP równym 150 lub większym, a od 1 stycznia 2023 r. będzie obowiązywał zakaz wprowadzania do obrotu wszystkich pianek PUR zawierających HFC o GWP równym lub większym niż 150 (wyjątkiem są pianki niezbędne dla spełnienia krajowych norm bezpieczeństwa lub przeznaczone do celów wojskowych do ochrony podstawowych interesów bezpieczeństwa państw członkowskich).

Obecnie (dane za rok 2016) zużycie HFC w produkcji pianek i systemów PUR w UE wynosi ok. 10 tys. ton, w Polsce tylko ok. 400 ton. Zamienniki HFC w produkcji pianek PUR to zarówno znane i stosowane już wcześniej środki spieniające, takie jak CO₂ czy węglowodory, jak i nowe syntetyczne substancje, takie jak HFO czy HCFO. Ponadto rozporządzenie oraz stanowiąca jego uzupełnienie w warunkach polskich znowelizowana ustawa o substancjach zubożających warstwę ozonową (SZWO) oraz o niektórych fluorowanych gazach cieplarnianych nakładają na podmioty szereg obowiązków dotyczących wykorzystywania F-gazów, w tym także w produkcji pianek PUR.

LITERATURA

- [1] Ramowa konwencja Narodów Zjednoczonych w sprawie zmian klimatu, Dz. U. 96.53.238.
- [2] Protokół z Kigali do Ramowej konwencji Narodów Zjednoczonych w sprawie zmian klimatu, Dz. U. 05.203.1684.
- [3] IV Raport IPCC: <https://www.ipcc.ch/report/ar4/syr/>
- [4] Rozporządzenie (UE) nr 517/2014 Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 16 kwietnia 2014 r. w sprawie fluorowanych gazów cieplarnianych i uchylenia rozporządzenia (WE) nr 842/2006, Dz. Urz. UE L 150 z 20.05.2014, str. 195 i Dz. Urz. UE L 297 z 15.10.2014, str. 42.
- [5] Velders G.J.M., Fahey D.V., Daniel J.S. i in.: *Atmospheric Environment* **2015**, 123, 200. <http://dx.doi.org/10.1016/j.atmosenv.2015.10.071>
- [6] Poprawki z Kigali: http://conf.montreal-protocol.org/meeting/mop/mop-28/final-report/English/Kigali_Amendment-English.pdf
- [7] Rozporządzenie (WE) nr 842/2006 Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 17 maja 2006 r. w sprawie niektórych fluorowanych gazów cieplarnianych, Dz. Urz. UE L 161 z 14.06.2006, str. 1.
- [8] Jednolity tekst ustawy o substancjach zubożających warstwę ozonową oraz o niektórych fluorowanych gazach cieplarnianych, Dz. U. z 2017 r. poz. 1951.

- [9] Wskazówki dotyczące rejestracji na F-gas Portal: https://ec.europa.eu/clima/sites/clima/files/f-gas/docs/guidance_document_en.pdf
- [10] Rozporządzenie Wykonawcze Komisji (UE) nr 2017/1375 z 27 lipca 2017 r. zmieniające rozporządzenie wykonawcze (UE) nr 1191/2014 określające format i sposób składania sprawozdania, o którym mowa w art. 19 rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 517/2014 w sprawie fluorowanych gazów cieplarnianych, Dz. Urz. UE L 194 z 26.07.2017, str. 4.
- [11] Wskazówki dotyczące uzyskiwania kontyngentów na przywóz HFC: https://ec.europa.eu/clima/sites/clima/files/f-gas/docs/guidance_submitting_quota_declaration_en.pdf
- [12] Rozporządzenie Wykonawcze Komisji (UE) nr 1191/2014 z 30 października 2014 r. określające format i sposób składania sprawozdania, o którym mowa w art. 19 Rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 517/2014 w sprawie fluorowanych gazów cieplarnianych, Dz. Urz. EU L 318 z 5.11.2014, str. 5.
- [13] Najczęściej zadawane pytania odnośnie do raportowania do UE: https://ec.europa.eu/clima/sites/clima/files/f-gas/docs/faq_reporting_pl.pdf
- [14] Instrukcja dotycząca raportowania do UE: https://ec.europa.eu/clima/policies/f-gas/reporting_en
- [15] Wskazówki dla audytorów raportów do UE: https://ec.europa.eu/clima/sites/clima/files/f-gas/docs/guidance_to_verifiers_en.pdf
- [16] Jednolity tekst ustawy o odpadach, Dz. U. z 2017 r. poz. 21.
- [17] Report of the Technology and Economic Assessment Panel, September 2016 Vol. 1: http://conf.montreal-protocol.org/meeting/mop/mop-28/presession/Background Documents are available in English only/TEAP_TFXX.
- [18] Fluorinated greenhouse gases 2017. Data reported by companies on the production, import, export and destruction of fluorinated greenhouse gases in the European Union, 2007-2016, EEA Report No. 20/2017. <https://www.eea.europa.eu/publications/fluorinated-greenhouse-gases-2017>

Otrzymano 14 II 2018 r.