

Reduction of Air Pollutant Emissions from Medium-sized Combustion Plants

Authors

Zbigniew Łukasik

Jacek Kozyra

Aldona Kuśmińska-Fijałkowska

Keywords

pollutant emission, sulphur dioxide, nitrogen oxide, combustion plant

Abstract

The paper highlights the need to adjust medium-sized combustion plants to the requirements of EU Directive 2015/2193 on the limitation of emissions. The results so far are presentations of reducing emissions of sulphur dioxide, nitrogen oxides and dust in Poland. The Directive's detailed guidelines are provided for existing and newly built combustion plants. Also analysed are actions to reduce pollutant emissions and the expected impact of new regulations on energy facilities in Poland.

DOI: 10.12736/issn.2300-3022.2016406

Introduction

In recent decades air emissions have been significantly reduced, but their level is still a problem in many parts of Europe. Residents of the European Union are still exposed to air pollutants that can harm their health and deteriorate their well-being [2]. It was found that the environment is still exposed to excessive nitrogen and sulphur from transport emissions, unsustainable practices in agriculture, and electricity generation [4, 5]. In many EU areas air pollution indicators still exceed the limits set out in EU standards, and EU air quality standards still do not meet the objectives set by the World Health Organization.

In the field of environment improvement and protection the overriding objective of the European Union is to take action and increase efforts to achieve full compliance with EU air quality legislation and to define strategic objectives and actions for the period after 2020. Therefore, the EU legislators adopted directives aimed at protecting the air, including Directive 2010/75/EU of 24 November 2010 on industrial emissions – IED (integrated pollution prevention and control) and EU Directive 2015/2193 of 25 November 2015. *on the limitation of emissions of certain pollutants into the air from medium combustion plants.*

One of the arguments justifying the need to regulate emissions from combustion plants with an average capacity is their increasing share in the air pollution, primarily due to the increase in the use of biomass as a fuel as a result of the climate and energy policy implementation [2].

The Directive sets allowable limits for the emissions of sulphur dioxide (SO₂), nitrogen oxides (NO_x) and dust for combustion plants with rated thermal output of not less than 1 MW and less than 50 MW, and new facilities with capacity equal to or greater

than 50 MW, resulting from the merger of smaller objects, except objects within the scope of Chapter III of Directive 2010/75/EU [2]. According to the Directive a combustion plant is any technical apparatus in which fuels are oxidised in order to use the heat thus generated. Existing combustion plant means a facility put into operation before 20 December 2018, or for which prior to 19 December 2017 a permit was obtained on the basis of national regulation, provided that the plant was put into operation no later than 20 December 2018. New combustion plant means a facility other than existing one. The Directive requires Member States to implement its provisions by 19 December 2017.

1. Emission of pollutants into the air in Poland

The most important and commonly found air pollutants are: sulphur dioxide (SO₂), nitrogen oxides (NO_x), carbon monoxide (CO), particulate matter, heavy metals (cadmium, lead, mercury), ammonia (NH₃), volatile organic compounds, persistent organic pollutants. Basically all fossil fuels contain sulphur or its compounds, the combustion of which produces sulphur dioxide SO₂. It is highly toxic and slowly spreads in the atmosphere. Sulphur oxides are produced:

- in the combustion of sulphur-containing fuels, fossil and biomass alike, and waste. They are emitted into the atmosphere mainly as SO₂ (hence the emissions of the other oxides are expressed by reference to SO₂)
- in the technological processes, which use sulphur-containing materials, such as, for instance, ore melting or sintering
- in the production of sulphur-containing compounds, e.g. sulphuric acid

- in the use of sulphur compounds in the production of other products, e.g. in the cellulose manufacture with sulphite process
 - of sulphur removal, e.g. from liquid and gaseous fuels [9].
- In Poland SO₂ is emitted primarily from power sources, but also from industrial and municipal sources, and the chemical industry and metallurgy (mainly copper).

Nitrogen oxides are among the most dangerous compounds penetrating the atmosphere as a result of economic activity. They play an important role in the development of adverse events, which are: acid rain, winter smog, photochemical smog, and indirectly – as a precursor of tropospheric ozone – also the greenhouse effect. Nitrogen oxides are produced:

- in the fuel combustion they are created by high temperature oxidation of the nitrogen in the combustion air, and the nitrogen trapped in the fuel
- in the production of nitrogen-containing compounds, e.g. nitric acid, fertilizers
- in the high-temperature processes using oxygen, for example in the manufacture of steel in electric arc or open hearth furnaces [9].

Carbon monoxide is produced in the incomplete combustion of fuels. In the atmosphere it oxidises to CO₂ [8]. This reaction produces ozone. The main source of CO emissions is road transport, especially vehicles with petrol engines. Another major source of CO is the municipal sector and agriculture, and some industrial processes (steel manufacture).

Sources of particulate matter in the air are virtually all production processes and fuel combustion processes (especially solid fuels) [7]. Lots of dust are emitted from the power, chemical, mining, metallurgical and construction industries (especially the production of cement) [6]. Dust have harmful impact on human health, soil and vegetation, water, materials and visibility constraints.

Now, after the elimination in recent years and a significant reduction of direct threats, the most important adverse effects of air pollution in Poland include [3]:

- increased air pollution in most towns associated with the impact of the so-called low emission and the increasing vehicular traffic (SO₂, NO₂, carbon monoxide CO, dust with heavy metal content)
- acidification of soils and waters as a result of the emissions of sulphur dioxide (SO₂), nitrogen oxides (NO_x) and ammonia (NH₃), followed by dry and wet deposition of pollutants
- eutrophication of aquatic ecosystems caused by, among others, nitrogen compounds washed out of the air (NO_x, NH₃ and derivatives)
- increase in the concentration of ozone in the ground layer of the atmosphere (tropospheric ozone – O₃) as a result of photochemical transformations in the air polluted with ozone precursors, such as nitrogen oxides and volatile organic compounds (VOCs)
- locally elevated pollution by hazardous substances, especially harmful to human health and the environment (heavy metals - cadmium, lead, mercury, persistent organic pollutants [POPs], as well as fine particulate matter).

Specification	2000	2005	2010	2013
	<i>in thousands of tons</i>			
Sulphur dioxide, Nitrogen oxides	1,451	1,217	937	847
Carbon dioxide	844	851	861	798
Carbon monoxide	318,749	31,8387	32,9622	322,900
Ammonia	2,655	2,597	2,938	2,876
Dust	284	272	271	263
	444	471	449	407

Tab. 1. Total emissions of air pollutants in Poland

Specification	2000	2005	2010	2013
	<i>in thousands of tons</i>			
Sulphur dioxide				
Total	1,451	1,217	937	847
Commercial power plants	805	673	365	290
Industrial power plants	297	214	176	167
Industrial processes	10	11	14	11
Other stationary	338	319	381	377
Other mobile	1	1	2	1
nitrogen oxides				
Total	844	851	861	798
Commercial power plants	237	246	233	203
Industrial power plants	102	81	72	76
Industrial processes	18	19	24	24
Other stationary	123	128	152	141
Other mobile	363	376	379	355
dust				
Total	444	471	449	407
Commercial power plants	38	39	20	17
Industrial power plants	15	13	8	8
Industrial processes	76	62	57	66
Other stationary	252	285	247	237
Other mobile	64	72	90	85

Tab. 2. Total emissions of sulphur dioxide, nitrogen oxides and particulate matter [1]

Emissions of major air pollutants are presented in Tab. 1 [1]. The air pollutant emissions specified in Tab. 1 vary considerably throughout the period. Special recognition deserves the reduction of sulphur dioxide emissions by 41% over 14 years (2000–2013). Reducing nitrogen oxide emissions doesn't look so good. In the first 2000 decade the emission increased until 2012, when it was reduced by 5% as compared to 2000. At the same time, carbon monoxide and carbon dioxide emissions increased: carbon dioxide by more than 1%, and carbon monoxide by 8%. Ammonia emissions have been reduced by ca. 7%, and particulate matter emissions by more than 4%.

The situation can be further analysed through detailed listing of pollution emitting facilities. Total emissions of sulphur dioxide, nitrogen oxides and dust in 2000–2013 are compared in Tab. 2 [1]. It lists polluting objects: commercial and industrial heat and/or power plants, processes emissions (from industrial plants) and mobile sources, predominantly motor vehicles. Other stationary sources include municipal boiler houses, individual hearths (households), craft workshops and agriculture.

Total emissions of sulphur dioxide, nitrogen oxides and dust in 2000 and 2013 are compared in Fig. 1 and 2.

The largest shares in sulphur dioxide emissions in Poland in 2013 were: local boiler houses, domestic hearths, craft workshops, agriculture (45% of the specified sources), commercial power

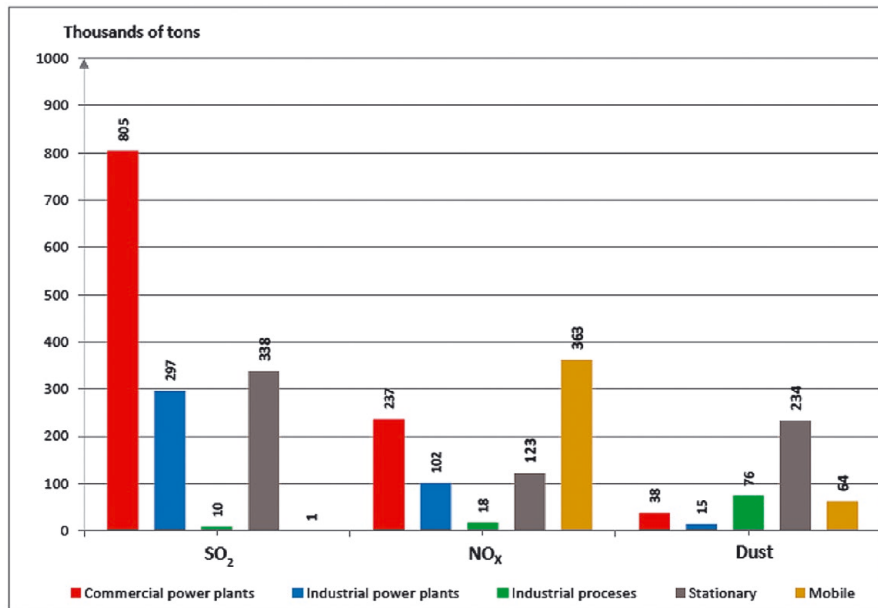


Fig. 1. Total emissions of sulphur dioxide, nitrogen oxides and dust from the specified emissions sources in 2000 [1]

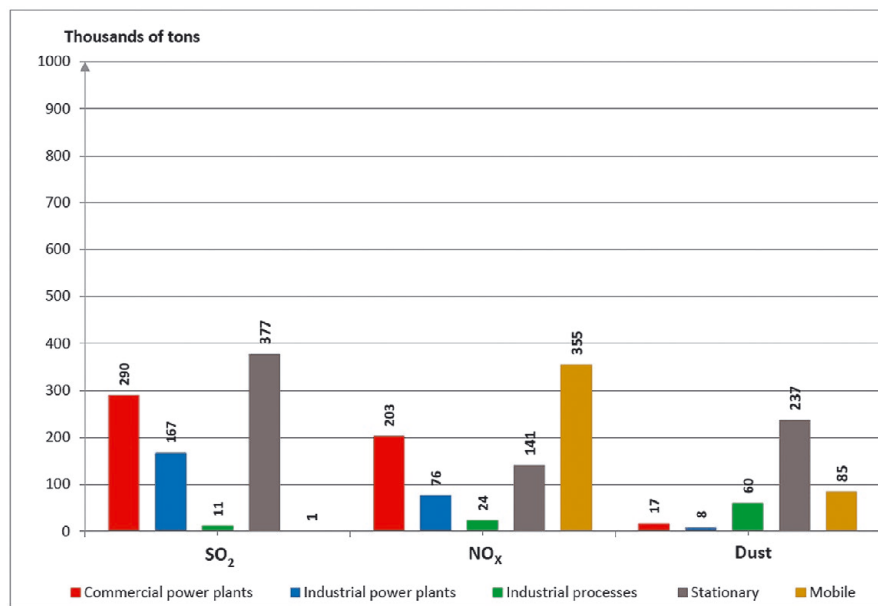


Fig. 2. Total emissions of sulphur dioxide, nitrogen oxides and dust from the specified emissions sources in 2013 [1]

plants (34%), and industrial power plants (20%). Mobile sources accounted in 2013 for a large share (44%) in total nitrogen oxides emissions. Other major sources were combustion processes: in the energy generation and transformation sector – 31%, non-industrial – 12%, and industrial – 9%. The main particulate emission sources were local boiler houses, domestic hearths, craft workshops and agriculture. In 2013 these stationary sources accounted for 58% of the total dust emissions. The share of mobile sources increased from 14% in 2000 to 21% in 2013, while the shares of commercial and industrial power sector in the overall dust emission decreased – in 2013 to 4% and 2%, respectively. Polluted air doesn't stay within country borders. It is transported over long distances from country to country. It is also an important issue in Poland, where as much as 48% of polluted

air flows from neighbouring countries, while 67% of air pollution is exported to other countries. Therefore, actions of national governments should be supported by international cooperation at EU level in order to solve the problem of cross-border transfer of air pollution.

2. Measures to reduce emissions of air pollutants in Poland

In the EU legislation air quality assessment and management systems are regulated in a number of directives that have been transposed into the Polish national law by way of the Act of 27 April 2001 – Environmental Protection Law (Journal of Laws of 2013, Item 1232, as amended) and the Act of 3 October 2008 on the provision of information about the environment and its

protection, public participation in environmental protection and environmental impact assessments (Journal of Laws of 2013, Item 1235 as amended.). In addition to the statutory laws, issues related to air quality are regulated by regulations of the Ministry of the Environment.

The European Commission keeps updating and refining the tools to combat air pollution. In the light of planned new regulations the emissions limits will be rigorously reinforced and supported by further tools and resources to combat the problem, such as: “Clear Air” package and **Directive on NEC National Emission Ceilings, which is supposed to significantly reduce air pollution in the European Union by 2030.**

The latest action of the Polish government is the Anti-Smog Act of 10 September 2015 amending the Act – *Environmental Protection Law*. The adoption of these amendments will enable local authorities to introduce area specific technical, emission and quality standards for combustion plants, taking into account the health needs of the residents and the impact on the environment. Such solutions should help to reduce harmful emissions. Another new activity is the launch of the National Programme for Air Protection (KPOP), which was announced at last year’s Economic Forum in Krynica. The program’s launch shall quickly result in air pollution reduction, also by reducing the concentration of harmful dust from the so-called low emissions, mainly from domestic coal stoves and road transport exhaust emissions. In addition, KPOP includes a schedule of actions needed to improve air quality in Poland, which identifies entities responsible for their implementation (at central government and local self-government levels). The activities are divided into short-term – to be completed by 2018 (some of which are identified as priorities for immediate implementation), medium term (by 2020) and long term (2030).

3. The Directive on the limitation of emissions of certain pollutants into the air from medium combustion plants

Adopted on 25 November 2015, the Directive of the European Parliament and the Council 2015/2193 on the limitation of emissions of certain pollutants into the air from medium combustion plants as one of the arguments justifying the need to regulate emissions from combustion plants with average capacity points out to their increasing share of air pollution. This is due, among other things, to the growing use of biomass as fuel in order to meet the climate and energy policy requirements.

The Directive sets limits for the emissions of sulphur dioxide (SO₂), nitrogen oxides (NO_x) and dust for combustion plants with rated thermal input at least 1 MW and less than 50 MW. The Directive also applies to new facilities with capacity equal to or greater than 50 MW, resulting from the merger of smaller plants. According to the Directive a combustion plant is any technical apparatus in which fuels are oxidised in order to use the heat thus generated. “Existing combustion plant” means a facility put into operation before 20 December 2018, or for which prior to 19 December 2017 a permit was obtained on the basis of national regulation, provided that the plant was put into operation no later than 20 December 2018. “New combustion plant”

Pollution	Solid biomass	Other solid fuels	Liquid fuels other than heavy fuel oil	Heavy fuel oil	Natural gas	Gaseous fuels other than natural gas
SO ₂	200 ^{(1), (2)}	1 100 ⁽³⁾	–	350	–	200 ⁽³⁾
NO _x	650	650	200	650	250	250
Particulate matter (dust)	50	50	–	50	–	–

(1) – This does not apply to any plant fired with solid wood biomass only
 (2) – 300 mg/Nm³ for straw fired plants
 (3) – 400 mg/Nm³ for low-calorific coke oven gas in the iron and steel industry.

Tab. 3. Allowable emission limits (mg/Nm³) for existing medium-sized combustion plants with rated thermal input of not less than 1 MW and not more than 5 MW, other than engines and gas turbines [2]

Pollution	Solid biomass	Other solid fuels	Liquid fuels other than heavy fuel oil	Heavy fuel oil	Natural gas	Gaseous fuels other than natural gas
SO ₂	200 ^{(1), (2)}	400 ⁽³⁾	–	350 ⁽⁴⁾	–	35 ^{(5), (6)}
NO _x	650	650	200	650	200	250
Particulate matter (dust)	30 ⁽⁷⁾	30 ⁽⁷⁾	–	30	–	–

(1) – This does not apply to any plant fired with solid wood biomass only
 (2) – 300 mg/Nm³ for straw fired plants
 (3) – 1,100 mg/Nm³ for plants with rated thermal input of more than 5 MW and not more than 20 MW
 (4) – Until 1 January 2030: 850 mg/Nm³ for plants with rated thermal input of more than 5 MW and not more than 20 MW, fired with heavy fuel oil
 (5) – 400 mg/Nm³ for low-calorific coke oven gases and 200 mg/Nm³ for low-calorific blast furnace gas in the iron and steel industry
 (6) – 170 mg/Nm³ for biogas
 (7) – 50 mg/Nm³ for plants with rated thermal input of more than 5 MW and not more than 20 MW

Tab. 4. Allowable emission limits (mg/Nm³) for existing medium-sized combustion plants with rated thermal input of more than 5 MW, other than engines and gas turbines [2]

Pollution	Type of medium combustion plant	Diesel	Liquid fuels other than heavy fuel oil	Natural gas	Gaseous fuels other than natural gas
SO ₂	Engines and gas turbines	–	120	–	15 ^{(1), (2)}
NO _x	Engines	190 ^{(3), (4)}	190 ^{(3), (5)}	190 ⁽⁶⁾	190 ⁽⁶⁾
	Gas turbines ⁽⁷⁾	200	200	150	200
Particulate matter (dust)	Engines and gas turbines	–	10 ⁽⁸⁾	–	–

(1) – 60 mg/Nm³ for biogas
 (2) – 130 mg/Nm³ for low-calorific coke oven gases and 65 mg/Nm³ for low-calorific blast furnace gas in the iron and steel industry
 (3) – 1850 mg/Nm³ for the following cases: (a) for diesel engines built before 18 May 2006; (b) for dual fuel engines in the liquid fuel mode
 (4) – 250 mg/Nm³ for engines with rated thermal input of not less than 1 MW and not more than 5 MW
 (5) – 250 mg/Nm³ for engines with rated thermal input of not less than 1 MW and not more than 5 MW (7) – 225 mg/Nm³ for engines with rated thermal input of more than 5 MW and not more than 20 MW
 (6) – 380 mg/Nm³ for dual fuel engines in the gas fuel mode
 (7) – Allowable emission limits apply only above 70% load
 (8) – 20 mg/Nm³ for objects with rated thermal input of not less than 1 MW and not more than 20 MW

Tab. 5. Allowable emission limits (mg/Nm³) for existing engines and gas turbines [2]

Pollution	Solid biomass	Other solid fuels	Diesel	Liquid fuels other than heavy fuel oil	Natural gas	Gaseous fuels other than natural gas
SO ₂	200 ⁽¹⁾	400	–	350 ⁽²⁾	–	35 ^{(3), (4)}
NO _x	300 ⁽⁵⁾	300 ⁽⁵⁾	200	300 ⁽⁶⁾	100	200
Particulate matter (dust)	20 ⁽⁷⁾	20 ⁽⁷⁾	–	20 ⁽⁸⁾	–	–

(1) – This does not apply to any plant fired with solid wood biomass only.
 (2) – Until 1 January 2025: 1700 mg/Nm³ for any SIS or MIS object
 (3) – 400 mg/Nm³ for low-calorific coke oven gas, and 200 mg/Nm³ for low-calorific blast furnace gas in the iron and steel industry.
 (4) – 100 mg/Nm³ for biogas
 (5) – 500 mg/Nm³ for objects with rated thermal input of not less than 1 MW and not more than 5 MW
 (6) – Until 1 January 2025: 450 mg/Nm³ for the combustion of heavy fuel oil containing from 0.2% to 0.3% N, and 360 mg/Nm³ for the combustion of heavy fuel oil containing less than 0.2% N with regard to SIS or MIS objects
 (7) – 50 mg/Nm³ for the plants with total rated thermal input of not less than 1 MW and not more than 5 MW; 30 mg/Nm³ for plants with total rated thermal input of more than 5 MW and not more than 20 MW
 (8) – 50 mg/Nm³ for plants with rated thermal input of not less than 1 MW and not more than 5 MW

Tab. 6. Allowable emission limits (mg/Nm³) for new medium-sized combustion plants other than engines and gas turbines [2]

Pollution	Type of medium combustion plant	Diesel	Liquid fuels other than heavy fuel oil	Natural gas	Gaseous fuels other than natural gas
SO ₂	Engines and gas turbines	–	120 ⁽¹⁾	–	15 ⁽²⁾
NO _x	Engines ^{(3), (4)}	190 ^{(3), (4)}	190 ^{(5), (6)}	95 ⁽⁷⁾	190
	Gas turbines ⁽⁸⁾	75	75 ⁽⁹⁾	50	75
Particulate matter (dust)	Engines and gas turbines	–	10 ^{(10), (11)}	–	–

(1) – Until 1 January 2025: 590 mg/Nm³ for any Diesel engine which is SIS or MIS object
 (2) – 40 mg/Nm³ for biogas
 (3) – Engines operated from 500 to 1500 hours per year may be exempted from compliance with the emission limits, if they utilize primary NO_x emission reduction measures, and if they meet the emission limits specified in footnote (4)
 (4) – Until 1 January 2025 in SIS and MIS: 1850 mg/Nm³ for dual fuel engines in the liquid fuel mode and 380 mg/Nm³ in the gaseous fuel mode; 1300 mg/Nm³ for diesel engines with speed ≤ 1200 rpm and total rated thermal input of not more than 20 MW and 1850 mg/Nm³ for diesel engines with total rated thermal input of more than 20 MW; 750 mg/Nm³ for diesel engines with speed > 1200 rpm.
 (5) – 225 mg/Nm³ for dual fuel engines in the liquid fuel mode
 (6) – 225 mg/Nm³ for diesel engines with rated thermal input of not more than 20 MW and rotation ≤ 1200 rpm.
 (7) – 190 mg/Nm³ for dual fuel engines in the gaseous fuel mode
 (8) – These allowable emission limits apply only above 70% load
 (9) – Until 1 January 2025: 550 mg/Nm³ for any SIS or MIS object
 (10) – Until 1 January 2025: 75 mg/Nm³ for any Diesel engine which is SIS or MIS object
 (11) – 20 mg/Nm³ for plants with rated thermal input of not less than 1 MW and not more than 5 MW

Tab. 7. Allowable emission limits (mg/Nm³) for new engines and gas turbines [2]

means a facility other than existing one. The Directive requires Member States to implement its provisions by 19 December 2017. This means that from 20 December 2018, the air emissions of SO₂, NO_x and dust from any existing or new plant shall not exceed the limits set out in Annex II to the Directive. All allowable emission limits indicated in this Annex shall be determined at 273.15 K and under pressure of 101.3 kPa. Additionally, provided

for is the adjustment for steam content in flue gases, with standardized O₂ content of: 6% for medium-sized combustion plants using solid fuels, 3% for medium-sized combustion plants using liquid and gaseous fuels other than engines and gas turbines, and 15% for engines and gas turbines. Emissions permitted for existing facilities are listed in Tab. 3, 4, 5 [2].

Emissions permitted for new facilities are listed in Tab. 6, 7 [2]. SIS and MIS acronyms in Tab. 6 and 7 mean: “small isolated system” (SIS) and “micro isolated system” (MIS).

4. Impact of new regulations on energy facilities in Poland

The existing EU regulations on limiting emissions from combustion were incomplete. The standards have applied so far to the largest plants above 50 MW (Directive 2010/75/EU on industrial emissions), as well as to those smaller than 1 MW (follow-up regulation to Directive 2009/125 establishing a framework for the setting of ecodesign requirements for energy-related products). The new emission limits set out in the Directive largely relate to numerous local heat plants, and small and medium-sized businesses, which use, for instance heat or steam in their production process. Cleaner air from these plants will enforce their costly upgrades. With the current emissions of sulphur dioxide, plants generate four times lower operating costs, and for dust generated during the heat production the operation is 3–10 times cheaper. It will take years for these facilities to upgrade to the new standards. Whereas the old objects (with thermal capacity of over 5 MW) should meet the limits since 2025. For smaller plants (thermal capacity 1–5 MW), used most often by small and medium-sized enterprises, the limits will be mandatory from 2030.

According to the National Centre for Emissions Balancing and Management the number of medium-sized combustion plants in Poland may be more than 3,600. The proposed solutions are a serious blow to the very large group of low power sources that supply heating systems in Poland, including public buildings, schools, hospitals and universities. Expert analyses show that the proposed changes will result in an excessive financial burden for small and medium-sized enterprises in Poland, mainly operators of municipal heating systems, as well as in an increase in the district heat price, and an increase in the cost of production of the enterprises that operate medium combustion plants for their own needs.

5. Conclusions

Air pollution harms our health and the environment. It comes from many sources, which are both medium and large combustion plants. The new EU strategy on air quality aims to achieve consistent and comprehensive assurance by 2020 of full compliance with the applicable air quality legislation, and sets new long-term goals to be achieved by 2030. Pursuing this purpose the European Union employs mechanisms aiming at the determination of air quality and pollutant concentration standards, setting limits on total emissions for individual countries, and also develops and implements legislation for pollution sources. One of the concrete effects of its implementation will be a reduction

of the emissions of pollutants resulting primarily from the increase in the use of biomass as a fuel as an effect of the climate and energy policy.

For Poland the introduction of the new Directive, and thereby continuation of the efforts to improve the climate, will be crucial to maintain its industry's and the whole national economy's competitiveness. The climate and energy policy will to the largest extent affect the countries where coal plays a key role in energy processes. Poland is such a country, where electricity and heat generation is based largely on coal. For our country this will mean an enormous investment in the Polish energy sector's modernization. The estimated costs of such modernization are at the level of hundreds of billions of PLN. It is estimated that the modernization cost will be set off by neither free emission allowances, nor subsidies from the Modernization Fund. Therefore, taken into account should be the threats to the pace of growth and of economic and social development.

REFERENCES

1. "Ochrona środowiska 2015" [Environmental protection in 2015], GUS Central Statistical Office, Warszawa 2015.
2. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady UE 2015/2193 z 25 listopada 2015. [Directive EU 2015/2193 of the European Parliament and the Council of the of 25 November 2015].
3. Serwice archiwum.ekoportal.gov.pl [online], <http://archiwum.ekoportal.gov.pl/> [access: 20.12.2016].
4. Z. Łukasik, A. Kuśmińska-Fijałkowska, J. Kozyra, "Innovative reduction of CO₂ emission through application of energy-saving electroluminescent external lightning of passenger vehicles", *Przegląd Elektrotechniczny [Electrotechnical Review]*, No. 12, 2015.
5. Z. Łukasik, J. Kozyra, A. Kuśmińska-Fijałkowska, "Perspectives and production of electricity from renewable energy sources in Poland", 10th Conference on Sustainable Development of Energy, Water and Environment Systems, Dubrovnik, Croatia 27 IX – 02 X 2015, Book of Abstracts.
6. A. Kuśmińska-Fijałkowska, Z. Łukasik, "Efekty wynikające z wdrożenia Systemu Zarządzania Jakością" [Effects of Quality Management System implementation], *Logistyka [Logistics]*, No. 3, 2014.
7. Z. Łukasik, J. Kozyra, A. Kuśmińska-Fijałkowska, "Efektywne ograniczenie zużycia energii elektrycznej w zakładach przemysłowych" [Effective reduction of electricity consumption in industrial plants], *Technika Transportu Szynowego [Rail Transport Technology]*, No. 12, 2015, pp. 1232–3829.
8. Z. Łukasik, A. Kuśmińska-Fijałkowska, J. Kozyra, "Eco-friendly technology to reduce CO₂ emissions of passenger cars based on innovative solutions", *Przegląd Elektrotechniczny [Electrotechnical Review]*, No. 8, 2016.
9. EKO-forecast website [online], <http://ekoprogniza.pl/> [access: 20.12.2016].

Zbigniew Łukasik

Kazimierz Pulaski University of Technology and Humanities in Radom
 e-mail: z.lukasik@uthrad.pl

A professor in the Institute of Automation and Telematics at the Faculty of Transport and Electrical Engineering of Kazimierz Pulaski University of Technology and the Humanities in Radom. Head of the Process Automation Department, and for many years a lecturer in information theory, signal theory, process automation, control theory, computer networks and industrial control systems. Member of the Transport Committee of the Polish Academy of Sciences and member of the Accreditation Commission of Technical Universities. Member of the scientific boards of many conferences home and abroad, and of specialist magazines. Rector of the University of Technology and Humanities (2012–2020), former vice-rector and a dean for many years. In his research he deals with the problems of high-quality control, process automation and signal processing. Author of more than 150 domestic and foreign publications, including academic textbooks.

Jacek Kozyra

Kazimierz Pulaski University of Technology and Humanities in Radom
 e-mail: j.kozyra@uthrad.pl

Graduated as M.Sc. in electrical engineering from the Department of Transport at Radom University of Technology (1997). PhD awarded by the Faculty of Electrical Engineering of Poznań University of Technology (2006). An assistant professor in the Department of Power and Electrical Engineering, University of Technology and Humanities in Radom. The area of his research interests covers issues related to power grids and systems, and their automatic protection. Co-author of 50 scientific publications, 4 research reports and 2 academic textbooks.

Aldona Kuśmińska-Fijałkowska

Kazimierz Pulaski University of Technology and Humanities in Radom
 e-mail: a.kusminska@uthrad.pl

Graduated as M.Sc. in electrical engineering from the Department of Transport at Radom University of Technology (2001). PhD granted by the Faculty of Transport of Radom University of Technology (2008). An assistant professor in the Department of Process Automation, University of Technology and Humanities in Radom. The area of her research interests includes issues related to automation, robotics, and processes visualization. Co-author of 55 scientific publications, 11 research reports and 2 academic textbooks.

This is a supporting translation of the original text published in this issue of "Acta Energetica" on pages 69–74. When referring to the article please refer to the original text.

PL

Ograniczenie emisji zanieczyszczeń powietrza ze średnich obiektów energetycznego spalania

Autorzy

Zbigniew Łukasik
 Jacek Kozyra
 Aldona Kuśmińska-Fijałkowska

Słowa kluczowe

emisja zanieczyszczeń, dwutlenek siarki, tlenek azotu, obiekt energetycznego spalania

Streszczenie

W artykule zwrócono uwagę na konieczność dostosowania średnich obiektów spalania do wymogów Dyrektywy UE 2015/2193 w sprawie ograniczenia emisji zanieczyszczeń. Przedstawiono dotychczasowe wyniki w ograniczaniu emisji dwutlenku siarki, tlenków azotu oraz pyłów w Polsce. Podano szczegółowe wytyczne dyrektywy dotyczące obiektów energetycznych istniejących i nowo budowanych. Ponadto przeanalizowano działania ograniczające emisję zanieczyszczeń oraz spodziewany wpływ nowych przepisów na obiekty energetyczne w naszym kraju.

Wstęp

W ostatnich dziesięcioleciach emisje zanieczyszczeń do powietrza zostały znacznie ograniczone, ale w dalszym ciągu ich poziom stanowi problem w wielu częściach Europy. Mieszkańcy Unii Europejskiej nadal są narażeni na działanie substancji zanieczyszczających powietrze, co może szkodzić ich zdrowiu i znacznie pogarszać samopoczucie [2]. Stwierdzono, że środowisku naturalnemu nadal szkodzą nadmierne ilości azotu i siarki związane z emisjami środków transportu, niezrównoważonymi praktykami stosowanymi w rolnictwie i wytwarzaniem energii elektrycznej [4, 5]. Na wielu obszarach Unii wskaźniki zanieczyszczenia powietrza wciąż przekraczają wielkości dopuszczalne określone w unijnych normach, a unijne normy jakości powietrza nadal nie odpowiadają celom wyznaczonym przez Światową Organizację Zdrowia.

W dziedzinie poprawy i ochrony stanu środowiska naturalnego celem nadrzędnym Unii Europejskiej jest podejmowanie działań i zwiększenie wysiłków na rzecz osiągnięcia pełnej zgodności z unijnymi przepisami dotyczącymi jakości powietrza oraz określenia strategicznych celów i działań na okres po 2020 roku. Dlatego organy prawodawcze UE przyjęły dyrektywę mającą na celu ochronę powietrza, m.in. Dyrektywę 2010/75/UE z dnia 24 listopada 2010 r. w sprawie emisji przemysłowych – IED (zintegrowane zapobieganie zanieczyszczeniom i ich kontrola) oraz Dyrektywę UE 2015/2193 z dnia 25 listopada 2015 r. w sprawie ograniczenia emisji niektórych zanieczyszczeń do powietrza ze średnich obiektów energetycznego spalania.

Jako jeden z argumentów uzasadniających potrzebę uregulowania emisji z obiektów spalania paliw o średniej mocy wskazano ich coraz większy udział w zanieczyszczeniu powietrza, przede wszystkim ze względu na wzrost wykorzystania biomasy jako paliwa w wyniku stosowania polityki klimatyczno-energetycznej [2].

Dyrektywa określa dopuszczalne wielkości emisji dwutlenku siarki (SO_2), tlenków azotu (NO_x) i pyłu dla obiektów energetycznego spalania o nominalnej mocy cieplnej nie

mniejszej niż 1 MW i mniejszej niż 50 MW oraz nowych obiektów o mocy równej lub przekraczającej 50 MW, wynikającej z połączenia obiektów mniejszych, za wyjątkiem obiektów objętych zakresem stosowania rozdziału III Dyrektywy 2010/75/UE [2]. Zgodnie z dyrektywą obiektem energetycznego spalania jest każde urządzenie techniczne, w którym paliwa są utleniane w celu wykorzystania wytworzonego w ten sposób ciepła. Istniejący obiekt energetycznego spalania oznacza obiekt oddany do użytkowania przed 20 grudnia 2018 roku lub dla którego przed 19 grudnia 2017 roku uzyskano pozwolenie na podstawie przepisów krajowych, pod warunkiem że obiekt ten został oddany do użytkowania nie później niż 20 grudnia 2018 roku. Nowy obiekt energetycznego spalania oznacza obiekt inny niż istniejący. Dyrektywa zobowiązuje państwa członkowskie do implementacji jej zapisów do dnia 19 grudnia 2017 roku.

1. Emisja zanieczyszczeń do powietrza w Polsce

Do najważniejszych i powszechnie występujących substancji zanieczyszczających powietrze można zaliczyć: dwutlenek siarki (SO_2), tlenki azotu (NO_x), tlenek węgla (CO), pyły, metale ciężkie (kadm, ołów, rtęć), amoniak (NH_3), lotne związki organiczne, trwałe zanieczyszczenia organiczne. Wszystkie paliwa kopalniane zawierają z zasady siarkę lub jej związki dające w wyniku spalania dwutlenek siarki SO_2 (bezwodnik kwasu siarkawego). Jest on silnie toksyczny i wolno rozprzestrzenia się w atmosferze. Tlenki siarki powstają:

- przy spalaniu paliw zawierających siarkę, zarówno kopalnych, jak i biomasy, oraz odpadów. Emitowane są do atmosfery głównie w postaci SO_2 (stąd też emisje pozostałych tlenków określa się w przeliczeniu na SO_2)
- podczas procesów technologicznych, w których wykorzystuje się surowce zawierające siarkę, np. podczas topienia rud, spiekania
- przy produkcji związków chemicznych zawierających siarkę, np. kwasu siarkowego

- przy wykorzystaniu związków siarki w wytwarzaniu innych produktów, np. produkcja celulozy w procesie siarczynowym
- podczas usuwania siarki, np. z paliw płynnych i gazowych [9].

W Polsce SO_2 jest emitowany przede wszystkim ze źródeł energetycznych, ale także ze źródeł przemysłowych i komunalno-bytowych oraz z przemysłu chemicznego i hutnictwa metali (głównie miedzi).

Tlenki azotu należą do najbardziej niebezpiecznych związków dostających się do atmosfery w wyniku działalności gospodarczej. Odgrywają istotną rolę w powstawaniu niekorzystnych zjawisk, którymi są: kwaśne deszcze, smog zimowy, smog fotochemiczny, a pośrednio – jako prekursor ozonu troposferycznego – także efektu cieplarnianego. Tlenki azotu powstają podczas spalania paliw tworząc się w wyniku utleniania w wysokich temperaturach azotu zawartego w powietrzu spalania, azotu związanego w paliwie

- podczas produkcji związków chemicznych zawierających azot, np. kwas azotowy, nawozy sztuczne
- w procesach wysokotemperaturowych wykorzystujących tlen, np. w produkcji stali w piecach łukowych lub martenowskich [9].

Tlenek węgla powstaje podczas niepełnego spalania paliw. W atmosferze utlenia się do CO_2 [8]. W wyniku tej reakcji powstaje ozon. Głównym źródłem emisji CO jest transport drogowy, a w szczególności pojazdy z silnikami benzynowymi. Innym dużym źródłem CO jest sektor bytowo-komunalny i rolnictwo oraz niektóre procesy przemysłowe (produkcja stali).

Źródłami pyłów w powietrzu są właściwie wszystkie procesy produkcyjne i procesy spalania paliw (szczególnie paliw stałych) [7]. Szczególnie dużo pyłów emitowanych jest z energetyki, przemysłu chemicznego, wydobywczego, metalurgicznego oraz budowlanego (zwłaszcza produkcja cementu) [6]. Pyły oddziałują szkodliwie na zdrowie ludzkie, glebę i roślinność, wody, materiały oraz ograniczenie widoczności.

This is a supporting translation of the original text published in this issue of "Acta Energetica" on pages 69–74. When referring to the article please refer to the original text.

PL

Obecnie, po eliminacji w ostatnich latach i istotnym ograniczeniu bezpośrednich zagrożeń, do najważniejszych ujemnych skutków zanieczyszczenia powietrza w Polsce zalicza się [3]:

- podwyższone zanieczyszczenie powietrza na obszarach większości miast związane z oddziaływaniem tzw. niskiej emisji oraz rosnącym natężeniem ruchu pojazdów (SO₂, NO₂, tlenek węgla CO, pyły zawierające m.in. metale ciężkie)
- zakwaszenie gleb i wód na skutek emisji dwutlenku siarki (SO₂), tlenków azotu (NO_x) i amoniaku (NH₃), a następnie suchej i mokrej depozycji zanieczyszczeń
- eutrofizację ekosystemów wodnych spowodowaną m.in. przez wymywane z powietrza związki azotu (NO_x, NH₃ i pochodne)
- wzrost stężenia ozonu w przyziemnej warstwie atmosfery (ozonu troposferycznego – O₃) na skutek przemian fotochemicznych w powietrzu zanieczyszczonym prekursorami ozonu, m.in. tlenkami azotu oraz lotnymi związkami organicznymi (LZO)
- lokalne podwyższone zanieczyszczenie środowiska substancjami niebezpiecznymi, szczególnie szkodliwymi dla zdrowia ludzi i dla środowiska (metale ciężkie – kadm, ołów, rtęć, trwałe zanieczyszczenia organiczne [TZO], a także drobne cząstki pyłu zawieszzonego).

Emisję głównych zanieczyszczeń powietrza przedstawia tab. 1 [1].

Wyszczególnione w tab. 1 emisje zanieczyszczeń do powietrza w rozpatrywanym zakresie wykazują dość zróżnicowanie. Na szczególne uznanie zasługuje ograniczenie emisji dwutlenku siarki, który na przestrzeni 14 lat (2000–2013) uległ zmniejszeniu o 41%. Ograniczanie emisji tlenku azotu już tak dobrze nie przebiega. W pierwszym dziesięcioleciu XXI wieku jego emisja wzrastała, dopiero od 2012 roku nastąpiło ograniczenie, w stosunku do 2000 roku o 5%. W tym samym czasie emisja dwutlenku węgla i tlenku węgla wzrosła: dwutlenku węgla o ponad 1%, a tlenku węgla o 8%. Ograniczanie emisji amoniaku jest w granicach 7%, a w przypadku pyłów odnotowano redukcję emisji o ponad 4%.

Głębszą analizę sytuacji można wykonać dzięki dokładnemu wyszczególnieniu obiektów emitujących zanieczyszczenia. Porównanie całkowitej emisji dwutlenku siarki, tlenków azotu i pyłów w latach 2000–2013 przedstawia tab. 2 [1]. Wyszczególniono w niej obiekty emisji zanieczyszczeń: obiekty energetyki zawodowej i przemysłowej (elektrownie i elektrociepłownie), źródła emisji wynikające z procesów technologicznych (zakłady przemysłowe) oraz źródła mobilne, czyli zazwyczaj pojazdy samochodowe. Jako inne źródła stacjonarne przyjęto kotłownie komunalne, paleniska indywidualne (domowe), warsztaty rzemieślnicze oraz rolnictwo.

Porównanie całkowitej emisji dwutlenku siarki, tlenków azotu i pyłów w roku 2000 i 2013 przedstawiono na rys. 1 i 2.

Największy udział w emisji dwutlenku siarki w Polsce w 2013 roku miały: kotłownie lokalne, paleniska domowe, warsztaty rzemieślnicze, rolnictwo (razem

Wyszczególnienie	2000	2005	2010	2013
	w tysiącach ton			
Dwutlenek siarki	1 451	1 217	937	847
Tlenki Azotu	844	851	861	798
Dwutlenek węgla	318 749	31 8387	32 9622	322 900
Tlenek węgla	2 655	2 597	2 938	2 876
Amoniak	284	272	271	263
Pyły	444	471	449	407

Tab. 1. Całkowita emisja zanieczyszczeń powietrza w Polsce

Wyszczególnienie	2000	2005	2010	2013
	w tysiącach ton			
dwutlenek siarki				
Ogółem	1 451	1 217	937	847
Energetyka zawodowa	805	673	365	290
Energetyka przemysłowa	297	214	176	167
Technologie przemysłowe	10	11	14	11
Źródła stacjonarne	338	319	381	377
Źródła mobilne	1	1	2	1
tlenki azotu				
Ogółem	844	851	861	798
Energetyka zawodowa	237	246	233	203
Energetyka przemysłowa	102	81	72	76
Technologie przemysłowe	18	19	24	24
Źródła stacjonarne	123	128	152	141
Źródła mobilne	363	376	379	355
pyły				
Ogółem	444	471	449	407
Energetyka zawodowa	38	39	20	17
Energetyka przemysłowa	15	13	8	8
Technologie przemysłowe	76	62	57	66
Źródła stacjonarne	252	285	247	237
Źródła mobilne	64	72	90	85

Tab. 2. Całkowita emisja dwutlenku siarki, tlenków azotu i pyłów [1]

dla wyszczególnionych 45%), energetyka zawodowa (34%), a także energetyka przemysłowa (20%). Duży udział w całkowitej emisji tlenków azotu w 2013 roku miały źródła mobilne (44%). Ponadto znaczący udział miały procesy spalania: w sektorze produkcji i transformacji energii – 31%, poza przemysłem – 12% oraz w przemyśle – 9%. Na wielkość całkowitej emisji pyłów w zasadniczy sposób wpłynęła emisja pochodząca z kotłowni lokalnych, palenisk domowych, warsztatów rzemieślniczych oraz rolnictwa. W 2013 roku udział emisji z tych źródeł stacjonarnych ukształtował się na poziomie 58% całkowitej emisji pyłów. Udział źródeł mobilnych wzrósł z 14% w 2000 roku do 21% w 2013 roku, zaś udział elektroenergetyki zawodowej i przemysłowej w ogólnej emisji pyłów wykazuje tendencję spadkową – w 2013 roku zmniejszył się odpowiednio do poziomu 4% i 2%. Zanieczyszczenie powietrze danego kraju nie zatrzymuje się na jego granicach. Jest transportowane na duże odległości z kraju do kraju. To również istotna kwestia w Polsce, gdzie aż 48% zanieczyszczonego powietrza napływa z krajów ościennych, natomiast 67% zanieczyszczeń powietrza eksportowanych jest do innych krajów. Dlatego działania rządów poszczególnych państw powinny być wspomagane przez współpracę międzynarodową na poziomie Unii Europejskiej w celu rozwiązania transgranicznego przekazywania zanieczyszczeń powietrza.

2. Działania na rzecz ograniczenia emisji zanieczyszczeń powietrza w Polsce

System oceny i zarządzania jakością powietrza w prawodawstwie Unii Europejskiej reguluje wiele dyrektyw, które zostały przepisane do prawa krajowego przepisami ustawy z 27 kwietnia 2001 r. – *Prawo ochrony środowiska* (Dz.U. z 2013 r. poz. 1232, z późn. zm.) oraz ustawy z 3 października 2008 r. o udostępnianiu informacji o środowisku i jego ochronie, udziale społeczeństwa w ochronie środowiska oraz o ocenach oddziaływania na środowisko (Dz.U. z 2013 r. poz. 1235, z późn. zm.). Oprócz przepisów rangi ustawowej kwestie związane z jakością powietrza uregulowane są rozporządzeniami ministra środowiska. Komisja Europejska wciąż aktualizuje oraz udoskonala narzędzia do walki z zanieczyszczeniami powietrza. W świetle planowanych nowych regulacji limity emisji zanieczyszczeń zostaną rygorystycznie wzmocnione oraz wsparte kolejnymi narzędziami i środkami do walki z tym problemem, takimi jak: Pakiet „Czyste powietrze” oraz **dyrektywa o krajowych pułapach emisji** – NEC (ang. *National Emission Ceilings*), która **do 2030 roku ma istotnie zmniejszyć zanieczyszczenie powietrza w całej Unii Europejskiej**.

Najnowszym działaniem polskiego rządu jest ustawa antysmogowa z 10 września 2015 roku o zmianie ustawy – *Prawo ochrony środowiska*. Uchwalenie zmian

This is a supporting translation of the original text published in this issue of "Acta Energetica" on pages 69–74. When referring to the article please refer to the original text.

PL

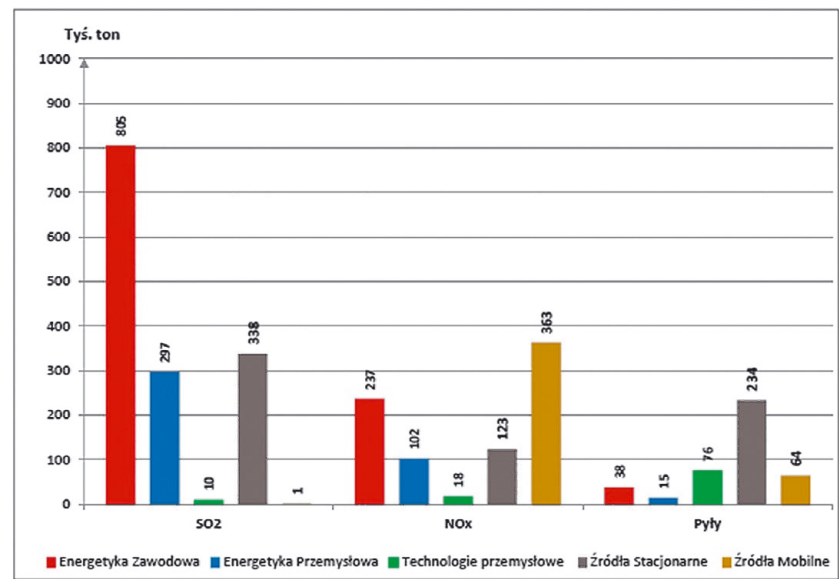
pozwole władzom lokalnym, wprowadzać na konkretnym terenie normy techniczne, emisyjne i jakościowe dla instalacji spalania paliw, uwzględniając potrzeby zdrowotne mieszkańców oraz oddziaływanie na środowisko. Takie rozwiązania powinny przyczynić się do ograniczenia emisji szkodliwych substancji. Innym nowym działaniem jest realizacja Krajowego Programu Ochrony Powietrza (KPOP), który został ogłoszony podczas zeszłorocznego Forum Ekonomicznego w Krynicy. Wprowadzenie tego programu ma szybko skutkować zmniejszeniem zanieczyszczenia powietrza, w tym poprzez zmniejszenie stężenia szkodliwych pyłów będących efektem tzw. niskiej emisji, która jest generowana głównie przez użytkowanie domowych pieców na węgiel oraz przez spaliny z transportu drogowego. Ponadto KPOP zawiera harmonogram działań potrzebnych do osiągnięcia poprawy jakości powietrza w Polsce, w którym wskazano odpowiedzialne za ich realizację podmioty (na poziomie rządowym i samorządowym). Działania podzielono na krótkoterminowe – do zrealizowania do 2018 roku (niektóre z nich wskazano jako priorytetowe do natychmiastowej realizacji), średnioterminowe (do 2020 roku) i długoterminowe (do 2030 roku).

3. Dyrektywa ograniczająca emisję niektórych zanieczyszczeń do powietrza ze średnich obiektów energetycznego spalania

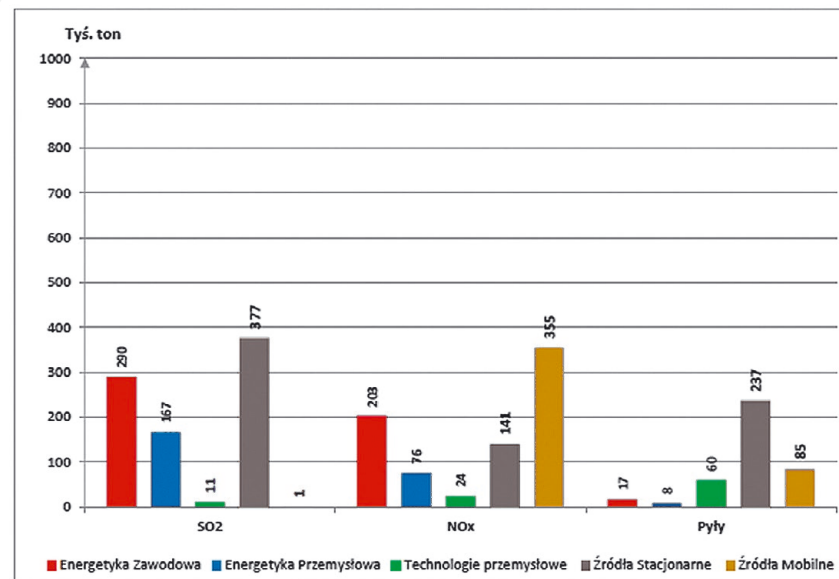
Przyjęta 25 listopada 2015 roku Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady UE 2015/2193 w sprawie ograniczenia emisji niektórych zanieczyszczeń do powietrza ze średnich obiektów energetycznego spalania za jeden z argumentów uzasadniających potrzebę uregulowania emisji z obiektów spalania paliw o średniej mocy wskazuje ich coraz większy udział w zanieczyszczeniu powietrza. Wynika to m.in. z coraz większego wykorzystania biomasy jako paliwa dla osiągnięcia wymogów polityki klimatyczno-energetycznej.

Dyrektywa określa dopuszczalne wielkości emisji dwutlenku siarki (SO_2), tlenków azotu (NO_x) i pyłu dla obiektów energetycznego spalania o nominalnej mocy cieplnej nie mniejszej niż 1 MW i mniejszych niż 50 MW. Dyrektywa dotyczy również nowych obiektów o mocy równej lub przekraczającej 50 MW, wynikającej z połączenia obiektów mniejszych.

Zgodnie z dyrektywą obiektem energetycznego spalania jest każde urządzenie techniczne, w którym paliwa są utleniane w celu wykorzystania wytworzonego w ten sposób ciepła. „Istniejący obiekt energetycznego spalania” to obiekt oddany do użytkowania przed 20 grudnia 2018 roku lub dla którego przed 19 grudnia 2017 roku uzyskano pozwolenie na podstawie przepisów krajowych, pod warunkiem że obiekt ten został oddany do użytkowania nie później niż 20 grudnia 2018 roku. „Nowy obiekt energetycznego spalania” to obiekt inny niż istniejący. Dyrektywa zobowiązuje państwa członkowskie do implementacji jej zapisów do 19 grudnia 2017 roku. Oznacza to, że od 20 grudnia 2018 roku emisje do powietrza SO_2 , NO_x i pyłu dla obiektów istniejących i nowych nie mogą przekraczać



Rys. 1. Całkowita emisja dwutlenku siarki, tlenków azotu i pyłów z wyszczególnionych źródeł emisji w 2000 roku [1]



Rys. 2. Całkowita emisja dwutlenku siarki, tlenków azotu i pyłów z wyszczególnionych źródeł emisji w 2013 roku [1]

emisji określonych w załączniku II dyrektywy. Wszystkie dopuszczalne wielkości emisji wskazane w niniejszym załączniku określa się w temperaturze 273,15 K, przy ciśnieniu 101,3 kPa. Dodatkowo określono korektę uwzględniającą zawartość pary wodnej w gazach odlotowych, przy znormalizowanej zawartości O_2 wynoszącej: 6% dla średnich obiektów energetycznego spalania stosujących paliwa stałe, 3% dla średnich obiektów energetycznego spalania wykorzystujących paliwa ciekłe i gazowe innych niż silniki i turbiny gazowe oraz 15% dla silników i turbin gazowych. Dopuszczalne emisje dla obiektów istniejących zamieszczono w tab. 3, 4, 5 [2]. Dopuszczalne emisje dla obiektów nowych przedstawiono w tab. 6, 7 [2].

Zamieszczone w tab. 6 i 7 skróty SIS i MIS oznaczają: „mały system wydzielony” (SIS) oraz „mikrosystem wydzielony” (MIS).

4. Wpływ nowych przepisów na obiekty energetyczne w Polsce

Dotychczasowe unijne regulacje dotyczące ograniczania emisji zanieczyszczeń z obiektów spalania były niekompletne. Normy obowiązywały dotąd bowiem w odniesieniu do największych instalacji powyżej 50 MW (Dyrektywa 2010/75/ UE o emisjach przemysłowych), a także mniejszych niż 1 MW (rozporządzenia do Dyrektywy 2009/125 ustanawiającej ogólne zasady ustalania wymogów dotyczących dla produktów związanych z energią). Przedstawione w nowej

This is a supporting translation of the original text published in this issue of "Acta Energetica" on pages 69–74. When referring to the article please refer to the original text.

PL

Zanieczyszczenie	Biomasa stała	Inne paliwa stałe	Paliwa ciekłe inne niż ciężki olej opałowy	Ciężki olej opałowy	Gaz ziemny	Paliwa gazowe inne niż gaz ziemny
SO ₂	200 ^{(1),(2)}	1 100 ⁽³⁾	–	350	–	200 ⁽³⁾
NO _x	650	650	200	650	250	250
Cząstki stałe (pyły)	50	50	–	50	–	–

(1) – Ta wielkość nie ma zastosowania do obiektów opalanych wyłącznie drewnianą biomasą stałą
 (2) – 300 mg/Nm³ w przypadku obiektów opalanych słomą
 (3) – 400 mg/Nm³ w przypadku niskokalorycznych gazów koksowniczych w hutnictwie żelaza i stali.

Tab. 3. Dopuszczalne wielkości emisji (mg/Nm³) dla istniejących średnich obiektów energetycznego spalania, o nominalnej mocy cieplnej nie mniejszej niż 1 MW i nie większej niż 5 MW, innych niż silniki i turbiny gazowe [2]

Zanieczyszczenie	Biomasa stała	Inne paliwa stałe	Paliwa ciekłe inne niż ciężki olej opałowy	Ciężki olej opałowy	Gaz ziemny	Paliwa gazowe inne niż gaz ziemny
SO ₂	200 ^{(1),(2)}	400 ⁽³⁾	–	350 ⁽⁴⁾	–	35 ^{(5),(6)}
NO _x	650	650	200	650	200	250
Cząstki stałe (pyły)	30 ⁽⁷⁾	30 ⁽⁷⁾	–	30	–	–

(1) – Ta wielkość nie ma zastosowania do obiektów opalanych wyłącznie drewnianą biomasą stałą
 (2) – 300 mg/Nm³ w przypadku obiektów opalanych słomą
 (3) – 1 100 mg/Nm³ dla obiektów o nominalnej mocy cieplnej większej niż 5 MW i nie większej niż 20 MW
 (4) – Do 1 stycznia 2030 roku: 850 mg/Nm³ w przypadku obiektów o nominalnej mocy cieplnej większej niż 5 MW i nie większej niż 20 MW, opalanych ciężkim olejem opałowym
 (5) – 400 mg/Nm³ w przypadku niskokalorycznych gazów koksowniczych i 200 mg/Nm³, w przypadku niskokalorycznych gazów wielkopieczowych w hutnictwie żelaza i stali
 (6) – 170 mg/Nm³ w przypadku biogazu
 (7) – 50 mg/Nm³ w przypadku obiektów o nominalnej mocy cieplnej większej niż 5 MW i nie większej niż 20 MW.

Tab. 4. Dopuszczalne wielkości emisji (mg/Nm³) dla istniejących średnich obiektów energetycznego spalania, o nominalnej mocy cieplnej większej niż 5 MW, innych niż silniki i turbiny gazowe [2]

Zanieczyszczenie	Rodzaj średniego obiektu energetycznego spalania	Olej napędowy	Paliwa ciekłe inne niż ciężki olej opałowy	Gaz ziemny	Paliwa gazowe inne niż gaz ziemny
SO ₂	Silniki i turbiny gazowe	–	120	–	15 ^{(1),(2)}
NO _x	Silniki	190 ^{(3),(4)}	190 ^{(3),(5)}	190 ⁽⁶⁾	190 ⁽⁶⁾
	Turbiny gazowe ⁽⁷⁾	200	200	150	200
Cząstki stałe (pyły)	Silniki i turbiny gazowe	–	10 ⁽⁸⁾	–	–

(1) – 60 mg/Nm³ w przypadku biogazu
 (2) – 130 mg/Nm³ w przypadku niskokalorycznych gazów koksowniczych i 65 mg/Nm³ w przypadku niskokalorycznych gazów wielkopieczowych w hutnictwie żelaza i stali
 (3) – 1850 mg/Nm³ w następujących przypadkach: (a) dla silników Diesla, których budowę rozpoczęto przed dniem 18 maja 2006 r.; (b) dla silników dwupaliwowych w trybie zasilania paliwem ciekłym
 (4) – 250 mg/Nm³ w przypadku silników o nominalnej mocy cieplnej nie mniejszej niż 1 MW i nie większej niż 5 MW
 (5) – 250 mg/Nm³ w przypadku silników o nominalnej mocy cieplnej nie mniejszej niż 1 MW i nie większej niż 5 MW. 225 mg/Nm³ w przypadku silników o nominalnej mocy cieplnej większej niż 5 MW i nie większej niż 20 MW
 (6) – 380 mg/Nm³ dla silników dwupaliwowych w trybie zasilania paliwem gazowym
 (7) – Dopuszczalne wielkości emisji mają zastosowanie jedynie powyżej 70% obciążenia
 (8) – 20 mg/Nm³ w przypadku obiektów o nominalnej mocy cieplnej nie mniejszej niż 1 MW i nie większej niż 20 MW.

Tab. 5. Dopuszczalne wielkości emisji (mg/Nm³) dla istniejących silników i turbin gazowych [2]

Zanieczyszczenie	Biomasa stała	Inne paliwa stałe	Olej napędowy	Paliwa ciekłe inne niż ciężki olej napędowy	Gaz ziemny	Paliwa gazowe inne niż gaz ziemny
SO ₂	200 ⁽¹⁾	400	–	350 ⁽²⁾	–	35 ^{(3),(4)}
NO _x	300 ⁽⁵⁾	300 ⁽⁵⁾	200	300 ⁽⁶⁾	100	200
Cząstki stałe (pyły)	20 ⁽⁷⁾	20 ⁽⁷⁾	–	20 ⁽⁸⁾	–	–

(1) – Ta wielkość nie ma zastosowania do obiektów opalanych wyłącznie drewnianą biomasą stałą
 (2) – Do 1 stycznia 2025 roku: 1700 mg/Nm³ w przypadku obiektów należących do SIS lub MIS
 (3) – 400 mg/Nm³ w przypadku niskokalorycznych gazów koksowniczych i 200 mg/Nm³ w przypadku niskokalorycznych gazów wielkopieczowych w hutnictwie żelaza i stali
 (4) – 100 mg/Nm³ w przypadku biogazu
 (5) – 500 mg/Nm³ w przypadku obiektów o całkowitej nominalnej mocy cieplnej nie mniejszej niż 1 MW i nie większej niż 5 MW
 (6) – Do 1 stycznia 2025 roku: 450 mg/Nm³ w przypadku spalania ciężkiego oleju opałowego zawierającego od 0,2% do 0,3% N oraz 360 mg/Nm³ w przypadku spalania ciężkiego oleju opałowego zawierającego mniej niż 0,2% N w odniesieniu do obiektów należących do SIS lub MIS
 (7) – 50 mg/Nm³ w przypadku obiektów o całkowitej nominalnej mocy cieplnej nie mniejszej niż 1 MW i nie większej niż 5 MW; 30 mg/Nm³ w przypadku obiektów o całkowitej nominalnej mocy cieplnej większej niż 5 MW i nie większej niż 20 MW
 (8) – 50 mg/Nm³ w przypadku obiektów o całkowitej nominalnej mocy cieplnej nie mniejszej niż 1 MW i nie większej niż 5 MW.

Tab. 6. Dopuszczalne wielkości emisji (mg/Nm³) dla nowych średnich obiektów energetycznego spalania, innych niż silniki i turbiny gazowe [2]

This is a supporting translation of the original text published in this issue of "Acta Energetica" on pages 69–74. When referring to the article please refer to the original text.

PL

Zanieczyszczenie	Rodzaj średniego obiektu energetycznego spalania	Olej napędowy	Paliwa ciekłe inne niż ciężki olej opałowy	Gaz ziemny	Paliwa gazowe inne niż gaz ziemny
SO ₂	Silniki i turbiny gazowe	–	120 ⁽¹⁾	–	15 ⁽²⁾
NO _x	Silniki ^{(3), (4)}	190 ^{(3), (4)}	190 ^{(5), (6)}	95 ⁽⁷⁾	190
	Turbiny gazowe ⁽⁸⁾	75	75 ⁽⁹⁾	50	75
Cząstki stałe (pyły)	Silniki i turbiny gazowe	–	10 ^{(10), (11)}	–	–

(1) – Do 1 stycznia 2025 roku: 590 mg/Nm³ w przypadku silników Diesla należących do SIS lub MIS
 (2) – 40 mg/Nm³ w przypadku biogazu
 (3) – Silniki o czasie funkcjonowania od 500 do 1500 godzin rocznie mogą zostać zwolnione z obowiązku przestrzegania tych dopuszczalnych wielkości emisji, jeżeli zastosowano w nich pierwotne środki ograniczenia emisji NO_x i jeżeli spełniają one dopuszczalne wielkości emisji określone w przepisie (4)
 (4) – Do 1 stycznia 2025 roku w SIS i MIS: 1850 mg/Nm³ w przypadku silników dwupaliwowych w trybie zasilania paliwem ciekłym i 380 mg/Nm³ w trybie zasilania paliwem gazowym; 1300 mg/Nm³ w przypadku silników Diesla o prędkości obrotowej ≤ 1200 obr./min i całkowitej nominalnej mocy cieplnej nie większej niż 20 MW oraz 1850 mg/Nm³ w przypadku silników Diesla o całkowitej nominalnej mocy cieplnej większej niż 20 MW; 750 mg/Nm³ w przypadku silników Diesla o prędkości obrotowej > 1200 obr./min
 (5) – 225 mg/Nm³ w przypadku silników dwupaliwowych w trybie zasilania paliwem ciekłym
 (6) – 225 mg/Nm³ w przypadku silników Diesla o całkowitej nominalnej mocy cieplnej nie większej niż 20 MW i prędkości obrotowej ≤ 1200 obr./min
 (7) – 190 mg/Nm³ w przypadku silników dwupaliwowych w trybie zasilania paliwem gazowym
 (8) – Te dopuszczalne wielkości emisji mają zastosowanie jedynie powyżej 70% obciążenia
 (9) – Do 1 stycznia 2025 roku: 550 mg/Nm³ w przypadku obiektów należących do SIS lub MIS
 (10) – Do 1 stycznia 2025 roku: 75 mg/Nm³ w przypadku silników Diesla należących do SIS lub MIS
 (11) – 20 mg/Nm³ w przypadku obiektów o całkowitej nominalnej mocy cieplnej nie mniejszej niż 1 MW i nie większej niż 5 MW.

Tab. 7. Dopuszczalne wielkości emisji (mg/Nm³) dla nowych silników i turbin gazowych [2]

dyrektywie dopuszczalne poziomy emisji w dużej mierze dotyczą licznych ciepłowni osiedlowych oraz małych i średnich przedsiębiorstw, które używają np. ciepła bądź pary w procesie produkcji. Czystsze powietrze z tych obiektów będzie wymuszać konieczność ich kosztownej modernizacji. Praca przedsiębiorstw przy obecnej emisji dwutlenku siarki generuje czterokrotnie niższe koszty eksploatacji, a dla pyłów powstających w czasie produkcji ciepła eksploatacja jest 3–10 razy tańsza. Instalacje tych obiektów będą miały dwa lata na osiągnięcie nowych standardów. Natomiast stare obiekty (o mocy cieplnej powyżej 5 MW) powinny spełniać limity od 2025 roku. Dla mniejszych instalacji (o mocy cieplnej 1–5 MW), stosowanych najczęściej przez małe i średnie przedsiębiorstwa, limity mają być obowiązkowe od 2030 roku. Według Krajowego Ośrodka Bilansowania i Zarządzania Emisjami liczba średnich obiektów energetycznego spalania w Polsce może wynosić ponad 3600. Proponowane rozwiązania są poważnym ciosem w bardzo dużą grupę źródeł ciepła małej mocy, zasilających systemy ciepłownicze w Polsce, m.in. obiektów użyteczności publicznej, szkół, szpitali oraz uniwersytetów. Z analiz ekspertów wynika, że projektowane zmiany spowodują nadmierne obciążenie finansowe sektora małych i średnich przedsiębiorstw w Polsce, w tym głównie operatorów miejskich systemów ciepłowniczych, a także wzrost cen ciepła sieciowego oraz wzrost kosztów wytwarzania przedsiębiorstw produkcyjnych eksploatujących średnie obiekty spalania na własne potrzeby.

5. Wnioski

Zanieczyszczenie powietrza szkodzi naszemu zdrowiu i środowisku. Pochodzi z wielu źródeł, którymi są zarówno średnie,

jak i duże obiekty energetycznego spalania. W nowej unijnej strategii dotyczącej jakości powietrza dąży się do osiągnięcia spójności i kompleksowego zapewnienia do 2020 roku pełnej zgodności z obowiązującym prawodawstwem dotyczącym jakości powietrza i wyznacza nowe długoterminowe cele, które mają zostać osiągnięte do 2030 roku. Unia Europejska, dążąc do tego celu, wykorzystuje mechanizmy polegające na określeniu norm jakości powietrza i stężeń zanieczyszczeń, ustaleniu wartości granicznych łącznych emisji dla poszczególnych krajów oraz opracowuje i wdraża prawodawstwo dla źródeł zanieczyszczeń. Jednym z konkretnych efektów jego wprowadzenia będzie ograniczenie emisji zanieczyszczeń wynikających przede wszystkim ze wzrostu wykorzystania biomasy jako paliwa w wyniku stosowania polityki klimatyczno-energetycznej. Dla Polski wprowadzenie nowej dyrektywy, a tym samym utrzymanie działań na rzecz poprawy klimatu, będzie miało zasadnicze znaczenie dla utrzymania konkurencyjności przemysłu oraz całej krajowej gospodarki. Największe skutki prowadzonej polityki klimatyczno-energetycznej będą odczuwały kraje, w których węgiel odgrywa kluczową rolę w procesach energetycznych. Do takich krajów zalicza się także Polska, gdzie produkcja energii elektrycznej i ciepła oparta jest praktycznie w dużej części na węglu. Oznaczać to będzie dla naszego kraju gigantyczny wysiłek inwestycyjny w zakresie modernizacji polskiego sektora energii. Szacunkowe koszty takiej modernizacji kształtują się na poziomie setek miliardów złotych. Ocenia się, że kosztów tej modernizacji nie zrekompensują ani bezpłatne uprawnienia do emisji, ani środki wsparcia z Funduszu Modernizacyjnego. Należy zatem liczyć się z zagrożeniami dla tempa rozwoju i wzrostu gospodarczo-społecznego.

Bibliografia

- Ochrona środowiska 2015, GUS, Warszawa 2015.
- Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady UE 2015/2193 z 25 listopada 2015.
- Serwis archiwum.ekoportal.gov.pl [online], <http://archiwum.ekoportal.gov.pl/> [dostęp: 20.12.2016].
- Łukasik Z., Kuśmińska-Fijałkowska A., Kozyra J., Innovative reduction of CO₂ emission through application of energy-saving electroluminescent external lighting of passenger vehicles, *Przegląd Elektrotechniczny* 2015, nr 12.
- Łukasik Z., Kozyra J., Kuśmińska-Fijałkowska A., Perspectives and production of electricity from renewable energy sources in Poland, 10th Conference on Sustainable Development of Energy, Water and Environment Systems, Dubrovnik, Croatia 27 IX – 02 X 2015, Book of Abstracts.
- Kuśmińska-Fijałkowska A., Łukasik Z., Efekty wynikające z wdrożenia Systemu Zarządzania Jakością, *Logistyka* 2014, nr 3.
- Łukasik Z., Kozyra J., Kuśmińska-Fijałkowska A., Efektywne ograniczenie zużycia energii elektrycznej w zakładach przemysłowych, *Technika Transportu Szynowego* 2015, nr 12, s. 1232–3829.
- Łukasik Z., Kuśmińska-Fijałkowska A., Kozyra J., Eco-friendly technology to reduce CO₂ emissions of passenger cars based on innovative solutions, *Przegląd Elektrotechniczny* 2016, nr 8.
- Strona serwisu EKO-prognoza [online], <http://ekoprogniza.pl/> [dostęp: 20.12.2016].

This is a supporting translation of the original text published in this issue of "Acta Energetica" on pages 69–74. When referring to the article please refer to the original text.

PL

Zbigniew Łukasik

prof. dr hab. inż.

Uniwersytet Technologiczno-Humanistyczny w Radomiu

e-mail: z.lukasik@uthrad.pl

Jest profesorem zwyczajnym w Instytucie Automatyki i Telematyki na Wydziale Transportu i Elektrotechniki Uniwersytetu Technologiczno-Humanistycznego im. Kazimierza Pułaskiego w Radomiu. Kieruje Zakładem Automatykacji Procesów i od wielu lat prowadzi wykłady z zakresu teorii informacji, teorii sygnałów, automatykacji procesów, teorii sterowania, sieci komputerowych oraz systemów sterowania przemysłowego. Jest członkiem Komitetu Transportu Polskiej Akademii Nauk oraz członkiem Komisji Akredytacyjnej Uczelni Technicznych. Wchodzi w skład komitetów naukowych wielu konferencji krajowych i zagranicznych oraz czasopism specjalistycznych. Pełni funkcję rektora Uniwersytetu Technologiczno-Humanistycznego (2012–2020), był prorektorem, a także wieloletnim dziekanem. W badaniach naukowych zajmuje się problemami wysokojakościowego sterowania, automatyzacją procesów oraz przetwarzaniem sygnałów. Jest autorem ponad 150 publikacji krajowych i zagranicznych, w tym również podręczników akademickich.

Jacek Kozyra

dr inż.

Uniwersytet Technologiczno-Humanistyczny w Radomiu

e-mail: j.kozyra@uthrad.pl

Ukończył studia magisterskie na Wydziale Transportu, na kierunku elektrotechnika Politechniki Radomskiej (1997). Tytuł doktorski uzyskał na Wydziale Elektrycznym Politechniki Poznańskiej (2006). Pracuje jako adiunkt w Zakładzie Energetyki i Elektrotechniki Uniwersytetu Technologiczno-Humanistycznego w Radomiu. Obszar jego zainteresowań naukowych obejmuje zagadnienia związane z sieciami i systemami elektroenergetycznymi oraz elektroenergetyczną automatyką zabezpieczeniową. Jest współautorem 50 publikacji naukowych, 4 prac badawczych i 2 podręczników akademickich.

Aldona Kuśmińska-Fijałkowska

dr inż.

Uniwersytet Technologiczno-Humanistyczny w Radomiu

e-mail: a.kusminska@uthrad.pl

Ukończyła studia magisterskie na Wydziale Transportu, na kierunku elektrotechnika Politechniki Radomskiej (2001). Tytuł doktorski uzyskała na Wydziale Transportu Politechniki Radomskiej (2008). Pracuje jako adiunkt w Zakładzie Automatykacji Procesów Uniwersytetu Technologiczno-Humanistycznego w Radomiu. Obszar jej zainteresowań naukowych obejmuje zagadnienia związane z automatyzacją, robotyzacją, wizualizacją procesów. Jest współautorem 55 publikacji naukowych, 11 prac badawczych i 2 podręczników akademickich oraz 4 ekspertyz dla przemysłu.