



**AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA
IM. STANISŁAWA STASZICA W KRAKOWIE**

Metan z kopalń JSW S.A. Realne zagrożenie dla klimatu?

Zespół autorski pod kierunkiem:

Prof. dr hab. inż. Nikodem Szlązak

Zespół autorski:

Prof. dr hab. inż. Nikodem Szlązak

Dr hab. Justyna Swolkień, prof. uczelni

Recenzent:
dr inż. Jerzy Kicki
IGSM i E PAN

Kraków, marzec 2021 r.

Spis treści

1.	Wstęp.....	3
2.	Stan emisji metanu z sektora górniczego w Polsce.....	7
3.	Bilans emisji metanu w kopalniach Jastrzębskiej Spółki Węglowej	13
3.1	Analiza sumarycznej emisji metanu z kopalń JSW S.A.	14
3.2	Analiza ujęcia metanu systemem odmetanowania i jego zagospodarowania w kopalniach JSW S.A.....	17
3.2.1	<i>Analiza ujęcia metanu systemem odmetanowania</i>	17
3.2.2.	<i>Analiza zagospodarowania metanu ujętego systemem odmetanowania</i>	19
3.3.	Emisja niezagospodarowanego metanu w JSW S.A. do powietrza atmosferycznego ..	23
4	Aktualnie realizowane i planowane na najbliższy czas projekty zwiększenia wykorzystania metanu ujmowanego w kopalniach JSW S.A.	26
5	Wpływ metanu emitowanego z pokładów węgla na świecie i w Europie na stan atmosfery.....	30
5.1.	Emisja metanu z różnych sektorów gospodarki w krajach Europy i świata	31
5.2.	Emisja metanu z sektora górnictwa podziemnego w krajach Europy i świata	34
6	Emisja metanu z kopalń JSW S.A. na tle Europy, świata i sektora energetycznego.	38
7	Emisja metanu z kopalń zamkniętych.....	41
8	Możliwe kierunki zmniejszenia emisji z kopalń węgla w tym JSW S.A.....	44
9	Podsumowanie	47

1. Wstęp

Metan (CH₄) i dwutlenek węgla (CO₂) zostały uznane przez Międzyrządowy Zespół ds. Zmian Klimatu, jako dwa najistotniejsze gazy cieplarniane¹, czyli substancje pochłaniające promieniowanie podczerwone, a co za tym idzie, przyczyniające się do globalnego ocieplenia. Stężenia ich w atmosferze zostały na przestrzeni lat bardzo mocno zmodyfikowane poprzez działalność człowieka, a w przypadku metanu w ciągu ostatnich 250 lat wzrosło ono o około 160%². Pomimo jego znacznie mniejszej ilości w atmosferze w stosunku do dwutlenku węgla, wartość przypisywanego mu potencjału grzewczego GWP (*Global Warming Potential*) jest 28-krotnie większa (w horyzoncie 100 letnim) niż dla dwutlenku węgla³. Współczesne badania wskazują jednak, iż wartość ta w rzeczywistości wzrosła do 32⁴, a uwzględniając dodatkowy ślad węglowy wynosi 34 w horyzoncie 100 letnim i 86 w horyzoncie 20 letnim⁵. Dodatkowo wpływ promieniowania przypisywany emisjom metanu wynosi około 0,97 Wm²⁶, a biorąc pod uwagę jego stosunkowo krótki czas życia (11,2 +/- 1,3), redukcja jego emisji może mieć krótkoterminowy wpływ na towarzyszące mu wymuszenie radiacyjne⁷. To z kolei sprawia, iż obserwacje emisji metanu mogą stanowić doskonale źródło informacji o zmianach klimatu.

¹ IPCC, 2006: 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.

² IPCC, 2014: Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 151 pp.

³ Myhre, G., D. Shindell, F.-M. Bréon, et al., 2013: Anthropogenic and Natural Radiative Forcing. In: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

IPCC, 2014: Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 151 pp.

⁴ Etminan, M., Myhre, G., Highwood, E.J., Shine, K.P., 2016: Radiative forcing of carbon dioxide, methane, and nitrous oxide: a significant revision of the methane radiative forcing. *Geophys. Res. Lett.* 43 (12), 623. <https://doi.org/10.1002/2016GL071930>. 614–12.

⁵ Myhre, G., D. Shindell, F.-M. Bréon, et al., 2013: Anthropogenic and Natural Radiative Forcing. In: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

⁶ Saunio, M., Bousquet, P., Poulter, B., et al., 2016.: The global methane budget, 2000–2012. *Earth Syst. Sci. Data* 8, 697–751. <https://doi.org/10.5194/essd-8-697-2016>. www.earth-syst-sci-data.net/8/697/2016/.

Myhre, G., D. Shindell, F.-M. Bréon, et al., 2013: Anthropogenic and Natural Radiative Forcing. In: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

⁷ Prather, M.J., Holmes, C.D., Hsu, J., 2012. Reactive greenhouse gas scenarios: systematic exploration of uncertainties and the role of atmospheric chemistry. *Geophys. Res. Lett.* 39, L09803. <https://doi.org/10.1029/2012gl051440>. 2012.

Saunio, M., Bousquet, P., Poulter, B., et al., 2016.: The global methane budget, 2000–2012. *Earth Syst. Sci. Data* 8, 697–751. <https://doi.org/10.5194/essd-8-697-2016>. www.earth-syst-sci-data.net/8/697/2016/.

Saunio, M., Jackson, R.B., Bousquet, P., Poulter, B., Canadell, J.G., 2016b. The growing role of methane in anthropogenic climate change. *Environ. Res. Lett.* 11, 120207. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/11/12/120207>.

Metan jest gazem, który pierwotnie powstaje poprzez beztlenowy rozkład materii organicznej w układach biologicznych, ale zgodnie z danymi z IPCC obecnie połowa jego bieżącego strumienia uwalniana do atmosfery pochodzi ze źródeł antropogenicznych, czyli tych, na które największy wpływ ma działalność człowieka⁸. Pomimo, że jego globalna emisja stanowi około 4% antropogenicznej emisji CO₂ w jednostkach strumienia masowego, jednak odpowiada za 20% dodatkowego promieniowania wymuszonego zakumulowanego w dolnej warstwie atmosfery od 1750 roku⁹. Dodatkowy problem stanowi fakt, iż źródła uwalniania metanu nie zostały do końca dobrze rozpoznane, a dużym wyzwaniem jest dokładne oszacowanie jego ilości. Światowa emisja metanu w 2019 roku wynosiła około 570 Mt¹⁰. Obejmowała ona źródła naturalne w ilości około 40% i antropogeniczne stanowiące pozostałe 60%. Sektorem uwalniającym najwięcej metanu jest *Rolnictwo*, które odpowiada za około jedną czwartą sumarycznej emisji, a tuż za nim znajduje się sektor *Energetyczny*, w którym najwięcej gazu wydzielane jest z węgla, ropy naftowej, gazu ziemnego i biopaliw.

Metan emitowany jest z różnorodnych źródeł, które są bardzo rozproszone i niejednokrotnie nakładają się na siebie geograficznie, a niepewności dotyczące szacowania jego ilości z *Rolnictwa*, *Odpadów i Paliw kopalnych*, wahają się w zakresie od 20–30%¹¹. Brak dokładnych wyników określenia ilości emitowanego metanu dotyczy głównie skali regionalnej (np. Ameryka południowa, Chiny czy Indie). Z tego też powodu podejmowane są liczne próby zmierzające do dokładnego ustalenia ilości i ograniczenia emisji gazów cieplarnianych, a w tym metanu, mające na celu ograniczenie ich negatywnego wpływu na zmiany klimatyczne.

Polska jest członkiem Ramowej Konwencji Narodów Zjednoczonych (NZ) w sprawie zmian klimatu (UNFCCC) od 1994 r. i Protokołu z Kioto (PK) od 2002 r. i bierze udział w działaniach mających na celu ograniczenie zmian klimatu¹². Po ratyfikacji Protokołu z Kioto podjęła się zmniejszenia emisji gazów cieplarnianych w latach 2008-2012 o 6% w stosunku do

⁸ IPCC, 2014: Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 151 pp.

⁹ Saunio, M., Bousquet, P., Poulter, B., et al., 2016.: The global methane budget, 2000–2012. *Earth Syst. Sci. Data* 8, 697–751. <https://doi.org/10.5194/essd-8-697-2016>.
www.earth-syst-sci-data.net/8/697/2016/.

¹⁰ Source: IEA World Energy Balances 2020 <https://www.iea.org/reports/methane-tracker-2020>

¹¹ Saunio, M., Bousquet, P., Poulter, B., et al., 2016.: The global methane budget, 2000–2012. *Earth Syst. Sci. Data* 8, 697–751. <https://doi.org/10.5194/essd-8-697-2016>.
www.earth-syst-sci-data.net/8/697/2016/.

Kirschke, S. Saunio, M., Bousquet, P., et al., 2013: Three decades of global methane sources and sinks. *National Geoscience*, 6, 813–823, doi:10.1038/ngeo1955.

¹² National Inventory Report, 2020. Inventory of Greenhouse Gases in Poland for the Years 1988–2018 A Synthesis Report. IEP-NRI, written in response to the requirements of the United Nations Framework Convention on Climate Change and the Kyoto Protocol, Warsaw., polish text

emisji w roku bazowym. Z kolei w drugim okresie, czyli w latach 2013 do 2020 (poprawka z Doha) zobowiązała się do osiągnięcia średniorocznych emisji na poziomie 80% sumy emisji wszystkich państw (krajów Unii Europejskiej i Islandii) w latach bazowych¹³.

Polska w według zobowiązań konwencji UNFCCC rozlicza krajowe emisje w ramach przyjętych celów redukcyjnych w pięciu kategoriach źródeł w formacie tzw. Tablic Wspólnego Raportowania: *Energia, Procesy przemysłowe i użytkowanie produktów, Rolnictwo, Użytkowanie gruntów, zmiany użytkowania gruntów i leśnictwo (LULUCF), oraz Odpady*¹⁴. Emisje poszczególnych gazów cieplarnianych przedstawiane są w ekwiwalencji CO₂, a jako wskaźnika przelicznikowego używa się metryki GWP₁₀₀, która dla metanu, zgodnie z wytycznymi IPCC wynosi 25¹⁵. Przyjmuje się, że użycie zwiększonej wartości GWP₁₀₀ skutkowałoby wyższą całkowitą roczną emisją gazów cieplarnianych w wyniku zwiększonego udziału metanu (ok. 20%), ale nie wpłynęłoby to znacząco na długoterminowy trend zmian klimatycznych¹⁶. Wybór innych metryk, np. GWP₂₀ w sposób istotny powoduje podniesienie udziału różnych źródeł/sektorów, a w tym sektora górniczego, w kontekście całkowitej emisji metanu, co może pociągać za sobą konieczność podejmowania szybkich działań mających na celu złagodzenie zmian klimatu. Innymi słowy, wybór metryki wpływa na wybór polityki i stosowanych metod mających na celu złagodzenie zmian klimatu, a w szczególności dotyczy to sektorów i krajów o wysokich poziomach emisji, innych niż CO₂. *Przyjęta w raporcie „think tanku EMBER Coal to Clean Energy Policy” metryka jest niezgodna z wytycznymi IPCC i wprowadza w błąd opinię publiczną odnośnie wielkości emisji metanu z sektora górniczego.* Dokładna metodyka obliczania emisji opisana została w angielskiej wersji Krajowego Raportu Inwentaryzacyjnego 2020 (NIR)¹⁷, Inwentaryzacja gazów cieplarnianych dla lat 1988 do 2018. Organem odpowiedzialnym za przygotowanie krajowych raportów inwentaryzacyjnych jest Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami (KOBiZE) w Instytucie Ochrony Środowiska- Państwowym Instytucie Badawczym (IOŚ-PIB).

¹³ National Inventory Report, 2020. Inventory of Greenhouse Gases in Poland for the Years 1988–2018 A Synthesis Report. IEP-NRI, written in response to the requirements of the United Nations Framework Convention on Climate Change and the Kyoto Protocol, Warsaw, polish text

¹⁴ National Inventory Report, 2020. Inventory of Greenhouse Gases in Poland for the Years 1988–2018 A Synthesis Report. IEP-NRI, written in response to the requirements of the United Nations Framework Convention on Climate Change and the Kyoto Protocol, Warsaw, polish text

¹⁵ IPCC, 2006: 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.

¹⁶ IPCC, 2014: Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 151 pp.

¹⁷ National Inventory Report, 2020. Inventory of Greenhouse Gases in Poland for the Years 1988–2018 A Synthesis Report. IEP-NRI, written in response to the requirements of the United Nations Framework Convention on Climate Change and the Kyoto Protocol, Warsaw, English version

Z punktu widzenia analiz przeprowadzonych w niniejszym raporcie najbardziej istotna jest kategoria: *Energia*, a w niej źródło: *Emisja lotna z paliw*, w której największy udział ma emisja z kopalń podziemnych. Sektor węglowy w Polsce był bowiem odpowiedzialny za 33,8% całkowitej emisji metanu w roku 2018¹⁸.

Przedmiotowy raport przygotowany został na zlecenie Jastrzębskiej Spółki Węglowej S.A. Jego celem jest przedstawienie rzeczywistego stanu emisji metanu z sektora górniczego, a w szczególności kopalń grupy JSW S.A. i wpływu jaki wywiera ona na zmiany klimatu w kontekście sumarycznej europejskiej i światowej emisji.

W pierwszej części raportu przedstawiono bilans emisji metanu z kopalń JSW S.A. w okresie od 2015 do 2020 roku w oparciu o dane dostarczone ze Spółki. W ramach bilansu wykonano analizę emisji metanu do atmosfery, ilości metanu ujętego odmetanowaniem i zagospodarowanego, jak również uwalnianego z systemu odmetanowania. Wyniki następnie porównano z danymi pochodzącymi z Wyższego Urzędu Górniczego i Europejskiego Rejestru Uwalniania i Transferu Zanieczyszczeń (E-PRTR), który w Polsce prowadzony jest przez Główny Inspektorat Ochrony Środowiska.

W dalszej części opracowania przedstawiono aktualne i planowane w przyszłości projekty zwiększenia wykorzystania ujmowanego metanu, a także ograniczenia jego emisji do atmosfery.

W kolejnych rozdziałach przeprowadzono analizę zagrożenia atmosfery wynikającą z emisji metanu z sektora górniczego na świecie i w Europie w odniesieniu do emisji całkowitej i z sektora energetycznego. Następnie dokonano oceny za jaką część światowej i europejskiej emisji metanu odpowiadają kopalnie grupy JSW S.A.

Przeprowadzone w raporcie analizy wykonano w oparciu o dane dostępne na stronie UNFCCC Greenhouse Gas Inventory Data¹⁹. Na stronie tej znajdują się dane dotyczące emisji gazów cieplarnianych ze wszystkich krajów Aneksu I i krajów do niego nie należących.

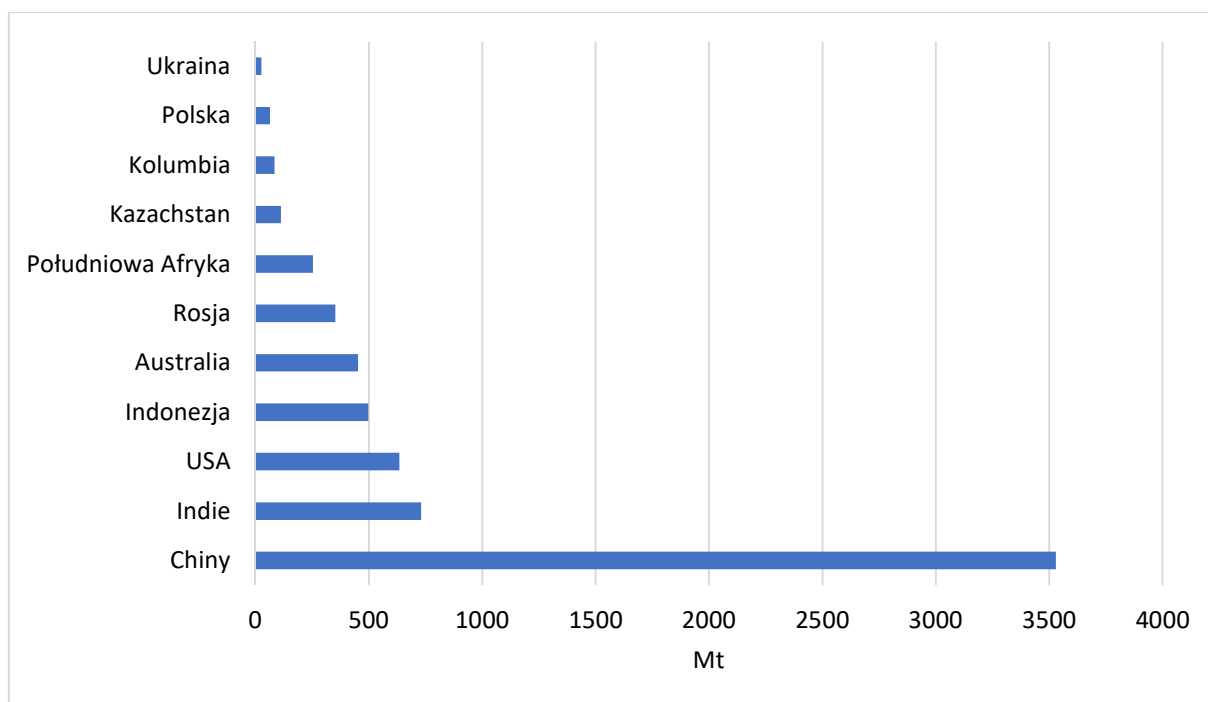
W ostatniej części raportu przedstawiono podsumowanie i wnioski, a także wskazano możliwe kierunki zmniejszenia emisji metanu z kopalń JSW S.A.

¹⁸ National Inventory Report, 2020. Inventory of Greenhouse Gases in Poland for the Years 1988–2018 A Synthesis Report. IEP-NRI, written in response to the requirements of the United Nations Framework Convention on Climate Change and the Kyoto Protocol, Warsaw, polish text.

¹⁹ UNFCCC Greenhouse Gas Inventory Data, https://di.unfccc.int/detailed_data_by_party

2. Stan emisji metanu z sektora górniczego w Polsce

Sektor energetyczny na świecie odpowiedzialny jest za emisję 122,1 mln ton metanu, z czego za 40 mln ton odpowiada sektor węglowy²⁰. Zdecydowanym liderem produkcji węgla na świecie są Chiny z łączną ilością sięgającą 3500 mln ton (rys.2.1). Z przedstawionego na rysunku 2.1 ratingu wyraźnie widać, że Polska jako producent węgla zajmuje dziesiąte miejsce²¹. W 2018 i 2019 roku wydobycie tego surowca w kraju wynosiło odpowiednio 63,4 i 61,6 mln ton²².



Rys. 2.1 Zestawienie największych światowych producentów węgla²³

Polski sektor energetyczny w około 49,5% oparty jest na węglu. Na rysunku 2.2 przedstawione zostały główne gałęzie gospodarki wykorzystujące węgiel jako surowiec²⁴. Do roku 2000 największa jego ilość zużywana była na potrzeby przemysłu i mieszkaniowe, jako paliwo do ogrzewania budynków. Po 1995 roku przemysłowe wykorzystanie węgla znacznie spadło, osiągając w 2018 roku wartość 3495 ktoe. W latach 2000 do 2018 największe zużycie

²⁰ IEA World Energy Balances 2020 <https://www.iea.org/reports/methane-tracker-2021/methane-and-climate-change#abstract>

²¹ Statista: Leading hard coal producing countries worldwide in 2018: <https://www.statista.com/statistics/264775/top-10-countries-based-on-hard-coal-production/>

²² WUG, 2020. Ocena stanu bezpieczeństwa pracy, ratownictwa górniczego oraz bezpieczeństwa powszechnego w związku z działalnością górniczo-geologiczną w 2017 roku. Wyższy Urząd Górniczy w Katowicach.

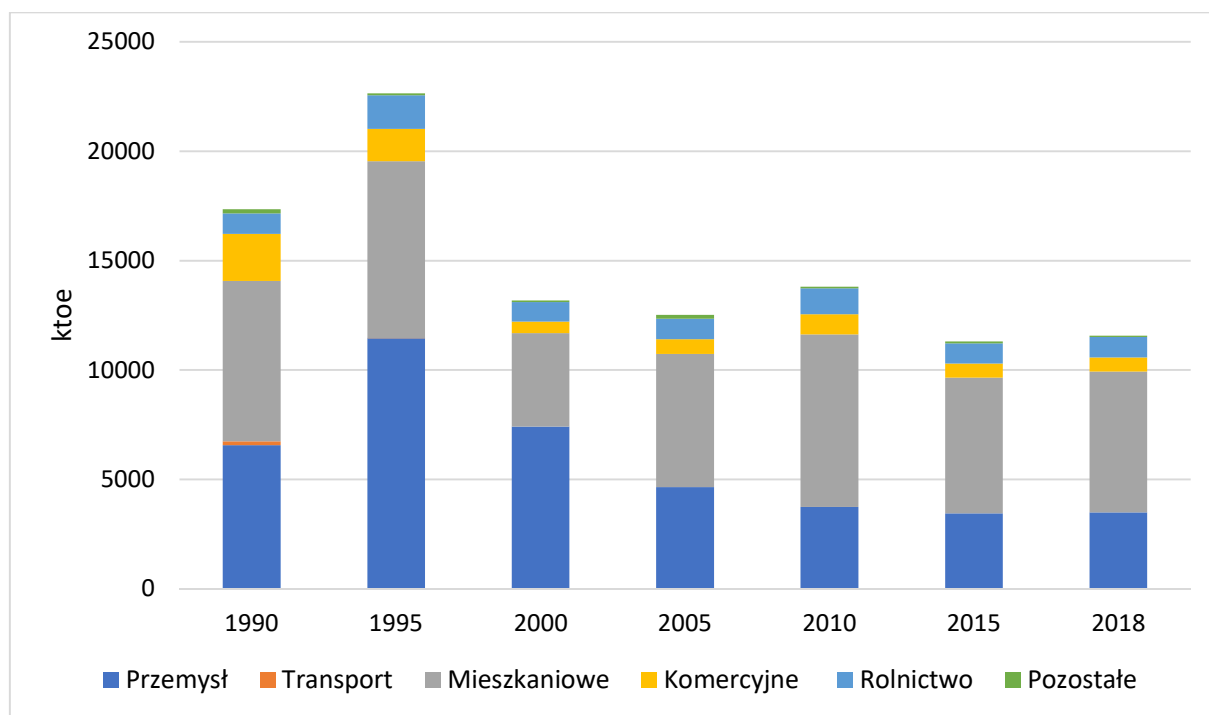
²³ Statista: Leading hard coal producing countries worldwide in 2018: <https://www.statista.com/statistics/264775/top-10-countries-based-on-hard-coal-production/>

²⁴ Source: IEA World Energy Balances 2020 <https://www.iea.org/subscribe-to-data-services/world-energy-balances-and-statistics>

węgla notował sektor mieszkaniowy, gdzie wykorzystanie tego surowca zmieniało się w zakresie od 7888 ktoe w 2010 r. do 6435 ktoe w 2018.

Wydobywaniu węgla towarzyszy emisja gazu, głównie metanu, dwutlenku węgla, wyższych węglowodorów, azotu i pary. Gaz kopalniany zawiera od 86–99.6% metanu²⁵, ale jego skład w dużej mierze zależy od rodzaju złoża, metody jego eksploatacji i ulega zmianie w czasie i w miarę zmiany warunków prowadzenia eksploatacji.

Zgodnie z bilansem zasobów kopalin i wód podziemnych w Polsce z 2019, obecność metanu w pokładach węgla kamiennego udokumentowano właściwie jedynie w złożach Górnośląskiego Zagłębia Węglowego²⁶. Rozpoznanie warunków metanowych Dolnośląskiego Zagłębia Węglowego oraz Lubelskiego Zagłębia Węglowego jest bardzo słabe, a stwierdzone koncentracje metanu są znacznie mniejsze, stąd trudno jest obecnie ocenić ich znaczenie gospodarcze. Udokumentowane zasoby bilansowe wydobywalne w obszarze Górnośląskiego Zagłębia Węglowego w 2019 r. wynosiły 109548,53 mln m³ i wzrosły one o 7527,19 mln m³ w porównaniu z rokiem 2018²⁷.



Rys. 2.2 Zużycie węgla w Polsce w podziale na sektory²⁸

²⁵ Szlązak, N., Borowski, M., Obracaj, D., et al., 2014. Selected Issues Related to Methane Hazard in Hard Coal Mines. Wydawnictwa AGH, Kraków.

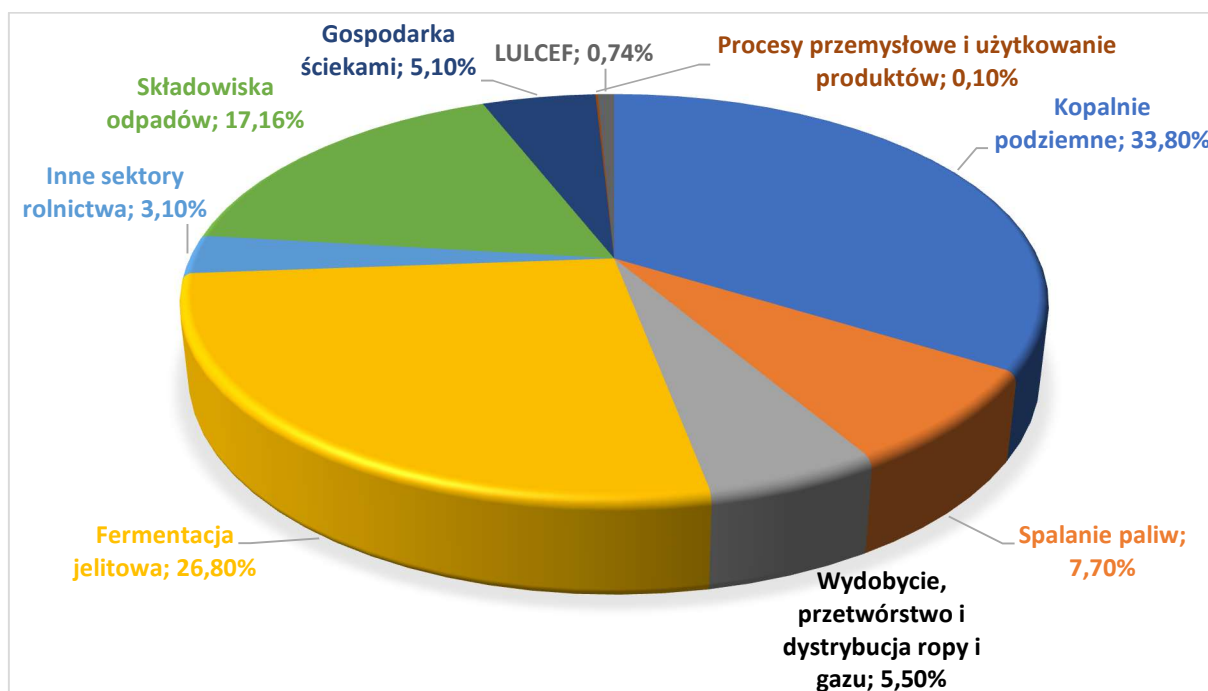
²⁶ Bilans zasobów złóż kopalin w Polsce wg stanu na 31 XII 2019. Państwowy Instytut Geologiczny- PIB, Warszawa 2020, <https://www.pgi.gov.pl/oferta-inst/wydawnictwa/serie-wydawnicze/bilans-zasobow-kopalin.html>

²⁷ Bilans zasobów złóż kopalin w Polsce wg stanu na 31 XII 2019. Państwowy Instytut Geologiczny- PIB, Warszawa 2020, <https://www.pgi.gov.pl/oferta-inst/wydawnictwa/serie-wydawnicze/bilans-zasobow-kopalin.html>

²⁸ IEA World Energy Balances 2020 <https://www.iea.org/subscribe-to-data-services/world-energy-balances-and-statistics>

W 2019 r. z górotworu objętego wpływami eksploatacji wydzielilo się 803,8 mln m³ metanu, co oznacza, że średnio w ciągu minuty uwalniało się go 1530,9 m³²⁹. W latach 2015–2019 ilość ta w przeliczeniu na tonę wydobytego węgla (metanowość względna) oscylowała w granicach od 12,9 do 14,5 m³.

W 2018 roku emisja metanu w Polsce wynosiła 1950,13 kt i w porównaniu do roku bazowego (1988) była mniejsza o 35,6%³⁰. Wartość ta odpowiada 48,75 Mt ekwiwalentu CO₂ przyjmując GWP₁₀₀ równe 25. Stosując wartość GWP₁₀₀ równą 28 uzyskuje się wartość o 12% wyższą (54,60 kt CO₂eq). Udział metanu w całkowitej krajowej emisji gazów cieplarnianych w roku 2018 wyniósł 11,8%. Trzy z głównych jego źródeł należą do kategorii: *Emisja lotna z paliw* (39,3%), *Rolnictwo* (29,9%) oraz *Odpady* (23%). Na pierwszą z wymienionych kategorii składa się emisja z kopalń podziemnych (ok. 33,8% całkowitej emisji) oraz emisja z wydobycia, przerobu i dystrybucji ropy naftowej i gazu (łącznie ok. 5,5% emisji). Na rysunku 2.3 przedstawiono procentowo ilości emitowanego metanu z poszczególnych kategorii.



Rys. 2.3 Struktura kategorii emisji metanu w Polsce według 2018 r.³¹.

²⁹ WUG, 2020. Ocena stanu bezpieczeństwa pracy, ratownictwa górniczego oraz bezpieczeństwa powszechnego w związku z działalnością górniczo-geologiczną w 2017 roku. Wyższy Urząd Górniczy w Katowicach.

³⁰ National Inventory Report, 2020. Inventory of Greenhouse Gases in Poland for the Years 1988–2018 A Synthesis Report. IEP-NRI, written in response to the requirements of the United Nations Framework Convention on Climate Change and the Kyoto Protocol, Warsaw, polish text.

³¹ National Inventory Report, 2020. Inventory of Greenhouse Gases in Poland for the Years 1988–2018 A Synthesis Report. IEP-NRI, written in response to the requirements of the United Nations Framework Convention on Climate Change and the Kyoto Protocol, Warsaw, polish text.

W najbliższych latach należy spodziewać się, że ilość wydzielającego się metanu w kopalniach węgla kamiennego będzie rosła z uwagi na wzrost metanowości pokładów węgla wraz z głębokością ich zalegania (w ostatnim dziesięcioleciu nastąpił wzrost jego wydzielania o 60% z każdego megagrama wydobytego węgla)³². Z tego też względu bardzo duży nacisk powinien zostać położony na jego pozyskiwanie, a co za tym idzie – praktyczne wykorzystanie gospodarcze.

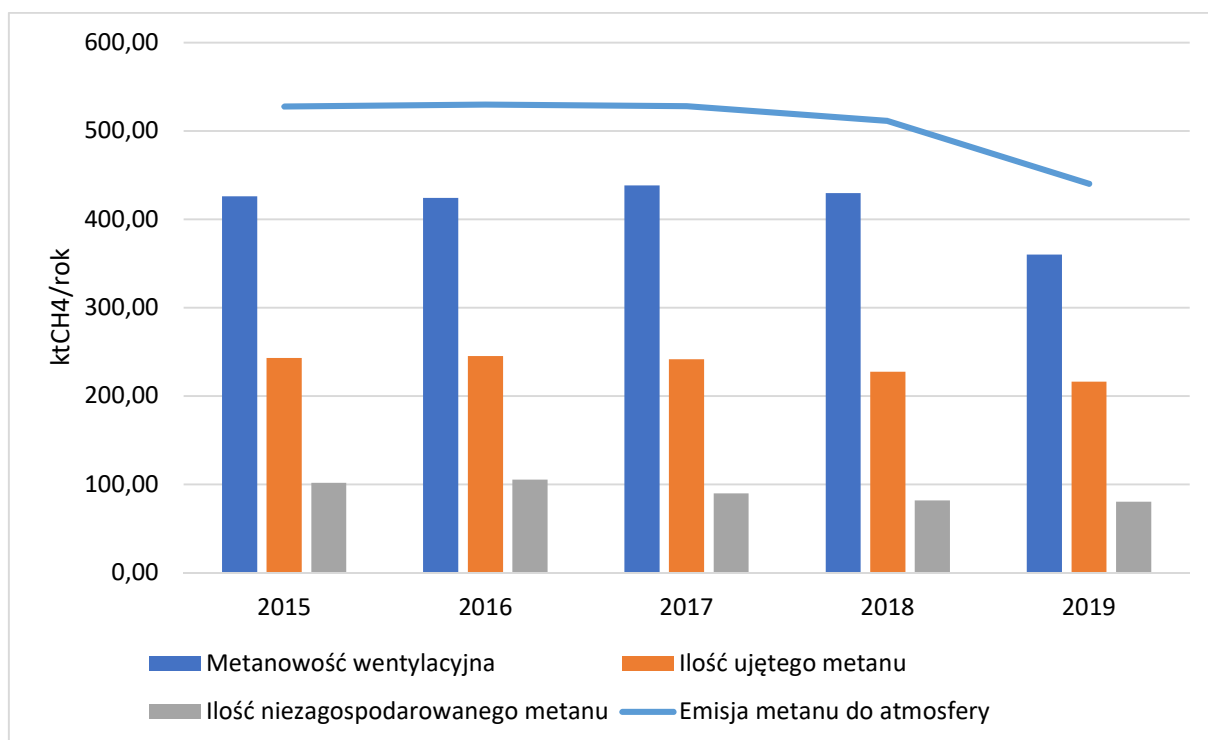
Stan emisji metanu z sektora górniczego w Polsce w ostatnich pięciu latach został przedstawiony na rysunku 2.4³³. Analiza danych wskazuje, że w okresie od 2015 do 2017 całkowita ilość metanu uwolniona do atmosfery utrzymywała się na poziomie około 530 kt (13,25 ktCO₂eq), a w przeciągu następnych dwóch lat spadła do poziomu 440 kt – 11,00 ktCO₂eq (linia niebieska na rysunku 2.4). Wyniki zestawień Wyższego Urzędu Górniczego są zgodne z danymi pochodzącymi z Europejskiego Rejestru Uwalniania i Transferu Zanieczyszczeń (E-PRTR) przedstawionymi na rysunku 2.5³⁴. Niewielkie rozbieżności zaobserwować można w danych pochodzących z roku 2019. Przyczyną tego jest fakt, iż dane z E-PRTR nie zawierały w swoich zestawieniach emisji metanu pochodzącego z KWK „Pniówek”. W wykorzystanych do sporządzenia rysunku 2.5 danych przyjęto emisję metanu ze wspomnianej kopalni na poziomie identycznym jak w roku 2018, podczas, gdy dane z WUG wskazują, iż była ona w rzeczywistości niższa. Należy również pamiętać, że oba rejestry emisji różnią się nieco metodyką zestawiania wyników. W przypadku rejestru WUG całkowita emisja metanu do atmosfery obliczana jest w oparciu o metanowość wentylacyjną z poszczególnych jednostek i sumaryczną ilość niezagospodarowanego metanu. Baza E-PRTR opiera się o dane sumarycznej emisji metanu (metanowość wentylacyjna plus ilość niezagospodarowanego metanu) pochodzące bezpośrednio z poszczególnych kopalń.

Biorąc pod uwagę fakt, iż kopalnie prowadzą odmetanowanie głównie ze względów bezpieczeństwa sumaryczna jego efektywność dla lat 2015-2019 wynosiła od 34,6% do 36,3 % (rys.2.6). Analizując natomiast stopień zagospodarowania ujętego systemem odmetanowania metanu (rys. 2.6 – szara linia) można wyciągnąć wniosek, że na tle całego górnictwa podziemnego efektywność utrzymywała się, w badanym okresie, na poziomie od 57% dla roku 2017 do prawie 64 % w roku 2018. W roku 2019 natomiast wartość jej nieco spadła.

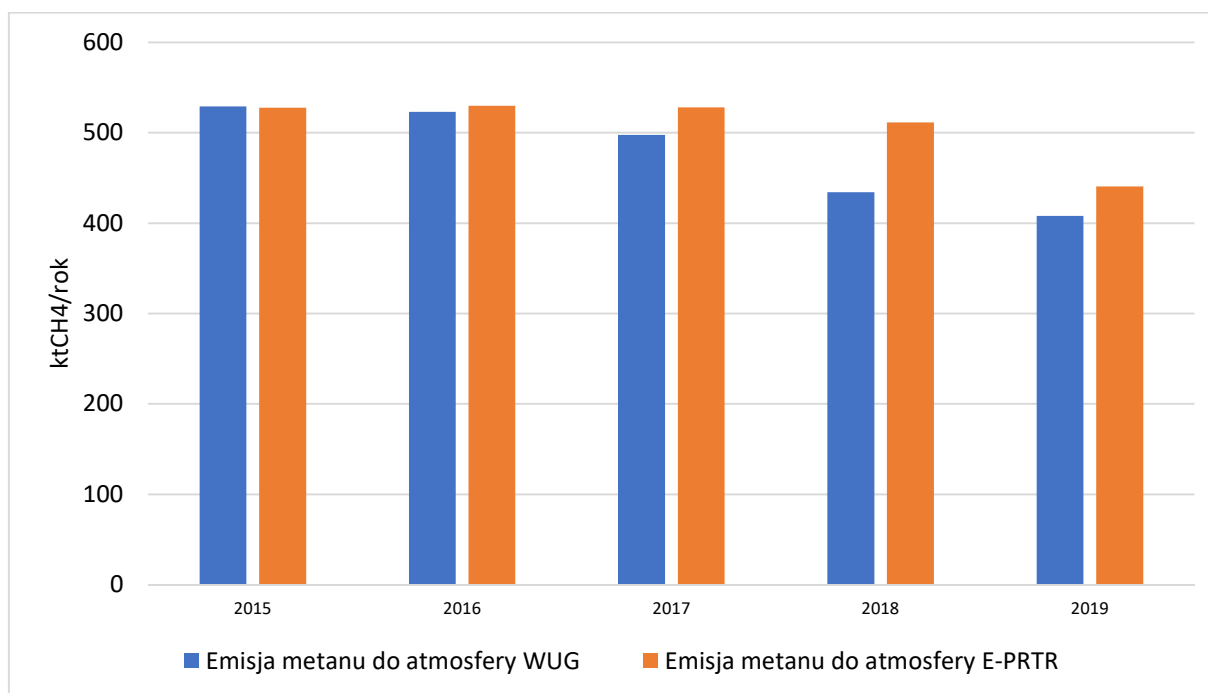
³² Szlązak, N., Borowski, M., Obracaj, D., et al., 2015. Odmetanowanie górotworu w kopalniach węgla kamiennego. Wydawnictwa AGH, Kraków.

³³ WUG, 2015-2020. Ocena stanu bezpieczeństwa pracy, ratownictwa górniczego oraz bezpieczeństwa powszechnego w związku z działalnością górniczo-geologiczną w 2017 roku. Wyższy Urząd Górniczy w Katowicach

³⁴ European Pollutant Release and Transfer Register (E-PRTR): <https://prtr.eea.europa.eu/#/home>



Rys. 2.4 Stan emisji metanu do atmosfery z polskich kopalń w okresie od 2015 do 2019 w oparciu o dane WUG³⁵

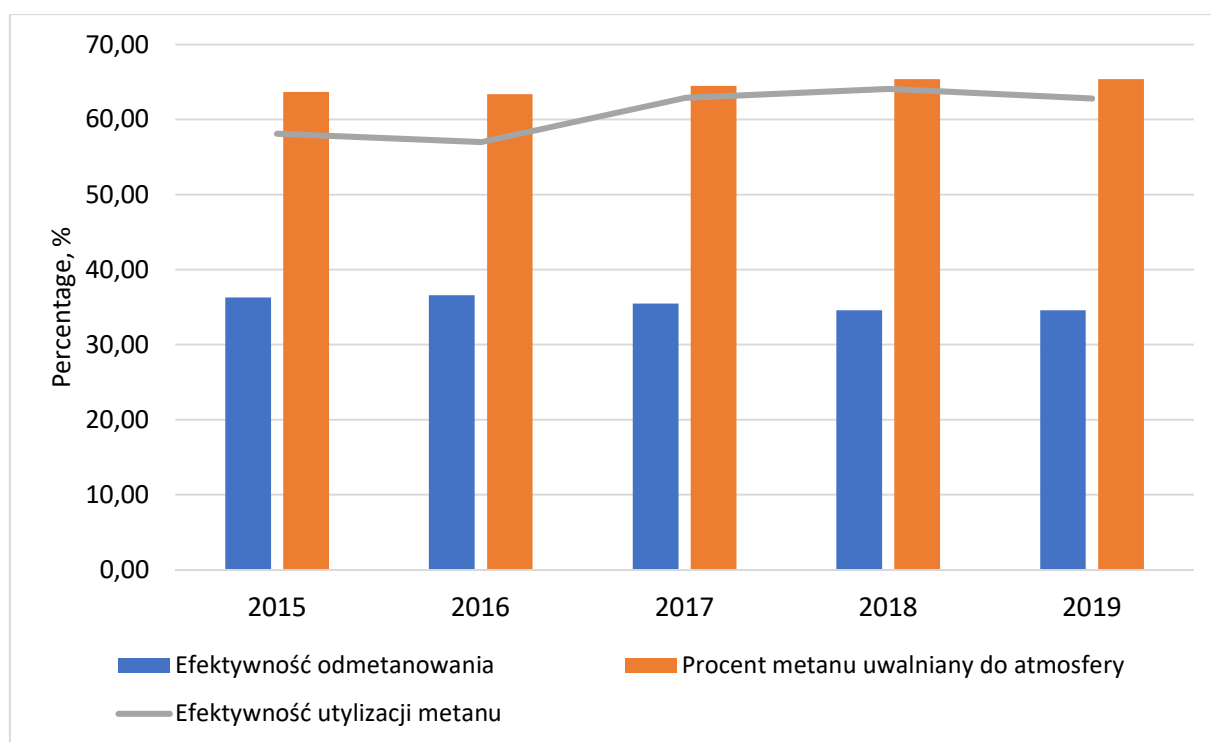


Rys. 2.5 Stan emisji metanu do atmosfery z polskich kopalń w okresie od 2015 do 2019 w oparciu o dane WUG i E-PRTR³⁶

³⁵ WUG, 2015-2020. Ocena stanu bezpieczeństwa pracy, ratownictwa górniczego oraz bezpieczeństwa powszechnego w związku z działalnością górniczo-geologiczną w 2017 roku. Wyższy Urząd Górniczy w Katowicach

³⁶ WUG, 2015-2020. Ocena stanu bezpieczeństwa pracy, ratownictwa górniczego oraz bezpieczeństwa powszechnego w związku z działalnością górniczo-geologiczną w 2017 roku. Wyższy Urząd Górniczy w Katowicach
European Pollutant Release and Transfer Register (E-PRTR): <https://prtr.eea.europa.eu/#/home>

Przedstawione na rysunku 2.6 dane, dotyczące procenta uwalnianego metanu do atmosfery, wyznaczone zostały w odniesieniu do metanowości bezwzględnej, co oznacza, że obejmują one jedynie wartości metanowości wentylacyjnej, nie uwzględniając metanu niezagospodarowanego. W tym kontekście procent uwalnianego do atmosfery metanu wynosił w badanym okresie od 63,7% dla roku 2015 do ponad 65,0 % w roku 2019. *Gdyby w obliczeniach uwzględnić ilość metanu niezagospodarowanego procent uwalnianego do atmosfery metanu wynosiłby w granicach 76%.*



Rys. 2.6 Stan odmetanowania, efektywność wykorzystania metanu i procent jego emisji do atmosfery w polskich kopalniach w latach 2015-2019³⁷

Obecnie metan w kopalniach czynnych pozyskiwany jest z procesu odmetanowania prowadzonego tylko w związku z obowiązkami wynikającymi z przepisów BHP. Z tej właśnie przyczyny stosowane aktualnie technologie powodują, że metan uwalniany w trakcie robót górniczych jest w ok. 30% ujmowany odmetanowaniem, a aż w 70% usuwany na drodze wentylacyjnej. Z uwagi na właściwości metanu jako gazu cieplarnianego istotne jest, w aspekcie ochrony atmosfery, zmniejszenie jego emisji.

³⁷ WUG, 2015-2020. Ocena stanu bezpieczeństwa pracy, ratownictwa górniczego oraz bezpieczeństwa powszechnego w związku z działalnością górniczo-geologiczną w 2017 roku. Wyższy Urząd Górniczy w Katowicach

3. Bilans emisji metanu w kopalniach Jastrzębskiej Spółki Węglowej

Jastrzębska Spółka Węglowa jest największym producentem węgla koksowego w Unii Europejskiej oraz jednym z wiodących producentów koksu, czyli niezbędnego składnika do produkcji stali. Węgiel koksowy został zaliczony przez UE do surowców strategicznych z punktu widzenia interesów gospodarczych Wspólnoty. Jest jednym z 27 surowców wpisanych do wykazu surowców krytycznych UE (Critical Raw Materials for the EU), a więc mających najwyższe znaczenie dla gospodarki i trudno zastępowalnych³⁸.

W skład Grupy Kapitałowej JSW S.A. wchodzi pięć kopalń w tym dwie składających się z dwóch Ruchów i są to:

- KWK „Borynia-Zofiówka”
- KWK „Budryk”
- KWK „Knurów-Szczygłowice”
- KWK „Pniówek”
- KWK „Jastrzębie-Bzie”.

1 stycznia 2020 Ruch Jastrzębie został połączony z Bziem tworząc kopalnię KWK „Jastrzębie-Bzie”. Z kolei 1 października 2016 roku kopalnia KWK „Jas-Mos” i 1 kwietnia 2017 roku kopalnia KWK „Krupiński” zostały wyłączone ze Spółki i przekazane do Spółki Restrukturyzacji Kopalń S.A. Obecnie metan z tych kopalni ujmowany jest systemem odmetanowania i zagospodarowany – w KWK „Krupiński” na poziomie 86,91%, a w KWK „Jas-Mos” na poziomie 99,43%. W bilansie przeprowadzonym w poniższym raporcie obie wymienione kopalnie uwzględniono tylko w okresie, kiedy należały do JSW S.A.

W 2019 roku zakłady należące do JSW S.A. wyprodukowały łącznie 14,8 mln ton węgla oraz 3,2 mln ton koksu.

Głównym źródłem emisji gazów cieplarnianych wynikającym z działalności Grupy jest metan pochodzący z wentylacji wyrobisk kopalnianych (ok. 71% całkowitej emisji w przeliczeniu na CO₂eq) oraz dwutlenek węgla z procesów spalania paliw w segmencie koksowniczym. Ograniczenie emisji gazów cieplarnianych w Spółce realizowane jest poprzez maksymalne wykorzystanie ujętego metanu. Od 2017 roku Spółka prowadzi zintegrowane obliczanie i raportowanie śladu węglowego organizacji, aby w sposób świadomy monitorować emisję gazów cieplarnianych i dążyć do optymalizacji zużycia energii, eliminowania energochłonnych rozwiązań oraz maksymalizacji gospodarczego wykorzystania metanu. Ma to

³⁸ Strona JSW <https://www.jsw.pl/odpowiedzialny-biznes/slady-weglowy-gk-jsw>

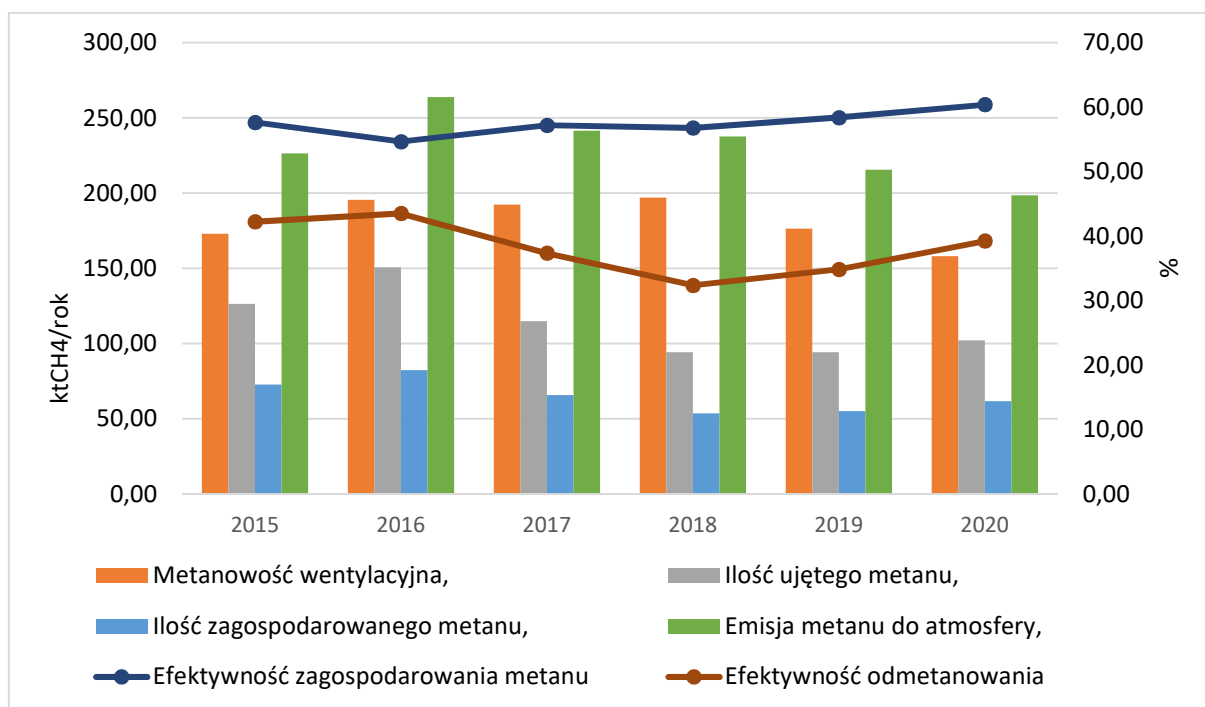
na celu, w okresie długo terminowym, znacznie zredukować emisję gazów cieplarnianych. Stosowane rozwiązania i technologie zapewniają transformację w kierunku gospodarki o obiegu zamkniętym (GOZ), będącą niezbędnym elementem tworzenia niskoemisyjnej, innowacyjnej i konkurencyjnej gospodarki, która mają się przyczynić do zmiany modelu rozwoju gospodarczego tak mocno propagowanego przez Komisję Europejską.

W niniejszym rozdziale dokonano analizy bilansu sumarycznej emisji metanu, jego ujęcia systemem odmetanowania, a także zagospodarowania z poszczególnych kopalniach należących do JSW S.A. Analizy oparte są o dane emisji w okresie od 2015 do 2020 r., dostarczone przez JSW S.A.³⁹, a także rejestry emisji WUG i E-PRTR.

3.1 Analiza sumarycznej emisji metanu z kopalń JSW S.A.

JSW S.A. prowadzi wydobywanie w pięciu kopalniach. Analiza dostarczonych danych wskazuje, że w okresie od 2015 do 2020 z kopalń należących do Spółki łącznie wydzielono się 1775,14 kt (2475,78 mln m³) metanu, a roczna metanowość bezwzględna wahała się w zakresie od 260 kt do 346 kt. Na rysunku 3.1 przedstawiony został sumaryczny bilans emisji, ujęcia i zagospodarowania metanu w całej Spółce. Średnia metanowość wentylacyjna wynosiła 182 kt/rok (483 m³/min), a sumaryczna ilość metanu wyemitowanego do atmosfery wahała się od 198,5 do 264 kt/rok, ale od roku 2016 do 2020 systematycznie spadała. *Łącznie w okresie pięciu lat JSW S.A. wyemitowało do atmosfery 1383,73 kt metanu, co odpowiada 34,6 mln ton CO₂eq, przyjmując GWP₁₀₀ na poziomie 25. Zastosowanie wskaźnika GWP₁₀₀ równego 28 powoduje wzrost ilości wyemitowanego CO₂ o 4,14 mln ton (około 12%). Ilość ujętego metanu systemem odmetanowania w omawianym okresie wyniosła sumarycznie 683 kt, a średnio 113,83 kt. W okresie od 2016 do 2018 nastąpił spadek efektywności odmetanowania z poziomu 43,5 % do 32% (rys. 3.1). Średnia efektywność odmetanowania dla Spółki w całym okresie wynosiła 38,28%, a efektywność jego zagospodarowania utrzymywała się na poziomie od 55% do powyżej 60%.*

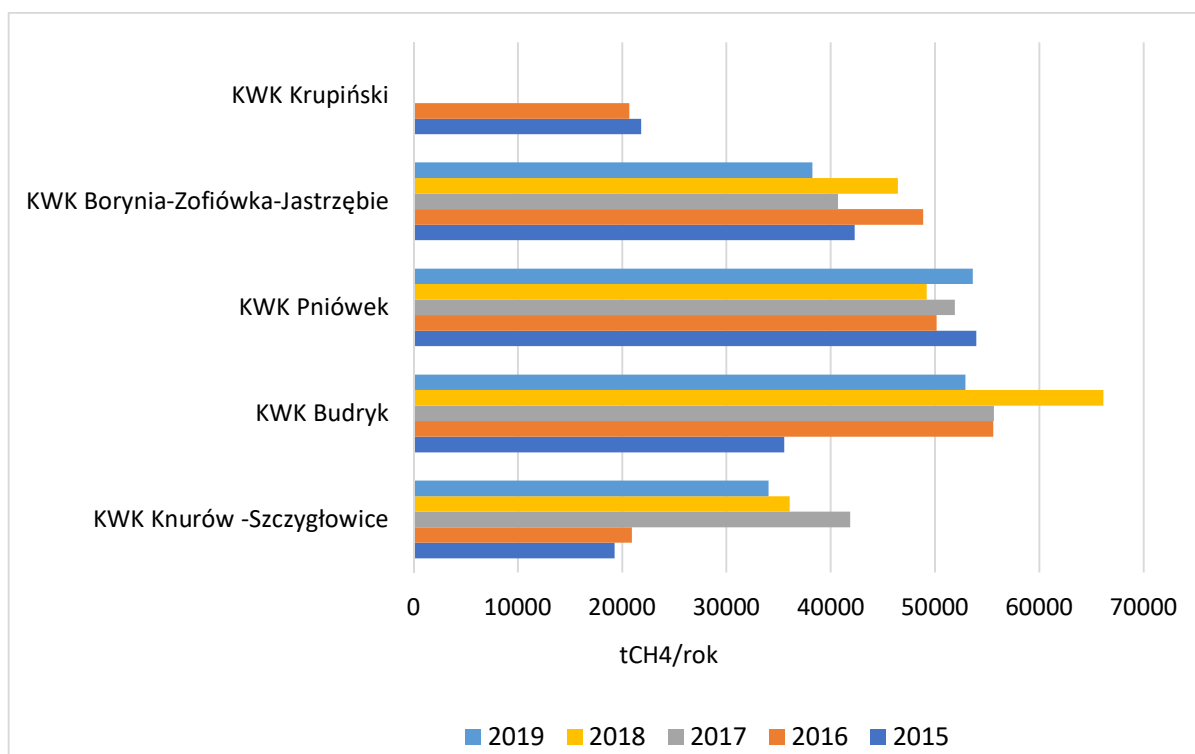
³⁹Dane wewnętrzne JSW S.A. udostępnione na potrzeby wykonania niniejszego raportu



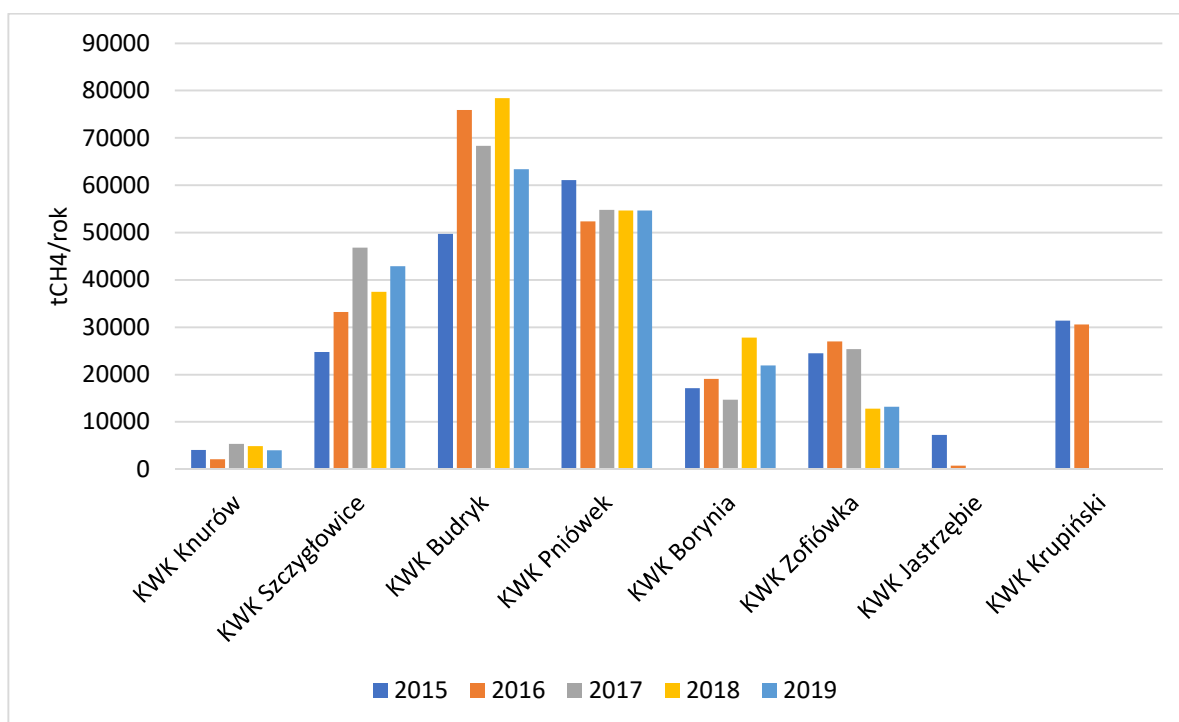
Rys. 3.1 Bilans emisji, ujęcia i zagospodarowania metanu w kopalniach grupy JSW

Analizując dane z rejestru Wyższego Urzędu Górniczego (WUG) i E-PRTR z okresu od 2015 do 2019, kopalniami o najwyższym poziomie emisji metanu były kopalnie KWK „Budryk” i KWK „Pniówek” (rys. 3.2 i 3.3)⁴⁰. W przypadku tej pierwszej najwyższa metanowość wentylacyjna przypadała na rok 2018 i wynosiła 66 kt (175,51 m³/min), a jej średnia metanowość wentylacyjna wynosiła, w okresie badań, 53,17 kt/rok (140,08 m³/min). W przypadku kopalni KWK „Pniówek” średnia metanowość wentylacyjna wynosiła 51,7 kt/rok (137,38 m³/min). Następne w kolejności były kopalnie zespolone KWK „Borynia-Zofiówka-Jastrzębie” i KWK „Knurów-Szczygłowice”, odpowiednio 43,3 kt/rok (114,91 m³/min) i 30,42 kt/rok (80,74 m³/min). Dane uzyskane z rejestru E-PRTR nieco różnią się od tych z WUG, ale są zgodne z wynikami dostarczonymi ze Spółki. Wspomniana rozbieżność wynika z faktu, że dane WUG, w przeciwieństwie do E-PRTR, nie zawierają informacji o ilości niezagospodarowanego metanu per kopalnia. Prowadzi to do rozbieżności dla WUG w stosunku do danych z JSW S.A. w granicach od 36 do 67 kt/rok (od 16% do 25%). W przypadku E-PRTR różnice sięgają wartości od 6 do 26 kt/rok (od 3% do 10%) i wynika z zastosowania innej wartości gęstości metanu do wyznaczenia masy uwalnianego metanu.

⁴⁰ WUG, 2015-2020. Ocena stanu bezpieczeństwa pracy, ratownictwa górniczego oraz bezpieczeństwa powszechnego w związku z działalnością górniczo-geologiczną w 2017 roku. Wyższy Urząd Górniczy w Katowicach
European Pollutant Release and Transfer Register (E-PRTR): <https://prtr.eea.europa.eu/#/home>



Rys 3.2 Emisja metanu z kopalń JSW S.A. w oparciu o rejestr WUG⁴¹



Rys. 3.3. Stan emisji metanu z poszczególnych kopalń JSW S.A według rejestru E-PRTR⁴²

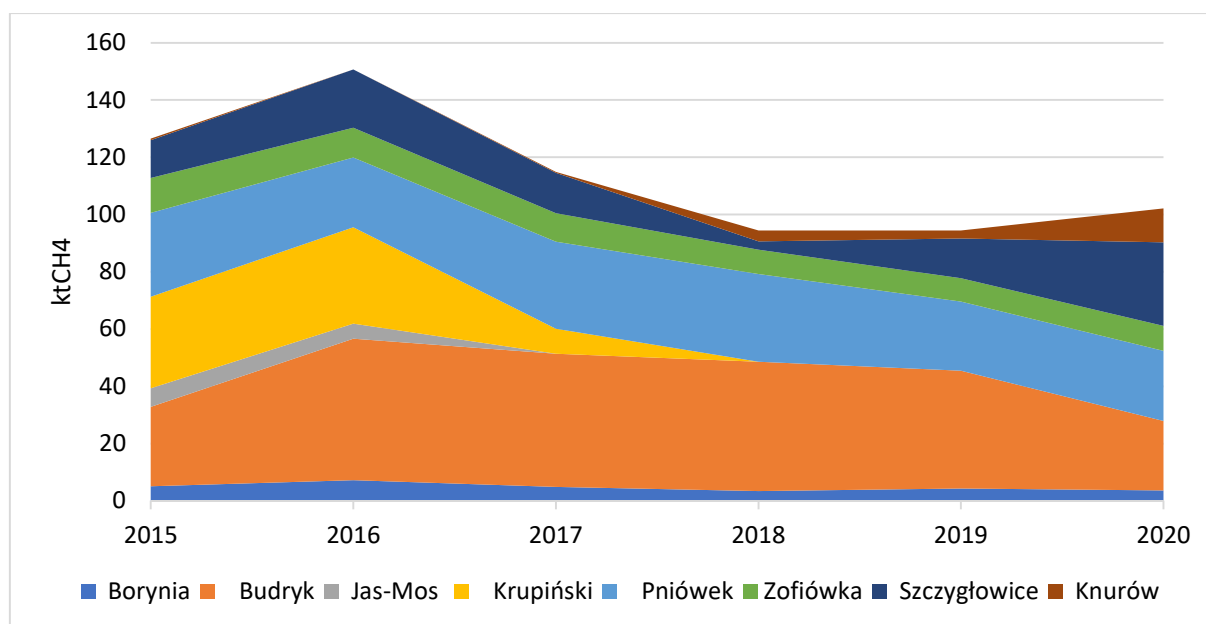
⁴¹ WUG, 2015-2020. Ocena stanu bezpieczeństwa pracy, ratownictwa górniczego oraz bezpieczeństwa powszechnego w związku z działalnością górniczo- geologiczną w 2017 roku. Wyższy Urząd Górniczy w Katowicach

⁴² European Pollutant Release and Transfer Register (E-PRTR): <https://prtr.eea.europa.eu/#/home>

3.2 Analiza ujęcia metanu systemem odmetanowania i jego zagospodarowania w kopalniach JSW S.A.

3.2.1 Analiza ujęcia metanu systemem odmetanowania

Zagrożenie metanowe w kopalniach węgla kamiennego determinuje zwiększenie kosztów wydobycia węgla, co związane jest z nakładami finansowymi ponoszonymi na profilaktykę i jego zwalczanie. Znaczne koszty generowane są w związku z koniecznością prowadzenia odmetanowania⁴³. Obecnie w Polsce większość kopalń węgla kamiennego wyposażona jest w system odmetanowania. Prowadzone jest ono w celu zapewnienia bezpieczeństwa bądź z przyczyn technologicznych (ujęcie części metanu do systemu odmetanowania skutkuje mniejszymi emisjami gazu do wyrobisk górniczych)⁴⁴. Z drugiej strony ujęty metan może źródło energii, która następnie sprzedana lub wykorzystana pokrywa koszty poniesione na odmetanowanie, a nawet przynosi dodatkowe zyski. Z uwagi na fakt, iż kopalnie JSW S.A. należą do silnie metanowych Spółka zobligowana jest do prowadzenia aktywnego odmetanowania. Na rysunku 3.4 przedstawiono ilość ujętego metanu w poszczególnych kopalniach Grupy w okresie od 2015 do 2020 roku.



Rys. 3.4. Ujęcie metanu w kopalniach grupy JSW S.A. w okresie od 2015 do 2020

Przedstawione na wykresie dane pokazują, że Spółka sumarycznie ujęła od 94 do 150 kt metanu, co sumarycznie daje ilość 683 kt metanu. Najwięcej metanu udało się ująć w KWK „Budryk”, bo łącznie 234,12 kt. Ilość ta wzrosła w 2016 roku w stosunku do roku 2015 o 22 kt

⁴³ Szlązak, N., Borowski, M., Obracaj, D., et al., 2015. Odmetanowanie górotworu w kopalniach węgla kamiennego. Wydawnictwa AGH, Kraków.

⁴⁴ Szlązak, N., Borowski, M., Obracaj, D., et al., 2015. Odmetanowanie górotworu w kopalniach węgla kamiennego. Wydawnictwa AGH, Kraków.

i do 2018 utrzymywała się na podobnym poziomie 41,1 kt do 49,4 kt. W roku 2020 zanotowano natomiast jej spadek do wartości 24,2 kt. Duże ilości metanu ujmowane były w KWK „Pniówek”, bo łącznie 163,3 kt metanu. Roczne ujęcie wahało się w granicach od 24,4 kt do 30,4 kt. Aktywne odmetanowanie prowadzone było również w kopalni KWK „Borynia-Zofiówka-Jastrzębie”, gdzie ujęto 98 kt metanu. Należy zaznaczyć, że najmniej, bo jedynie od 3,3 kt do 7,25 kt przypadało na Ruch „Borynia”.

Zdecydowanie najmniejsze ze wszystkich kopalń ujęcie zanotowano w Ruchu „Knurów”, gdzie w roku 2016 nie prowadzono odmetanowania, a w latach następnych poziom jego ujęcia wynosił od 0,3 kt do 3,7 kt. W Ruchu „Szczygłowice” ujęto 93 kt metanu, przy czym w roku 2018 zanotowano znaczny jego spadek do wartości 2,9 kt z 14 kt w stosunku do poprzedniego roku. Łącznie cała kopalnia zespolona ujęła prawie 113 kt metanu.

Należy zaznaczyć, że w okresie od 2015 do 2017 roku w Spółce funkcjonowała kopalnia KWK „Krupiński”, która prowadziła odmetanowanie na średnim poziomie 24,8 kt/rok. W okresie trzech lat w kopalni ujęto 74,5 kt metanu.

W tabeli 3.1 zestawiono efektywności odmetanowania dla poszczególnych kopalń należących do JSW S.A. na podstawie rejestru WUG. Z danych wynika, że najwyższą efektywność odmetanowania uzyskiwano w KWK „Budryk” - średnio 44%, a następnie w kopalni KWK „Knurów-Szczygłowice” – średnio 33%.

Bazując na danych zawartych w rejestrze można uznać, że średnia efektywność odmetanowania za okres pięciu lat dla całej Spółki wynosiła 34,7 %. Przy wyliczaniu tej wartości nie wzięto jednak pod uwagę kopalni KWK „Krupiński”, która w latach 2015 do 2016 charakteryzowała się bardzo wysoką efektywnością odmetanowania, na poziomie 60%.

Tabela 3.1. Zestawienie efektywności odmetanowania w kopalniach JSW S.A. w okresie od 2015 do 2019 na podstawie rejestru WUG⁴⁵

Efektywność odmetanowania	2015	2016	2017	2018	2019
"Knurów-Szczygłowice"	41,70	49,38	25,65	15,61	34,15
"Budryk"	43,84	47,06	45,48	40,57	43,73
"Pniówek"	35,11	32,70	36,94	38,43	24,60
"Borynia-Zofiówka-Jastrzębie"	35,98	31,82	26,76	20,36	24,60
"Krupiński"	59,48	62,81	-	-	-

⁴⁵ WUG, 2015-2020. Ocena stanu bezpieczeństwa pracy, ratownictwa górniczego oraz bezpieczeństwa powszechnego w związku z działalnością górniczo-geologiczną w 2017 roku. Wyższy Urząd Górniczy w Katowicach

3.2.2. Analiza zagospodarowania metanu ujętego systemem odmetanowania

Kierunki wykorzystania gazu z odmetanowania mogą być różne. Do czterech podstawowych grup można zaliczyć⁴⁶:

- wykorzystanie energetyczne
 - produkcja ciepła (potrzeby grzewcze i technologiczne),
 - produkcja energii elektrycznej,
 - układy skojarzone (wytwarzanie energii elektrycznej, ciepła, chłodu),
- przesyłanie gazu do odbiorców zewnętrznych,
- produkcja gazu sieciowego,
- skraplanie gazu.

W warunkach polskich kopalń metan często pozyskiwany jest w miejscach, w których aktualnie prowadzone są roboty górnicze. Zmieniające się warunki powodują częstą zmianę ilości i składu pozyskiwanego gazu. Gaz kopalniany nieposiadający stabilnych parametrów ilościowych i jakościowych nie może więc być wykorzystywany w sieciach komunalnych. Wymagałoby to jego kosztownego oczyszczenia i wzbogacenia.

Układy energetyczne pozwalające na gospodarcze wykorzystanie metanu muszą więc być rozmieszczone na terenie kopalni bądź w bliskim jej sąsiedztwie. Wytwarzanie energii w tym przypadku może się wiązać z wytwarzaniem ciepła użytkowego lub energii elektrycznej i ciepła odpadowego w tzw. układach skojarzonych kogeneracyjnych. Układy trójgeneracyjne pozwalają dodatkowo wytworzyć chłód.

Alternatywnym sposobem zagospodarowania gazu z odmetanowania kopalń węgla kamiennego jest proces jego oczyszczenia i skroplenia do postaci LNG. Tak uzyskany ciekły produkt zawiera 97% CH₄ i 3% N₂ i stanowi, po jego regazyfikacji, paliwo o właściwościach praktycznie tożsamy z sieciowym gazem ziemnym. Zasadnicze różnice polegają na tym, że

⁴⁶ Szlązak N., Tor A., Jakubów A, 2002.: Analiza ujęcia i wykorzystania metanu w kopalniach Jastrzębskiej Spółki Węglowej S.A. Materiały 2. Szkoły Aerologii Górniczej, Zakopane 7–11 października 2002, Sekcja Aerologii Górniczej Komitetu Górnictwa PAN, Kraków, s. 339–355

Szlązak N., Borowski M., Obracaj D., Szlązak A, 2004: Bilans energetyczny pracy układu skojarzonego centralnej klimatyzacji w KWK „Pniówek”. *Górnictwo i Geoinżynieria*, r. 28, z. 1, s. 85–102

Szlązak N., Korzec M., 2009: Ujęcie i możliwości wykorzystania metanu w polskich kopalniach węgla kamiennego. Zagrożenia i korzyści występowania metanu w pokładach węgla – teoria i praktyka: XXVI seminarium, Rybnik, 28 października 2009 r.: XXXV Dni Techniki ROP '2009, Instytut Eksploatacji Złóż, Wydział Górnictwa i Geologii Politechniki Śląskiej, Gliwice, s. 101–111

Szlązak N., Korzec M., 2010: Zagrożenie metanowe oraz jego profilaktyka w aspekcie wykorzystania metanu w polskich kopalniach węgla kamiennego. *Górnictwo i Geoinżynieria*, r. 34, z. 3/1, s. 163–174

LNG z gazu z odmetanowania nie zawiera węglowodorów wyższego rzędu i wody, która jest całkowicie usunięta przed rozpoczęciem procesów kriogenicznych.

W kopalniach JSW S.A. zagospodarowanie metanu ujętego systemem odmetanowania oparte jest o technologię wytwarzania energii elektrycznej i ciepłej, a także stosowany jest on w silnikach spalinowych. W tabeli 3.2 zestawiono wykorzystywane w poszczególnych kopalniach Spółki technologie utylizacji.

Tabela 3.2. Zestawienie technologii wykorzystywania metanu w kopalniach JSW S.A. w okresie od 2015 do 2020

Zakłady JSW S.A.	Gospodarcze wykorzystanie metanu, tys m ³					
	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Suma	16940,00	30846,90	24110,00	18732,80	20459,10	26176,30
Kotły gazowe Ruch „Borynia” 2x 1,2 MW _{el}	933,80	927,70	952,10	707,90	670,90	PGNiG Termika S.A.
Kotłownia „Budryk”	51,40	380,70	460,40	408,40	310,20	330,50
Suszarnia flotokoncentratu kop. „Krupiński”	3525,60	3689,00	393,50	-	-	-
Silniki Caterpillar kop. „Krupiński”	4776,50	6987,00	1411,30	-	-	-
Silnik gazowy JMS 612 GS 1,8 MW _{el} Ruch „Borynia”	3379,30	3149,70	2229,10	3469,60	3371,00	PGNiG Termika S.A.
Silniki gazowe Deutz 2 x 2,0 MW Szczygłowice	4273,40	7693,90	5826,00	455,10	1573,80	5987,70
Silniki gazowe Ruch Knurów CAT CG 260-16 3x4MW _{el}	-	-	-	-	-	8024,8*
Silniki Gazowe JMS624GS-SL „Budryk”	-	8018,90	12837,60	13691,80	14533,20	11833,3**
SEJ S.A.	PGNiG Termika S.A.					
Suma	69374,70	72892,80	55688,70	44648,40	41504,40	47598,60
EC „Moszczenica” (w tym silnik gazowy)	16565,50	14475,00	-	-	-	-
EC „Zofiówka”	6245,70	12465,20	-	-	-	-
Silniki gazowe TBG 632V16 i TCG 2032 V16	43348,20	43038,30	-	-	-	-
Kotły gazowe i WR	1579,20	1441,60	-	-	-	-
ZPC „Żory” Sp. z o.o.						
Suma	11119,90	10655,10	11831,30	11367,30	14914,50	12254,70
Silniki gazowe TBG 620 V 20K	9154,00	7974,00	-	-	-	-
Kocioł WR-10	1965,90	2681,10	-	-	-	-
LNG Silesia	4252,60	485,50	-	-	-	-
Sumarycznie JSW S.A.	101687,20	114880,30	91630,00	74748,50	76878,00	86029,60
Silniki gazowe	78206,90	89696,00	22304,00	17616,50	19478,00	25845,80
Gospodarcze wykorzystanie metanu, kt/rok						
Sumarycznie JSW S.A.	72,91	82,37	65,70	53,59	55,12	61,68
Silniki gazowe	56,07	64,31	15,99	12,63	13,97	18,53

*Silniki gazowe CAT CG 260-16 3x4 MW_{el} o łącznej mocy 12 MW_{el}

**Silniki Gazowe: JMS624GS-SL „Budryk” MW_{el} 2x4 MW_{el} + (od lipca 2020) silnik gazowy ECOMAX 2 MW_{el}

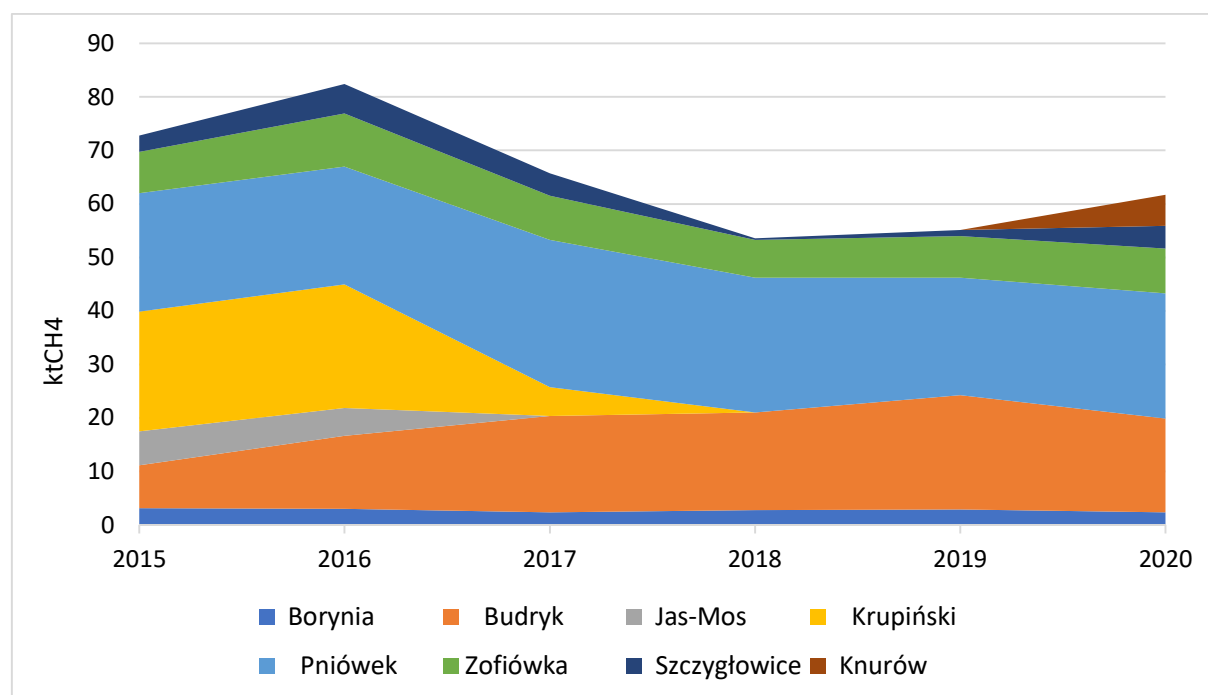
Na rysunku 3.5 przedstawiono ilości zagospodarowanego metanu przez wszystkie kopalnie należące do Spółki w okresie od 2015 do 2020 roku.

Łącznie kopalnie zutylizowały 391,40 kt metanu, co odpowiada ilości 9785,23 kt ekwiwalentu CO₂ (przyjmując wskaźnik GWP₁₀₀=25). W całym okresie wartość ta wahała się od 53,6 kt (2018 r.) do 82,4 kt (2016 r.). Z całkowitej ilości zagospodarowanego metanu 181,51

kt zużyto w silnikach spalinowych (tab. 3.2). *Sumaryczna efektywności zagospodarowania ujętego metanu, dla badanego okresu wynosiła od 55% do 60%, a jej średnia wartość za sześć ostatnich lat 57%.*

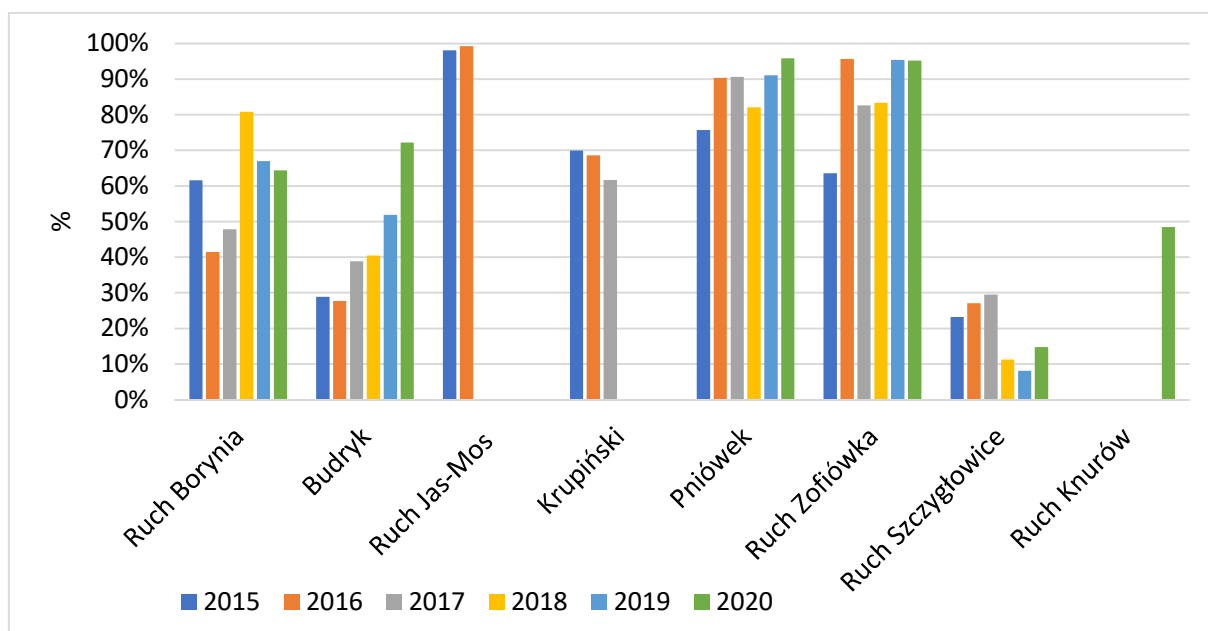
Ze wszystkich kopalń JSW S.A. najwięcej metanu udało się zagospodarować w kopalni KWK „Pniówek”, bo aż 142,3 kt (od 22 kt/rok do 27 kt/rok), a następnie kopalni KWK „Budryk” – sumarycznie 97 kt metanu (od 8,0 kt/rok do 21,33 kt/rok), a zdecydowanie najmniej w kopalni KWK „Knurów”, gdzie przez okres pięciu lat (od 2015 do 2019) nie prowadzono utylizacji. Dopiero w roku 2020 uruchomiono na kopalni silniki gazowe CAT CG 260-16, o łącznej mocy 12 MW_{el} (3x4MW_{el}), spalając tym samym 5,75 kt metanu.

W okresie swojej działalności kopalnie KWK „Krupiński” i KWK „Jas-Mos” utylizowały ujęty metan, a w przypadku tej pierwszej kopalni sumarycznie udało się zagospodarować go prawie 51 kt.



Rys. 3.5. Zagospodarowanie ujętego metanu w kopalniach grupy JSW

Analiza efektywności zagospodarowania metanu w odniesieniu do poszczególnych kopalń JSW S.A. (rys. 3.6) pokazuje, iż najwyższą wartość osiągnęła kopalnia KWK „Pniówek” – 76% do 96%, a następnie Ruch „Zofiówka” – 64% do 95%. W obu tych zakładach wykorzystanie metanu w całym badanym okresie było na bardzo wysokim poziomie. W czasie swojej działalności kopalnie KWK „Jas-Mos” i KWK „Krupiński” również osiągały bardzo wysokie efektywności zagospodarowania, bo na poziomie odpowiednio: 98% i 67%.



Rys. 3.6 Efektywność zagospodarowania metanu w kopalniach grupy JSW S.A. w okresie od 2015 do 2020

W przypadku kopalni KWK „Budryk”, mimo wysokiego ujęcia metanu systemem odmetanowania, efektywność jego zagospodarowania wynosiła od 28% do 52% (2019 r.). Na uwagę zasługuje fakt, iż w roku 2020 wartość ta wzrosła do 72%, co jest wynikiem modernizacji stacji odmetanowania i uruchomienia od lipca 2020 roku silnika gazowego ECOMAX o łącznej mocy 2MW_{el}, co w połączeniu z już zabudowanymi silnikami JMS624GS-SL 2x4MW_{el} daje sumarycznie moc 10 MW_{el} (tabl.3.2).

W latach 2016-2019 nie wykorzystywano ujętego metanu w Ruchu „Knurów”, natomiast w roku 2020 efektywność wynosiła już 48% (rys. 3.6), co wynika z faktu uruchomienia od lipca 2020 w stacji odmetanowania silników gazowych CAT CG 260-16 3x4 MW_{el} o łącznej mocy 12 MW_{el}.

Zagospodarowanie metanu w Spółce opiera się o:

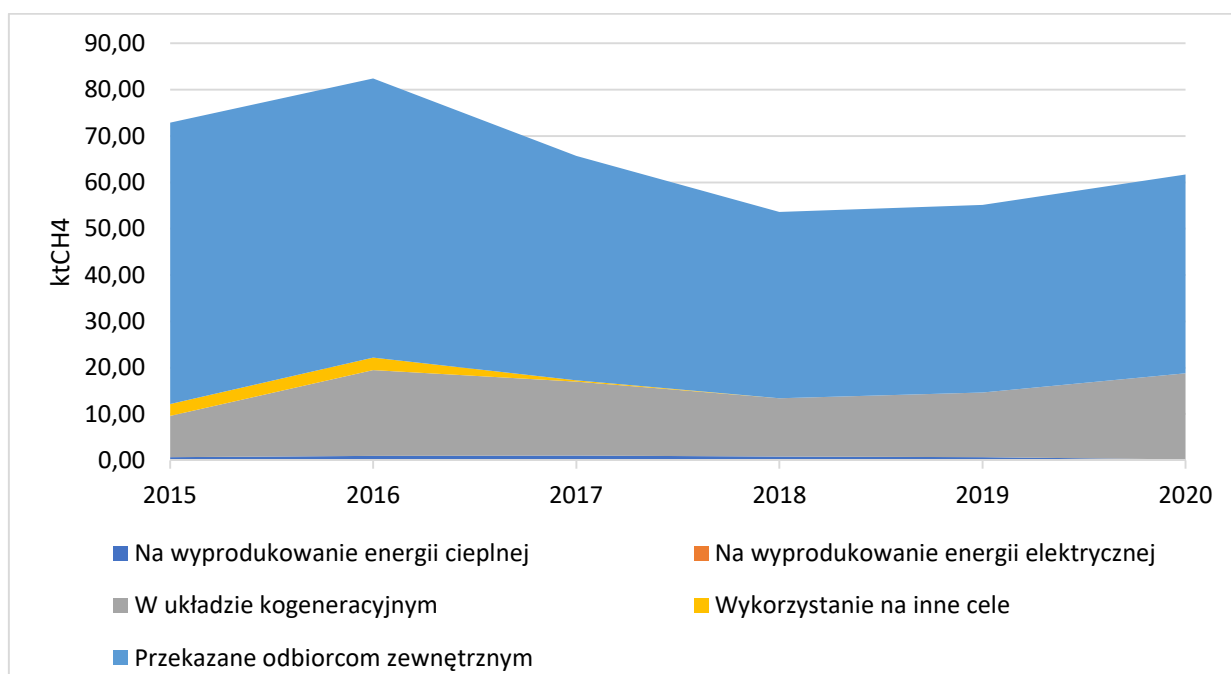
- produkcję energii cieplnej
- produkcję energii elektrycznej
- wykorzystanie w układach kogeneracyjnych
- przekazywanie odbiorcom zewnętrznym

W tabeli 3.3 i na rys. 3.7 przedstawiono sumaryczne zagospodarowanie metanu przez całą Spółkę. Największa ilość ujętego metanu została przekazana odbiorcom zewnętrznym, w tym PGNiG Termika S.A. i ZPC „Żory” sp z o.o. Łącznie było to 292,96 kt metanu, a średnio na rok odprowadzono tam 48,83 kt. W układzie kogeneracyjnym zużyto od 8,91 kt do 18,53 kt. Najmniejsze ilości metanu wykorzystano do produkcji energii cieplnej, bo jedynie 4,43 kt.

Łącznie JSW S.A. wyprodukowało we własnych instalacjach 836,462 GWh energii elektrycznej i 1596,225 TJ energii cieplnej.

Tabela 3.3. Zagospodarowanie metanu przez grupę JSW w okresie od 2015 do 2020

Zagospodarowanie metanu		2015	2016	2017	2018	2019	2020
Na wyprodukowanie energii cieplnej		0,71	0,97	1,01	0,80	0,70	0,24
Na wyprodukowanie energii elektrycznej		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
W układzie kogeneracyjnym		8,91	18,53	15,99	12,63	13,97	18,53
Wykorzystanie na inne cele		2,53	2,65	0,28	0,00	0,00	0,00
Przekazane odbiorcom zewnętrznym		60,76	60,25	48,41	40,16	40,45	42,91
Suma zagospodarowania metanu	kt/rok	72,91	82,40	65,70	53,59	55,12	61,68
Ilość wyprodukowanej energii we własnych instalacjach		2015	2016	2017	2018	2019	2020
Energia elektryczna	MWh	273 181	226 234	88 649	70 610	77 980	99 809
Energia cieplna	GJ	853 103	495 041	83 891	78 253	74 154	11 788



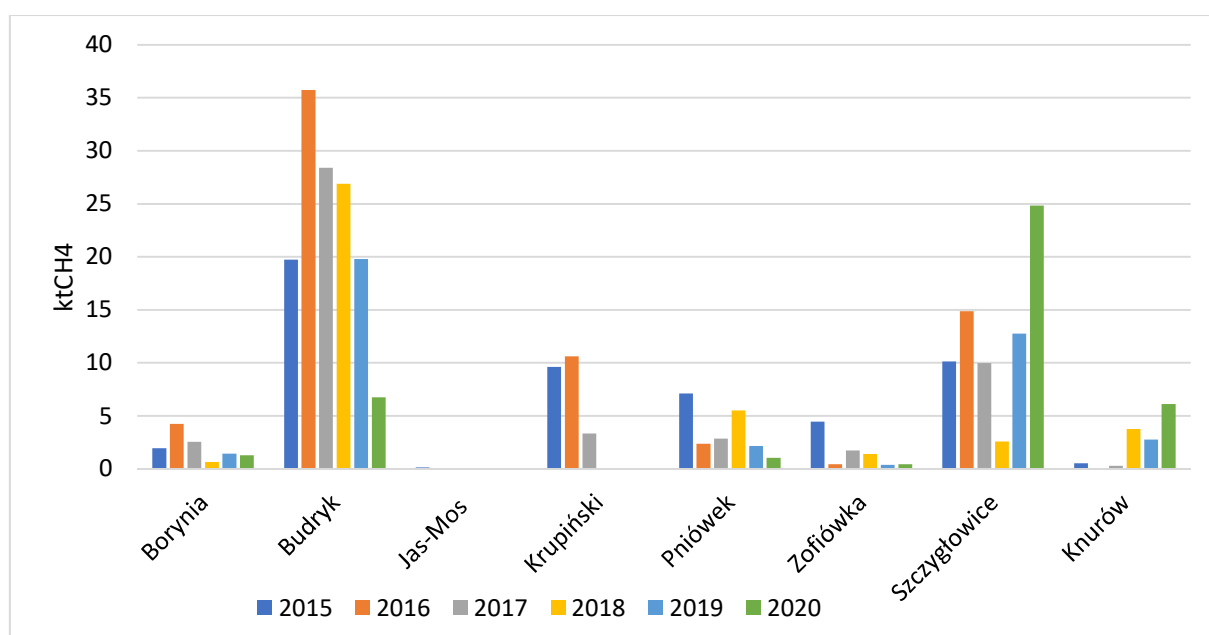
Rys. 3.7 Zagospodarowanie ujętego metanu w JSW S.A. w okresie od 2015 do 2020 roku.

3.3. Emisja niezagospodarowanego metanu w JSW S.A. do powietrza atmosferycznego

Pomimo zastosowania nowoczesnych rozwiązań technologicznych średnia efektywność odmetanowania nie przekracza w badanym okresie 40%, a dokładnie wynosi 38,28%.

Dostępne na dzień dzisiejszy technologie ujmowania metanu pozwalają uzyskać efektywności rzędu 75% w zależności od prognozowanej metanowości bezwzględnej. Oznacza to, że 25% metanu uwalniane jest na drodze wentylacyjnej. Kopalnie JSW S.A. zagospodarowują metan na średnim poziomie 57%. Oznacza to, że 43% ujętego metanu jest w dalszym ciągu uwalniane do atmosfery. Na rysunku 3.8 przedstawiona została ilość wyemitowanego do atmosfery metanu z poszczególnych kopalń JSW S.A.

Analiza wykresu wyraźnie wskazuje, że największe ilości niezagospodarowanego metanu uwalniane były z dwóch kopalń, a mianowicie KWK „Budryk” – sumarycznie 117,58 kt i Ruch „Szczygłowice” – 65 kt. W przypadku obu tych kopalń JSW S.A. prowadzi działania mające na celu zwiększenie wykorzystywania metanu (rozdz. 3.2.2). W pierwszej zabudowa dodatkowego silnika gazowego istotnie wpłynęła na obniżenie emisji metanu o 13 kt w 2020 roku w stosunku do roku 2019 (efektywność zagospodarowania o 20% wyższa) i o 20 kt w stosunku do roku 2018 (efektywność zagospodarowania o 32% wyższa). Zabudowa silników na stacji odmetanowania Ruchu „Knurów” w lipcu 2020 roku wpłynęła na zmniejszenie emisji metanu do atmosfery o 48%, czyli prawie o 144 ktCO₂eq (GWP₁₀₀=25).



Rys. 3.7 Emisja niezagospodarowanego metanu w kopalniach grupy JSW S.A. w okresie od 2015 do 2020

W tabeli 3.4 przedstawiony został bilans emisji metanu do atmosfery z kopalń JSW S.A. w ekwiwalencie CO₂ dla różnych wartości metryki GWP. Użycie zwiększonej wartości GWP₁₀₀ skutkuje wzrostem sumarycznej emisji z JSW S.A. o około 12%, ale nie ma wpływu na długoterminowy trend zmian klimatu. Wybór natomiast metryki GWP dla horyzontu 20 letniego zwiększa wartość emisji o 244%. Stosowanie tego wskaźnika zwiększa znacząco udział sektora górniczego, reprezentowanego przez JSW S.A., w kontekście całkowitej emisji metanu w skali światowej i europejskiej. Może to wpłynąć na wybór polityki rządu odnośnie stosowanych metod mających na celu złagodzenie zmian klimatu wywołanych działalnością Spółki.

Tabela 3.4. Bilans emisji metanu do atmosfery w przeliczeniu na kt ekwiwalentu CO₂ dla JSW S.A. w okresie od 2015 do 2020

Global Warming Potential	Ilość metanu ujętego systemem wentylacji		Ilość metanu ujętego systemem odmetanowania		Ilość metanu zagospodarowanego		Sumaryczna emisja metanu	
	ktCH ₄	ktCO ₂ eq	ktCH ₄	ktCO ₂ eq	ktCH ₄	ktCO ₂ eq	ktCH ₄	MtCO ₂ eq
GWP ₁₀₀ =25	1092,13	27303,31	683,01	17075,21	391,40	9785,23	1383,73	34,59
GWP ₁₀₀ =28	-	30579,70	-	19124,23	-	10959,46	-	38,74
GWP ₂₀ =86	-	93923,38	-	58738,72	-	33661,20	-	119,00

4 Aktualnie realizowane i planowane na najbliższy czas projekty zwiększenia wykorzystania metanu ujmowanego w kopalniach JSW S.A.

JSW S.A. jako świadomy i odpowiedzialny przedsiębiorca zdaje sobie sprawę ze szkodliwego wpływu na środowisko jaki wywiera proces wydobywania węgla. Dbłość o środowisko naturalne rozumiana jest przez JSW S.A. jako Społeczna Odpowiedzialność Biznesu wobec społeczności lokalnej, a nie tylko jako wypełnienie obowiązków wynikających ze stosowania prawa. Grupa w swojej strategii działania opiera się o najwyższe standardy środowiska, bezpieczeństwa i jakości produktów oraz konsekwentnie realizuje zadania środowiskowe. Stosuje rozwiązania i technologie zapewniające transformację w kierunku gospodarki o obiegu zamkniętym (GOZ)⁴⁷, będącą niezbędnym elementem tworzenia niskoemisyjnej, zasobooszczędnej, innowacyjnej i konkurencyjnej gospodarki. Działania te mogą w dużym stopniu przyczynić się do zmiany modelu rozwoju gospodarczego firmy zgodnie z zaleceniami Komisji Europejskiej.

JSW S.A. prowadzi czynności w obszarze wykorzystania metanu do produkcji energii elektrycznej oraz rejestruje ślad węglowy organizacji i produktu. Spółka stara się w jak największym stopniu uchwycić metan systemem odmetanowania i zagospodarować go, jednak ze względów bezpieczeństwa, nie da się całkowicie uniknąć jego emisji wraz z powietrzem wentylacyjnym.

Działania mające na celu zminimalizowanie szkodliwego wpływu metanu na powietrze atmosferyczne realizowane są poprzez maksymalne wykorzystanie ujętego metanu. Obecnie metan wykorzystywany jest w silnikach kogeneracyjnych do produkcji energii elektrycznej i ciepłej (rozdz.3.2.2).

Od 2012 roku Spółka uruchomiła system pomiarowo-rozliczeniowy ilości i jakości gazu pochodzącego z odmetanowania, który swym działaniem objął KWK „Borynia - Zofiówka”, KWK „Pniówek” oraz należące wówczas do JSW S.A. KWK „Jas-Mos” i KWK „Krupiński” oraz należący do SEJ Sp. z o.o. Elektrociepłowni „Moszczenica”⁴⁸. W 2015 roku uruchomiono nową stację odmetanowania KWK „Budryk” przy Szybie VI w Chudowie, która została wyposażona w ten system jeszcze na etapie budowy. Wszystkie elementy układu tj.: ujęcie gazu na stacjach odmetanowania oraz jego przekazywanie do poszczególnych odbiorców są

⁴⁷ Dane wewnętrzne JSW S.A. udostępnione na potrzeby wykonania niniejszego opracowania
Strona JSW <https://www.jsw.pl/odpowiedzialny-biznes/slady-weglowy-gk-jsw>

⁴⁸ www.cmm-energy.eu

opomiarowane. Zastosowane urządzenia charakteryzują się bardzo dużą dokładnością umożliwiającą rozliczenia handlowe oraz rozliczenia związane z EU ETS. Są to chromatografy gazowe, przepływomierze turbinowe wraz ze współpracującymi z nimi czujnikami temperatury, wilgotności i ciśnienia przepływającego gazu. Wszystkie pozyskiwane dane archiwizowane są w nadrzędnym systemie komputerowym, który umożliwia wizualizację całości i dostęp on-line do wszystkich danych osobom odpowiedzialnym za proces gospodarczego wykorzystania metanu. W kopalniach „Budryk” i „Knurów-Szczygłowice” urządzenia pomiarowe służące do określenia stężenia metanu w ujmowanym gazie, jak również określające jego przepływ charakteryzują się zbyt małą dokładnością. Z uwagi na trwający program „gospodarczego wykorzystania metanu” (GWM) w tych kopalniach (budowa nowych układów kogeneracyjnych) zachodzi konieczność pozyskania dokładnych danych dla celów rozliczeniowych.

W wyniku wykorzystania ujmowanego metanu do produkcji energii w układach wysokosprawnej kogeneracji w 2019 roku uzyskano zmniejszenie jego emisji do atmosfery o ok. 76,9 mln m³ (o ok. 3% więcej w porównaniu do 2018 roku). Na tą chwilę realizowane są inwestycje polegające na zabudowie kolejnych silników zasilanych gazem z odmetanowania w kopalniach KWK „Budryk” oraz KWK „Knurów-Szczygłowice” o łącznej mocy 48 MWe. Pozwolą one na ograniczenie emisji śladu węglowego organizacji o ok. 1,6 mln Mg CO₂eq do 2025 roku.

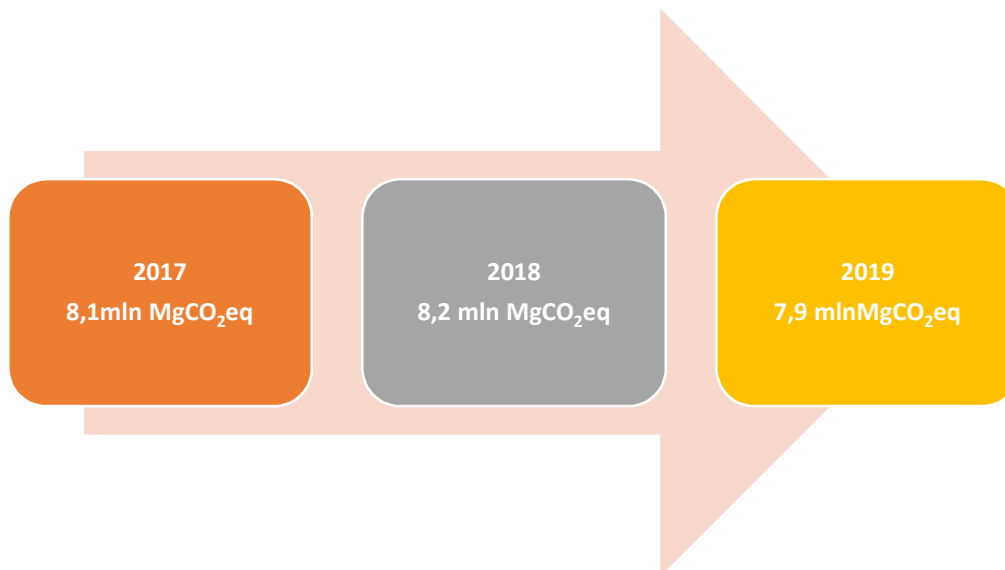
Do roku 2022 Spółka planuje zrealizować działania, mające na celu uzyskanie zainstalowanej moc w obu kopalniach na poziomie 43,9 MW_{el}⁴⁹. Roczny potencjał produkcyjny „Zielonej Energii Elektrycznej” w obu kopalniach będzie wynosił 330 tys. MWh, co pokryje 33% zapotrzebowania na energię elektryczną JSW S.A. *Zakłada się, że proekologiczne działania pozwolą na ograniczenie emisji metanu do atmosfery łącznie o 80 mln m³ CH₄, co daje około 1,6 mln MgCO₂eq. Inwestycje realizowane przez Spółkę pozwolą od 2025 roku wykorzystywać gospodarczo cały ujęty systemem odmetanowania metan. W roku 2020 zauważalne były pierwsze efekty poniesionych inwestycji, poprzez ograniczenie emisji metanu. W przypadku Ruchu „Knurów” efektywność zagospodarowania metanu wzrosła o 48%, a w przypadku KWK „Budryk” o 20% w stosunku do roku 2019 i 32% w stosunku do 2018 (rozdz.3.3). Łącznie zagospodarowano w tych dwóch zakładach 32 mln m³ CH₄.*

⁴⁹ www. cmm-energy.eu

Nakłady inwestycyjne związane z gospodarczym wykorzystaniem metanu w Ruchu „Knurów” stanowiły 48% sumarycznych nakładów ponoszonych przez Spółkę na ochronę środowiska, a budowa układu kogeneracyjnego na kopalni KWK „Budryk” 14%.

Grupa JSW, prowadzi działania mające na celu redukcję emisji gazów cieplarnianych oraz wychodząc naprzeciw nowym wytycznym w zakresie ujawniania informacji na temat zmian klimatu, od 2017 roku prowadzi zintegrowane obliczanie i raportowanie śladu węglowego organizacji i poszczególnych jej produktów-węgla i koksu.

Celem wyznaczania śladu węglowego JSW S.A. jest monitorowanie emisji gazów cieplarnianych w zdefiniowanych granicach organizacji i dążenie do optymalizacji zużycia energii, eliminowania energochłonnych rozwiązań oraz maksymalizacji gospodarczego wykorzystania metanu. Na rysunku 4.1 przedstawiony został schemat ukazujący ślad węglowy Spółki wyliczony dla okresu od 2017 do 2019 roku. Obliczenia jego prowadzone są zgodnie z międzynarodową metodyką The Greenhouse Gas Protocol: A Corporate Accounting and Reporting, zgodnie z którą metryki stosowane do przeliczenia emisji metanu na ekwiwalent CO₂, powinny być określane zgodnie z wytycznymi zawartymi w piątym raporcie IPCC⁵⁰. Dla metanu metryka GWP w 100 - letnim horyzoncie czasowym powinna wynosić 28.



Rys. 4.1. Ślad węglowy dla JSW S.A. w latach 2017-2020⁵¹

⁵⁰ IPCC, 2014: Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 151 pp.

⁵¹ Strona JSW <https://www.jsw.pl/odpowiedzialny-biznes/slady-weglowe-gk-jsw>
Dane wewnętrzne JSW S.A. udostępnione na potrzeby wykonania niniejszego opracowania

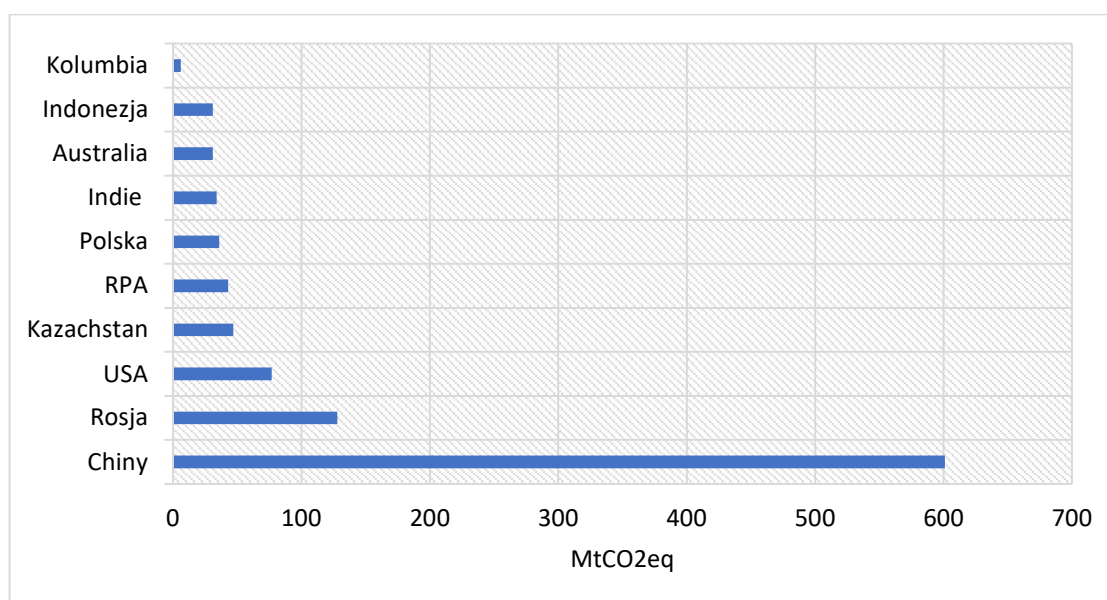
W związku z faktem, iż głównym źródłem emisji gazów cieplarnianych wynikającym z działalności JSW S.A. jest metan pochodzący z wentylacji wyrobisk kopalnianych (ok. 71% całkowitej emisji w przeliczeniu na CO₂eq) oraz dwutlenek węgla z procesów spalania paliw w segmencie koksowniczym od dwóch lat Spółka bierze czynny udział w aukcjach Jednostek Dwutlenku Węgla organizowanych przez Lasy Państwowe w ramach projektu Leśnych Gospodarstw Węglowych. Zakupionych zostało łącznie 12000 sztuk JDW. Środki finansowe wyasygnowane na ich zakup, przeznaczone zostały na realizację przedsięwzięcia w Nadleśnictwie Kobiór - „Modernizacja ścieżki edukacyjnej: W krainie pszczyńskiego żubra”.

W przyjętej w lutym 2020 r. „Strategii JSW S.A. z uwzględnieniem spółek zależnych GK JSW na lata 2020-2030 r.” określone zostały zasadnicze kierunki działań w zakresie przeciwdziałania zmianom klimatu, a należą do nich:

- poszukiwanie niskoemisyjnych rozwiązań technologicznych i procesowych,
- optymalizacja energochłonności działań operacyjnych,
- zwiększenie efektywności energetycznej procesów produkcyjnych – maszyn i urządzeń,
- kontynuacja działań mających na celu ograniczenie emisji gazów cieplarnianych,
- zmniejszenie śladu węglowego organizacji i poszczególnych produktów – węgla i koksu.

5 Wpływ metanu emitowanego z pokładów węgla na świecie i w Europie na stan atmosfery

Polska jako członek Organizacji Narodów Zjednoczonych (UNFCCC) zobowiązana jest do rozliczania krajowych emisji gazów cieplarnianych w ramach przyjętych celów redukcyjnych w pięciu kategoriach źródeł w formacie tzw. Tablic Wspólnego raportowania⁵². Przeprowadzone w niniejszym rozdziale analizy wykonano w oparciu o dane dostępne na stronie UNFCCC Greenhouse Gas Inventory Data⁵³, dotyczące emisji gazów cieplarnianych ze wszystkich krajów należących do Unii Europejskiej, a także tych do niej nie należących, ale wchodzących w skład tzw. Aneksu I. Zobowiązane są one, podobnie jak członkowie EU, do udostępniania danych o emisji gazów cieplarnianych ze wszystkich gałęzi gospodarki. *Do Aneksu I nie należą Chiny, Indie, Południowa Afryka, Kolumbia i Indonezja*. Kraje te zachęcane są do składania raportów, ale nie są do tego zobligowane. Z tego też powodu dane dotyczące emisji metanu z sektorów górniczego tych krajów są bardzo skąpe, w przypadku Chin ostatnie pochodzą z 2014 roku, a dla Indii z 2016. Na rysunku 5.1 przedstawiono stan emisji metanu z krajów będących największymi producentami węgla w oparciu o dane Międzynarodowej Agencji Energetycznej⁵⁴. *Według tego rankingu Polska zajmuje szóste miejsce, jeśli chodzi o emisję metanu z sektora górniczego*.



⁵² National Inventory Report, 2020. Inventory of Greenhouse Gases in Poland for the Years 1988–2018 A Synthesis Report. IEP-NRI, written in response to the requirements of the United Nations Framework Convention on Climate Change and the Kyoto Protocol, Warsaw, English version

⁵³ UNFCCC Greenhouse Gas Inventory Data, https://di.unfccc.int/detailed_data_by_party

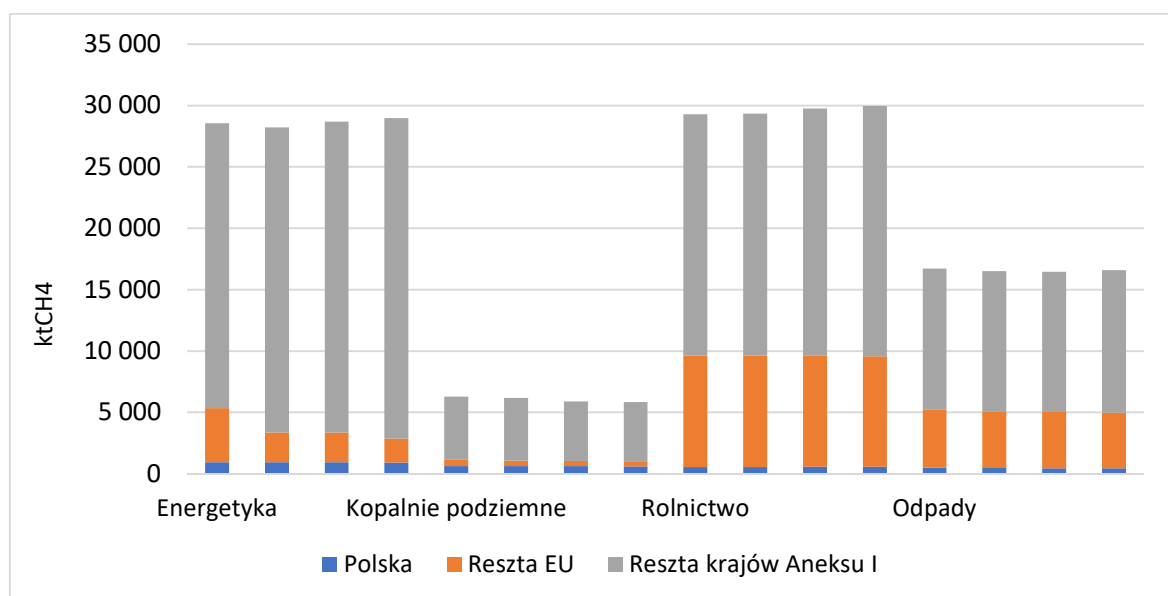
⁵⁴ Source: IEA World Energy Outlook 2019 <https://www.iea.org/reports/methane-tracker-2020>

Rys. 5.1 Pośrednia emisja metanu z sektora górniczego na świecie⁵⁵

Dane przedstawione w niniejszym rozdziale obejmować będą analizę emisji metanu z krajów Unii Europejskiej i Aneksu I w latach 2015 do 2018. Należy jednak pamiętać, że największym producentem węgla na świecie są w tej chwili Chiny z wydobyciem ok 3500 mln t/rok i Indie z wydobyciem ok 730 mln t/rok⁵⁶. Z tego też względu dokonane zostanie porównanie dostępnych wyników UNFCCC z roku 2018 z ostatnimi dostępnymi danymi emisji dla Chin i Indii.

5.1. Emisja metanu z różnych sektorów gospodarki w krajach Europy i świata

Metan uwalniany jest z różnych źródeł, zarówno o charakterze naturalnym, jak i antropogenicznym, który odpowiada za około 60% globalnej jego emisji. Na rysunku 5.2 przedstawiono ilości emitowanego metanu z podstawowych sektorów w Polsce, pozostałych krajach EU i Aneksu I. Dodatkowo na wykresie zobrazowano, jaki udział w emisji metanu z sektora energetycznego mają kopalnie podziemne.



Rys. 5.2. Emisja metanu z różnych sektorów w Polsce, pozostałych krajach Unii Europejskiej i innych krajach Aneksu I

Sumaryczna emisja metanu z pięciu głównych sektorów gospodarki w krajach Aneksu I w 2018 roku wynosiła 78,6 Mt (uwzględniając kategorię LULUCF), co odpowiada 1965 MtCO₂eq (GWP₁₀₀=25). Główne sektory gospodarki będące źródłem metanu to *Energetyka*, *Rolnictwo* i *Odpady*. Z danych przedstawionych na wykresie wynika, że największym emitentem

⁵⁵Source: IEA World Energy Outlook 2019 <https://www.iea.org/reports/methane-tracker-2020>

⁵⁶Statista: Leading hard coal producing countries worldwide in 2018: <https://www.statista.com/statistics/264775/top-10-countries-based-on-hard-coal-production/>

metanu jest sektor *Rolnictwo*, ze średnią emisją za badany okres na poziomie 29,5 Mt i *Energetyka* będąca źródłem średnio 28,6 Mt metanu. Trzecie miejsce stanowią *Odpady* ze średnią ilością 16,5 Mt metanu.

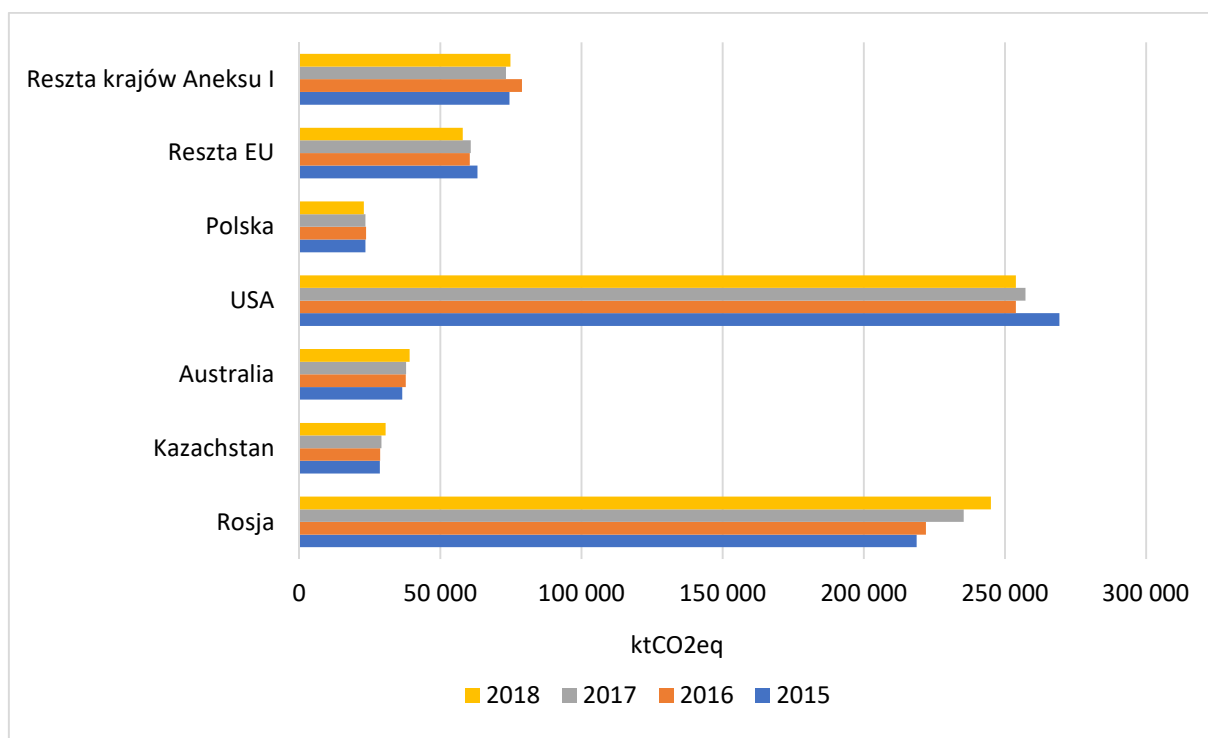
Dane przedstawione na wykresie 5.2 pokazują również, że światowy sektor górnictwa podziemnego stanowi źródło emisji średnio 6,0 Mt metanu, z czego Polskie kopalnie uwalniają 0,62 Mt. Należy pamiętać, że dane te nie uwzględniają emisji z Chin i Indii.

Biorąc pod uwagę dostępne na stronie UNFCCC Greenhouse Gas Inventory Data⁵⁷ dane dotyczące emisji metanu z poszczególnych kategorii dla Chin (ostatnie dostępne dane za rok 2014) i Indii (ostatnie dostępne dane za 2016 rok), sumaryczna emisja metanu dla tych dwóch krajów wynosi około 75,0 Mt CH₄ (1500 MtCO₂eq), czyli stanowi praktycznie 100% emisji metanu pochodzącej z krajów Aneksu I.

Przyglądając się dokładniej sektorom energetycznym poszczególnych krajów, przedstawionym na rysunku 5.3, widać wyraźnie, że największy udział w emisji metanu mają Stany Zjednoczone Ameryki i Rosja ze średnim udziałem 258,61 MtCO₂eq i 230,29 MtCO₂eq odpowiednio. *Polski sektor energetyczny odpowiedzialny jest za emisję średnio 23,35 MtCO₂eq.*

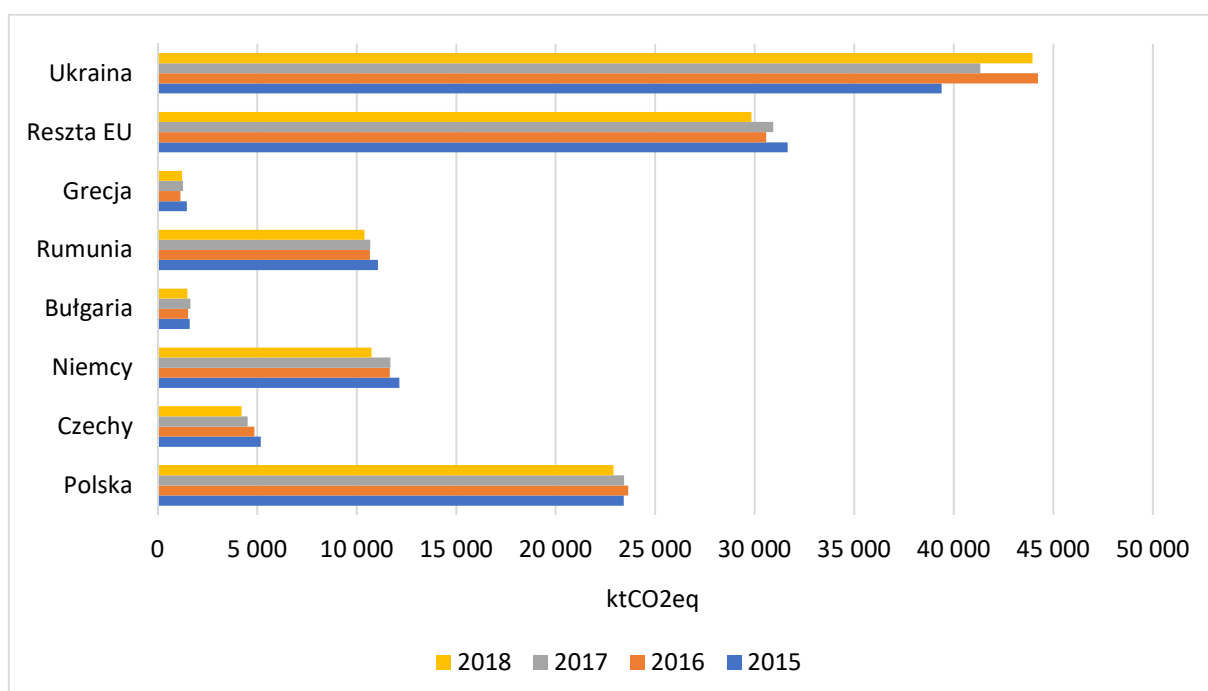
Sektor energetyczny całej Unii Europejskiej na tle wszystkich krajów Aneksu I odpowiedzialny jest za około 11,7% emisji metanu, w tym Polski za 3,3 %.

⁵⁷ UNFCCC Greenhouse Gas Inventory Data, https://di.unfccc.int/detailed_data_by_party



Rys 5.3. Emisja metanu z sektora energetycznego w krajach Aneksu I

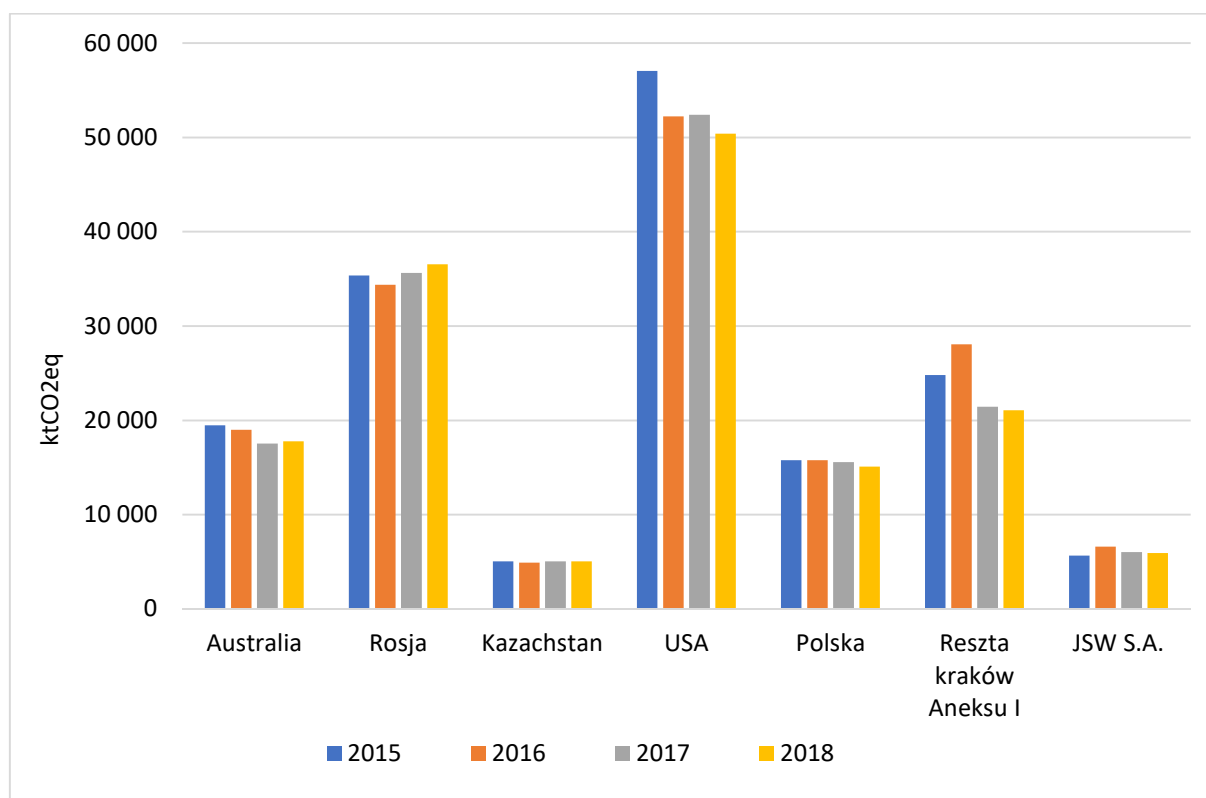
Analizując stan emisji metanu z sektora energetycznego w krajach Europy, przedstawionego na rysunku 5.4, widać wyraźnie, że największe jego ilości uwalnia Ukraina - średnio 42,23 Mt MtCO₂eq, co stanowi 33,5% całkowitej emisji w Europie. *Polski sektor energetyczny jest odpowiedzialny za emisję 18,5% metanu (średnio 23,3 MtCO₂eq), a Niemcy i Rumunia za odpowiednio 9,2 % i 8,5% całkowitej emisji w Europie. Reszta krajów Europy odpowiada za pozostałe 30,3%.*



Rys 5.4 Emisja metanu z sektora energetycznego w Europie

5.2. Emisja metanu z sektora górnictwa podziemnego w krajach Europy i świata

W światowym sektorze energetycznym udział emisji metanu pochodzący z kopalń podziemnych wynosi średnio 6 Mt metanu (rys. 5.2), co odpowiada ok. 151,36 MtCO₂eq. Przyglądając się bliżej sektorom górnictwa podziemnego poszczególnych krajów Aneksu I (rys.5.5) widać, iż dominują Stany Zjednoczone ze średnią emisją na poziomie 53,02 MtCO₂eq, co stanowi 35,03% całkowitej emisji metanu z tego sektora. Kolejnymi krajami jest Rosja (35,47 MtCO₂eq - 23,5%), pozostałe kraje Aneksu w tym Ukraina (15,7%), Australia (12,18%), Polska (15,55 MtCO₂eq - 10,28%) i Kazachstan (3,31%). W przypadku Kazachstanu większość emisji metanu pochodzi z górnictwa odkrywkowego, bo aż 77,74%. Kopalnie JSW S.A. są odpowiedzialne za około 4% całkowitej emisji metanu.

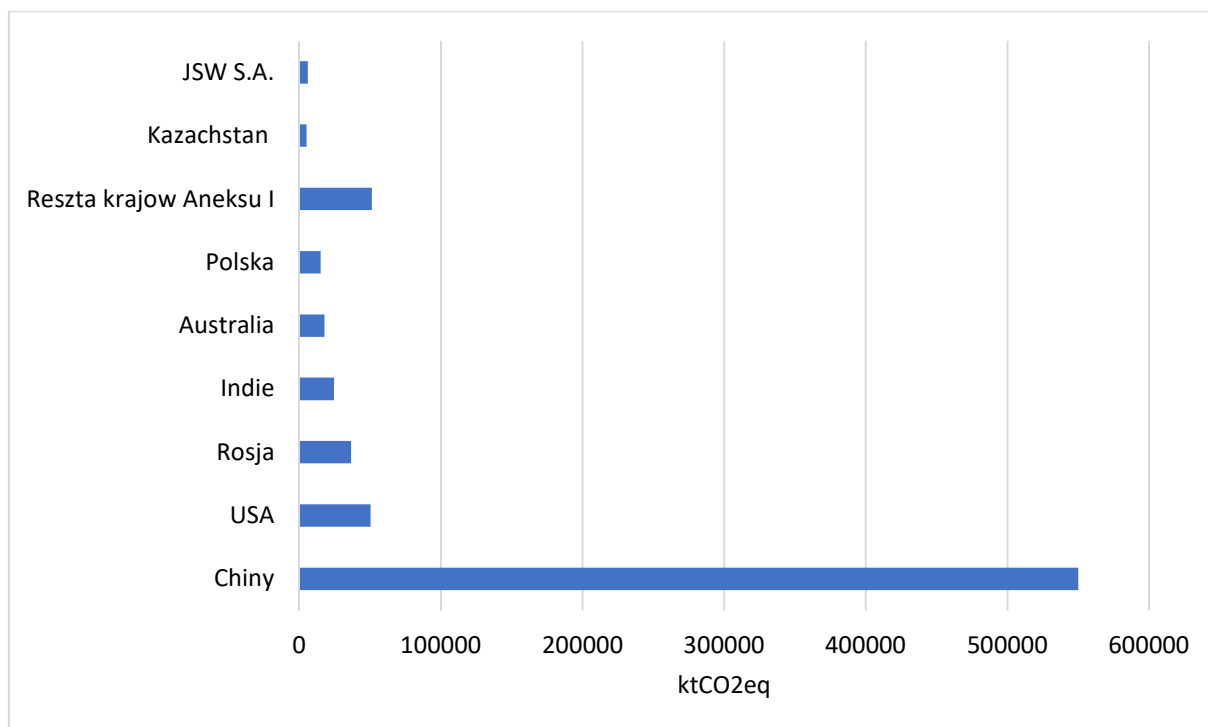


Rys. 5.5. Emisja metanu z sektora górnictwa podziemnego w tym JSW S.A. na tle krajów Aneksu I

Biorąc pod uwagę fakt, iż Chiny i Indie nie udostępniają danych dotyczących emisji metanu z sektora górniczego, w kwestii tych dwóch krajów można jedynie podać orientacyjne dane. Dane z 2014 roku⁵⁸ mówią o emisji sumarycznej z sektora górniczego na poziomie 441,31

⁵⁸ UNFCCC Greenhouse Gas Inventory Data, https://di.unfccc.int/detailed_data_by_party

MtCO₂eq. Dostępne dane literaturowe⁵⁹ sugerują emisję na poziomie od 350 do 700 MtCO₂eq. W przypadku Indii⁶⁰ wartość ta za 2015 wynosi około 24,6 MtCO₂eq. Na rysunku 5.6 przedstawiona została emisja metanu z górnictwa podziemnego na świecie za rok 2018 z uwzględnieniem danych literaturowych dla Chin (550 MtCO₂eq) i Indii (24,6 MtCO₂eq) oraz emisji, za które odpowiada JSW S.A. Z danych przedstawionych na wykresie wyraźnie widać, że emisja z Polskiego górnictwa podziemnego plasuje się na siódmym miejscu, stanowiąc 2% całkowitej emisji metanu na świecie z tej kategorii, natomiast JSW S.A. odpowiada za 0,8%.



Rys. 5.6 Emisja metanu z sektora górnictwa podziemnego na świecie za rok 2018

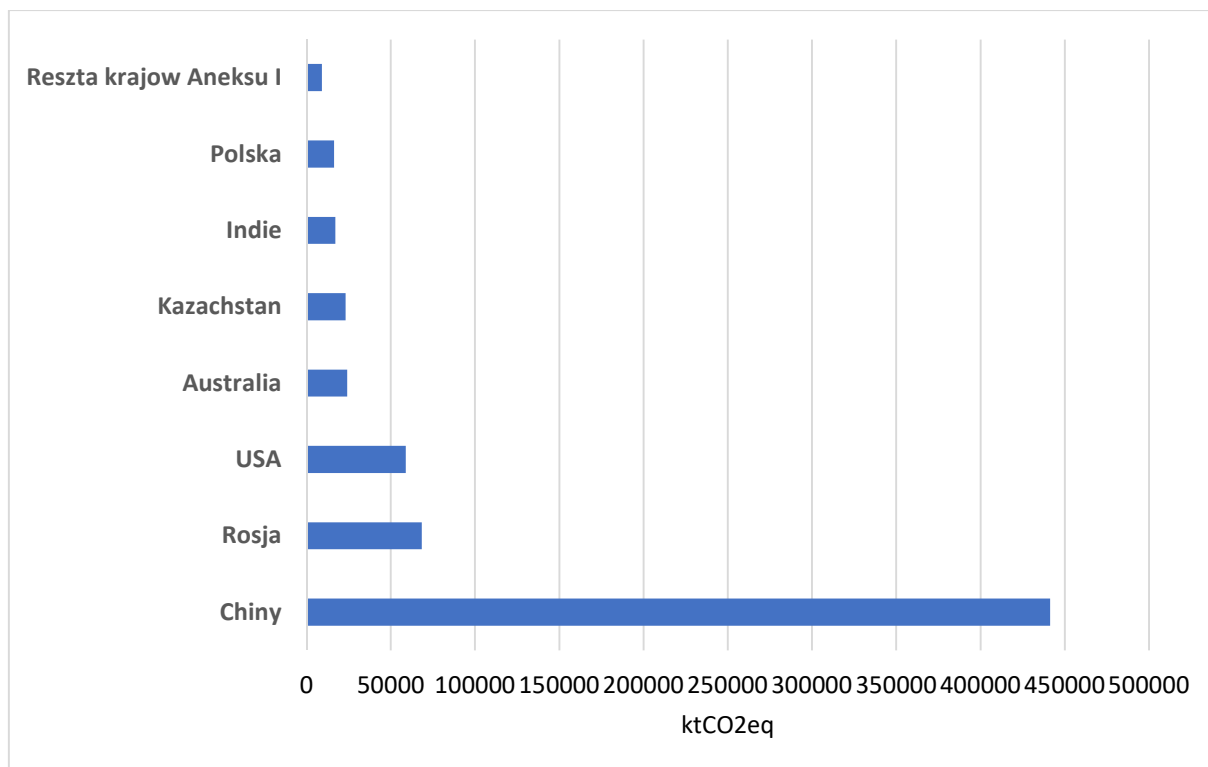
Na rysunku 5.7 natomiast przedstawiono stan emisji metanu z sektora całego górnictwa (kopalnie podziemne plus kopalnie odkrywkowe) w roku 2018. Dla Chin i Indii przypisano wartości emisji dostępne w rejestrze UNFCCC⁶¹. *Polski sektor górniczy, podobnie jak wyżej zajmuje siódme miejsce pod względem emisji metanu, czyli stanowi 2,5% całkowitej emisji tego gazu.* Rozbieżności w wynikach procentowych wynikają z przyjęcia niższej wartości emisji dla Chin i Indii.

⁵⁹ Sheng J., Song, Sh., Zhang Y., Prinn, R.G., Janssens-Maenhout G., 2019: Bottom-Up Estimates of Coal Mine Methane Emissions in China: A Gridded Inventory, Emission Factors, and Trends Environ. Sci. Technol. Lett. 2019, 6, 8, 473–478 Publication Date: May 31, 2019 <https://doi.org/10.1021/acs.estlett.9b00294>

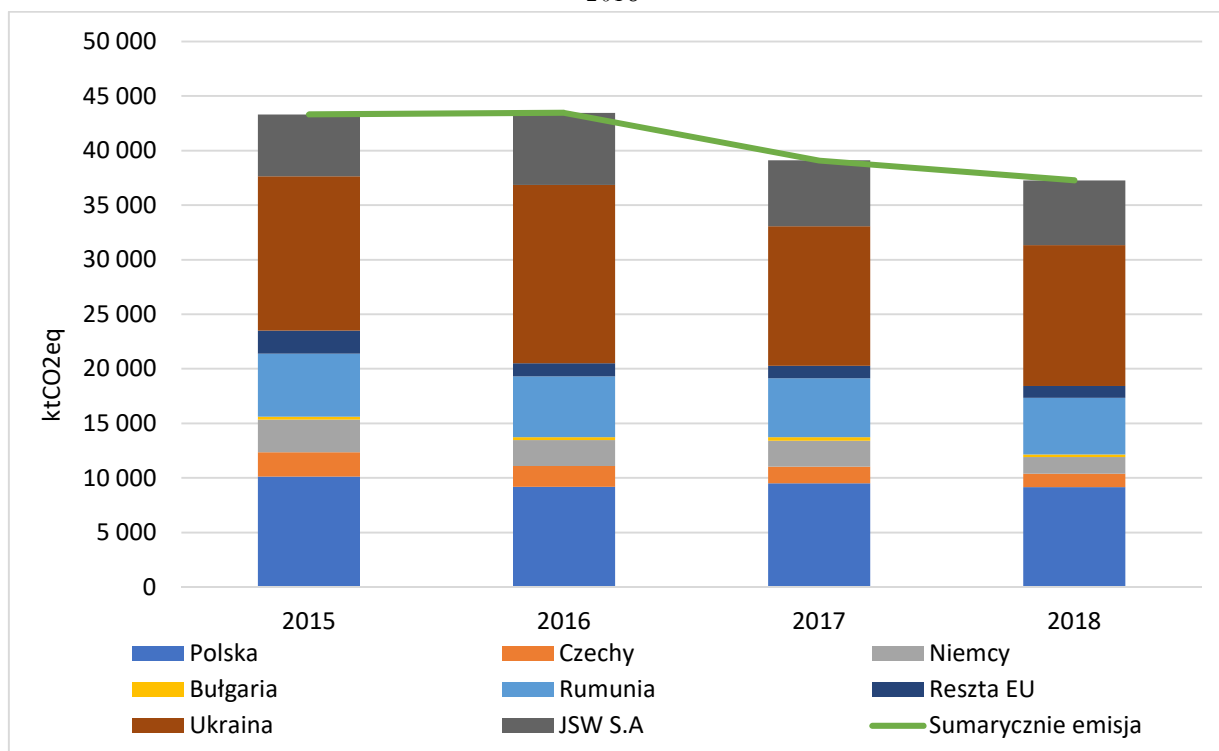
⁶⁰ India Coal Mine Methane Market Study EPA Publication No: 456R19001 May 2019 https://www.epa.gov/sites/production/files/2019-05/documents/india_cmm_market_study_may2019.pdf

⁶¹ UNFCCC Greenhouse Gas Inventory Data, https://di.unfccc.int/detailed_data_by_party

W kontekście europejskim największymi emiterami metanu z kopalń podziemnych (rys.5.8) są Polska i Ukraina. Odpowiadają one za emisję na średnim poziomie 38,3% i 34,38% odpowiednio. Pozostałe 27,32 % stanowią kraje Europy, w tym Rumunia (5,48 MtCO₂eq), Niemcy (2,32 MtCO₂eq) i Czechy (1,72 MtCO₂eq). Kopalnie JSW S.A odpowiadają za ok 15% całkowitej emisji metanu.



Rys. 5.7 Emisja metanu z sektora górniczego (kopalnie podziemne i kopalnie odkrywkowe) na świecie za rok 2018

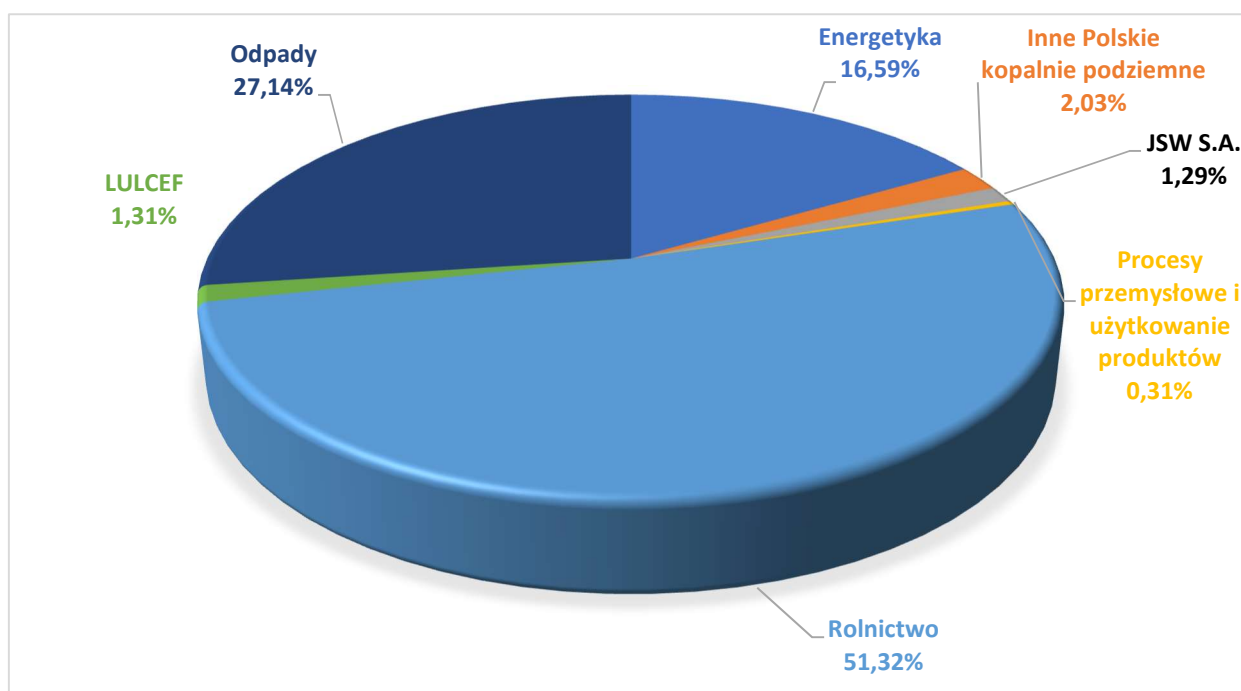


Rys. 5.8 Emisja metanu z kopalń podziemnych w krajach Europy

6 Emisja metanu z kopalń JSW S.A. na tle Europy, świata i sektora energetycznego.

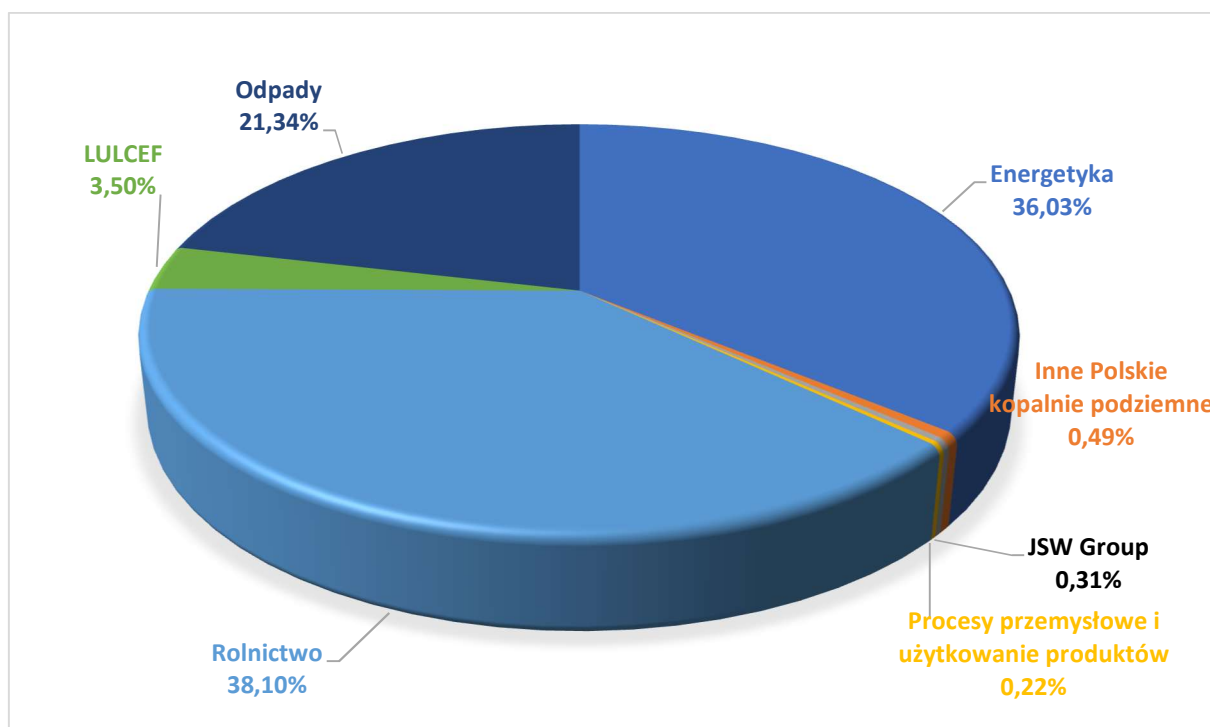
Polski sektor górnictwa podziemnego na świecie odpowiadał w okresie od 2015-2018 za średnią emisję 15,55 MtCO₂eq metanu. W tym okresie kopalnie Polskie odprowadziły do powietrza łącznie 2488,7 kt metanu co stanowi 62,22 MtCO₂eq. Na tym tle kopalnie JSW S.A. odpowiadały za emisję 969,68 kt metanu, co daje 24,24 MtCO₂eq. Na rysunkach 6.1 i 6.2 przedstawiono udział emisji metanu z kopalń Grupy na tle różnych sektorów w krajach Europy (rys.6.1) i Aneksu I (rys.6.2).

Dane przedstawione na rysunku 6.1 pokazują, że kopalnie JSW S.A. w skali europejskiej odpowiedzialne były za 1,29% emisji metanu. Pozostałe kopalnie podziemne w Polsce stanowiły 2,03% emisji. Najwięcej metanu uwalniane było z sektora Rolnictwo – 51,32%, następnie Odpady – 27,14% i Energetyka – 19,91%.



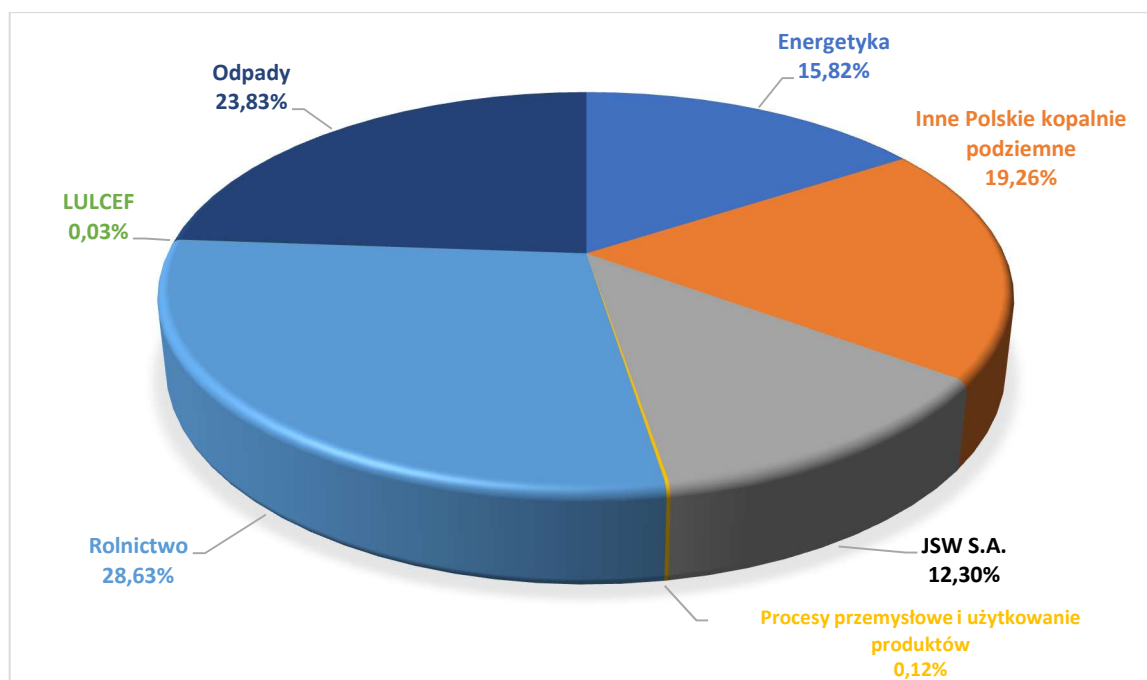
Rys. 6.1. Emisja metanu z JSW S.A. na tle różnych sektorów krajów Europy w okresie od 2015 do 2018

W przypadku krajów Aneksu I (rys. 6.2) kopalnie JSW S.A. odpowiadały za 0,31% emisji metanu, a pozostałe Polskie kopalnie za 0,49%. Dominującym sektorem było Rolnictwo – 38,10% i Energetyka – łącznie 36,83%.



Rys. 6.2 Emisja metanu z JSW S.A. na tle różnych sektorów krajów Aneksu I w okresie od 2015 do 2018

Inaczej kształtuje się emisja metanu na poziomie krajowym. W okresie od 2015 do 2018 kopalnie JSW S.A. odpowiadały za 12,3% całkowitej emisji metanu, a pozostałe kopalnie za 19,26% (rys.6.3). Biorąc pod uwagę cały analizowany okres największe wydzielanie w Polsce przypadało na kategorię *Energetyka*, około 47,38%, następnie *Rolnictwo* - 28,63% i *Odpady* – 23,83%.



Rys. 6.3 Procent emisji metanu z kopalń JSW S.A. na tle innych sektorów w Polsce w okresie od 2015-2018

Sektor energetyczny w Polsce w 49,5 % oparty jest o węgiel kamienny, którego wydobywaniu towarzyszy emisja metanu. W tabeli 6.1 zestawiono procentowy jej udział z Polskich kopalń węgla kamiennego i z JSW S.A.

Z przedstawionych danych wyraźnie widać, że emisja metanu z kopalń JSW S.A. stanowiła od 24% do prawie 28% emisji sektora energetycznego w Polsce. W skali Unii Europejskiej wartość ta ulega obniżeniu i wynosiła od 6,35% do 7%, a w skali krajów Aneksu I stanowiła jedynie 0,82% do 0,97%.

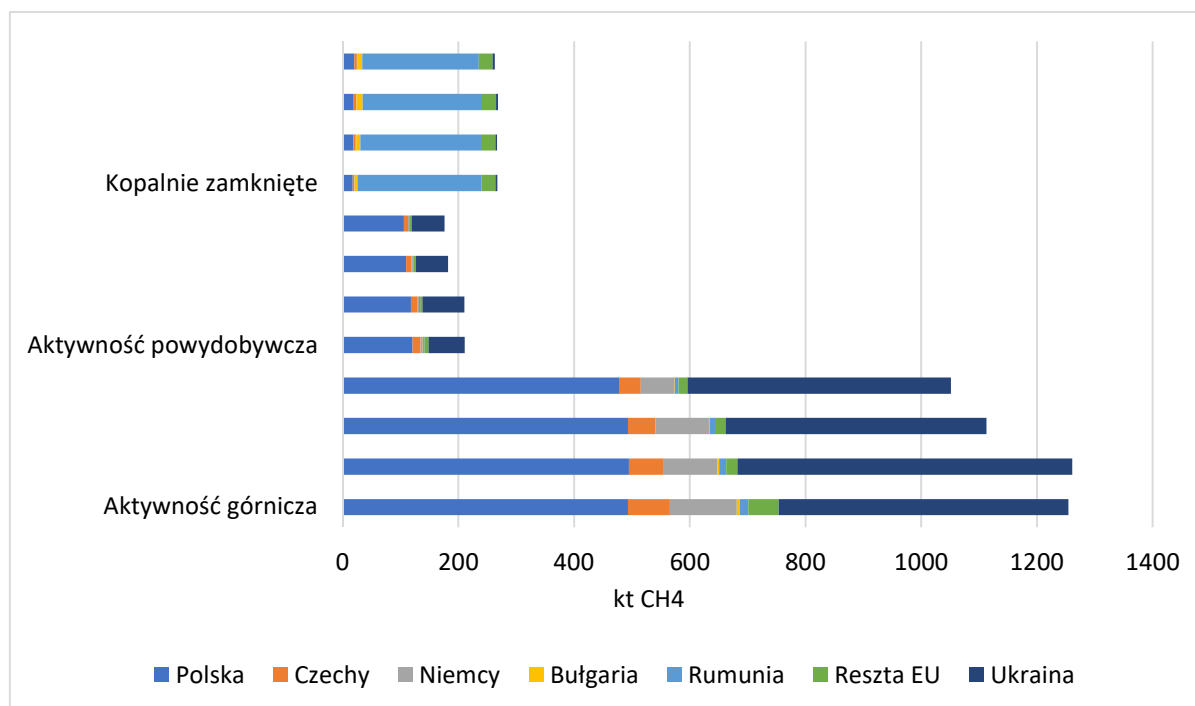
Tabela 6.1. Zestawienie procent emisji metanu z kopalń Polskich i JSW S.A. na tle sektora energetycznego Polski Unii Europejskiej i wszystkich krajów Aneksu I

Procent emisji metanu w sektorze energetycznym				
Lata	2015	2016	2017	2018
Procent emisji metanu w sektorze energetycznym w Unii Europejskiej				
Procent emisji metanu z Polskich kopalń podziemnych	18,23	18,78	18,48	18,69
Procent emisji metanu z JSW S.A.	6,35%	7,17%	6,39%	6,68%
Procent emisji metanu w Polskim sektorze energetycznym				
Procent emisji metanu z kopalń podziemnych	67,37%	66,76%	66,37%	65,93%
Procent emisji metanu z JSW S.A.	24,17%	27,90%	25,76%	25,95%
Procent emisji metanu w sektorze energetycznym krajów Aneksu I				
Procent emisji metanu z kopalń podziemnych	1,46%	1,35%	1,37%	1,31%
Procent emisji metanu z JSW S.A.	0,82%	0,97%	0,87%	0,85%

7 Emisja metanu z kopalń zamkniętych

Polskie górnictwo węgla kamiennego w ostatnich pięciu latach przechodziło bardzo duże zmiany. Zlikwidowanych zostało 13 kopalń, a niektóre zostały ze sobą połączone. W roku 2019 łącznie w likwidacji było ich pięć⁶², w tym dwie należące do JSW S.A.: KWK „Jas-Mos” (1 października 2016 roku) i KWK „Krupiński” (1 kwietnia 2017 roku). W obu kopalniach prowadzone jest aktywne ujęcie metanu na poziomie odpowiednio 99,43% i 86,91%.

W przesyłanym do rejestru UNFCCC Greenhouse Gas Inventory Data⁶³ raporcie przyjęto, że współczynnik emisji metanu z kopalń zamkniętych wynosi 0,652 mln m³/kopalnię. Zgodnie z nim wydzielanie metanu z tej aktywności wynosiło, w okresie od 2015 do 2018, 72,58 ktCH₄, co jest równoważne 1,81 MtCO₂eq. Na rysunku 7.1 przedstawiona została emisja metanu z kategorii górnictwo podziemne w podziale na aktywność górniczą, powydobywczą i kopalnie zamknięte na tle Europy.



Rys. 7.1. Emisja metanu z kategorii górnictwo podziemne z podziałem na kategorie aktywność górnicza, aktywność powydobywczą, kopalnie zamknięte w okresie od 2015 do 2018 w Europie

W Polsce najwięcej metanu emitowane w kategorii górnictwo podziemne pochodziło z działalności górniczej (78% całkowitej emisji), następnie z aktywności powydobywczej (19%),

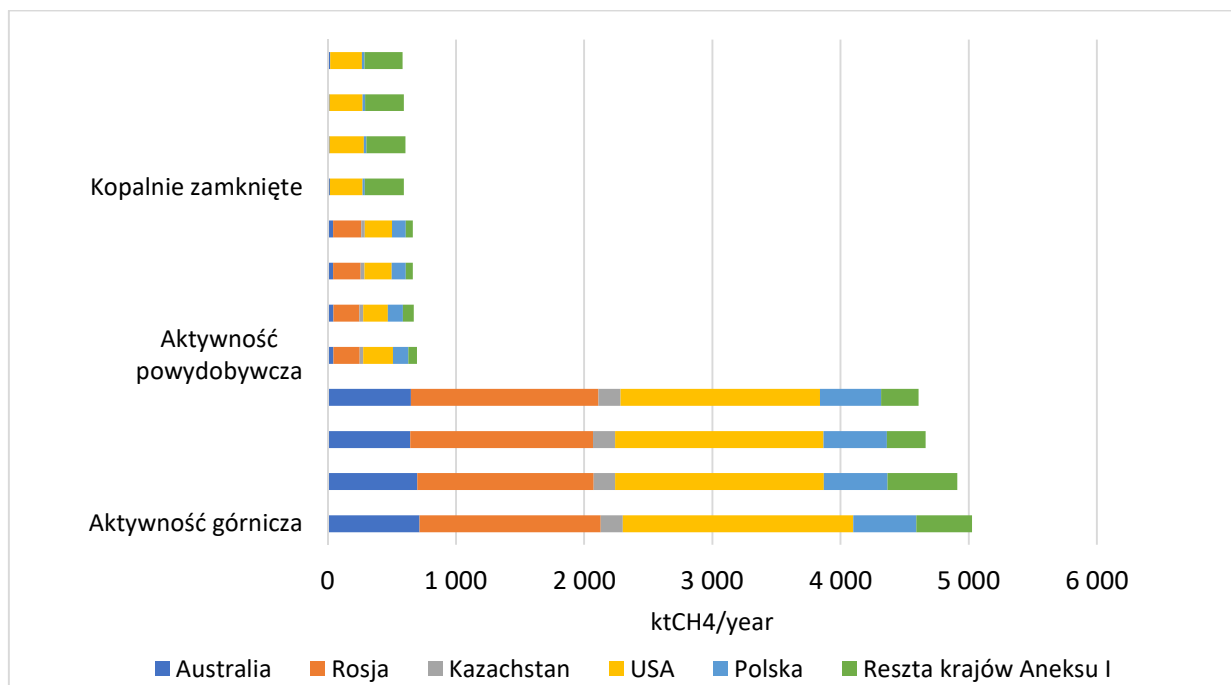
⁶² WUG, 2020. Ocena stanu bezpieczeństwa pracy, ratownictwa górniczego oraz bezpieczeństwa powszechnego w związku z działalnością górniczo-geologiczną w 2017 roku. Wyższy Urząd Górniczy w Katowicach

⁶³ UNFCCC Greenhouse Gas Inventory Data, https://di.unfccc.int/detailed_data_by_party

a kopalnie zamknięte odpowiadały za 3% emisji. Na tle Europy Polskę charakteryzowała duża emisja z kategorii aktywność górnicza (około 42% w tej kategorii w Europie) i działalność wydobywcza (około 58%). Wydzielanie z kopalń zamkniętych stanowiło średnio 7% całkowitej emisji metanu z sektora kopalń zamkniętych. Zdecydowanie najwyższe emisje z tej kategorii można przypisać górnictwu Rumuńskiemu, które stanowi średnio 78%.

Biorąc pod uwagę sumaryczną emisję metanu z kategorii górnictwo podziemne w Europie emisja z kopalń zamkniętych w Polsce stanowiła około 1,16 % całkowitej emisji, działalność górnicza odpowiadała za średnio 30% emisji, a wydobywcza za 7%.

Z kopalń niegdyś należących do JSW S.A. emisja metanu w 2019 roku wynosiła 1,88 mln m³ co odpowiada 1,35 ktCH₄ (0,03375 MtCO₂eq).



Rys. 7.2. Emisja metanu z kategorii górnictwo podziemne z podziałem na kategorie aktywność górnicza, aktywność wydobywcza, kopalnie zamknięte w okresie od 2015 do 2018 w krajach Aneksu I

Na tle krajów Aneksu I emisja metanu w Polsce w kategorii aktywność górnicza stanowiła 10%, w kategorii aktywność wydobywcza 17%, a emisja z kopalń zamkniętych odpowiadała za średnio 3% całkowitej emisji metanu z sektora kopalń zamkniętych (rys. 7.2).

Polskie górnictwo węgla kamiennego charakteryzuje się bardzo niską przepuszczalnością górotworu. Emisja metanu następuje na skutek jego rozprężenia pod wpływem aktywności górniczej. Najczęściej wtedy dochodzi do zwiększonego jego wydzielania z górotworu i istnieje konieczność jego ujmowania. Po zakończeniu eksploatacji

dochodzi do wyrównania ciśnień w górotworze, co objawia się wzrostem naprężeń i spadkiem jego przepuszczalności, a w konsekwencji zanikiem emisji metanu w czasie. Biorąc powyższe pod uwagę uwalnianie metanu z kopalń zamkniętych w dłuższym przedziale czasowym nie powinno mieć większego wpływu na całkowitą jego wartość z kategorii kopalnie podziemne.

8 Możliwe kierunki zmniejszenia emisji z kopalń węgla w tym JSW S.A.

Kopalnie Polskie, w tym te należące do JSW. S.A. podejmują działania mające na celu zmniejszenie emisji metanu do atmosfery poprzez jego ujmowanie i gospodarcze wykorzystanie. W rozdziale 3.3.2 przedstawiono możliwe sposoby zagospodarowania metanu ujętego systemem odmetanowania. Mimo podejmowanych licznych prób, efektywność jego ujęcia w skali wszystkich kopalń wynosi około 34,6% do 36,3 % (rozd.2), a gospodarcze wykorzystanie plasuje się na poziomie 57% do prawie 64 %. W przypadku JSW S.A. efektywność odmetanowania wynosi 38,28%, a zagospodarowanie 57,51%. Biorąc pod uwagę te wartości należy uznać, że działania zmierzające w kierunku zmniejszenia emisji metanu do atmosfery należy oprzeć o:

- zwiększenie efektywności odmetanowania,
- zwiększenie gospodarczego wykorzystania metanu.

Z uwagi na fakt, iż odmetanowanie w Polsce prowadzone jest głównie ze względów bezpieczeństwa nie jest ono stosowane w wyrobiskach o niskiej prognozowanej metanowości bezwzględnej. Powoduje to, że metan jest usuwany na drodze wentylacyjnej wprost do atmosfery. Konieczne wydaje się zatem wprowadzenie obowiązku prowadzenia odmetanowania we wszystkich obszarach eksploatacyjnych kopalń metanowych. Aby było to możliwe należałoby zmniejszyć dopuszczalną wartość stężenia metanu w rurociągach zbiorczych sieci odmetanowania poniżej 30%.

Dodatkowo należy poszukiwać bardziej nowoczesnych technologii ujmowania metanu, takich jak:

- chodniki drenażowe,
- odmetanowanie zrobów poeksploatacyjnych otworami z wyrobisk górniczych lub z powierzchni,
- stosowanie otworów kierunkowych.

Zwiększenie efektywności odmetanowania jest kluczowe dla obniżenia metanowości wentylacyjnej wyrobisk i kopalni, ale istotne znaczenie ma również zwiększenie efektywności zagospodarowania metanu. Grupa JSW. S.A. podejmuje szereg działań mających na celu skuteczne wykorzystanie metanu, które opisano w rozdziale 4. Oprócz tego prowadzi również badania nad możliwością zastosowania technologii zatężania gazu kopalnianego do zawartości

metanu na poziomie gazu sieciowego⁶⁴. Zateżanie (CMM) prowadzi do powstania mieszaniny o zawartości metanu 95%-98% CH₄, która nadaje się do wykorzystania przemysłowego i wtłoczenia do sieci wysokometanowego gazu opałowego. Celem projektu jest przeprowadzenie wstępnej analizy możliwości i opłacalności przetworzenia strumienia gazu metanowego (CMM) 40 Nm³/min pozyskiwanego z układu odmetanowania przy Szybie VI KWK Budryk w Ornontowicach, zawierającego średnio 53% metanu, do gazu o właściwościach akceptowalnych dla wprowadzenia do sieci wysokometanowego gazu opałowego.

Badania zakładają, że gaz ze stacji odmetanowania będzie kierowany poprzez zbiornik buforowy na ssanie kompresora, gdzie ulegnie sprężeniu. Zawierać on jednak będzie parę wodną w stanie nasycenia i dlatego musi zostać ochłodzony w celu usunięcia większości wody. Następnie kierowany będzie do zestawu dwóch kolumn adsorpcyjnych pracujących naprzemiennie, w których nastąpi końcowe suszenie. Osuszony gaz zawierający tlen kierowany będzie do układów próżniowej adsorpcji zmiennociśnieniowej (VPSA-1) i (VPSA-2), gdzie w fazie adsorpcji ok. 95% metanu i 100% CO₂ będzie adsorbowane, natomiast azot, ok. 5% metanu i pozostały tlen będą usuwane pod obniżonym ciśnieniem, jako gazy odlotowe. Zakłada się, że adsorpcja zmiennociśnieniowa stanowić będzie w przyszłości ważną rolę w wzbogacaniu strumieni gazowych w metan, co umożliwi większe jego wykorzystanie, a tym samym ograniczy negatywny wpływ na globalne zmiany klimatyczne.

W polskich kopalniach węgla kamiennego duży problem stanowi metan zawarty w powietrzu wentylacyjnym (VAM). Wydziela się on w czasie procesu urabiania węgla do powietrza i ulega rozrzedzeniu, tworząc w wyniku regulacji strumienia powietrza mieszaninę metanowo- powietrzną. Jego ujęcie jest wysoce problematyczne ze względu na niskie stężenia w granicach od 0,1 do 0,75% – (0,75% to górna granica stężenia metanu w szybach wentylacyjnych określona w polskich górniczych przepisach bezpieczeństwa). Roczna zawartość metanu w powietrzu wentylacyjnym kopalń węgla kamiennego w Polsce w roku 2019 wynosiła ok. 502,2 mln m³, natomiast w kopalniach Jastrzębskiej Spółki Węglowej było to ok. 246 mln m³.

Liczne prace badawczo – rozwojowe prowadzone na świecie w ostatnich latach doprowadziły do powstania wielu technologii i urządzeń, które umożliwiają wykorzystanie metanu z powietrza wentylacyjnego jako paliwa, a wśród ważniejszych z nich można wymienić m.in.:

- termiczny rewersyjny reaktor przepływowy (FTRR),

⁶⁴ www.cmm-energy.eu

- katalityczny przepływowy reaktor rewersyjny (CFRR),
- koncentrator metanu,
- turbiny gazowe (CGT i CCGT),
- mikroturbiny,
- turbiny hybrydowe.

Większość z tych technologii pozwala na wykorzystanie metanu znajdującego się w powietrzu, jednakże podstawowym problemem jest zapewnienie mieszaniny metanowo – powietrznej o koncentracji metanu co najmniej od 0,5 do 1,0%, aby urządzenia – reaktory spalające metan mogły pracować efektywnie ekonomicznie.

Instalacja służąca do utylizacji metanu z powietrza wentylacyjnego kopalń węgla kamiennego składa się z następujących elementów⁶⁵:

- urządzenia do pobierania mieszanki metanowo - powietrznej z szybu wentylacyjnego, – urządzenia do transportu mieszanki,
- reaktorów spalających metan (wytwarzają spaliny i energię cieplną),
- wymienników ciepła woda-gaz (możliwość wykorzystania energii cieplnej),
- kominów odprowadzających spaliny.

W polskich kopalniach główną barierą dla efektywnego wykorzystania energetycznego metanu z powietrza wentylacyjnego w szybach wydechowych jest niskie stężenie metanu, występujące średnio w przedziale od 0,01% do 0,30%. Dodatkowo problem stanowi wydajność instalacji. Opracowane technologie charakteryzują się wydajnością rzędu 3000 m³/h. Biorąc pod uwagę, że w kopalnianych szypach wentylacyjnych strumień powietrza osiąga wartości powyżej 22000 m³/min zastosowanie tej technologii byłoby wysoce nieefektywne.

⁶⁵ Nawrat S.: Możliwości wykorzystania metanu z powietrza wentylacyjnego podziemnych kopalń węgla. Miesięcznik WUG, nr 5, 2006, s. 16–20

Nawrat S., Gatnar K.: Ocena stanu i możliwości utylizacji metanu z powietrza wentylacyjnego podziemnych kopalń węgla kamiennego. Polityka Energetyczna, t. 11, z. 2, 2008. s. 69–83

United States Environmental Protection Agency: Assessment of the Worldwide Market Potential for Oxidizing Coal Mine Ventilation Air Methane. 2003, EPA 430-R-03-002

9 Podsumowanie

Metan został uznany przez Międzyrządowy Zespół ds. Zmian Klimatu jako drugi najistotniejszy gaz cieplarniany, czyli substancję pochłaniającą promieniowanie podczerwone, a co za tym idzie, przyczyniającą się do globalnego ocieplenia. Emisja metanu towarzyszy wydobywaniu węgla kamiennego, a Polska jest dziesiątym co do wielkości producentem tej kopaliny. W kraju jest on uwalniany w 88% procentach z działalności kopalń podziemnych, a jedynie w 12% z kopalń odkrywkowych.

W Polsce najwięcej metanu emitowane w kategorii górnictwo podziemne pochodzi z działalności górniczej (78% całkowitej emisji), następnie z aktywności powydobywczej (19%), a kopalnie zamknięte odpowiadają za 3% emisji.

Biorąc pod uwagę sumaryczną emisję metanu z kategorii górnictwo podziemne w Europie, uwalnianie metanu z kopalń zamkniętych w Polsce stanowi około 1,16 % całkowitej emisji, działalność górnicza odpowiada za średnio 30%, a powydobywcza za 7%.

W 2019 r. z górotworu objętego wpływami eksploatacji wydzielilo się 803,8 mln m³ metanu, co odpowiadało wartości 1530,9 m³ na minutę⁶⁶. W latach 2015–2019 ilość ta w przeliczeniu na tonę wydobytego węgla (metanowość względna) oscylowała w granicach od 12,9 do 14,5 m³.

Sumaryczna efektywność odmetanowania w Polskich kopalniach dla lat 2015-2019 wynosiła od 34,6% do 36,3 %, a stopień jego zagospodarowania utrzymywał się na poziomie od 57% do prawie 64 % w roku 2018. W roku 2019 natomiast wartość jego nieco spadła. Z kolei procent uwalnianego do atmosfery metanu wynosił w badanym okresie od 63,7% do ponad 65,0 % w roku 2019. Należy jednak pamiętać, że dane te wyznaczone zostały w odniesieniu do metanowości bezwzględnej, co oznacza, że obejmują one jedynie wartości metanowości wentylacyjnej i nie uwzględniają metanu niezagospodarowanego. Gdyby w obliczeniach uwzględnić metan niewykorzystany, procent uwalnianego go do atmosfery wynosiłby w granicach 76%.

W Polsce jednym z największych producentów węgla jest Jastrzębska Spółka Węglowa S.A. Prowadzonej przez Spółkę działalności wydobywczej towarzyszy emisja sporych ilości metanu, co zobowiązuje ją do podejmowania działań prośrodowiskowych mających na celu zminimalizowanie jego szkodliwego oddziaływania na atmosferę. W niniejszym raporcie przeanalizowano dane dostarczone z JSW S.A. dotyczące stanu emisji, ujęcia i

⁶⁶ WUG, 2020. Ocena stanu bezpieczeństwa pracy, ratownictwa górniczego oraz bezpieczeństwa powszechnego w związku z działalnością górniczo-geologiczną w 2017 roku. Wyższy Urząd Górniczy w Katowicach.

zagospodarowania metanu w okresie od 2015 do 2020 roku. Uzyskane wyniki porównano z danymi z rejestru WUG i E-PRTR, a także odniesiono do danych emisji z sektora energetycznego i sektora górnictwa w Europie i w krajach Aneksu I. Oceniono również, ile wynosi procent emisji metanu z kopalń należących do Spółki w skali całkowitej emisji w Europie i na świecie, a także na tle energetyki.

Uwzględniając dane dotyczące Polskiego górnictwa podziemnego średnia metanowość wentylacyjna kopalń Grupy JSW S.A. w badanym okresie wynosiła 182 kt/rok (483 m³/min), a sumaryczna ilość metanu wyemitowanego do atmosfery wahała się od 198,5 do 264 kt/rok, ale od roku 2016 do 2020 systematycznie spadała. Ilość ujętego metanu systemem odmetanowania w omawianym okresie wyniosła sumarycznie 683 kt, a średnio 113,83 kt. Średnia efektywność odmetanowania dla Spółki w całym okresie wynosiła 38,28%, a średnia efektywność zagospodarowania ujętego metanu wynosiła 57%.

Analizując dostępne rejestry emisji, takie jak WUG czy E-PRTR, kopalniami Spółki o najwyższym poziomie emisji metanu były KWK „Budryk” i KWK „Pniówek”⁶⁷. W przypadku tej pierwszej najwyższa metanowość wentylacyjna przypadła na rok 2018 i wynosiła 66 kt (175,51 m³/min) metanu, a średnio w całym okresie badań była równa 53,17 kt/rok (140,08 m³/min). W przypadku KWK „Pniówek” średnia metanowość wentylacyjna osiągnęła wartość 51,7 kt/rok (137,38 m³/min).

Przedstawione w raporcie dane pokazują, że Spółka sumarycznie ujęła systemem odmetanowania od 94 do 150 kt metanu, co w całym przyjętym okresie daje ilość 683 kt. Najwięcej metanu udało się ująć w KWK „Budryk”, bo łącznie 234,12 kt. Ilość ta wzrosła w 2016 roku w stosunku do roku 2015 o 22 kt i do 2018 utrzymywała się na podobnym poziomie od 41,1 kt do 49,4 kt. Wtedy to zanotowano jej spadek do wartości 24,2 kt. Duże ilości metanu ujmowane były w KWK „Pniówek”, bo łącznie 163,3 kt. Aktywne odmetanowanie prowadzone było również w kopalni KWK „Borynia-Zofiówka-Jastrzębie”, gdzie w ciągu sześciu lat ujęto 98 kt metanu. Należy zaznaczyć, że niewiele, bo jedynie od 3,3 kt do 7,25 kt przypadało na Ruch „Borynia”.

Zdecydowanie najmniejsze ze wszystkich kopalń ujęcie zanotowano w kopalni KWK „Knurów”, gdzie w roku 2016 nie ujmowano go w ogóle, a w latach 2015 i 2017 do 2019 poziom ten wynosił od 0,3 kt do 3,7 kt. W kopalni KWK „Szczygłowice” ujęto 93 kt metanu,

⁶⁷ WUG, 2015-2020. Ocena stanu bezpieczeństwa pracy, ratownictwa górnictwa oraz bezpieczeństwa powszechnego w związku z działalnością górnictwa-geologiczną w 2017 roku. Wyższy Urząd Górniczy w Katowicach European Pollutant Release and Transfer Register (E-PRTR): <https://prtr.eea.europa.eu/#/home>

przy czym w roku 2018 zanotowano znaczny spadek do wartości 2,9 kt z 14 kt w roku poprzednim. Łącznie oba Ruchu ujęły jako kopalnia zespólna prawie 113 kt metanu.

Efektywności odmetanowania dla poszczególnych kopalń należących do JSW S.A. na podstawie rejestru WUG wskazują, że jej najwyższą wartość uzyskiwano w KWK „Budryk” - średnio 44%, a następnie w kopalni KWK „Knurów-Szczygłowie” – średnio 33%. Bazując na danych zawartych w rejestrze można uznać, że średnia efektywność odmetanowania za okres pięciu lat dla całej Spółki wynosiła 34,7 %. Wartość ta nieco odbiega od danych pochodzących z JSW S.A. (dane z JSW S.A. obejmują jeszcze rok 2020).

Łącznie w okresie od 2015 do 2020 kopalnie Spółki zutylizowały 391,40 kt metanu, co odpowiada ilości 9785,23 kt ekwiwalentu CO₂ (przyjmując wskaźnik GWP₁₀₀=25). W całym okresie wartość ta wahała się od 53,6 kt (2018 r.) do 82,4 kt (2016 r.). Z całkowitej ilości zagospodarowanego metanu 181,51 kt zużyto w silnikach spalinowych.

Ze wszystkich kopalń JSW S.A. najwięcej metanu udało się zagospodarować w kopalni KWK „Pniówek”, bo aż 142,3 kt przy efektywności 76% do 96%, a następnie na Ruchu „Zofiówka” – 64% do 95%. W przypadku kopalni KWK „Budryk” – sumarycznie wykorzystano 97 kt metanu (od 8,0 kt/rok do 21,33 kt/rok). W przypadku tego zakładu mimo wysokiego ujęcia metanu systemem odmetanowania efektywność jego zagospodarowania wynosiła od 28% do 52% (2019 r.). Na uwagę zasługuje fakt, iż w roku 2020 wartość ta wzrosła do 72%, co jest wynikiem modernizacji stacji odmetanowania i uruchomienia od lipca 2020 roku silnika gazowego ECOMAX o łącznej mocy 2MW_{el}, co w połączeniu z już zabudowanymi silnikami JMS624GS-SL 2x4MW_{el} daje sumarycznie moc 10 MW_{el}

W okresie od 2015 do 2019 w kopalni KWK „Knurów”, nie prowadzono utylizacji. Dopiero w roku 2020 uruchomiono w stacji odmetanowania silniki gazowe CAT CG 260-16 o łącznej mocy 12 MW_{el} (3x4MW_{el}) spalając tym samym 5,75 kt metanu i uzyskując efektywność na poziomie 48%.

Z uwagi na niecałkowite zagospodarowanie ujętego metanu jest on uwalniany do atmosfery. Największe ilości w analizowanym okresie przypadały na dwie kopalnie, a mianowicie KWK „Budryk” – sumarycznie 117,58 kt metanu i Ruch „Szczygłowie” – 65 kt. W przypadku każdej z nich JSW S.A. prowadzi działania mające na celu zwiększenie wykorzystywania metanu. W pierwszej zabudowa dodatkowego silnika gazowego istotnie wpłynęła na obniżenie emisji metanu w 2020 roku o 13 kt w stosunku do roku 2019 (wzrost efektywności zagospodarowania o 20%) i o 20 kt w stosunku do roku 2018 (wzrost efektywności zagospodarowania o 32%). Zabudowa silników na stacji odmetanowania Ruchu

„Knurów” w lipcu 2020 roku wpłynęła na zmniejszenie emisji metanu do atmosfery o 48%, czyli prawie o 144 ktCO₂eq (GWP₁₀₀=25).

W analizowanym okresie kopalnie Spółki wyemitowały do atmosfery 1383,73 kt metanu co odpowiadało 34,59 MtCO₂eq. Użycie zwiększonej wartości GWP₁₀₀ (28) skutkuje wzrostem sumarycznej emisji z JSW S.A. o około 12% (38,74 MtCO₂eq), ale nie powinno mieć wpływu na długoterminowy trend zmian klimatu. Wybór natomiast metryki GWP dla horyzontu 20 letniego zwiększa wartość emisji o 244% (119,0 MtCO₂eq). Stosowanie tego wskaźnika wpływa znacząco na zwiększenie udziału sektora górniczego reprezentowanego przez JSW S.A. w kontekście całkowitej emisji metanu w skali światowej i europejskiej.

Polska w ramach zobowiązań konwencji UNFCCC rozlicza krajowe emisje w ramach przyjętych celów redukcyjnych w pięciu kategoriach źródeł w formacie tzw. Tablic Wspólnego raportowania⁶⁸. Emisje poszczególnych gazów cieplarnianych przedstawiane są w ekwiwalencie CO₂, a jako wskaźnika przelicznikowego używa się metryki GWP₁₀₀, która dla metanu, zgodnie z wytycznymi IPCC wynosi 25⁶⁹. Przyjmuje się, że użycie zwiększonej wartości GWP₁₀₀ skutkowałoby wyższą całkowitą roczną emisją gazów cieplarnianych w wyniku zwiększonego udziału metanu (ok. 20%), ale nie wpłynęłoby znacząco na długoterminowy trend zmian⁷⁰. Wybór innych metryk, np. GWP₂₀ może jednak w sposób istotny zwiększa udział sektora górniczego, w kontekście całkowitej emisji metanu, co może wpłynąć na wybór polityki rządu odnośnie stosowanych metod mających na celu złagodzenie zmian klimatu. W szczególności dotyczy to sektorów i przedsiębiorstw o wysokich poziomach emisji innych niż CO₂, jak to ma miejsce w przypadku JSW S.A. *Przyjęta w raporcie „think tanku EMBER Coal to Clean Energy Policy” metryka jest niezgodna z wytycznymi IPCC i wprowadza w błąd opinię publiczną odnośnie wielkości emisji metanu z sektora górniczego, a w szczególności z JSW S.A.*

Polski sektor energetyczny na tle wszystkich krajów Aneksu I odpowiedzialny jest za około 3,3% emitowanego metanu, a w skali europejskiej za 18,5% metanu (średnio 23,3 MtCO₂eq).

Według rantingu sporządzonego przez Międzynarodową Agencję Energetyczną⁷¹ Polska zajmuje szóste miejsce, jeśli chodzi o emisję metanu z sektora górniczego. Światowy

⁶⁸ National Inventory Report, 2020. Inventory of Greenhouse Gases in Poland for the Years 1988–2018 A Synthesis Report. IEP-NRI, written in response to the requirements of the United Nations Framework Convention on Climate Change and the Kyoto Protocol, Warsaw, polish text

⁶⁹ IPCC, 2006: 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.

⁷⁰ IPCC, 2014: Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 151 pp.

⁷¹ Source: IEA World Energy Outlook 2019 <https://www.iea.org/reports/methane-tracker-2020>

(kraje Aneksu I) sektor górnictwa podziemnego na tle całkowitej emisji metanu stanowi źródło emisji średnio 6,0 Mt metanu, z czego Polskie kopalnie uwalniają 0,62 Mt. Należy pamiętać, że dane te nie uwzględniają emisji z Chin i Indii.

Przyglądając się bliżej sektorom górnictwa podziemnego poszczególnych krajów Aneksu I widać, iż dominują Stany Zjednoczone które odpowiadają za 35,03% całkowitej emisji metanu (w sektorze kopalnie podziemne). Kolejnymi krajami jest Rosja (23,5%), pozostałe kraje Aneksu I w tym Ukraina (15,7%), Australia (12,18%), Polska (10,28%) i Kazachstan (3,31%). W przypadku Kazachstanu większość emisji metanu pochodzi z górnictwa odkrywkowego, bo aż 77,74%. *Kopalnie JSW S.A. są odpowiedzialne za około 4% całkowitej emisji metanu z sektora kopalń podziemnych.*

Włączając do powyższych analiz dane literaturowe dotyczące emisji metanu z sektora górniczego dla Chin (550 MtCO₂eq) i Indii (24,6 MtCO₂eq), jednych z największych emiterów metanu, i dodatkowo JSW S.A, okazuje się, że *Polski sektor górnictwa podziemnego plasuje się na szóstym miejscu, stanowiąc 2% całkowitej emisji metanu z tego sektora na świecie, natomiast emisja z JSW S.A. wynosi 0,8%.*

W kontekście europejskim największymi emiterami metanu z kopalń podziemnych są Polska i Ukraina. Odpowiadają one za emisję na średnim poziomie 38,3% i 34,38% odpowiednio. Za pozostałe 27,32 % emisji odpowiadają pozostałe kraje Europy, w tym Rumunia (5,48 MtCO₂eq), Niemcy (2,32 MtCO₂eq) i Czechy (1,72 MtCO₂eq). Kopalnie JSW S.A odpowiadają za ok 15% całkowitej emisji metanu.

W kontekście całkowitego wydzielenia metanu w skali europejskiej, a także z sektora energetycznego kopalnie JSW S.A., w okresie od 2015 do 2018, odpowiadały za zaledwie 1,29% emisji. *Pozostałe kopalnie podziemne w Polsce stanowiły 2,03%. Najwięcej metanu uwalniane było z sektora Rolnictwo – 51,32%, następnie Odpady – 27,14% i Energetyka – 19,91%.*

Na tle krajów Aneksu I wartości te ulegają znacznemu obniżeniu i wynoszą odpowiednio, dla JSW S.A. 0,31% emisji metanu, a dla pozostałych Polskich kopalń 0,49%. Dominującym sektorem było Rolnictwo – 38,10% i Energetyka – łącznie 36,83%.

Inaczej kształtuje się emisja metanu na poziomie krajowym. *W okresie od 2015 do 2018 kopalnie JSW S.A. odpowiadały za 12,3% całkowitej emisji metanu, a pozostałe kopalnie za 19,26%. Biorąc pod uwagę cały analizowany okres największa emisja metanu w Polsce przypadała na kategorię Energetyka, około 47,38%, następnie Rolnictwo -28,63% i Odpady – 23,83%.*

W przypadku sektora energetycznego w skali krajowej emisja metanu z kopalń JSW S.A. stanowi od 24% do prawie 28%. W skali Unii Europejskiej wartość ta ulega obniżeniu i wynosi od 6,35% do 7%, a w skali krajów Aneksu I stanowi jedynie 0,82% do 0,97%.

W związku z tym, że działalności JSW S.A. towarzyszy nierozłącznie emisja metanu (jako kopaliny towarzyszącej) będącego gazem cieplarnianym, Spółka stara się w jak największym stopniu uchwycić go i zagospodarować, jednak ze względów bezpieczeństwa, nie da się całkowicie uniknąć emisji wraz z powietrzem wentylacyjnym.

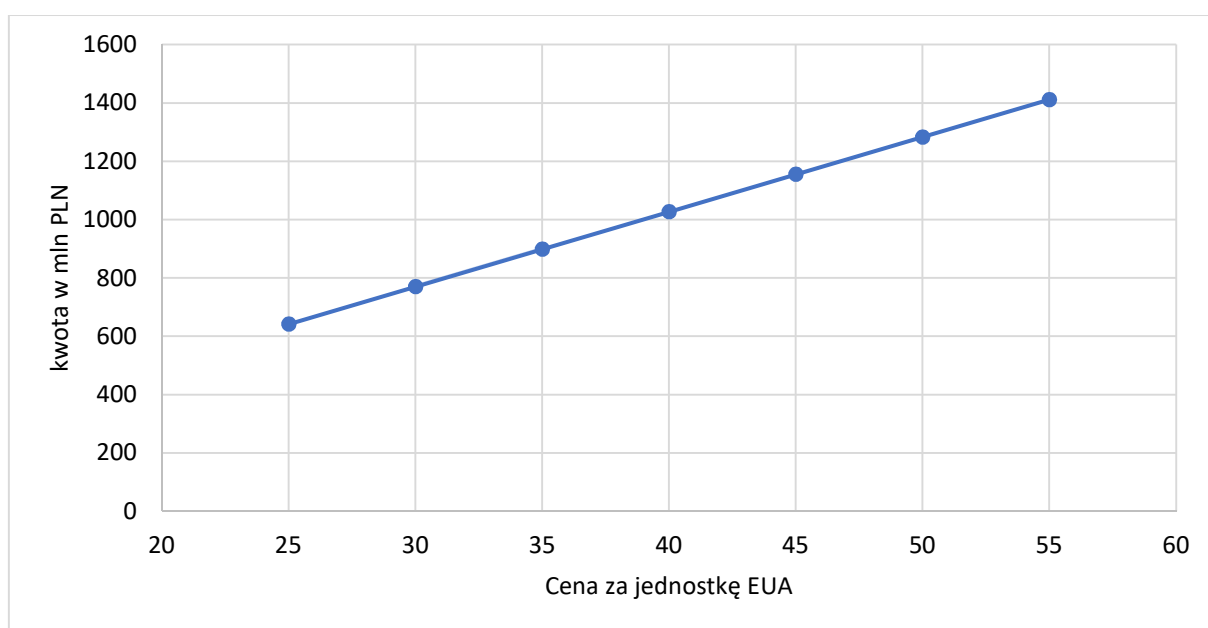
Działania mające na celu zminimalizowanie szkodliwego wpływu metanu na powietrze atmosferyczne realizowane są poprzez maksymalne wykorzystanie ujętego metanu. Obecnie metan wykorzystywany jest w silnikach kogeneracyjnych do produkcji energii elektrycznej i ciepłej. Z uwagi na trwający program „gospodarczego wykorzystania metanu” (GWM) w kopalniach KWK „Budryk” i KWK „Knurów – Szczygłowice” realizowane są inwestycje polegające na zabudowie kolejnych silników zasilanych gazem z odmetanowania o docelowej łącznej mocy 48 MW_{el}. Do roku 2022 Spółka planuje zrealizować działania, mające na celu uzyskanie zainstalowanej mocy w obu kopalniach na poziomie 43,9 MW_{el}⁷². Roczny potencjał produkcyjny „Zielonej Energii Elektrycznej” w obu kopalniach będzie wynosił 330 tys. MWh, co pokryje 33% zapotrzebowania na energię elektryczną JSW S.A. Zakłada się, że proekologiczne działania pozwolą na ograniczenie emisji metanu do atmosfery łącznie o 80 mln m³ CH₄, co daje około 1,6 mln MgCO₂eq. Inwestycje realizowane przez Spółkę pozwolą od 2025 roku wykorzystywać gospodarczo cały ujęty systemem odmetanowania metan. W roku 2020 już zauważalne były pierwsze efekty poniesionych inwestycji, poprzez ograniczenie emisji metanu. W przypadku Ruchu „Knurów” efektywność zagospodarowania metanu wzrosła o 48%, a w przypadku KWK „Budryk” o 32% w stosunku do 2018. Łącznie zagospodarowano w tych dwóch zakładach 32 mln m³ CH₄.

Grupa JSW, prowadzi działania mające na celu redukcję emisji gazów cieplarnianych oraz wychodząc naprzeciw nowym wytycznym w zakresie ujawniania informacji na temat zmian klimatu, od 2017 roku dokonuje zintegrowanego obliczania i raportowania śladu węglowego organizacji i poszczególnych jej produktów-węgla i koksu. W roku 2019 ślad węglowy Spółki wynosił 7,9 mln MgCO₂eq.

Analizując zagrożenia związane z działalnością JSW S.A. należy uwzględnić możliwość włączenia metanu do unijnego systemu handlu uprawnieniami (EU ETS), który jest kluczowym elementem polityki Unii Europejskiej na rzecz walki ze zmianą klimatu oraz jej

⁷² www. cmm-energy.eu

podstawowym narzędziem służącym do zmniejszania emisji gazów cieplarnianych w sposób opłacalny. Polega on na wprowadzeniu limitu łącznych emisji niektórych gazów cieplarnianych emitowanych przez instalacje objęte systemem. Do tej pory metan był wyjęty z systemu, ale zapowiedź jego włączenia będzie jednoznaczna z koniecznością zakupu uprawnień do emisji. Biorąc pod uwagę, że GWP₁₀₀ dla metanu jest 28 większe niż dla CO₂ powoduje, że opłaty za jego emisje będą o wiele większe niż za CO₂. Przyjmując, że emisja metanu z JSW S.A w najbliższych latach utrzymywać się będzie na podobnym poziomie jak w 2020 roku (198,47 ktCH₄) i wzrost ceny jednostki EUA z 25 do 55 euro w 2040 roku spowoduje wzrost opłat z 642 mln PLN do 1,4 mld PLN (rys. 8.1).



Rys. 8.1. Prognozowany wzrost ceny za opłatę emisyjną metanu uwalnianego przez JSW S.A. do roku 2040

Włączenie do systemu EU ETS metanu będzie wiązało się z poniesieniem przez spółki węglowe olbrzymich kosztów, co w konsekwencji doprowadzi je do upadłości. Konieczne wydaje się więc całkowite wyeliminowanie emisji metanu z kopalń. Jakkolwiek w przypadku ujętego systemem odmetanowania metanu sytuacja wymagałaby zwiększonych nakładów finansowych na całkowite jego zagospodarowanie, tak w przypadku VAM jest to mało realne. Technologia utylizacji metanu wentylacyjnego jest bardzo droga i niedostosowana do ilości przepływającego w szybach powietrza.

Rozwiązaniem wydaje się być dofinansowanie rozwoju i unowocześnienia technologii odmetanowania, a także wprowadzenie obowiązku jego stosowania niezależnie od stanu bezpieczeństwa (ujmowanie ze zrobów poeksploatacyjnych). Konieczne są również rozwiązania legislacyjne, np. traktujące metan ujęty system odmetanowania jako odnawialne

źródło energii, bądź jako źródło pierwotne do produkcji „przyjaznej środowisku energii elektrycznej”. Brak takiego uregulowania obniża znacząco atrakcyjność jego wykorzystania energetycznego, ponieważ nie pozwala na uzyskanie preferencyjnej ceny za sprzedawaną energię elektryczną. Rozwiązaniem mogłoby być, traktowanie inwestycji w zagospodarowanie gazu kopalnianego jako preferencyjnych (z uwagi na ochronę środowiska). Wymagałoby to jednak wprowadzenia do polskiego ustawodawstwa zmian pozwalających na jednoznaczne *„objęcie energii elektrycznej i/lub ciepła pochodzącego z przetworzenia metanowego gazu kopalnianego systemem wsparcia finansowego na identycznych zasadach, jak wsparta jest energia pochodząca ze źródeł odnawialnych, niezależnie od wielkości mocy zainstalowanej w źródle – nadanie statutu energii przyjaznej środowisku”*.

Ze względu na szkodliwość metanu uwalnianego do atmosfery każda droga ograniczająca jego obecność w atmosferze ziemskiej powinna być bezwzględnie wspierana ustawowo, promowana, dofinansowana na miarę możliwości i przepisów ekologicznych obowiązujących w kraju. Jest to jedna z dróg zintensyfikowania walki z wydzielonym do atmosfery metanem zawartym w gazie kopalnianym, przy jednoczesnym znaczącym podniesieniu bezpieczeństwa załóg górniczych i obniżeniem kosztów górnictwa węgla kamiennego.

Zaliczenie wyprodukowanej energii elektrycznej z gazu kopalnianego jako spełnienie obowiązku zakupu energii ze źródeł odnawialnych pozwoli na:

- intensyfikację procesów inwestycyjnych w zagospodarowanie gazu kopalnianego poprzez zachęcenie Inwestorów,
- znaczną poprawę bezpieczeństwa górnictwa węgla kamiennego.