

## EKOLOGICZNE PALIWA WĘGLOWE

### 4.1 WPROWADZENIE

Program „Czyste Powietrze” zainicjowany przez polski Rząd ma na celu ograniczenie emisji szkodliwych substancji do atmosfery w naszym kraju. Substancje te powstają w dużej mierze na skutek ogrzewania domów jedno- i wielorodzinnych z wykorzystaniem przestarzałych źródeł ciepła oraz niskiej jakości spalanych paliw stałych. Na opublikowanej przez WHO liście 50 miast z najbardziej zanieczyszczonym powietrzem w Europie znalazło się aż 36 polskich miast, co świadczy o potężnej skali problemu w Polsce i konieczności podjęcia natychmiastowych i skutecznych działań celem rozwiązania tego problemu [1]. Jednym z ważnych działań mających poprawić sytuację w tym względzie było wprowadzenie w życie kryteriów jakościowych dla paliw stałych, ustanowionych wydanym Rozporządzeniem Ministra Energii z dnia 27.09.2018 w sprawie wymagań jakościowych dla paliw stałych [Dz. U. z dnia 04.10.2018, poz. 1890]. W Polsce w ogrzewnictwie indywidualnym zużywa się wciąż około 10 mln Mg/rok paliw węglowych, dlatego kwestia ich właściwej jakości ma niezwykle istotne znaczenie dla wielkości emisji w sezonie grzewczym z urządzeń ogrzewnictwa indywidualnego.

Wysoka jakość paliw węglowych stosowanych w ogrzewnictwie indywidualnym może być generalnie osiągnięta na trzy sposoby:

- wprowadzanie do obrotu wysokojakościowych węgla kamiennych, zwykle w postaci groszków i tzw. ekogroszków, ale również sortymentów grubych,
- wytwarzanie z węglowych frakcji nieco gorszej jakości kwalifikowanych paliw z zastosowaniem operacji mechanicznych (np. sortowanie, granulowanie, peletyzowanie, brykietowanie, etc.) i ewentualnie procesu podsuszania,
- wytwarzanie tzw. paliw niskoemisyjnych i bezdymnych z zastosowaniem procesów termicznej przeróbki surowców węglowych wyselekcjonowanych do konkretnej technologii.

Paliwa stałe uzyskiwane z wykorzystaniem wymienionych powyżej metod mogą być określone ogólnym mianem ekologicznych paliw węglowych. Ich wykorzystanie w ogrzewnictwie indywidualnym stanowi z pewnością jedno ze skutecznych

narzędzi w walce z tzw. „niską emisją” i częstymi w naszym kraju incydentami smogowymi.

W Instytucie Chemicznej Przeróbki Węgla od wielu lat prowadzone są prace badawczo-rozwojowe (w niektórych przypadkach zakończone skutecznym wdrożeniem) mające na celu uzyskiwanie z węgla kamiennego paliw opałowych o jak najwyższej jakości. Przykłady takich prac zostaną zaprezentowane w dalszej części artykułu.

#### 4.2 EKOLOGICZNE PALIWA WĘGLOWE – CO TO WŁAŚCIWIE OZNACZA?

Zdefiniowanie określenia „*ekologiczne paliwa węglowe*” jest bardzo istotne ze względu na sporadyczne stosowanie tego nazewnictwa w pracach naukowych i aktach prawnych, a powszechne wykorzystanie w marketingu i reklamie (przykładowo w bazie danych Google Scholar liczba wyników dla sformułowania "ecological coal fuels" wynosi: 2). Również dla części społeczeństwa w dobie dekarbonizacji gospodarek UE samo określenie „*ekologiczne paliwa węglowe*” stanowi swojego rodzaju oksymoron językowy. Podstawową tego przyczyną jest częste używanie takich słów i zwrotów jak „*ekologiczny*”, „*przyjazny dla środowiska*”, „*zielony produkt*”, „*zrównoważony produkt*” czy „*produkt środowiskowy*” w kampaniach marketingowych dla niemalże każdego nowego produktu wprowadzanego na rynek [2]. Mnogość marketingowych definicji „*produktu ekologicznego*” (często subiektywnie tworzonych pod sprzedaż danego produktu) skutkuje dezorientacją klientów, co do poprawnego rozumienia istoty produktu ekologicznego. W dobie globalnej mody na „*eko-produkty*” wszelkiej maści, ekologiczność produktu nierzadko stanowi kluczowy parametr jakościowy decydujący o atrakcyjności, konkurencyjności i cenie rynkowej produktu. Działania quasi ekologiczne są widoczne niemalże w każdej branży i bazują na niskiej świadomości ekologicznej konsumentów. Popularyzacja słowa „*ekologiczny*” ma duży związek z rozwojem koncepcji społecznej odpowiedzialności biznesu (ang. Corporate Social Responsibility, CSR), która z kolei łączy się z koncepcją zrównoważonego i trwałego rozwoju. Pojęcie CSR zaczęło istotnie zyskiwać na znaczeniu w latach 90. XX wieku, gdy wykazano, że maksymalizacja zysku przedsiębiorstw nie zawsze prowadzi do społecznego dobrobytu, rozwoju i poprawy efektywności gospodarczej. Często jednak wiąże się z zanieczyszczeniem środowiska i nadmiernym eksploatowaniem zasobów naturalnych [3].

Według Słownika Języka Polskiego PWN, słowo „*ekologiczny*” oznacza: (1) „*dotyczący związku warunków zewnętrznych z życiem roślin i zwierząt*”, (2) „*wiązany z ochroną środowiska*”, (3) „*wyprodukowany ze składników naturalnych*”. Podana definicja jest bardzo ogólna i można ją doprecyzować o założenia dotyczące ekologii produktów opracowane przez W. Adamczyka. Według tego autora przy ocenie ekologiczności wyrobu należy wziąć pod uwagę to, że [4]:

- „*interakcję wyrobu ze środowiskiem należy rozpatrywać w powiązaniu z procesem wytwarzania;*

- *środowisko stanowi system, którego elementami, będącymi przedmiotem badań, oprócz człowieka są wyroby i procesy wytwarzania, surowce, energia i odpady – w ujęciu bilansowym porównuje się efekty pozytywne i czynniki degradacji środowiska;*
- *oprócz kryteriów ekologicznych bardzo duże znaczenie mają kryteria ekonomiczne związane z produktywnością i wyceną elementów środowiska stanowiących kapitał naturalny”.*

W świetle powyższych założeń można stwierdzić, iż na ekologiczność produktu wpływa zarówno proces jego wytwarzania jak i jakość samego produktu oraz sposób jego wykorzystania. Założenia te korelują z pojęciem śladu węglowego (ang. carbon footprint, CF) wykorzystywanego do badania wpływu konkretnego produktu, procesu czy przedsiębiorstwa na klimat. Kompleksowe oszacowanie poziomu wskaźnika śladu węglowego obejmuje bowiem zarówno emisje powstałe podczas wydobycia surowca, z którego produkt został wytworzony, jak i emisje pochodzące z procesu produkcyjnego, użytkowania oraz składowania bądź recyklingu po użyciu [5].

Ze względu jednak, iż paliwa węglowe wytwarzane są z surowców o różnym pochodzeniu, które wydobywane i wzbogacane są technologiami o różnym stopniu oddziaływania na środowisko, niemożliwym wydaje się podanie uniwersalnej definicji ekologicznych paliw węglowych ujmującej ich wpływ na środowisko od etapu wytwarzania do finalnego wykorzystania energetycznego.

W związku z powyższym w niniejszej pracy przyjęto, iż „*ekologiczne paliwa węglowe*” dedykowane dla sektora ogrzewnictwa indywidualnego, oprócz spełnienia aktualnych wymogów prawnych, w tym wymogów jakościowych Rozporządzenia Ministra Energii z dnia 27 września 2018 r. w sprawie wymagań jakościowych dla paliw stałych, powinny dodatkowo spełniać kryterium obniżonej emisyjności w procesie spalania (obniżona emisja pyłu, wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (WWA), w tym benzo(a)pirenu, zanieczyszczeń organicznych (TOC) oraz SO<sub>2</sub>), które mają negatywny wpływ na środowisko i zdrowie ludzkie przyczyniając się do powstania smogu.

### **4.3 PRZEGLĄD EKOLOGICZNYCH PALIW WĘGLOWYCH**

#### **4.3.1 Ekogroszek**

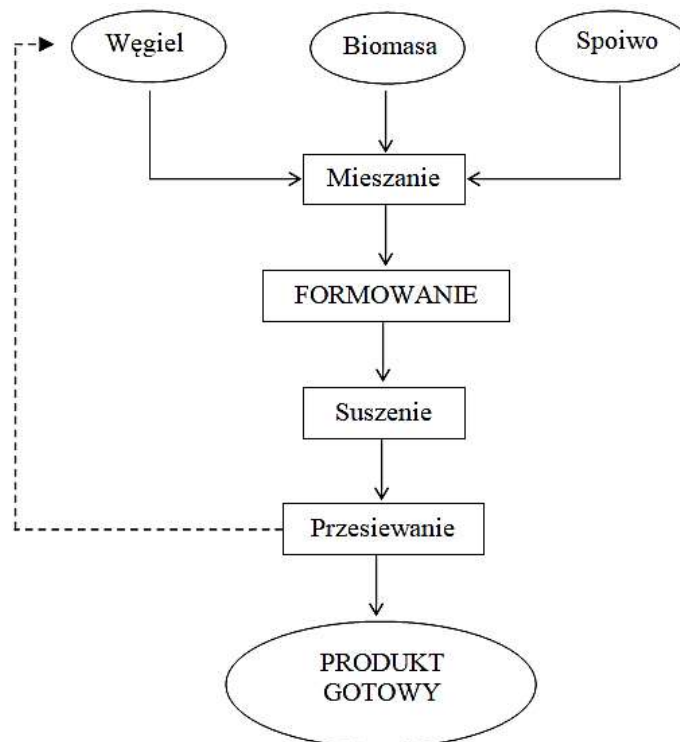
„*Ekogroszek*” to komercyjna nazwa węgla kamiennego o sortymencie groszek, który charakteryzuje się wysokimi parametrami jakościowymi (niska wilgotność oraz mała zawartość popiołu i siarki). Wymagania jakościowe dla ekogroszków zostały zdefiniowane w Rozporządzeniu Ministra Energii z dnia 27 września 2018 r. w sprawie wymagań jakościowych dla paliw stałych: Tabela 4: Wymagania jakościowe dla: węgla kamiennego, brykietów lub peletów zawierających co najmniej 85% węgla kamiennego (paliwa stałe o wymiarze ziarna 5÷31,5 mm: ekogroszek) [6]. Kwalifikowany ekogroszek posiada wymiar ziaren w zakresie

5÷31,5 mm, przy udziale podziarna poniżej 10% i nadziarna 5%. Wartość opałowa ekogroszku w stanie roboczym powinna wynosić powyżej 24 MJ/kg, przy zawartości popiołu poniżej 12%. W przeciwieństwie do groszku charakteryzuje się on również niższą zawartością siarki całkowitej, która wynosi poniżej 1,20%. Ekogroszek powstaje wskutek kruszenia i selekcjonowania ziarna o określonej wielkości. Zwykle jest wielokrotnie płukany w celu pozbycia się z niego miazgi i pyłu węglowego. Istotnym parametrem ekogroszku jest również obniżona spiekalność, która powinna wynosić maksymalnie 25 RI (gdzie dla groszku spiekalność dopuszczalna jest na poziomie 90 RI). Niska spiekalność węgla ma duże znaczenie ze względu na efektywność procesu spalania oraz poprawną pracę kotła, w którym nie powinny powstawać spieki. Dzięki niewielkiemu rozmiarowi ziaren ekogroszek stanowi dedykowane paliwo do nowoczesnych kotłów 5 klasy i Eco design. Obecnie na rynku urządzenia te charakteryzują się bardzo wysoką sprawnością i pełną automatyzacją procesu spalania. Dodatkowo kotły te są przyjazne środowisku, gdyż podczas spalania ekogroszku uwalniają do atmosfery nawet kilkakrotnie mniej pyłów, co jest kluczowe w walce z niską emisją. Jednym z krajowych producentów ekogroszku jest Polska Grupa Górnicza (PGG, dawna Kompania Węglowa S.A.), która aktualnie ma w swojej ofercie paliwo Retopal – Ekogroszek oraz Karlik Ekogroszek. Na rynku znajdują się również paliwa oferowane przez Katowicki Węgiel Sp. z o. o. (EKO-GROSZEK JULIUSZ®, EKORET® oraz E-GROSZEK), Tauron Wydobycie S.A. (JARET, JARET Plus®), Węglkokoks (Skarbek Bobrek, Skarbek Piekary) oraz mniejsze przedsiębiorstwa (składy opałowe), które – wykorzystując różne techniki (przesiewanie, kruszenie itp.) – „produkuja” własne paliwo na bazie węgla wydobywanych przez polskie kopalnie lub importowanych głównie z Rosji i Czech.

#### **4.3.2 Paliwo formowane (EKomPell)**

Kolejnym przykładem poszukiwania sposobu energetycznego wykorzystania węgla, zgodnego z wymaganiami ochrony środowiska, jest realizacja projektu POIR.04.01.02-00-0038/17 o akronimie EKomPell pt „Opracowanie technologii wytwarzania ekologicznych pelletów na bazie drobnoziarnistych sortymentów węglowych dla ogrzewnictwa indywidualnego”. Celem projektu, współrealizowanego przez Instytut Chemicznej Przeróbki Węgla i JSW Innowacje S.A., jest wytworzenie z drobnych frakcji węglowych, wyeliminowanych z rynku paliw na podstawie obowiązujących zapisów prawnych, paliwa formowanego, które będzie spełniało wymagania Rozporządzenia Ministra Energii z dn. 27.09.2018 w sprawie wymagań jakościowych dla paliw stałych [5].

Opracowywana technologia polega na wytwarzaniu paliwa z drobnoziarnistych frakcji węgla spiekającego, biomasy i spoiwa w procesie ekstrudowania. Jej uproszczony schemat blokowy prezentuje rysunek 4.1.



**Rys. 4.1 Schemat blokowy otrzymywania paliwa wg technologii EKomPell**

Źródło: Opracowanie własne.

Podstawowymi procesami jednostkowymi w opracowywanej technologii są: mieszanie komponentów paliwa, realizowane w procesie ciągłym lub quasi ciągłym, formowanie ciśnieniowe oraz suszenie produktu. Komponent węglowy, o maksymalnej zawartości popiołu równej 15% i wartości opałowej w stanie suchym nie mniejszej niż 28 MJ/kg, mieszany jest z biomasą i sposiwem w odpowiednich proporcjach wagowych. Sporządzona mieszanka o wilgotności w ściśle określonym przedziale poddawana jest ekstrudowaniu, a wytworzone pellety surowe suszone są do zawartości wilgoci poniżej 5% m/m. Kształtki paliwa po wysuszeniu są przesiewane – skruszone ziarna (dolny produkt przesiewania) zwracane są do magazynu drobnej frakcji węglowej i ponownie kierowane do procesu otrzymywania paliwa, natomiast górny produkt przesiewania jest produktem gotowym.

Założeniem opracowywanej technologii jest otrzymanie produktu o następujących właściwościach:

- zawartość wilgoci całkowitej: max. 5%,
- wytrzymałość mechaniczna: min. 85%,
- wartość opałowa w stanie roboczym: min. 27 MJ/kg,
- zawartość popiołu w stanie suchym: max. 8%,
- zawartość siarki całkowitej w stanie suchym: max. 0,8%.

Szczególnie istotnym parametrem opracowywanego paliwa jest jego wytrzymałość mechaniczna, decydująca o emisji zanieczyszczeń pyłowych podczas procesu

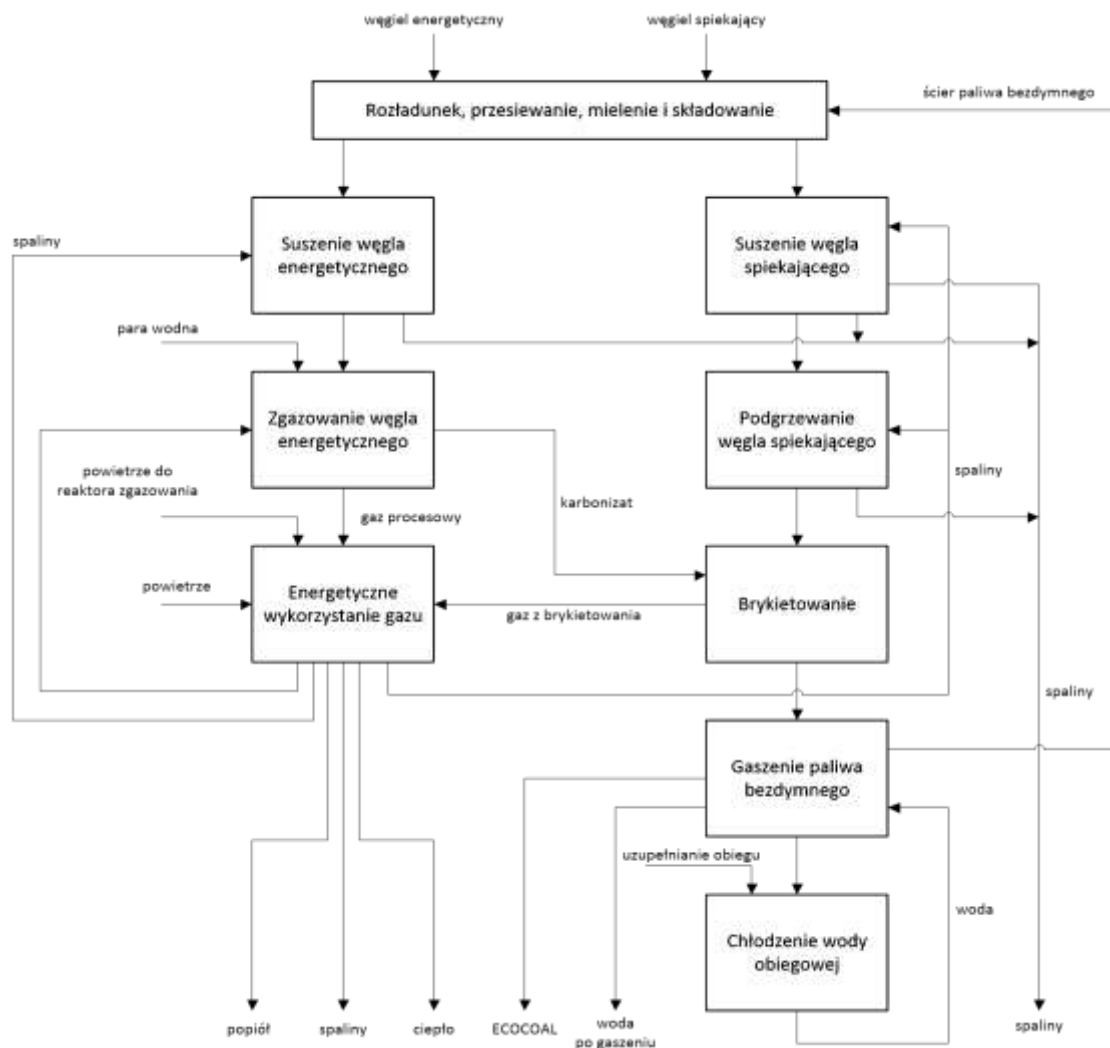
spalania, będących głównym czynnikiem smogotwórczym. Deklarowane w projekcie do osiągnięcia parametry emisyjne przedmiotowego paliwa będą porównywalne lub niższe, niż odpowiednie parametry dla paliw typu ekogroszek, posiadających świadectwo na „znak bezpieczeństwa ekologicznego”. Produkt będzie paliwem przeznaczonym do zasilania kotłów z automatycznym podawaniem paliwa, stosowanych w ogrzewnictwie indywidualnym. Wprowadzenie go na rynek z jednej strony pozwoli na rozszerzenie i zwiększenie podaży paliw dla zasilania tego typu kotłów, z drugiej strony pozwoli na efektywne ekonomicznie i ekologicznie wykorzystanie potencjału energetycznego drobnoziarnistych sortymentów węglowych, w tym szczególnie flotokonzentratów węglowych pochodzących z procesów przeróbki i wzbogacania węgla koksowych.

#### 4.3.3 ECOCOAL

Instytut Chemicznej Przeróbki Węgla w latach 90. XX wieku uruchomił w Zabrze linię produkcji formowanego paliwa bezdymnego, wytwarzanego na bazie koksiku uzyskiwanego w procesie szybkościowej pirolizy połączonej z częściowym zgazowaniem węgla kamiennego w reaktorze z cyrkulującym złożem fluidalnym (CFB). Wydajność tej instalacji wynosiła około 100 Mg/dobę gotowych brykietów bezdymnego paliwa węglowego. Brykiety te z powodzeniem stosowane były do ogrzewania zarówno w krajowych, jak i w zagranicznych (Austria) gospodarstwach domowych. Niestety transformacja ustrojowa i związane z nią przemiany gospodarczo-ekonomiczne spowodowały pogorszenie się opłacalności produkcji i wymusiły decyzję o zaprzestaniu eksploatacji instalacji. Aktualnie zainteresowanie tą technologią powraca. Na rysunku 4.2 przedstawiono jej uproszczony schemat.

W technologii wytwarzania paliwa bezdymnego ECOCOAL węgiel energetyczny i spiekający są mielone do wymaganego uziarnienia (< 3,15 mm), a następnie podsuszane w oddzielnych układach (suszarki pneumatyczne). Węgle podsuszane są gorącymi spalinami wytworzonymi w węźle energetycznego wykorzystania gazu procesowego do zawartości wilgoci około 2%. Wysuszony węgiel energetyczny kierowany jest do reaktora zgazowania. Do reaktora wprowadzane jest podgrzane powietrze o temperaturze około 250°C oraz nasycona para wodna. Reaktor składa się z dwóch stref:

- strefy intensywnego mieszania cząstek węgla i karbonizatu pracującej w reżimie fluidyzacji turbulენტnej, gdzie wprowadzony węgiel ulega rozkładowi termochemicznemu w temperaturze 800-950°C w obecności tlenu zawartego w powietrzu,
- strefy stabilizacji termicznej cząstek węgla pracującej w reżimie szybkiego złoża fluidalnego, w której w warunkach wysokich współczynników wymiany ciepła i masy następuje ostateczne podgrzanie cząstek do temperatury końcowej (ok. 800°C).



Rys. 4.2 Schemat technologii ECOCOAL

Źródło: Opracowanie własne

Wyprowadzany z reaktora wraz z gazem procesowym karbonizat o temperaturze ok. 750°C kierowany jest poprzez zbiornik do mieszalnika poziomego, do którego doprowadzany jest także węgiel spiekający o temperaturze ok. 250°C. Po szybkim wymieszaniu gorących strumieni węglowych utworzona mieszanka brykietownicza kierowana jest poprzez zagęszczacz ślimakowy na prasę walcową. Brykiety paliwa bezdymnego schładzane są wodą w gaszalniku, skąd kierowane są na składowisko. Woda po gaszeniu kierowana jest do odstoju, w którym następuje oddzielenie zawiesiny.

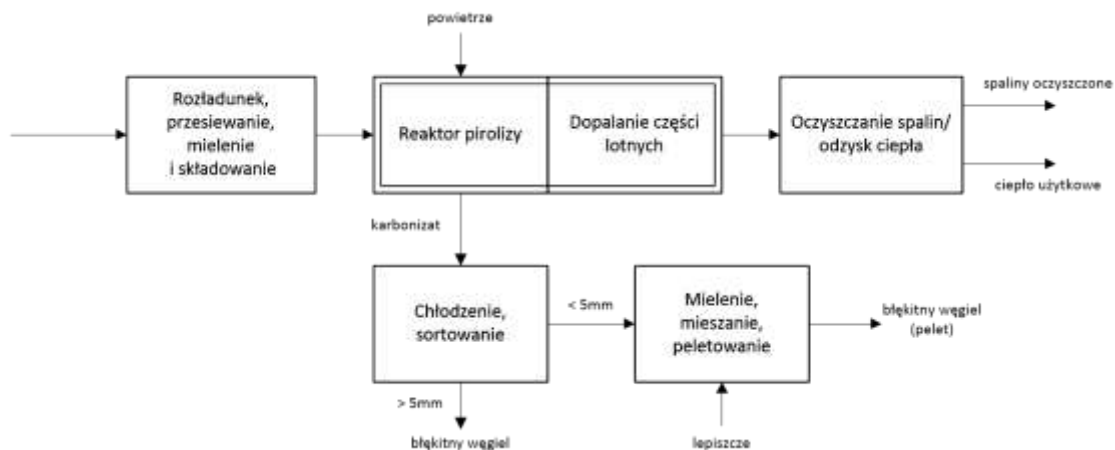
Gazy procesowe z węzłów zgazowania węgla energetycznego i brykietowania kierowane są do węzła energetycznego wykorzystania gazu. Generowana jest tu energia niezbędna dla wysuszenia węgla energetycznego i spiekającego oraz dla podgrzania węgla spiekającego. W węźle tym zachodzi również podgrzewanie powietrza podawanego do reaktora zgazowania. Wytworzone spaliny są oczyszczane (odpylane) i wyprowadzane do atmosfery.

Węgle wykorzystywane w tej technologii powinny charakteryzować się możliwie dobrymi parametrami jakościowymi, w tym między innymi niską zawartością wilgoci (ok. 10%), niską zawartością popiołu (< 15% w. energetyczny i < 8% w. spiekający), niską zawartością siarki (< 1,0% w. energetyczny i < 0,6% w. spiekający) oraz odpowiednią spiekalnością (RI < 15 w. energetyczny i RI > 65 w. spiekający). Ponadto uzyskiwane paliwo spełniałoby aktualne wymagania Rozporządzenia Ministra Energii z dnia 27 września 2018 r. w sprawie wymagań jakościowych dla paliw stałych.

Paliwo ECOCOAL może być stosowane bezpośrednio w istniejących urządzeniach grzewczych (np. piece kaflowe, piece kuchenne, indywidualne i wielorodzinne centralne stabilnością procesu spalania i niewielką emisją substancji szkodliwych do atmosfery. Wyniki badań prowadzonych w latach 90. XX wieku wskazywały na kilkukrotne obniżenie emisji kluczowych zanieczyszczeń (pyły, WWA) podczas spalania ECOCOAL'a w porównaniu do węgla kamiennego [7]. Najkorzystniejszą lokalizacją zakładu produkującego ECOCOAL są bezpośrednio kopalnie węgla kamiennego. Pozwala to na połączenie zakładu produkcji paliwa ekologicznego z zakładem wzbogacania węgla, co minimalizuje koszty inwestycyjne i operacyjne.

#### 4.3.4 Błękitny węgiel (blue coal)

Innym rodzajem niskoemisyjnego paliwa bezdymnego jest tzw. błękitny węgiel powstały w procesie przeróbki termicznej węgla kamiennego. Na schemacie na rysunku 4.3 przedstawiono w uproszczeniu technologię produkcji kawałkowego paliwa niskoemisyjnego o komercyjnej nazwie błękitny węgiel (blue coal), drobna (< 5mm) stanowi surowiec do wytwarzania niskoemisyjnych peletów.



Rys. 4.3 Schemat produkcji błękitnego węgla

Źródło: Opracowanie własne.

Technologia wytwarzania tego paliwa została opracowana w ramach projektu GEKON2/O2/268432/12/2015 pt. „Badania nad innowacyjnym, niskoemisyjnym paliwem bezdymnym”. Węgiel energetyczny o odpowiednio dobranym uziarnieniu (~20÷50mm) poddawany jest częściowemu odgazowaniu w reaktorze z rusztem



ruchomym w temperaturze ok. 850÷900°C. Części lotne wydzielające się z węgla podczas jego nagrzewania na ruszcie zostają spalone w strefie dopalania reaktora pirolizy, a powstałe spaliny kierowane są do układu oczyszczania (odpylanie). Finalna zawartość części lotnych w wytwarzanym paliwie ekologicznym jest niższa od 10% m/m (zwykle ok. 5% m/m). Ciepło gorących spalin wykorzystywane jest do produkcji pary przegrzanej. Wytworzony w procesie karbonizat, po ochłodzeniu poprzez natrysk wody, podlega sortowaniu. Frakcja > 5mm jest pakowana w worki i kierowana na sprzedaż. Frakcja W ramach wspomnianego wyżej projektu w instalacji produkcyjnej wytworzono 2000 Mg ton odgazowanego węgla kamiennego (błękitnego węgla), który rozdysponowano w sezonie grzewczym 2015/16 wśród około 1700 gospodarstw domowych w miejscowościach: Roszków (woj. śląskie), Jedlina-Zdrój (woj. dolnośląskie), Zabrze (osiedle Zandka), Kraków (dzielnica Swoszowice) [8] oraz Żywiec (dzielnice Sporysz i Oczków). Uzyskany podczas testów sumaryczny efekt ekologiczny, polegający na obniżeniu emisji zanieczyszczeń do atmosfery (po zastąpieniu 2 tys. Mg węgla kamiennego tym samym wolumenem błękitnego węgla), był następujący:

- zmniejszono emisję pyłu o około 50 Mg,
- zmniejszono emisję zanieczyszczeń organicznych (TOC) o około 20 Mg,
- zmniejszono emisję wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (WWA) o około 0,3 Mg, w tym benzo(a)pirenu o około 0,02 Mg.

Błękitny węgiel ma w założeniu być produktem wysokiej jakości wytwarzanym na bazie polskiego węgla kamiennego i jako taki powinien znaleźć swoje miejsce na krajowym rynku. Produkt ten opracowany został dla zastosowania w indywidualnych urządzeniach grzewczych małej mocy, ale nic nie stoi na przeszkodzie, aby zastosować go w ciepłowniczych kotłach o większych mocach. Zastosowanie błękitnego węgla przy zwalczaniu zjawiska tzw. „niskiej emisji” jest rozwiązaniem najszybszym, najtańszym i niewymagającym inwestycji w infrastrukturę domowych urządzeń grzewczych.

#### 4.4 PODSUMOWANIE

Najpopularniejszym ekologicznym paliwem węglowym na krajowym rynku paliw stałych jest ekogroszek. Swoją popularność zawdzięcza niskiej cenie i szerokiej dostępności. Powstaje w wyniku obróbki mechanicznej węgla kamiennego i jest uznawany za paliwo ekologiczne ze względu na niską emisję zanieczyszczeń do atmosfery podczas spalania. Substytutem ekogroszku są węglowe paliwa formowane typu EKomPell, dedykowane do kotłów z automatycznym dozowaniem paliwa. Zaletą tego rodzaju paliwa jest możliwość zagospodarowania drobnoziarnistych frakcji węglowych (flotokonzentratów) o dużym potencjale energetycznym poprzez wytworzenie z nich kwalifikowalnego paliwa zgodnego z obowiązującymi aktami prawnymi. Dodatkowo ich produkcja zmniejsza straty ekonomiczne i środowiskowe w przypadku gdyby były deponowane w środowisku naturalnym. Wśród ekologicznych paliw węglowych markę „premium” stanowią

paliwa niskoemisyjne – potocznie zwane „bezdymnymi”. Powstają w procesie przeróbki termicznej węgla kamiennego i charakteryzują się bardzo dużą przewagą nad pozostałymi paliwami węglowym ze względu na niską emisję do atmosfery takich zanieczyszczeń jak: pył, wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne (WWA), w tym benzo(a)piren oraz zanieczyszczenia organiczne (TOC) i SO<sub>2</sub>.

### Podziękowania

Zaprezentowane wyniki są elementami badań realizowanych w ramach projektów: GEKON2/O2/268432/12/2015 pt. „Badania nad innowacyjnym, niskoemisyjnym paliwem bezdymnym”, współfinansowanego przez Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej oraz przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju. POIR.04.01.02-00-0038/17 nt „Opracowanie technologii wytwarzania ekologicznych pelletów na bazie drobnopielastych sortymentów węglowych dla ogrzewnictwa indywidualnego”, współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego.



### LITERATURA

- [1] L. Myllyvirta, E. Howard: Five things we learned from the world's biggest air pollution database, <https://unearthed.greenpeace.org/2018/05/02/air-pollution-cities-worst-global-data-world-health-organisation/> [03.2020]
- [2] E. Sdrolia, G. Zarotiadis: A comprehensive review for Green Product term: From definition to evaluation. *Journal of Economic Surveys*, Volume33, Issue1, 2018
- [3] B. Buczkowski, D. Dorożyński, A. Kuna-Marszałek, T. Serwach, J. Wieloch: *Spółeczna odpowiedzialność biznesu. Studia przypadków firm międzynarodowych*. Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź 2016
- [4] W. Adamczyk: *Ekologia wyrobów: jakość, cykl życia, projektowanie*. Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 2004
- [5] A. Kijewska, A. Bluszcz: *Analiza poziomu śladu węglowego dla świata i krajów UE. Systemy Wspomagania w Inżynierii Produkcji – Zagadnienia Energomaszynowe i Bezpieczeństwo w Górnictwie: Volume 6, Issue 2, 2017*
- [6] Rozporządzenie Ministra Energii z dnia 27 września 2018 r. w sprawie wymagań jakościowych dla paliw stałych
- [7] M. Ściążko, H. Zieliński: Circulating fluid-bed reactor for coal pyrolysis. *Chemical Engineering Technology*, 18, 5, 1995
- [8] S. Stelmach, A. Sobolewski., K. Matuszek: *Wpływ rodzaju paliw stałych stosowanych w ogrzewnictwie indywidualnym na poziom niskiej emisji. Niska emisja - jak skutecznie ją zwalczyć?* Praca zbiorowa pod redakcją M. Turka. Katowice, Główny Instytut Górnictwa, 2017

Data przesłania artykułu do Redakcji: 03.2020

Data akceptacji artykułu przez Redakcję: 04.2020

## EKOLOGICZNE PALIWA WĘGLOWE

**Streszczenie:** W artykule scharakteryzowano ekologiczne paliwa węglowe pod kątem Rozporządzenia Ministra Energii z dnia 27.09.2018 w sprawie wymagań jakościowych dla paliw stałych oraz efektu ekologicznego w postaci obniżonej emisji zanieczyszczeń do atmosfery podczas procesu spalania. Przedstawiono klasyczne metody produkcji ekologicznych paliw węglowych opartych na procesach mechanicznych jak i powstałych w wyniku termicznej przeróbki węgla kamiennego (niskoemisyjne paliwa bezdymne). Analizie poddano zarówno ekologiczne paliwa węglowe dostępne na rynku, jak i aktualnie opracowywane w ramach prac B+R oraz wdrożeniowych.

**Słowa kluczowe:** ekologiczne paliwa węglowe, paliwa niskoemisyjne, paliwa bezdymne

## ECOLOGICAL COAL BASED FUELS

**Abstract:** The article characterizes ecological fossil fuels in terms of the Regulation of the Minister of Energy of 27.09.2018 on the quality requirements for solid fuels and the ecological effect in the form of reduced emissions of pollutants into the atmosphere during the combustion process. Standard methods of producing ecological fossil fuels based on mechanical and thermal processing of hard coal (low-emission smokeless fuels) were presented. The analysis included both ecological fossil fuels available on the market and those currently being developed as part of R&D and implementation works.

**Key words:** ecological fossil fuels, low-emission fuels, smokeless fuels

### **Sławomir Stelmach**

Instytut Chemicznej Przeróbki Węgla  
Zamkowa 1, 41-803 Zabrze, Polska  
e-mail: sstelmach@ichpw.pl

### **Aleksander Sobolewski**

Instytut Chemicznej Przeróbki Węgla  
Zamkowa 1, 41-803 Zabrze, Polska  
e-mail: asob@ichpw.pl

### **Karina Ignasiak**

Instytut Chemicznej Przeróbki Węgla  
Zamkowa 1, 41-803 Zabrze, Polska  
e-mail: kignasiak@ichpw.pl