

Analiza systemów kominowych i ich wpływ na środowisko w oparciu o normy polskie

Analysis of chimney systems and their environmental impact based on polish standards

Julia Graczyk, dr inż. Barbara Ksit (ORCID: 0000-0001-6459-8783), Wydział Inżynierii Lądowej i Transportu, Instytut Budownictwa, Politechnika Poznańska

DOI: 10.5604/01.3001.0053.9358

Streszczenie: W pracy omówiono systemy kominowe nowej generacji stosowane w budownictwie jednorodzinym i zamieszkania zbiorowego oraz ich wpływ na środowisko. Podano wady i zalety poszczególnych rozwiązań oraz kryteriów decydujących o wyborze odpowiedniego rozwiązania. Analizę oparto o normy polskie.

Słowa kluczowe: komin, systemy kominowe, wkłady stalowe, wkłady ceramiczne, zanieczyszczenia, środowisko.

Abstract: The paper discusses new generation chimney system used in single-family housing and collective housing and their impact on the environment. The advantages and disadvantages of individual solutions as well as the criteria determining the selection of the appropriate solution are given. The analysis was based on Polish standards.

Keywords: chimney, chimney systems, steel inserts, ceramic inserts, pollution, environment.

1. Wprowadzenie

W dzisiejszych czasach coraz większe znaczenie przykłada się do ochrony środowiska i efektywnego wykorzystania energii. Jednym z istotnych aspektów jest analiza systemów



Rys. 1. Kominy dwuwarstwowe z wkładami stalowymi

kominowych nowej generacji i ich wpływu na środowisko, uwzględniająca polskie wytyczne zawarte w rozporządzeniach i normach regulujących te zagadnienia. Systemy kominowe odgrywają kluczową rolę w odprowadzaniu spalin powstających w procesach spalania w różnych rodzajach instalacji. Ich optymalizacja ma na celu minimalizację emisji zanieczyszczeń oraz poprawę efektywności energetycznej, a także poprawienie parametrów środowiskowych i zdrowotnych.

2. Źródła emisji zanieczyszczeń powietrza

Duża emisja zanieczyszczeń w Polsce jest nadal wynikiem wykorzystywania paliw kopalnianych jako głównych nośników energii. Zgodnie z danymi zawartymi w [1] pochodzenie zanieczyszczeń (na przykładzie pyłów PM_{2,5}, które są jednymi z najgroźniejszych dla zdrowia), jest następujące:

- procesy spalania poza przemysłem (głównie gospodarstwa domowe) 53,0%,
- procesy spalania w sektorze produkcji i transformacji energii 10,8%,
- procesy spalania w przemyśle 8,3%,
- transport drogowy 7,9%,
- inne pojazdy i urządzenia 7,3%,
- procesy produkcyjne 6,2%,
- zagospodarowanie odpadów 4,7% [1].

Biorąc pod uwagę procesy spalania dotyczące przemysłu, to sektor budowlany należy do najbardziej zanieczyszczających środowisko.

Fot. własna autorów

3. Podział systemów kominowych nowej generacji

W dziedzinie systemów kominowych można zaobserwować obecnie dynamiczny rozwój technologii stosowanych w tych urządzeniach. Innowacyjne systemy stale są udoskonalane pod względem oszczędności energii, co oznacza mniejszą emisję zanieczyszczeń powietrza. Ponadto nowoczesne urządzenia grzewcze nie tylko charakteryzują się wysoką efektywnością energetyczną, ale także stanowią atrakcyjny element wnętrza. Taki kierunek rozwoju urządzeń grzewczych zmotywował producentów systemów kominowych do opracowania zupełnie nowych rozwiązań konstrukcyjnych dla kominów. Obecnie projektanci systemów kominowych skupiają się przede wszystkim na redukcji strat energii wyprowadzanej wraz z gazami odprowadzanymi, zwiększeniu bezpieczeństwa przeciwpożarowego oraz zapewnieniu większej elastyczności w planowaniu aranżacji wnętrza z uwzględnieniem instalacji urządzeń grzewczych i wentylacyjnych [2–4].

Systemy kominowe nowej generacji można podzielić na kilka kategorii, uwzględniając różne aspekty ich konstrukcji i funkcjonowania.

3.1. Funkcja

Ze względu na funkcję jaką pełnią, kominę można podzielić na:

- dymowe – służą do odprowadzania spalin od palenisk opalanych paliwem stałym. Spaliny zawierające poza tlenkami gazowymi również pyły i sadzę (cząstki stałe) oraz parę wodną;
- spalinowe – umożliwiają odprowadzanie produktów spalania paliw gazowych i ciekłych (gazu płynnego, ziemnego, oleju opałowego);
- wentylacyjne – nawiewne wyciągowe służą do dostarczenia powietrza koniecznego w procesie spalania oraz wymiany powietrza zużytego w pomieszczeniu [2–4].

3.2. Konstrukcja obudowy

Ze względu na konstrukcję obudowy, kominę możemy określić jako:

- kominę jednowarstwową – ściana przewodu jest jednorodna, np. kominę murowaną, cementowo-szametową, ze stali grubościenną;
- kominę wielowarstwową – ściana komina składa się z kilku warstw, np. kominę betonową jako warstwę nośną, z izolacją termiczną i okładziną wewnętrzną odporną na działanie spalin, kominę ze szlachetnej stali kwasoodpornej w otulinie termoizolacyjnej w płaszczu osłonowym;
- kominę wewnętrzną – przewody kominowe różnego przeznaczenia grupowane w kominę, prowadzone wewnątrz budynku jako samodzielna konstrukcja niezwiązana z budynkiem, lub też związana ze ścianą nośną i prowadzona jako ściana kominowa;

- kominę zewnętrzną – kominę prowadzoną na zewnątrz budynku, może być konstrukcyjnie powiązana z budynkiem, lub też szczególnie rodzaj czyli komin nie związany z budynkiem, jako wolnostojący [2–4].

3.3. Charakter pracy

Ze względu na charakter pracy kominę możemy podzielić na:

- kominę w mokrym trybie pracy – kominę od niskotemperaturowych, gazowych kotłów centralnego ogrzewania, kotłów kondensacyjnych, gdzie temperatura spalin zawarta jest w przedziale 80–160°C;
- kominę w suchym trybie pracy – kominę od palenisk na paliwo stałe, gdzie temperatura spalin wyższa jest niż 160°C;
- kominę pracującą w nadciśnieniu – wtedy, gdy ciśnienie wewnątrz komina jest wyższe od ciśnienia zewnętrznego (atmosferycznego). Są to kominę od palenisk z palnikami nadmuchowymi lub też kominę ze wspomaganiami mechanicznymi za pomocą wentylatorów ssących lub nadmuchowych;
- kominę pracującą w podciśnieniu – wtedy, gdy ciśnienie wewnątrz komina jest niższe od atmosferycznego, kominę pracującą na zasadzie ciągu grawitacyjnego [2–4].

3.4. Ciąg

Ze względu na ciąg kominę możemy podzielić na:

- kominę o ciągu naturalnym,
- kominę o ciągu sztucznym,
- kominę z wentylatorem podmuchowym,
- kominę z wentylatorem wyciągowym,
- układ mieszany [2–4].

4. Analiza stosowanych rozwiązań

Powszechnie używanym materiałem do budowy kominów murowanych były i nadal są stosowane w tradycyjnych rozwiązaniach pełne cegły ceramiczne. Ponieważ obmurowanie kanału musi być wykonane z cegły pełnej, kominę te należą do masywnych konstrukcji posadowionych na własnym fundamencie. Przewody dymowe, spalinowe i wentylacyjne powinny być wykonane z cegły ceramicznej pełnej o wytrzymałości na ściskanie nie mniejszej niż 15 MPa. Kominę murowane mogą być wolnostojące lub wbudowane w ścianę nośną. Kominę powinny być murowane na pełne spoiny, czyli takie, które szczelnie wypełniają przestrzeń między cegłami. Spora masa kominów sprzyja akumulacji ciepła pozyskiwanego z przepływających kanałami spalin oraz stabilizuje temperaturę w sąsiadujących z kominem pomieszczeniach [5–9]. Przewody kominowe zgodnie z wymaganiami powinny mieć przekrój kwadratu bądź prostokąta o stosunku boków 2:3. Ich wielkość musi być dostosowana do przeznaczenia przewodu oraz wysokości komina. Minimalne wymiary określone w Warunkach technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie [2], wynoszą:



Rys. 2. Nasady kominowe [12]

- 14x14 cm dla przewodów murowanych z cegły lub 14x20 cm, gdy nie można zapewnić efektywnej wysokości kominą;
- średnica 15 cm lub odpowiednio 18 cm dla przewodów murowanych z pustaków kominowych;
- średnica 12 cm dla przewodów wyposażonych w stalowe wkłady [2, 8].

Najmniejszy wymiar kanału wentylacyjnego murowanego to 14x14 cm, budowanego z pustaków – średnica 15 cm. Przy murowaniu kominą z cegieł trzeba przestrzegać zasady przewiązywania poszczególnych warstw. Spoin pionowych powinno być jak najmniej, najlepiej tylko w narożnikach przewodów [10].

Nasady kominowe to urządzenia przeznaczone do montażu na szczycie kominą i służące do stabilizacji i wspomaganie ciągu kominowego w przewodach wentylacyjnych, spalinowych i dymowych. Najczęściej stosuje się je, gdy nie da się zapewnić dostatecznego ciągu kominowego np. w rejonach, w których często wieje silny wiatr lub w sąsiedztwie wysokich drzew lub ścian budynków bądź gdy komin znajduje się poniżej kalenicy dachu. Energia wiatru zamieniona przez nią na podciśnienie w kominie wzmacnia ciąg kominowy. Najczęściej stosuje się nasady blaszane: stałe, samonastawne lub obrotowe. Obrotowe maksymalnie wykorzystują energię wiatru do usprawnienia ciągu (rys. 2) [12].

Główne wady tego systemu kominowego:

- komin murowany jest mało odporny na wilgoć i agresywne kwasy;
- może wystąpić w nim przesiąkanie kondensatu i sadzy przez spoiny do pomieszczeń mieszkalnych. W takim wypadku na ścianie widoczne są brązowe plamy oraz odczuwalny jest zapach spalenizny w pomieszczeniach;
- niewystarczająca szczelność – szczególnie pomiędzy kanałami. Dochodzi wtedy do ryzyka przedostania się dymu do kanałów wentylacyjnych co może ostatecznie grozić zatruciem tlenkiem węgla;
- pracochłonny przy wykonaniu – wymaga niezmiernie rzetelnego wykonania;
- wysoki koszt wykonania kominą;
- duże wymiary zewnętrzne – przykładowo dla kanału 27x27 cm wymiary zewnętrzne to 52x52 cm;

- bardzo duży ciężar – niezbędny jest mocny fundament i kotwienie w ścianie budynku;
- szybkie osadzanie się sadzy wewnątrz kanału dymowego – może to prowadzić do pożaru sadzy;
- trudny do czyszczenia [14].

Kominy murowane to tradycyjny model w domach i budynkach mieszkalnych. Nadają się do budynków, w których znajdują się kotły opalane paliwem stałym, czyli koksem bądź węglem. Nie da się do nich podłączyć nowych urządzeń grzewczych, takich jak kotły gazowe czy olejowe. Najczęściej jego przekrój jest za duży, co może spowodować za mocne schłodzenie spalin oraz brak tzw. ciągu, czyli inaczej ssania. Spaliny z nowoczesnych kotłów są znacznie chłodniejsze niż z kotłów na węgiel czy koks, a w niższej temperaturze wykrapla się woda, która w połączeniu ze spalinami tworzy agresywne kwasy niszczące komin. W takim przypadku dobrym rozwiązaniem jest stosowanie wkładów kominowych [14].

Podział kominów murowanych najczęściej jest określany na podstawie liczby warstw. Tradycyjnym rozwiązaniem jest komin murowany dwuwarstwowy. Straty ciepła pochodzące ze spalin wymusiły konieczność stosowania urządzeń, które obniżają temperaturę spalin źródeł ciepła. Wprowadzenie nowych źródeł energii w postaci gazu i oleju oraz urządzeń grzewczych obniżających temperaturę spalania – wahającej się w granicach punktu rosy, doprowadziło do wykraplania się ze spalin pary wodnej oraz postawiło przed kominami nowe wymagania w postaci kwasoodporności. Pojawiająca się w kominie wilgoć podczas spalania gazu lub oleju łączy się z powstającymi tlenkami, tworząc lekkie kwasy siarkowe lub siarkawe. Przewody wentylacyjne mogą być wykonywane z pustaków wentylacyjnych zarówno ceramicznych, jak i silikatowych [14]. Jednym z nowocześniejszych rozwiązań przewodów wentylacyjnych są pustaki wentylacyjne produkowane przez firmę Schiedel. Wykonywane są one z keramzytobetonu o gęstości 1200 kg/m³ i wytrzymałości na ściskanie minimum 3 MPa. Wybudowane z tych pustaków kanały charakteryzują się małą ilością fug, pozwala to na zmniejszenie oporu przepływu powietrza i zwiększa wydajność. Natomiast dzięki niewielkiej grubości ścianki – 4 cm i obudowie z betonu lekkiego są łatwe i szybkie w montażu. Wysokość moduła produkowanych pustaków to 33 cm [15].

Każdy wkład kominowy powinien zapewniać następujące funkcje:

- szczelności spalin podczas pracy komina,
- pełną ochronę przed zamakaniem oraz możliwość odprowadzenia spalin na zewnątrz komina,
- odporność ogniową oraz brak odkształceń termicznych i mechanicznych w czasie pracy,
- zmniejszenie bezwładności cieplnej komina,
- możliwość odpowiedniego doboru i regulacji układu kominowego,
- trwałość, możliwość dokonywania czyszczeń oraz przeglądów [16].

Obecnie w wielu nowych i starych kominach murowanych montuje się wkłady ze stali szlachetnej, odporne na wilgoć oraz kwasy. Spaliny, wydzielane przez kotły olejowe lub gazowe, zawierają parę wodną oraz związki siarki i azotu. Skropliny tych substancji mają odczyn kwaśny, przez co są groźne dla wielu materiałów budowlanych. Dlatego też wykorzystuje się między innymi szlachetną stal kwasoodporną. Często jest ona wzbogaćana domieszką tytanu, chromu, niklu lub molibdenu. Umieszcza się je w obudowie – tradycyjnej, murowanej z cegieł lub pustaków keramzytobetonowych (rys.1) [14, 16].

Kominy z wkładkami ceramicznymi muszą być wykonane z właściwie dobranych materiałów, zgodnie z odpowiednimi normami i przepisami powinny być szczelne oraz odporne na wychładzanie i przemarzanie. Jeśli służą do odprowadzania spalin, powinny też być ognio- i kwasoodporne. Materiałami, które spełniają te założenia, są m.in. szamot i kamionka. Przewody wykonane z tych materiałów nadają się do kotłów na paliwa stałe, pieców kaflowych oraz nowoczesnych kotłów gazowych i olejowych [19].

Najbardziej zaawansowanym rozwiązaniem w dziedzinie technologii grzewczych jest komin systemowy. Stanowi uniwersalny system odprowadzania spalin, idealnie dopasowany zarówno do tradycyjnych urządzeń grzewczych, jak i nowoczesnych pieców opalanych paliwami stałymi i ciekłymi. Złożony jest z prefabrykowanych części, czyli gotowych modułów. Jego najczęstsze zastosowania występują w instalacjach, w których zachodzi efekt skraplania się spalin. W przeciwieństwie do kominów tradycyjnych komin systemowy oferuje znacznie większą elastyczność dostosowania do indywidualnych wymagań. Rodzaj kominów systemowych jest dobierany w zależności od składu i temperatury spalin oraz charakterystyki systemu grzewczego, do którego ma być włączony, jak również w zależności od rodzaju używanego paliwa. Można wyróżnić cztery najbardziej znane kominy systemowe:

- standardowy – przeznaczony do temperatury spalania na poziomie 200 do 600° C. Jest przystosowany do pieców, w których pali się paliwem stałym. Są to modele o wiele tańsze niż np. komin systemowy uniwersalny;
- uniwersalny – przeznaczony do wszystkich paliw. Jest to komin ceramiczny, który radzi sobie z temperaturą spalania

na poziomie 60 do 600° C. Dozwolone jest używanie go w bardzo wilgotnych warunkach, dzięki zastosowaniu rury szamotowej;

- do pieców kondensacyjnych – wykonany z kwasoodpornej blachy nierdzewnej;
- do pieców Turbo – wykonany z rur ceramicznych [23, 24].

5. Limity emisji gazów cieplarnianych i zanieczyszczeń

W Polsce limity emisji gazów cieplarnianych i zanieczyszczeń są określone przez Ministerstwo Klimatu i Środowiska. Regulacje dotyczące emisji zanieczyszczeń i emisji gazów cieplarnianych przez kominy i instalacje grzewcze są głównie określone przez Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 24 września 2020 roku w sprawie standardów emisyjnych dla niektórych rodzajów instalacji, źródeł spalania paliw oraz urządzeń spalania lub współspalania odpadów (Dz.U. z 2020 r., poz. 1219, 1378 i 1565). Są w nim m.in. limity emisji zanieczyszczeń, takich jak pyły zawieszone (PM), tlenki azotu (NO_x), tlenki siarki (SO_2) oraz metan (CH_4), które dotyczą różnych rodzajów kotłów i innych urządzeń grzewczych. Rozporządzenie to ma na celu ochronę powietrza przed zanieczyszczeniami emitowanymi przez instalacje grzewcze, w tym przez kominy [1, 21].

6. Wpływ na środowisko systemów kominowych nowej generacji

Nowoczesne systemy kominowe, zwane również systemami kominowymi nowej generacji, mają znacznie mniejszy wpływ na środowisko w porównaniu z tradycyjnymi rozwiązaniami. Wprowadzenie nowych technologii i innowacyjnych rozwiązań przyczynia się do poprawy efektywności energetycznej oraz redukcji emisji zanieczyszczeń, co pozytywnie wpływa na jakość powietrza i zmniejsza negatywny wpływ na środowisko. Kluczowe aspekty, które wykazują pozytywny wpływ nowoczesnych systemów kominowych na środowisko, przedstawiono poniżej.

- Redukcja emisji gazów cieplarnianych. Nowoczesne systemy kominowe są zoptymalizowane pod kątem wydajności spalania. Poprzez zastosowanie zaawansowanych technologii, takich jak układy odzysku ciepła, dopalanie spalin czy efektywne filtry, minimalizuje się emisję gazów cieplarnianych, takich jak dwutlenek węgla (CO_2) czy metan (CH_4). Dzięki temu ogrzewanie przy użyciu nowoczesnych systemów kominowych ma mniejszy wpływ na globalne ocieplenie.
- Ograniczenie emisji zanieczyszczeń. Tradycyjne systemy kominowe często emitują dużą ilość zanieczyszczeń atmosferycznych, takich jak pyły zawieszone (PM), tlenki azotu (NO_x) czy tlenki siarki (SO_x). Nowoczesne systemy kominowe stosują rozwiązania, które zmniejszają emisję tych substancji, co przyczynia się do poprawy jakości powietrza i ograniczenia zagrożeń zdrowotnych dla ludzi.

- Efektywne wykorzystanie energii. Nowoczesne systemy kominowe często są wyposażone w układy odzysku ciepła, które umożliwiają skuteczniejsze wykorzystanie energii wydzielanej podczas procesu spalania. Dzięki temu systemy te są bardziej efektywne w przekształcaniu energii zawartej w paliwie na ciepło do ogrzewania pomieszczeń.
- Ułatwienie kontroli i monitorowania. Nowoczesne systemy kominowe są często wyposażone w zaawansowane systemy kontroli i monitoringu, które umożliwiają bieżącą analizę parametrów spalania. To pozwala na dostosowywanie pracy systemu w czasie rzeczywistym i minimalizację emisji zanieczyszczeń.
- Współpraca z odnawialnymi źródłami energii. W niektórych przypadkach nowoczesne systemy kominowe są zintegrowane z innymi odnawialnymi źródłami energii, takimi jak kolektory słoneczne czy panele fotowoltaiczne. Dzięki temu można zmaksymalizować efektywność energetyczną całego systemu grzewczego [1, 21, 22].

7. Porównanie wpływu na środowisko tradycyjnych systemów kominowych i systemów kominowych nowej generacji

Porównanie wpływu nowoczesnych systemów kominowych z tradycyjnymi rozwiązaniami wykazuje wyraźne różnice w kontekście ochrony środowiska. Oto główne różnice między tymi dwoma typami systemów.

- Emisja zanieczyszczeń. Tradycyjne rozwiązania, zwłaszcza stare piece czy piece na paliwo stałe, często emitują duże ilości zanieczyszczeń, takich jak pyły zawieszone, tlenki azotu i tlenki siarki. To prowadzi do degradacji jakości powietrza, smogu, a także negatywnie wpływa na zdrowie ludzi. Nowoczesne systemy kominowe, dzięki zastosowaniu zaawansowanych technologii, zmniejszają emisję tych zanieczyszczeń, co skutkuje lepszą jakością powietrza i mniejszym wpływem na zdrowie publiczne.
- Efektywność energetyczna. Tradycyjne piece często charakteryzują się niższą efektywnością energetyczną, co oznacza marnowanie większej ilości energii podczas procesu spalania. Nowoczesne systemy kominowe, zwłaszcza te z układami odzysku ciepła czy rekuperacją, są bardziej efektywne i pozwalają na bardziej skuteczne wykorzystanie energii.
- Emisja gazów cieplarnianych. Tradycyjne piece na paliwo stałe, takie jak piece opalane węglem, mogą emitować duże ilości dwutlenku węgla, co przyczynia się do globalnego ocieplenia. Nowoczesne systemy kominowe, w miarę dostosowywania się do wymagań regulacyjnych, zmniejszają emisję gazów cieplarnianych i wspierają cele ochrony klimatu.
- Technologia i kontrola. Nowoczesne systemy kominowe są często wyposażone w zaawansowane systemy kontroli i monitoringu, co pozwala na lepszą regulację procesu spalania i minimalizację emisji. W przypadku tradycyjnych rozwiązań, kontrola nad procesem spalania może być utrudniona, co prowadzi do większej emisji zanieczyszczeń [1, 21, 22].

8. Podsumowanie

Optymalizacja systemów kominowych nowej generacji jest kluczowa dla ochrony środowiska i efektywnego wykorzystania energii. Wprowadzenie innowacyjnych technologii pozwala na redukcję emisji zanieczyszczeń powietrza oraz zapewnia większą efektywność energetyczną. Wkłady stalowe i ceramiczne są obecnie szeroko stosowane, ze względu na ich właściwości, które pozwalają na dostosowanie ich do różnych typów urządzeń grzewczych.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Drożdżol K., Rozwiązania techniczne w systemach kominowych w walce ze smogiem, Inżynier Budownictwa, 23.01.2019, <https://inzynierbudownictwa.pl/rozwiązania-techniczne-w-systemach-kominowych-w-walce-ze-smogiem/>
- [2] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U.75/02 z późn. zm.)
- [3] PN-EN 1443: 2005: Kominy – Wymagania ogólne
- [4] <https://www.instalacjebudowlane.pl/6459-23-12396-jaki-rodzaj-komina-wybrac.html> (data dostępu 02.08.2023 r.)
- [5] Praca zbiorowa pod redakcją Janusza Panasa: Poradnik majstra budowlanego, Wydawnictwo Arkady, Warszawa, 2004
- [6] Praca zbiorowa pod kierunkiem dr. hab. inż. Lecha Lichołai, Budownictwo ogólne, tom 3, Elementy budynków podstawy projektowania, Wydawnictwo Arkady, Warszawa, 2010
- [7] Praca zbiorowa pod kierunkiem dr. hab. inż. Wiesława Buczkowskiego, Budownictwo ogólne, tom 4, Konstrukcje budynków, Wydawnictwo Arkady, Warszawa, 2010
- [8] <https://pekabet.pl/blog/jakie-cegly-wybrac-do-budowy-komina.html> (data dostępu 02.08.2023 r.)
- [9] PN-B-03002:2007: Konstrukcje murowe. Projektowanie i obliczanie
- [10] <http://farby-kabe.eu/wiazania-pospolite-murow-z-cegly-pelnej/> (data dostępu 02.08.2023 r.)
- [11] <https://abc-dachy.pl/index2.php?site=art&id=344> (data dostępu 02.08.2023 r.)
- [12] <https://www.domoweklimaty.pl/czytelnia/nasady-kominowe-rodzaje-dzialanie-dobor-nasady-na-kominie/> (data dostępu 02.08.2023 r.)
- [13] <https://komin-center.pl/product/nasada-obrotowa-kulista-fi-150-mm-wskasoodporna-z-podstawa/> (data dostępu 02.08.2023 r.)
- [14] Kaczkowska A., Podstawy kominiarstwa, KaBe, Krosno, 2008
- [15] <https://www.schiedel.com/pl/produkty/ceramiczne-systemy-kominowe/schiedel-rondo-plus/> (data dostępu 02.08.2023 r.)
- [16] <https://www.e-kominy.pl/systemy-kominowe/wklady-kominowe/> (data dostępu 02.08.2023 r.)
- [17] <https://www.domoweklimaty.pl/czytelnia/wklad-kominowy-w-starym-kominie-co-trzeba-wiedziec/> (data dostępu 02.08.2023 r.)
- [18] <https://budujemydom.pl/instalacje/kominki-i-kominy/a/630-rodzaje-kominow-charakterystyka-i-schematy> (data dostępu 02.08.2023 r.)
- [19] Praca zbiorowa pod kierunkiem prof. dr. hab. inż. Bogusława Stefańczyka: Budownictwo ogólne, tom 1, Materiały i wyroby budowlane, Wydawnictwo Arkady, Warszawa, 2010
- [20] <https://www.kominyboleslawiec.pl/> (data dostępu 02.08.2023 r.)
- [21] Rozporządzenie Ministra Klimatu W sprawie standardów emisyjnych dla niektórych rodzajów instalacji, źródeł spalania paliw oraz urządzeń spalania lub współspalania odpadów (Dz.U. z 2020 r., poz. 1219, 1378 i 1565)
- [22] Drożdżol K., Postęp w technice kominowej w odniesieniu do ochrony środowiska, Inżynier Budownictwa, 06.03.2017, <https://inzynierbudownictwa.pl/postep-w-technice-kominowej-w-odniesieniu-do-ochrony-srodowiska/>
- [23] <https://kominygt.pl/blog/kominy-systemowe-b22.html> (data dostępu 02.08.2023 r.)
- [24] <https://renowa24.pl/Co-to-jest-komin-systemowy-Jakie-sa-rodzaje-kominow-blog-pol-1616613194.html> (data dostępu 02.08.2023 r.)