

Opracowanie

Założenia bazy danych wskaźników emisji dla kalkulatora emisji zanieczyszczeń z urządzeń grzewczych na paliwa stałe

Autorzy:

Dr inż. Krystyna Kubica

Dr inż. Robert Kubica

Opracowanie wykonane na zlecenie
Instytutu Ekonomii Środowiska



1. Założenia bazy danych wskaźników emisji dla kalkulatora emisji zanieczyszczeń z urządzeń grzewczych na paliwa stałe

Zanieczyszczenia objęte analiza; podstawowy kalkulator emisji zanieczyszczeń obejmuje wskaźniki emisji tych zanieczyszczeń, które są obowiązujące w standardach – normach oceny jakości urządzeń grzewczych, i które oznaczane są za pomocą analizatorów automatycznych (mała niepewność wyników), czyli: pył całkowity TSP (PM), tlenek węgla CO, tlenki azotu NO_x, dwutlenek siarki SO₂, lotne związki organiczne (VOCs) określane w przypadku spalania, jako węgiel w fazie gazowej organicznie związany OGC. Ponieważ emisja NO_x, oznaczana zautomatyzowanymi analizatorami, nie była wymagana normami populacja dostępnych danych nie jest znacząca i jest obciążona wyższym błędem w porównaniu do pozostałych zanieczyszczeń. W kalkulatorze został uwzględniony benzo(a)pirenu jako zanieczyszczenie istotne z punktu widzenia wymagań Dyrektywy CAFE. Emisja SO₂ zależy bezpośrednio od zawartości siarki, dlatego dla podstawowych paliw węglowych oraz biomasowych zostały wykorzystane uśrednione wskaźniki emisji wynikające z zawartości siarki paliw dostępnych na rynku.

Sposób przedstawienia wartości wskaźników emisji zanieczyszczeń; wskaźniki zostały wyrażone w g/GJ, z uwzględnieniem wartości opałowej w stanie suchym dla danego paliwa oraz mg/m³, przy odpowiednim dla danego typu referencyjnym poziomie tlenu w spalinach (odniesionym do spalin suchych, 0°C, 1013 mbar). W przypadku kotłów referencyjny poziom wynosi 10% tlenu, zgodnie normą PN EN-303-%:2012 oraz przyjętym 13.10.2014r. rozporządzeniem Dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/125/WE z dnia 21 października 2009 r. w odniesieniu do kotłów na paliwa stałe o mocy do 500kW (Dyrektywy Ekoprojekt). Natomiast dla ogrzewaczy pomieszczeń referencyjny poziom tlenu został przyjęty na poziomie 13% tlenu, zgodnie z obowiązującymi normami oraz przegłosowanym w dniu 14 października 2014r projektem Dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/125/WE z dnia 21 października 2009 r. w odniesieniu do ogrzewaczy pomieszczeń na paliwa stałe.

Wartości wskaźników emisji zanieczyszczeń: sprawność energetyczna oraz wskaźniki emisji poszczególnych zanieczyszczeń zostały oszacowane jako wartości sezonowe, na podstawie danych przedstawionych w raporcie z realizacji pracy, dotyczącej przygotowanie założeń i bazy danych wskaźników umożliwiających opracowanie kalkulatora emisji zanieczyszczeń z kotłów małej mocy na paliwa stałe [1]. W oszacowaniu wskaźników emisji przedstawionych w pracy [1] wykorzystano dane zawarte w dokumencie EMEP z roku 2013 [2], uwzględniono także dane zawarte w innych opracowaniach pracach [3 – 7]. Do wyznaczania wskaźników emisji, w przeliczeniu na stężenia w spalinach, przyjęto wartości opałowe zastosowane w poradniku EIG EMEP 2013, [2], z uwzględnieniem stosowanych danych przez KOBIZE, [] oraz aktualnego stanu rynku paliw i stanu instalacji spalania o mocy poniżej 25 kW.

W wyznaczonych wskaźnikach uwzględniono wpływ niewłaściwej eksploatacji urządzenia oraz „nieodpowiednią” jakość paliwa: dla drewna kawałkowego wysoką wilgotność (brak sezonowania) i gorszą jakość, determinowaną niższą wartością opałową, a dla węgla kamiennego gorszą jakość determinowaną niższą wartością opałową, wyższą wilgotnością i obecnością domieszki pozasortymentowych frakcji (mułów, miałów).

Wskaźniki emisji pyłu zostały oszacowane dla instalacji spalania bez systemu oczyszczania spalin. W przypadku zastosowania systemu odpylania - elektrofiltru założono 75% sprawność redukcji pyłu, czyli emisja pyłu zostanie zredukowana o 75%.

1.1. Baza danych dla urządzeń grzewczych bezpośrednio przekazujących ciepło do otoczenia, eksploatowanych w gospodarstwach domowych

Baza danych dotyczących oszacowanych sezonowych wskaźników emisji, pyłu całkowitego TSP (bez stosowania systemu odpylania), CO, NO_x, SO₂, OGC, B(a)P i CO₂ oraz sezonowych sprawności obejmuje następujące urządzenia grzewcze, bezpośrednio przekazujące ciepło do otoczenia:

- ogrzewacze pomieszczeń (kominki zamknięte, piece, pieco-kuchnie) opalane drewnem kawałkowym lub węglem,
- piece peletowe,

dla porównania wpływu na środowisko zestawiono także sezonowe wskaźniki emisji oraz sezonowej sprawności energetycznej dla:

- w/w ogrzewaczy pomieszczeń po spełnieniu wymagań technicznych rozporządzenia Dyrektywy Ekoprojekt, [9],
- ogrzewaczy pomieszczeń opalanych gazem i olejem,
- paliwa niskoemisyjnego, czyli paliwa węglowego poddanego termicznej obróbce w temperaturze powyżej 400°C.

Dane zestawiono w tablicach 1 – 11.

Tabela 1. Sezonowe wskaźniki emisji oraz sezonowa sprawność energetyczna dla ogrzewaczy pomieszczeń opalanych drewnem (kominek zamknięty, piec, piecokuchnia), g/GJ, mg/m³ (13% O₂).

Zanieczyszczenie	Drewno kawałkowe, sezonowane		Drewno kawałkowe zła jakość, mokre	
	g/GJ	mg/m ³	g/GJ	mg/m ³
TSP, pył	840	1350	1680	2180
CO	5250	8400	10500	13650
OGC	630	1010	3150	4100
NOx	60	90	60	90
SO ₂	20	35	45	60
BaP ^{a), b)}	130	200	740	950
CO ₂ ^{c)}	80	-	56	-
Sprawność energetyczna, %	54	-	36	-
Wartość opałowa, Q _s ^r , MJ/kg	16		13	
Zawartość wilgoci, %	<25		>25	

a) mg/GJ; b) μg/m³; c) kg/GJ

Tabela 2. Sezonowe wskaźniki emisji oraz sezonowa sprawność energetyczna dla ogrzewaczy pomieszczeń opalanych węglem (kominek zamknięty, piec, piecokuchnia), g/GJ, mg/m³ (13% O₂).

Zanieczyszczenie	Węgiel; kostka, orzech		Węgiel mieszany z mułem, zła jakość, (mokry duża ilość drobnych frakcji)	
	g/GJ	mg/m ³	g/GJ	mg/m ³
TSP, pył	530	840	840	1180
CO	5250	8400	8400	11800
OGC	630	1010	1000	1400
NOx	100	170	110	170
SO ₂	450 ^{d)}	800 ^{d)}	1100	1760
BaP ^{a), b)}	260	420	470	660
CO ₂ ^{c)}	104	-	84	-
Sprawność energetyczna, %	57	-	36	-
Wartość opałowa, Q _s ^r , MJ/kg	24		21	
Zawartość wilgoci, %	<15		>15	

a) mg/GJ; b) μg/m³; c) kg/GJ, , d) 0,8% S w paliwie

Tabela 3. Wskaźniki emisji dla ogrzewaczy pomieszczeń opalanych drewnem (kominek zamknięty, piec, piecokuchnia), g/GJ oraz mg/m³ (13% O₂), po spełnieniu wymagań Dyrektywy Ekoprojekt

Zanieczyszczenie (sezonowe)	Drewno kawałkowe, sezonowane		Drewno kawałkowe zła jakość, mokre	
	g/GJ	mg/m ³	g/GJ	mg/m ³
TSP, pył	25	40	31	40
CO	950	1500	1150	1500
OGC	125	200	150	200
NOx	75	120	92	120
SO ₂	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
BaP ^{a), b)}	13	20	15	20
CO ₂ ^{c)}	80	-	56	-
Sprawność energetyczna, sezonowa %	65	-	50	-
Wartość opałowa, Q _s ^r , MJ/kg	16		13	
Zawartość wilgoci, %	<25		>25	

a) mg/GJ; b) µg/m³; c) kg/GJTabela 4. Wskaźniki emisji dla ogrzewaczy pomieszczeń opalanych węglem (kominek zamknięty, piec, piecokuchnia), g/GJ oraz mg/m³ (13% O₂), po spełnieniu wymagań Dyrektywy Ekoprojekt

Zanieczyszczenie (sezonowe)	Węgiel kwalifikowany, standaryzowany sortyment		Węgiel gorszej jakości	
	g/GJ	mg/m ³	g/GJ	mg/m ³
TSP, pył	22	40	25	40
CO	830	1500	940	1500
OGC	70	120	75	120
NOx	170	300	190	300
SO ₂	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
BaP ^{a), b)}	11	20	13	21
CO ₂ ^{c)}	92		73	
Sprawność energ., sezonowa %	65	-	50	-
Wartość opałowa, Q _s ^r , MJ/kg	27 MJ/kg		24 MJ/kg	
Zawartość wilgoci, %	<15%		>15%	

a) mg/GJ; b) µg/m³; c) kg/GJ

Tabela 5. Sezonowe wskaźniki emisji oraz sezonowa sprawność dla ogrzewacza pomieszczeń piec akumulacyjny (kaflowy) opalanego drewnem, g/GJ oraz mg/m³, (13% O₂)

Zanieczyszczenie	Drewno kawałkowe, sezonowane		Drewno kawałkowe zła jakość, mokre	
	g/GJ	mg/m ³	g/GJ	mg/m ³
TSP, pył	260	420	420	550
CO	4200	6720	5250	6830
OGC	470	760	630	820
NOx	80	130	85	140
SO ₂	20	35	50	70
BaP ^{a), b)}	105	168	210	270
CO ₂ ^{c)}	80		56	
Sprawność energetyczna, %	63	-	49	
Wartość opałowa, Q _s ^r , MJ/kg	16		13	
Zawartość wilgoci, %	< 25		>25	

a) mg/GJ; b) µg/m³; c) kg/GJTabela 6. Sezonowe wskaźniki emisji i sprawność sezonowa dla ogrzewacza pomieszczeń piec akumulacyjny (kaflowy) opalany węglem, g/GJ oraz mg/m³, (13%O₂)

Zanieczyszczenie	Węgiel gruby; kęsy, orzech		Węgiel; mieszany z mułem, zła jakość, (mokry duża ilość drobnych frakcji)	
	g/GJ	mg/m ³	g/GJ	mg/m ³
TSP, pył	370	590	630	880
CO	4200	6720	5250	7350
OGC	375	595	630	880
NOx	130	190	160	220
SO ₂	450 ^{d)}	800 ^{d)}	1100	1760
BaP ^{a), b)}	140	200	200	280
CO ₂ ^{c)}	104	-	84	-
Sprawność energetyczna, %	63	-	49	-
Wartość opałowa, Q _s ^r , MJ/kg	24		21	
Zawartość wilgoci	< 15		>15	

a) mg/GJ; b) µg/m³; c) kg/GJ, , d) 0,8% S w paliwie

Tabela 7. Sezonowe wskaźniki emisji oraz sezonowa sprawność dla pieca peletowego, g/GJ oraz w mg/m³ (13%O₂)

Zanieczyszczenie	Pelety optymalna jakość		Pelety gorsza jakość	
	g/GJ	mg/m ³	g/GJ	mg/m ³
TSP, pył	85	160	260	450
CO	530	1000	2620	4470
OGC	20	40	115	120
NOx	95	180	100	190
SO ₂	20	40	55	90
BaP ^{a), b)}	55	100	105	180
CO ₂ ^{c)}	87	-	65	-
Sprawność energetyczna, %	77	-	64	-
Wartość opałowa, Q _s ^r , MJ/kg	17		16	
Zawartość wilgoci, %	<10 (max 15)		>15	

a) mg/GJ; b) µg/m³; c) kg/GJ

Tabela 8. Sezonowe wskaźniki emisji oraz sezonowa sprawność dla pieca peletowego, g/GJ oraz mg/m³ (13% O₂), po spełnieniu wymagań Dyrektywy Ekoprojekt

Zanieczyszczenie (sezonowe)	Pelety optymalna jakość,		Pelety niska zła jakość,	
	g/GJ	mg/m ³	g/GJ	mg/m ³
TSP, pył	11	20	12	20
CO	158	300	177	300
OGC	32	60	35	60
NOx	105	200	118	200
SO ₂	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
BaP ^{a), b)}	5	10	6	10
CO ₂ ^{c)}	87		65	
Sprawność energetyczna, %	79	-	75	-
Wartość opałowa, Q _s ^r , MJ/kg]	17		16	
Zawartość wilgoci, %	<15		>15	

a) mg/GJ; b) µg/m³; c) kg/GJ

Tabela 9. Sezonowe wskaźniki emisji oraz sezonowa sprawność energetyczna dla ogrzewaczy pomieszczeń zasilanych gazem (piec, kominek, kuchnia), g/GJ oraz mg/m³ (3% O₂).

Zanieczyszczenie	Gaz naturalnym			
	Moc nominalna		Niewłaściwa eksploatacja, gorsza jakość paliwa (SO ₂)	
	g/GJ	mg/m ³	g/GJ	mg/m ³
TSP, pył	2,2	0,008	3,1	0,011
CO	30	0,111	42	0,156
OGC	2	0,007	2,8	0,010
NOx	60	0,222	84	0,311
SO ₂	0,3	0,001	0,42	0,002
BaP ^{a), b)}	0,6	0,002	0,7	0,003
CO ₂ ^{c)}	56	-	56	-
Sprawność energetyczna, %	86		82	
Wartość opałowa, Q _s ^r [MJ/m ³]	35			

a) mg/GJ; b) µg/m³; c) kg/GJTabela 10. Sezonowe wskaźniki emisji oraz sezonowa sprawność energetyczna dla ogrzewaczy pomieszczeń na olej (piec, kominek, kuchnia), g/GJ oraz mg/m³ (3% O₂).

Zanieczyszczenie	Olej lekki			
	Moc nominalna		Niewłaściwa eksploatacja, gorsza jakość paliwa	
	g/GJ	mg/m ³	g/GJ	mg/m ³
TSP, pył	2,2	0,008	3,1	0,011
CO	111	0,396	155	0,554
OGC	1,2	0,004	1,7	0,006
NOx	34	0,121	48	0,171
SO ₂	60	0,214	84	0,300
BaP ^{a), b)}	80	0,286	120	0,428
CO ₂ ^{c)}	75	-	75	-
Sprawność energetyczna, %	86		82	
Wartość opałowa, Q _s ^r [MJ/kg]	42			

a) mg/GJ; b) µg/m³; c) kg/GJ

Tabela 11. Sezonowe wskaźniki emisji oraz sezonowa sprawność energetyczna dla ogrzewaczy pomieszczeń opalanych paliwem niskoemisyjnym (kominka zamkniętego, pieca, piecokuchni), g/GJ oraz mg/m³ (13% O₂)

Zanieczyszczenie	Paliwo bezdymne	
	g/GJ	mg/m ³
TSP, pył	50	90
CO	4000	7200
OGC	100	180
NOx	50	90
SO ₂	450 ^{d)}	800 ^{d)}
BaP ^{a), b)}	100	180
CO ₂ ^{c)}	117	-
Sprawność energetyczna, %	65	
Wartość opałowa, Q _s ^r , MJ/kg]	27 MJ/kg	
Zawartość wilgoci	<10%	

a) mg/GJ; b) µg/m³; c) kg/GJ; d) 0,8% S w paliwie

1.2. Baza danych dla kotłów opalanych paliwami stałymi – węglowymi i drewnem, eksploatowanych w gospodarstwach domowych

Baza danych dotyczących oszacowanych sezonowych wskaźników emisji, pyłu całkowitego TSP (bez stosowania systemu odpylania), CO, NO_x, SO₂, OGC, B(a)P i CO₂ oraz sezonowych sprawności obejmuje następujące urządzenia grzewcze, pośrednio przekazujące ciepło do otoczenia:

- kotły ręcznie zasilane drewnem kawałkowym lub węglem,
- kotłów automatycznie zasilane peletami drzewnymi lub węglem,

dla porównania wpływu na środowisko zestawiono także wskaźniki emisji dla:

- w/w kotłów po spełnieniu wymagań technicznych rozporządzenia Dyrektywy Ekoprojekt, [8],
- kotłów opalanych gazem i olejem.

Dane zestawiono w tablicach 12 – 23.

Tabela 12. Sezonowe wskaźniki emisji oraz sezonowa sprawność energetyczna dla kotła ręcznie zasilanego drewnem (stara konstrukcja, spalanie przeciwprądowe), g/GJ oraz mg/m³ (10%O₂)

Zanieczyszczenie	Drewno kawałkowe, sezonowane		Drewno kawałkowe zła jakość, mokre	
	g/GJ	mg/m ³	g/GJ	mg/m ³
TSP, pył	530	840	840	1090
CO	4200	6720	11550	15020
OGC	370	590	740	960
NO _x	80	140	95	130
SO ₂	12	20	20	30
BaP ^{a), b)}	130	200	320	410
CO ₂ ^{c)}	80	-	56	-
Sprawność energetyczna, %	54	-	40	
Wartość opałowa, Q _s ^r , MJ/kg	16		13	
Zawartość wilgoci, %	<25		>25	

a) mg/GJ; b) μg/m³; c) kg/GJTabela 13. Sezonowe wskaźniki emisji oraz sezonowa sprawność energetyczna dla kotła ręcznie zasilanego drewnem (zgazowujący, spalanie współprądowe), g/GJ oraz mg/m³ (10%O₂)

Zanieczyszczenie	Drewno kawałkowe, sezonowane		Drewno kawałkowe zła jakość, mokre	
	g/GJ	mg/m ³	g/GJ	mg/m ³
TSP, pył	120	190	340	440
CO	2850	4560	6550	8520
OGC	290	470	740	960
NO _x	80	130	80	100
SO ₂	10	16	30	40
BaP ^{a), b)}	50	80	55	75
CO ₂ ^{c)}	80	-	56	-
Sprawność energetyczna, %	64		59	
Wartość opałowa, Q _s ^r , MJ/kg	16		13	
Zawartość wilgoci, %	<25		>25	

a) mg/GJ; b) μg/m³; c) kg/GJ

Tabela 14. Sezonowe wskaźniki emisji oraz sezonowa sprawność dla kotłów ręcznie zasilanych drewnem, g/GJ oraz mg/m³ (10%O₂), po spełnieniu wymagań Dyrektywy Ekoprojekt

Zanieczyszczenie	Drewno kawałkowe, sezonowane		Drewno kawałkowe zła jakość, mokre	
	g/GJ	mg/m ³	g/GJ	mg/m ³
TSP, pył	40	60	85	110
CO	440	700	920	1200
OGC	20	30	40	50
NOx	130	200	140	180
SO ₂	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
BaP ^{a), b)}	20	30	110	140
CO ₂ ^{c)}	80	-	56	-
Sprawność energet. sezonowa, %	75		73	-
Wartość opałowa, Q _s ^r [MJ/kg]	16		13	
Zawartość wilgoci	<25%		>25%	

a) mg/GJ; b) µg/m³; c) kg/GJ

Tabela 15. Sezonowe wskaźniki emisji, oraz sprawność sezonowa dla kotła ręcznie zasilanego węglem (stara konstrukcja), g/GJ oraz mg/m³ (10%O₂)

Zanieczyszczenie	Węgiel, kostka, orzech		Węgiel, zła jakość, (duża ilość drobnych frakcji)	
	g/GJ	mg/m ³	g/GJ	mg/m ³
TSP, pył	480	770	840	1180
CO	5040	8060	9450	13230
OGC	190	310	470	660
NOx	170	270	190	260
SO ₂	450 ^{d)}	800 ^{d)}	1100	1760
BaP ^{a), b)}	280	450	470	660
CO ₂ ^{c)}	104	-	84	-
Sprawność energetyczna, %	60		45	
Wartość opałowa, Q _s ^r , MJ/kg	24		21	
Zawartość wilgoci, %	<15		>15	

a) mg/GJ; b) µg/m³; c) kg/GJ, ,^{d)}0,8% S w paliwie

Tabela 16. Sezonowe wskaźniki emisji, oraz sprawność sezonowa dla kotła ręcznie zasilanego węglem (nowy typ konstrukcji, dolne spalanie, spalanie krzyżowe), g/GJ oraz mg/m³ (10%O₂)

Zanieczyszczenie	Węgiel; kostka, orzech		Węgiel; kostka, orzech, zła jakość, (duża ilość drobnych frakcji)	
	g/GJ	mg/m ³	g/GJ	mg/m ³
TSP, pył	240	380	560	780
CO	5550	8880	6700	9380
OGC	270	440	460	650
NOx	140	230	150	210
SO ₂	450 ^{d)}	800 ^{d)}	1100	1760
BaP ^{a), b)}	270	430	560	790
CO ₂ ^{c)}	104	-	84	-
Sprawność energetyczna, %	75		65	
Wartość opałowa, Q _s ^r , MJ/kg	24		21	
Zawartość wilgoci, %	<15		>15	

a) mg/GJ; b) µg/m³; c) kg/GJ, d) 0,8% S w paliwie

Tabela 17. Sezonowe wskaźniki emisji oraz sezonowa sprawność dla kotłów ręcznie zasilanych węglem, g/GJ oraz mg/m³ (10%), po spełnieniu wymagań Dyrektywy Ekoprojekt

Zanieczyszczenie	Węgiel; kostka, orzech		Węgiel, zła jakość, (duża ilość drobnych frakcji)	
	g/GJ	mg/m ³	g/GJ	mg/m ³
TSP, pył	40	60	100	140
CO	400	700	860	1200
OGC	20	30	70	100
NOx	202	350	360	500
SO ₂	n.d	n.d.	n.d.	n.d.
BaP ^{a), b)}	45	80	100	140
CO ₂ ^{c)}	104	-	84	-
Sprawność energet. sezonowa, %	75	-	73	-
Wartość opałowa, Q _s ^r [MJ/kg]	26		21	
Zawartość wilgoci, %	<15		>15	

a) mg/GJ; b) µg/m³; c) kg/GJ

Tabela 18. Sezonowe wskaźniki emisji, oraz sprawność sezonowa dla kotła automatycznie zasilanego węglem (retortowy, podsuwowy), g/GJ oraz mg/m³ (10%O₂)

Zanieczyszczenie	Kwalifikowane paliwo węglowe		Węgiel nieodpowiednia jakość	
	g/GJ	mg/m ³	g/GJ	mg/m ³
TSP, pył	70	120	90	150
CO	1140	1980	1270	2030
OGC	90	160	120	180
NOx	340	580	390	630
SO ₂ ,	450 ^{d)}	800 ^{d)}	1100	1760
BaP ^{a), b)}	75	135	95	170
CO ₂ ^{b)}	92		73	
Sprawność energetyczna, %	75		73	-
Wartość opałowa, Q _s ^r , MJ/kg	27		24	
Zawartość wilgoci, %	<15		>15	

a) mg/GJ; b) µg/m³; c) kg/GJ, d) 0,8% S w paliwie

Tabela 19. Sezonowe wskaźniki emisji oraz sezonowa sprawność dla kotłów automatycznie zasilanych węglem, g/GJ oraz mg/m³ (10%O₂), po spełnieniu wymagań Dyrektywy Ekoprojekt

Zanieczyszczenie	Kwalifikowane paliwo węglowe		Węgiel nieodpowiednia jakość	
	g/GJ	mg/m ³	g/GJ	mg/m ³
TSP, pył	22	40	33	60
CO	280	500	390	700
OGC	11	20	22	40
NOx	190	350	250	450
SO ₂	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
BaP ^{a), b)}	11	20	11	20
CO ₂ ^{c)}	92	-	74	-
Sprawność energetyczna, %	75	-	73	-
Wartość opałowa, Q _s ^r [MJ/kg]	27		24	
Zawartość wilgoci, %	< 15		>15	

a) mg/GJ; b) µg/m³; c) kg/GJ

Tabela 20. Sezonowe wskaźniki emisji, oraz sprawność sezonowa dla kotła na pelety drzewne g/GJ oraz mg/m³ (10%O₂)

Zanieczyszczenie	Pelety odpowiednia jakość		Pelety gorsza jakość	
	g/GJ	mg/m ³	g/GJ	mg/m ³
TSP, pył	45	80	55	95
CO	470	890	670	1140
OGC	20	40	40	65
NOx	115	220	110	190
SO ₂	11	20	20	35
BaP ^{a), b)}	19	37	38	66
CO ₂ ^{c)}	86	-	64	-
Sprawność energetyczna, %	75	-	73	-
Wartość opałowa, Q _s ^r , MJ/kg	17		16	
Zawartość wilgoci, %	<15		>15	

a) mg/GJ; b) µg/m³; c) kg/GJTabela 21. Sezonowe wskaźniki emisji oraz sezonowa sprawność dla kotła automatycznie zasilanego peletami drzewnymi, g/GJ oraz mg/m³ (10%O₂), po spełnieniu wymagań Dyrektywy Ekoprojekt.

Zanieczyszczenie	Pelety odpowiednia jakość		Pelety niska, zła jakość,	
	g/GJ	mg/m ³	g/GJ	mg/m ³
TSP, pył	20	40	35	60
CO	260	500	410	700
OGC	10	20	25	40
NOx	100	200	120	200
SO ₂	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
BaP ^{a), b)}	5	10	12	20
CO ₂ ^{c)}	87	-	65	-
Sprawność energetyczna, %	75	-	73	-
Wartość opałowa, Q _s ^r [MJ/kg]	17		16	
Zawartość wilgoci, %	<15		>15	

a) mg/GJ; b) µg/m³; c) kg/GJ

Tabela 22. Sezonowe wskaźniki emisji oraz sezonowa sprawność dla kotła gazowego, g/GJ oraz mg/m³ (3% O₂).

Zanieczyszczenie	Gaz naturalny			
	Moc nominalna		Niewłaściwa eksploatacja	
	g/GJ	mg/m ³	g/GJ	mg/m ³
TSP, pył	0,2	0,001	0,3	0,001
CO	22	0,081	42	0,156
OGC	1,8	0,007	2,5	0,009
NOx	40	0,156	60	0,218
SO ₂	0,3	0,001	0,4	0,0016
BaP ^{a), b)}	0,6	0,002	0,8	0,0028
CO ₂ ^{c)}	52	-	52	-
Sprawność energetyczna %	86		82	
Wartość opałowa, Q _s ^r , MJ/m ³	35			

a) mg/GJ; b) µg/m³; c) kg/GJTabela 23. Sezonowe wskaźniki emisji oraz sezonowa sprawność dla kotła olejowego, g/GJ oraz mg/m³ (3% O₂).

Zanieczyszczenie (sezonowa emisja)	Olej lekki			
	Moc nominalna		Niewłaściwa eksploatacja gorsza jakość paliwa	
	g/GJ	mg/m ³	g/GJ	mg/m ³
TSP, pył	1,5	0,005	2	0,007
CO	3,7	0,013	5,1	0,018
OGC	0,17	0,001	0,51	0,002
NOx	70	0,246	97	0,346
SO ₂	80	0,282	111	0,396
BaP ^{a), b)}	80	0,286	120	0,429
CO ₂ ^{c)}	75	-	75	-
Sprawność energetyczna, %	86		82	
Wartość opałowa, Q _s ^r [MJ/kg]	42			

a) mg/GJ; b) µg/m³; c) kg/GJ

Literatura:

1. K. Kubica, R. Kubica; Przygotowanie założeń i bazy danych wskaźników umożliwiających opracowanie kalkulatora emisji zanieczyszczeń z kotłów małej mocy na paliwa stałe; Raport dla IEŚ, Kraków; Zabrze, marzec 2015.
2. Small combustion, EMEP/EEA Emission Inventory Guidebook 2013.
3. Krystyna Kubica, Boštjan Paradiž, Panagiota Dilara; Small combustion installations: Techniques, emissions and measures for emission reduction; Scientific Reports of the Institute for Environment and Sustainability, EUR 23214 EN - 2007.
4. Pye S., Jones G., Stewart R., Woodfield M., Kubica K., Kubica R., Pacyna J. (2005/1); "Costs and environmental effectiveness of options for reducing mercury emissions to air from small-scale combustion installations"; AEAT/ED48706/Final report v2, December 2005.
5. Preparatory Studies for Eco-design Requirements of EuPs (II); S. Mudgal, L. Turunen BIO IS France, R. Stewart M. Woodfield, AEAT UK, K. Kubica, R. Kubica.
6. R. Kubica, K. Kubica, Wojciech Główkowski, Podręcznik Nauczyciela Tom III, „Rozwiązania prawne, ekonomiczne i techniczne dla ograniczenia niskiej emisji”; Katowice, GIG 2014, ISBN 978-83-61126-86-7.
7. R. Kubica, K. Kubica, Oszacowanie trendu wskaźników emisji TSP oraz PM10 i PM2.5 ze spalania paliw stałych w sektorach mieszkalnictwa i usług w latach 2000-2013; Ekspertyza nr 3 Instytutu Ochrony Środowiska - PIB; Warszawa, grudzień 2014.
8. Commission Regulation (EU) No .../.. of XXX implementing Directive 2009/125/EC of the European Parliament and of the Council with regard to ecodesign requirements for solid fuel boilers.
9. Commission Regulation (EU) No .../.. of XXX implementing Directive 2009/125/EC of the European Parliament and of the Council with regard to ecodesign requirements for solid fuel local space heaters.
10. Krajowy bilans emisji SO₂, NO_x, CO, NH₃, NMLZO, pyłów, metali ciężkich i TZO w układzie klasyfikacji SNAP i NFR; Raport podstawowy; http://www.kobize.pl/materialy/Inwentaryzacje_krajowe/2015/Bilans_emisji-raport_podstawowy_2013.pdf