

Załącznik nr 1

Wartości odniesienia dla niektórych substancji w powietrzu dla terenu kraju, oznaczenie numeryczne tych substancji oraz okresy, dla których uśrednione są wartości odniesienia, z wyłączeniem obszarów parków narodowych i obszarów ochrony uzdrowiskowej.

Lp.	Nazwa substancji (dla niektórych substancji podano w nawiasach ich nazwy zwyczajowe)	Oznaczenie numeryczne substancji (numer CAS) ^{a)}	Wartości odniesienia w mikrogramach na metr sześcienny ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) uśrednione dla okresu	
			1 godziny	roku kalendarzowego
1.	Acetaldehyd (aldehyd octowy)	75-07-0	20	2,5
2.	Aceton	67-64-1	350	30
3.	Acetonitryl	75-05-8	20	2,5
4.	Akrylaldehyd (akroleina)	107-02-8	10	0,9
5.	Akrylonitryl	107-13-1	5	0,5
6.	Alkohol furfurylowy	98-00-0	100	13
7.	2-Aminoetanol (etanoloamina)	141-43-5	30	1,6
8.	3,6-diazaoktano-1,8-diamina (trójetylenoczteroamina)	112-24-3	20	2,5
9.	Amoniak	7664-41-7	400	50
10.	Anilina	62-53-3	50	10
11.	Antymon ^{b)}	7440-36-0	23	2
12.	Arsan (arsenowodór)	7784-42-1	5	0,4
13.	Arsen ^{b)}	7440-38-2	0,2	0,01
14.	Azbest (włókna/ m^3)	1332-21-4	2350	250
15.	Bar ^{b)}	7440-39-3	30	1,6
16.	Benzen	71-43-2	30	5
17.	Benzo[a]piren	50-32-8	0,012	0,001
18.	Beryl ^{b)}	7440-41-7	0,12	0,001
19.	Bezwodnik octowy (bezwodnik kwasu octowego)	108-24-7	100	8,7
20.	Bizmut ^{b)}	7440-69-9	50	1,2
21.	Bor ^{b)}	7440-42-8	2	0,25
22.	Brom – pary	7726-95-6	20	2,5
23.	Bromoetan (bromek etylu)	74-96-4	20	1,7
24.	Bromometan (bromek metylu)	74-83-9	20	1,7
25.	Bromoetan etylu	105-36-2	10	0,9
26.	Bromowodór	10035-10-6	30	1,6
27.	Butan-1-ol (alkohol butylowy)	71-36-3	300	26
28.	Butan-2-on (metyloetyloketon)	78-93-3	300	26
29.	Butyloamina	109-73-9	200	2,5
30.	Cer ^{b)}	7440-45-1	3	0,16
31.	Chlor	7782-50-5	100	7
32.	Chlorek benzoilu	98-88-4	50	10
33.	Chlorobenzen	108-90-7	100	8,7
34.	2-Chlorobuta-1,3-dien (chloropren)	126-99-8	100	8,7
35.	1-Chloro-2,3-epoksypropan (epichlorhydrina)	106-89-8	10	0,76
36.	Chlorofenol ^{b)}	25167-80-0	20	2,5
37.	Chloro(fenyl)metan (chlorek benzylu)	100-44-7	10	0,9

Lp.	Nazwa substancji (dla niektórych substancji podano w nawiasach ich nazwy zwyczajowe)	Oznaczenie numeryczne substancji (numer CAS) ^{a)}	Wartości odniesienia w mikrogramach na metr sześcienny ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) uśrednione dla okresu	
			1 godziny	roku kalendarzowego
38.	Chloroform	67-66-3	200	25
39.	Chloromrówczan etylu	541-41-3	30	1,6
40.	Chloronitroanilina ^{f)}	-	1	0,15
41.	3-Chloropropen (chlorek allilu)	107-05-1	100	8,7
42.	Chlorowodór	7647-01-0	200	25
43.	Chrom - związki III i IV wartościowe ^{b)}	7440-47-3	20	2,5
44.	Chrom ^{VI b)}	7440-47-3	4,6	0,4
45.	Cyjanamid wapnia	156-62-7	10	1,3
46.	Cyjanowodór i cyjanki w przeliczeniu na HCN	74-90-8	20	2,5
47.	Cykloheksan	110-82-7	10	1
48.	Cykloheksanol	108-93-0	60	5,2
49.	Cykloheksanon	108-94-1	40	3,5
50.	Cykloheksyloamina	108-91-8	10	1,3
51.	Cyna ^{b)}	7440-31-5	50	3,8
52.	Cynk ^{b)}	7440-66-6	50	3,8
53.	Dichlorfos	62-73-7	6	0,3
54.	Dichlorobenzen (dwuchlorobenzen) ^{f)}	-	60	5,2
55.	Dichlorodimetylosilan (dwumetylodwuchlorosilan)	75-78-5	3	0,16
56.	1,2-Dichloroetan (chlorek etylenu)	107-06-2	200	25
57.	1,1-Dichloroeten (1,1-dwuchloroetylen)	75-35-4	30	1,6
58.	1,2-Dichloroeten (1,2-dwuchloroetylen)	540-59-0	300	16
59.	Dichlorometan (chlorek metylenu)	75-09-2	200	25
60.	Dietyloamina (dwuetyloamina)	109-89-7	10	1,3
61.	Dietyloanilina (dwuetyloanilina) ^{f)}	-	6	52
62.	Dimetyloamina (dwumetyloamina)	124-40-3	10	1,3
63.	2-(Dimetyloamino)etanol (N,N-dwumetyloetanolamina)	108-01-0	10	1,3
64.	Dimetyloformamid (dwumetyloformamid)	68-12-2	30	2,6
65.	Dinitrobenzen (dwunitrobenzen) ^{f)}	25154-54-5	10	1,3
66.	Dinitrotoluen (dwunitrotoluen) ^{f)}	25321-14-6	10	0,43
67.	Dioksan	123-91-1	50	1,2
68.	Disiarczek dimetylu (dwusiarczek dwumetylu)	624-92-0	5	0,44
69.	Disiarczek węgla (dwusiarczek węgla)	75-15-0	50	10
70.	Ditlenek azotu (dwutlenek azotu)	10102-44-0	200	40
71.	Ditlenek chloru (dwutlenek chloru)	10049-04-4	30	1,6
72.	Ditlenek siarki (dwutlenek siarki)	7446-09-5	350	30
73.	Diuron	330-54-1	100	13
74.	1,2-Epoksypropan (tlenek propylenu)	75-56-9	100	4,3
75.	Etano-1,2-diol (glikol etylenowy)	107-21-1	100	10
76.	2-Etoksyetanol	110-80-5	50	1,2
77.	Etylenodiamina (etylenodwuamina)	107-15-3	20	0,65
78.	Etylobenzen	100-41-4	500	38
79.	Etyl (acetylen)	74-86-2	100	10
80.	Fenol	108-95-2	20	2,5
81.	Fenylometanol (alkohol benzylowy)	100-51-6	40	3,5
82.	Fluor ^{e)}	7782-41-4	30	2
83.	Formaldehyd	50-00-0	50	4
84.	Fosfan (fosforowodór)	7803-51-2	20	2,5
85.	Fosforan(V)tris(2-tolilu) (fosforan trójkrezylu)	78-30-8	20	2,5

Lp.	Nazwa substancji (dla niektórych substancji podano w nawiasach ich nazwy zwyczajowe)	Oznaczenie numeryczne substancji (numer CAS) ^{a)}	Wartości odniesienia w mikrogramach na metr sześcienny ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) uśrednione dla okresu	
			1 godziny	roku kalendarzowego
86.	Fosgen	75-44-5	10	1,3
87.	Ftalan bis(2-etyloheksylu) (ftalan dwu-2-etyloheksylu)	117-81-7	100	15
88.	Fftalan dibutyłu (ftalan dwubutyłu)	84-74-2	100	15
89.	Ftalan dietylu (ftalan dwuetylu)	84-66-2	100	15
90.	Ftalan dimetylu (ftalan dwumetylu)	131-11-3	100	15
91.	2-Furaldehyd (furfural)	98-01-1	50	4,4
92.	Heksano-6-laktam (kaprolaktam)	105-60-2	100	13
93.	Hydrochinon	123-31-9	15	0,8
94.	4-Hydroksy-4-metylopentan-2-on (alkohol dwaacetonowy)	123-42-2	150	7,9
95.	2,2'-Iminodietanol (dwuetanoloamina)	111-42-2	30	1,6
96.	Izocyjaniany	-	10	1,3
97.	Izopropylobenzen (kumen)	98-82-8	50	4,4
98.	Kadm ^{b)}	7440-43-9	0,52	0,01
99.	Kobalt ^{b)}	7440-48-4	5	0,4
100.	Krezol ^{f)}	1319-77-3	30	1,6
101.	Ksylene ^{f)}	1330-20-7	100	10
102.	Kwas akrylowy	79-10-7	10	0,9
103.	Kwas chlorosiarkowy(VI) (kwas chlorosulfonowy)	7790-94-5	100	4,3
104.	Kwas 4-metylobenzosulfonowy (kwas <i>p</i> -toluenosulfonowy)	104-15-4	100	4,3
105.	Kwas octowy	64-19-7	200	17
106.	Kwas siarkowy (VI)	7664-93-9	200	16
107.	Linuron	330-55-2	100	4,3
108.	Mangan ^{b)}	7439-96-5	9	1
109.	Merkaptany	-	20	2
110.	Metakrylan butyłu	97-88-1	200	20
111.	Metakrylan metyłu	80-62-6	200	20
112.	Metanol (alkohol metylowy)	67-56-1	1000	130
113.	Metyloamina	74-89-5	100	13
114.	4-Metylopentan-2-on (metyloizobutyloketon)	108-10-1	50	3,8
115.	1-Metylo-2-pirolidon (<i>N</i> -metylopirolidon)	872-50-4	300	16
116.	2-Metylopropan-1-ol (alkohol izobutyłowy)	78-83-1	300	26
117.	Mezytylen	108-67-8	100	13
118.	Miedź ^{b)}	7440-50-8	20	0,6
119.	Molibden, związki nierozpuszczalne ^{b)}	7439-98-7	35	3,1
120.	Molibden, związki rozpuszczalne ^{b)}	7439-98-7	3,5	0,3
121.	Nadtlenek cykloheksanonu	12262-58-7	40	5,1
122.	Nadtlenek dibenzoilowy (nadtlenek benzoilu)	94-36-0	100	13
123.	Naftochinon ^{d)}	-	10	0,43
124.	Nikiel ^{b)}	7440-02-0	0,23	0,025
125.	Nitrobenzen	98-95-3	50	10
126.	Nitrotoluen ^{f)}	-	50	3,8
127.	Octan butyłu	123-86-4	100	8,7
128.	Octan etyłu	141-78-6	100	8,7
129.	Octan metyłu	79-20-9	70	6,1
130.	Octan winyłu	108-05-4	100	10
131.	Oksiran (tlenek etylenu)	75-21-8	100	4,3
132.	Ołów ^{b)}	7439-92-1	5	0,5

Lp.	Nazwa substancji (dla niektórych substancji podano w nawiasach ich nazwy zwyczajowe)	Oznaczenie numeryczne substancji (numer CAS) ^{a)}	Wartości odniesienia w mikrogramach na metr sześcienny ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) uśrednione dla okresu	
			1 godziny	roku kalendarzowego
133.	Ozon – jako zanieczyszczenie pierwotne	10028-15-6	150	-
134.	Pirydyna	110-86-1	20	2,5
135.	Prop-2-en-1-ol (alkohol alilowy)	107-18-6	60	3,2
136.	Propylobenzen	103-65-1	100	13
137.	Pył zawieszony PM10 ^{c)}	-	280	40
138.	Rtęć ^{d)}	7439-97-6	0,7	0,04
139.	Selen	7782-49-2	30	0,06
140.	Siarkowodór	7783-06-4	20	5
141.	Styren	100-42-5	20	2
142.	Substancje smołowe	-	100	10
143.	Tal ^{b)}	7440-28-0	1	0,13
144.	Tetrachloroeten (czterochloroetylen)	127-18-4	600	70
145.	Tetrachlorometan (czterochlorek węgla)	56-23-5	60	7,6
146.	Tetrachlorosilan (czterochlorek krzemu)	10026-04-7	100	4,3
147.	Tetraetyloplumban (czteroeetylen ołowiu)	78-00-2	1,2	0,1
148.	Tetrahydrofuran (czterohydrofuran)	109-99-9	50	4,4
149.	Tetrametyloplumban (czterometylek ołowiu)	75-74-1	0,5	0,04
150.	Tlenek węgla	630-08-0	30 000	-
151.	Toluen	108-88-3	100	10
152.	Toluidyna ^{f)}	-	200	8,7
153.	Toluilenodiizocyjanian (toluilenodwuzocyjan)	26471-62-5	10	1,3
154.	Trichlorek fosforu (trójchlorek fosforu)	7719-12-2	200	25
155.	Trichlorek fosforylu (tlenochlorek fosforu)	10025-87-3	5	0,44
156.	Trichloroetan (trójchloroetan) ^{f)}	-	100	10
157.	Trichloroeten (trójchloroetylen)	79-01-6	400	60
158.	Trichloronitrometan (chloropikryna)	76-06-2	10	1,3
159.	Trietylamina (trójetyloamina)	121-44-8	20	2,5
160.	Trifenylfosfina (trójfenylofosfina)	603-35-0	300	50
161.	Tytan ^{b)}	13463-67-7	50	3,8
162.	Wanad ^{b)}	7440-62-2	2,3	0,25
163.	Węgiel elementarny	7440-44-0	150	8
164.	Węglowodory alifatyczne - do C ₁₂ (poza wymienionymi w innych pozycjach i metanem)	-	3000	1000
165.	Węglowodory aromatyczne (poza wymienionymi w innych pozycjach)	-	1000	43
166.	Wolfram ^{b)}	7440-33-7	100	10
167.	Żelazo ^{b)}	7439-89-6	100	10

Objaśnienia:

- a) - oznaczenie numeryczne substancji wg Chemical Abstracts Service Registry Number,
- b) - jako suma metalu i jego związków w pyłe zawieszonym PM10,
- c) - stężenie pyłu o średnicy aerodynamicznej ziaren do 10 μm (PM10),
- d) - jako suma rtęci i jej związków,
- e) - jako suma fluoru i fluorków rozpuszczalnych w wodzie,
- f) - jako suma izomerów.

Nazwa substancji	Wartości odniesienia opadu substancji pyłowej w g/(m² · rok)
Kadm ^{a)}	0,01
Ołów ^{a)}	0,1
Pył ogółem	200

Objaśnienia:

a) jako suma metalu i jego związków w pyle

Załącznik nr 2

Wartości odniesienia dla dwutlenku siarki i tlenków azotu w powietrzu na obszarach parków narodowych, oznaczenie numeryczne tych substancji oraz okresy, dla których uśrednione są wartości odniesienia

Lp.	Nazwa substancji	Oznaczenie numeryczne substancji (numer CAS) ^{a)}	Wartości odniesienia w mikrogramach na metr sześcienny ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) uśrednione dla roku kalendarzowego
1	Ditlenek siarki (dwutlenek siarki)	7446-09-5	15
2	Tlenki azotu ^{b)}	10102-44-0, 10102-43-9	20

Objaśnienia:

- a) oznaczenie numeryczne substancji wg Chemical Abstracts Service Registry Number,
- b) suma dwutlenku azotu i tlenku azotu w przeliczeniu na dwutlenek azotu.

Załącznik nr 3

Wartości odniesienia dla benzenu, dwutlenku azotu i dwutlenku siarki w powietrzu na obszarach ochrony uzdrowiskowej, oznaczenie numeryczne tych substancji oraz okresy, dla których uśrednione są wartości odniesienia

Lp.	Nazwa substancji	Oznaczenie numeryczne substancji (numer CAS) ^{a)}	Okres uśredniania wyników	Wartości odniesienia w mikrogramach na metr sześcienny ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
1	Benzen	71- 43-2	rok kalendarzowy	4
2	Ditlenek azotu (dwutlenek azotu)	10102-44-0	1 godzina	200
			rok kalendarzowy	35
3	Ditlenek siarki (dwutlenek siarki)	7446-09-5	1 godzina	350

Objaśnienia:

- a) oznaczenie numeryczne substancji wg Chemical Abstracts Service Registry Number,
- b) jako suma metalu i jego związków w pyłe zawieszonym PM10.

REFERENCYJNE METODYKI MODELOWANIA POZIOMÓW SUBSTANCJI W POWIETRZU

Wykaz oznaczeń

Lp.	Oznaczenie	Jednostka	Znaczenie
1	2	3	4
1.	A, B	-	współczynniki we wzorach na współczynniki dyfuzji atmosferycznej
2.	a, b, g, m, C_1, C_2		stałe zależne od stanu równowagi atmosfery
3.	c	-	numer obszaru o danym typie pokrycia terenu
4.	d	m	średnica wewnętrzna wylotu emitora
5.	d_r	m	średnica równoważna wylotu emitora
6.	d_k	m	długość boku kwadratowego źródła powierzchniowego lub długość odcinka źródła liniowego, powstałych z podziału źródła powierzchniowego lub liniowego
7.	D	m	długość boku kwadratowego źródła powierzchniowego lub długość źródła liniowego
8.	D_1	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	wartość odniesienia substancji w powietrzu lub dopuszczalny poziom ¹ substancji w powietrzu uśrednione dla 1 godziny
9.	D_a	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	wartość odniesienia substancji w powietrzu lub dopuszczalny poziom ¹ substancji w powietrzu, uśrednione dla roku
10.	D_p	$\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$	wartość odniesienia opadu substancji pyłowej
11.	e	-	numer emitora (od 1 do n)
12.	e_k	mg/s	emisja substancji z jednego z emitorów zastępujących źródło powierzchniowe lub liniowe
13.	E	mg/s	emisja substancji z emitora lub ze źródła powierzchniowego, lub liniowego
14.	E_g	mg/s	maksymalna emisja substancji gazowej
15.	E_p	mg/s	maksymalna emisja pyłu zawieszonego
16.	E_z	mg/s	emisja substancji z emitora zastępczego
17.	\bar{E}_g	mg/s	średnia emisja substancji gazowej dla okresu obliczeniowego (roku, sezonu lub podokresu)
18.	\bar{E}_p	mg/s	średnia emisja pyłu zawieszonego dla okresu obliczeniowego (roku, sezonu lub podokresu)
19.	\bar{E}_f	mg/s	średnia emisja danej frakcji substancji pyłowej dla okresu obliczeniowego (roku, sezonu lub podokresu)

Lp.	Oznaczenie	Jednostka	Znaczenie
20.	F	m ²	powierzchnia obszaru objętego obliczeniami
21.	f	-	numer frakcji substancji pyłowej
22.	G	-	liczba obliczeniowych kierunków wiatrów wynikająca z podziału kąta 2π
23.	h	m	geometryczna wysokość emitora liczona od poziomu terenu
24.	\bar{h}	m	średnia arytmetyczna z wysokości emitorów, obliczana przy tworzeniu emitora zastępczego
25.	h _{max}	m	geometryczna wysokość najwyższego z emitorów w zespole
26.	h _z	m	wysokość emitora zastępczego
27.	Δh	m	wyniesienie gazów odlotowych
28.	Δh _H	m	wyniesienie gazów odlotowych liczone według formuły Hollanda
29.	Δh _C	m	wyniesienie gazów odlotowych liczone według formuły CONCAWE
30.	H	m	efektywna wysokość emitora
31.	H _{max}	m	największa efektywna wysokość emitora w zespole z obliczonych dla wszystkich sytuacji meteorologicznych
32.	i	-	numer sytuacji meteorologicznej (od 1 do 36)
33.	j	-	numer sektora róży wiatrów (od 1 do r)
34.	k	-	numer emitora zastępującego źródło powierzchniowe lub liniowe (od 1 do n)
35.	l	-	numer kierunku wiatru (od 1 do G)
36.	L _p	-	liczba wszystkich przypadków występowania sytuacji meteorologicznych w róży wiatrów
37.	n	-	liczba emitorów w zespole emitorów lub liczba emitorów, którymi zastępowane jest źródło powierzchniowe lub liniowe
38.	N _{ij}	-	liczba przypadków występowania sytuacji meteorologicznej „i” w sektorze róży wiatrów „j”
39.	O _{pf}	g/(m ² ·rok)	opad danej frakcji substancji pyłowej w sektorze róży wiatrów
40.	O _p	g/(m ² ·rok)	całkowity opad substancji pyłowej
41.	p, q	m	wymiary wylotu emitora o przekroju prostokątnym
42.	P(D ₁)	%	częstość przekraczania wartości odniesienia lub dopuszczalnego poziomu substancji w powietrzu
43.	Q	kJ/s	emisja ciepła z emitora
44.	R	μg/m ³	tło substancji
45.	R _p	g/(m ² ·rok)	tło opadu substancji pyłowej
46.	r	-	liczba sektorów róży wiatrów
47.	s	m	odległość punktu, w którym dokonuje się obliczeń, od środka źródła powierzchniowego lub odległość tego punktu od najbliższego punktu odcinka źródła liniowego, powstałych z podziału źródła powierzchniowego lub liniowego

Lp.	Oznaczenie	Jednostka	Znaczenie
48.	S_{min}	m	dopuszczalna minimalna odległość między punktem, w którym dokonuje się obliczeń, a emitorem zastępującym źródło powierzchniowe
49.	S_a	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	stężenie substancji w powietrzu uśrednione dla roku
50.	S_{xyz}	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	stężenie substancji w powietrzu uśrednione dla 1 godziny
51.	S_{xy}	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	stężenie substancji w powietrzu uśrednione dla 1 godziny, na powierzchni terenu
52.	S_{xz}	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	stężenie substancji w powietrzu uśrednione dla 1 godziny, w osi wiatru, na wysokości z
53.	S_x	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	stężenie substancji w powietrzu uśrednione dla 1 godziny, w odległości x od emitora, na powierzchni terenu, w osi wiatru
54.	S_m	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	stężenie maksymalne substancji gazowej w powietrzu w określonej sytuacji meteorologicznej
55.	S_{mp}	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	stężenie maksymalne pyłu zawieszonego w powietrzu w określonej sytuacji meteorologicznej
56.	S_{mm}	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	najwyższe ze stężeń maksymalnych substancji w powietrzu
57.	\bar{S}	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	stężenie średnie (w roku, sezonie lub podokresie) substancji w powietrzu
58.	\bar{S}_x	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	stężenie średnie (w roku, sezonie lub podokresie) substancji w powietrzu w odległości x od emitora
59.	t	-	numer podokresu
60.	T	K	temperatura gazów odlotowych na wylocie emitora
61.	T_o	K	średnia temperatura powietrza dla okresu obliczeniowego (roku, sezonu lub podokresu)
62.	u_a	m/s	prędkość wiatru na wysokości anemometru
63.	u_h	m/s	prędkość wiatru na wysokości wylotu emitora
64.	\bar{u}	m/s	średnia prędkość wiatru w warstwie od geometrycznej wysokości emitora h do efektywnej wysokości emitora H
65.	u_s	m/s	średnia prędkość wiatru w warstwie od poziomu terenu do efektywnej wysokości emitora H
66.	v	m/s	prędkość gazów odlotowych na wylocie emitora
67.	w_f	m/s	prędkość opadania danej frakcji substancji pyłowej
68.	x	m	składowa odległości emitora od punktu, dla którego dokonuje się obliczeń, równoległa do kierunku wiatru
69.	y	m	składowa odległości emitora od punktu, dla którego dokonuje się obliczeń, prostopadła do kierunku wiatru
70.	z	m	wysokość, dla której oblicza się stężenie substancji w powietrzu
71.	x_m	m	odległość emitora od punktu występowania stężenia S_m lub S_{mp}
72.	x_{mm}	m	odległość emitora od punktu występowania stężenia S_{mm}
73.	X_e, Y_e	m	współrzędne emitora
74.	X_p, Y_p, Z_p	m	współrzędne punktu, dla którego dokonuje się obliczeń
75.	X_z, Y_z	m	współrzędne emitora zastępczego

Lp.	Oznaczenie	Jednostka	Znaczenie
76.	Z	m	wysokość ostatniej kondygnacji budynku
77.	z_0	m	średnia wartość współczynnika aerodynamicznej szorstkości terenu na obszarze objętym obliczeniami
78.	σ_y	m	współczynnik poziomej dyfuzji atmosferycznej
79.	σ_z	m	współczynnik pionowej dyfuzji atmosferycznej
80.	τ	-	liczba godzin w roku, sezonie lub podokresie

1 - łącznie z marginesem tolerancji właściwym dla danej substancji i roku.

1. Dane do obliczeń poziomów substancji w powietrzu:

1.1 Tło substancji i tło opadu substancji pyłowej

Tło substancji, dla których określone są dopuszczalne poziomy w powietrzu stanowi aktualny stan jakości powietrza określony przez właściwy inspektorat ochrony środowiska jako stężenie uśrednione dla roku. Dla pozostałych substancji tło uwzględnia się w wysokości 10% wartości odniesienia uśrednionej dla roku.

Tło opadu substancji pyłowej uwzględnia się w wysokości 10% wartości odniesienia opadu substancji pyłowej.

Tła nie uwzględnia się przy obliczeniach poziomów substancji w powietrzu dla zakładów, z których substancje wprowadzane są do powietrza wyłącznie emitarami wysokości nie mniejszej niż 100 metrów.

1.2 Położenie emitorów

Położenie emitorów oznacza się przy pomocy współrzędnych X_e i Y_e , przy czym oś X jest skierowana w kierunku wschodnim, a oś Y w kierunku północnym.

1.3 Parametry emitora

Parametrami emitora są:

- geometryczna wysokość emitora liczona od poziomu terenu - h,
- średnica wewnętrzna wylotu emitora - d,
- prędkość gazów odlotowych na wylocie emitora - v,
- temperatura gazów odlotowych na wylocie emitora - T.

W przypadku emitora o wylocie prostokątnym, o wymiarach $p \times q$, oblicza się średnicę równoważną według wzoru:

$$d_r = \sqrt{\frac{4pq}{\pi}} \quad /1.1/$$

1.4 Emisja

Należy ustalić:

- maksymalną emisję uśrednioną dla 1 godziny - E_g, E_p ,
- średnią emisję dla okresu obliczeniowego (roku, sezonu lub podokresu) - $\bar{E}_g, \bar{E}_p, \bar{E}_f$.

Emisję maksymalną określa się dla tej fazy procesu, w której w ciągu 1 godziny emitowana jest największa masa substancji. W przypadku trwania maksymalnej emisji krócej niż 1 godzina, należy obliczyć najwyższą średnią emisję odniesioną do 1 godziny.

W przypadku emitorów pracujących okresowo lub ze zmieniającymi się w ciągu roku emisją i parametrami (v i T), obliczenia poziomów substancji w powietrzu należy wykonywać dla takich podokresów, że w czasie każdego z nich:

- nie zmienia się liczba jednocześnie pracujących emitorów w zespole,
- emisja z każdego emitora nie zmienia się o więcej niż 25 %,
- parametry emitora (v , T) nie zmieniają się o więcej niż 25 %.

W związku z powyższym, przy podziale roku na podokresy należy rozważyć:

- cykl zmienności emisji i parametrów każdego emitora (v , T),
- równoczesność i czas pracy emitorów w zespole,
- możliwość dobrania odpowiednich danych meteorologicznych (róża wiatrów) dla każdego z podokresów.

Przy obliczeniach rozkładu stężeń substancji w powietrzu uwzględniających podział roku na podokresy należy przyjmować emisję charakterystyczną dla każdego podokresu, przy czym przynajmniej w jednym z podokresów (niekoniecznie w tym samym dla wszystkich emitorów) musi być uwzględniona emisja maksymalna z każdego z emitorów.

Przy określaniu emisji maksymalnej z emitora, który odprowadza gazy odlotowe z więcej niż jednego źródła, należy uwzględniać jednoczesność pracy poszczególnych źródeł wynikającą z przyjętej technologii i innych ograniczeń.

Zaleca się, by obliczenia stężeń średnich oraz opadu substancji pyłowej były również wykonywane z uwzględnieniem podziału roku na podokresy. Dopuszcza się jednak obliczanie tych wielkości z zastosowaniem średnich emisji i parametrów emitora (v , T) dla roku, przy czym powinny to być średnie ważone względem czasu trwania podokresów.

1.5 Dane meteorologiczne

Do obliczenia poziomów substancji w powietrzu niezbędne są następujące dane meteorologiczne:

- statystyka stanów równowagi atmosfery, prędkości i kierunków wiatru (róża wiatrów),
- średnia temperatura powietrza dla okresu obliczeniowego (roku, sezonu lub podokresu) - T_0 .

Wyróżnionych jest 36 różnych sytuacji meteorologicznych wynikających z 6 stanów równowagi atmosfery, którym odpowiadają zakresy prędkości wiatru na wysokości $h_a=14$ m, ze skokiem co 1 m/s (tablica 1.1).

Tablica 1.1 Sytuacje meteorologiczne

Stan równowagi atmosfery	Zakres prędkości wiatru u_a [m/s]
1 - silnie chwiejna	1 – 3
2 - chwiejna	1 – 5
3 - lekko chwiejna	1 – 8
4 - obojętna	1 – 11
5 - lekko stała	1 – 5
6 - stała	1 – 4

Statystyki stanów równowagi atmosfery, prędkości i kierunków wiatru oraz średnie temperatury powietrza T_0 opracowane są przez państwową służbę meteorologiczną.

W obliczeniach zaleca się stosowanie róży wiatrów najbardziej odpowiedniej dla podokresów (np. zimowej-dziennej), ale dopuszcza się też stosowanie jednej róży wiatrów (np. rocznej) dla wszystkich podokresów.

2. Obliczenia wstępne

2.1 Efektywna wysokość emitora

Efektywną wysokość emitora oblicza się według wzoru:

$$H = h + \Delta h \quad /2.1/$$

Wyniesienie gazów odlotowych Δh zależy od prędkości wylotowej gazów v , emisji ciepła Q i prędkości wiatru na wysokości wylotu z emitora u_h . W przypadku emitatorów poziomych i zadanych przyjmuje się, że wyniesienie gazów odlotowych wynosi zero.

Emisję ciepła oblicza się według wzoru:

$$Q = \frac{\pi d^2}{4} \cdot \frac{273,16}{T} \cdot 1,3 \cdot v \cdot (T - T_0) \quad [kJ/s] \quad /2.2/$$

Wyniesienie gazów odlotowych Δh oblicza się na podstawie następujących formuł:

a) formuły Hollanda, gdy $0 \leq Q \leq 16000$ kJ/s, przy czym wyróżnia się następujące przypadki:

$$- \quad \Delta h = \Delta h_H = 0 \quad \text{dla } v \leq 0,5u_h \quad /2.3/$$

$$- \quad \Delta h = \Delta h_H = \frac{1,5 \cdot v \cdot d + 0,00974 \cdot Q}{u_h} \quad \text{dla } v \geq u_h \quad /2.4/$$

$$- \quad \Delta h = \Delta h_H = \frac{1,5 \cdot v \cdot d + 0,00974 \cdot Q}{u_h} \cdot \frac{v - 0,5u_h}{0,5u_h} \quad \text{dla } 0,5u_h < v < u_h \quad /2.5/$$

b) formuły CONCAWE, gdy $Q \geq 24\ 000$ kJ/s

$$\Delta h = \Delta h_C = \frac{1,126 \cdot Q^{0,58}}{u_h^{0,7}} \quad /2.6/$$

c) kombinacji formuł Hollanda i CONCAWE, gdy $16\ 000 < Q < 24\ 000$ kJ/s

$$\Delta h = \Delta h_H \cdot \frac{(24000 - Q)}{8000} + \Delta h_C \cdot \frac{(Q - 16000)}{8000} \quad /2.7/$$

gdzie: Δh_H – wyniesienie gazów odlotowych obliczone według formuły Hollanda,
 Δh_C – wyniesienie gazów odlotowych obliczone według formuły CONCAWE.

2.2 Parametry meteorologiczne

Parametry meteorologiczne występujące w obliczeniach poziomów substancji w powietrzu obejmują:

- prędkość wiatru na wysokości wylotu emitora

$$u_h = u_a \cdot \left(\frac{h}{14}\right)^m \quad \text{dla } h \leq 300 \text{ m} \quad /2.8/$$

$$u_h = u_a \cdot \left(\frac{300}{14}\right)^m \quad \text{dla } h > 300 \text{ m} \quad /2.9/$$

- średnią prędkość wiatru w warstwie od poziomu terenu do efektywnej wysokości emitora

$$u_s = \frac{u_a}{1+m} \cdot \left(\frac{H}{14}\right)^m \quad \text{dla } H \leq 300 \text{ m} \quad /2.10/$$

$$u_s = \frac{u_a}{1+m} \cdot \left(\frac{300}{14}\right)^m \cdot \left[(1+m) - m \cdot \frac{300}{H} \right] \quad \text{dla } H > 300 \text{ m} \quad /2.11/$$

- średnią prędkość wiatru w warstwie od geometrycznej wysokości emitora do efektywnej wysokości emitora

$$\bar{u} = u_h = u_a \cdot \left(\frac{h}{14}\right)^m \quad \text{dla } h = H \quad /2.12/$$

$$\bar{u} = \frac{u_a}{(H-h) \cdot (1+m) \cdot 14^m} \cdot [H^{1+m} - h^{1+m}] \quad \text{dla } H \leq 300 \text{ m i } H \neq h \quad /2.13/$$

$$\bar{u} = \frac{u_a}{(H-h) \cdot 14^m} \cdot \left[\frac{(300^{1+m} - h^{1+m})}{(1+m)} + (H-300) \cdot 300^m \right] \quad /2.14/$$

dla $h < 300 \text{ m i } H > 300 \text{ m}$

$$\bar{u} = u_a \cdot \left(\frac{300}{14} \right)^m \quad \text{dla } h \geq 300m \quad /2.15/$$

- współczynnik poziomej dyfuzji atmosferycznej

$$\sigma_y = A \cdot x^a, \quad /2.16/$$

$$\text{gdzie } A = 0,088 \cdot \left(6m^{-0,3} + 1 - \ln \frac{H}{z_0} \right) \quad /2.17/$$

- współczynnik pionowej dyfuzji atmosferycznej

$$\sigma_z = B \cdot x^b, \quad /2.18/$$

$$\text{gdzie } B = 0,38m^{1,3} \cdot \left(8,7 - \ln \frac{H}{z_0} \right) \quad /2.19/$$

Występujące we wzorach 2.8 - 2.19 wartości stałych zależnych od stanu równowagi atmosfery - m, a, b podane są w tablicy 2.2. Występująca we wzorach 2.8 - 2.15 liczba „14” oznacza wysokość anemometru.

Jeżeli prędkość wiatru obliczona według wzorów 2.8 - 2.15 jest mniejsza od 0,5 m/s, do obliczeń poziomów substancji w powietrzu należy przyjmować 0,5 m/s.

Jeżeli H/z_0 nie zawiera się w zakresie od 10 do 1500, współczynniki A oraz B oblicza się według wzorów 2.17 i 2.19 przyjmując:

$$H/z_0 = 10, \text{ gdy } H/z_0 < 10$$

$$H/z_0 = 1500, \text{ gdy } H/z_0 > 1500$$

Wartości współczynnika aerodynamicznej szorstkości terenu z_0 , występującego we wzorach 2.17 i 2.19 oblicza się zgodnie z punktem 2.4.

Tablica 2.2 Stałe zależne od stanów równowagi atmosfery

Stała	Stan równowagi atmosfery					
	1	2	3	4	5	6
m	0,080	0,143	0,196	0,270	0,363	0,440
a	0,888	0,865	0,845	0,818	0,784	0,756
b	1,284	1,108	0,978	0,822	0,660	0,551
g	1,692	1,781	1,864	1,995	2,188	2,372
C₁	0,213	0,218	0,224	0,234	0,251	0,271
C₂	0,815	0,771	0,727	0,657	0,553	0,457

2.4 Aerodynamiczna szorstkość terenu

Współczynnik aerodynamicznej szorstkości terenu z_0 wyznacza się w zasięgu $50h_{\max}$ według wzoru:

$$z_0 = \frac{1}{F} \sum_c F_c \cdot z_{0c}$$

/2.20/

Tablica 2.3 Wartości współczynnika aerodynamicznej szorstkości terenu z_0

Lp.	Typ pokrycia terenu	Współczynnik z_0
1	2	3
1	woda	0,00008
2	łąki, pastwiska	0,02
3	poła uprawne	0,035
4	sady, zarośla, zagajniki	0,4
5	lasy	2,0
6	zwarta zabudowa wiejska	0,5
7	miasto do 10 tys. mieszkańców	1,0
8	miasto 10-100 tys. mieszkańców	
8.1	– zabudowa niska	0,5
8.2	– zabudowa średnia	2,0
9	miasto 100-500 tys. mieszkańców	
9.1	– zabudowa niska	0,5
9.2	– zabudowa średnia	2,0
9.3	– zabudowa wysoka	3,0
10	miasto powyżej 500 tys. mieszkańców	
10.1	– zabudowa niska	0,5
10.2	– zabudowa średnia	2,0
10.3	– zabudowa wysoka	5,0

2.5 Emitor zastępczy

Emitor zastępczy można utworzyć dla zespołu n emitorów, jeśli dla każdego z nich spełnione są równocześnie warunki:

a)
$$0,9 < \frac{h_e}{\bar{h}} < 1,1 \quad /2.21/$$

b) wyniesienie gazów odlotowych ze wszystkich emitorów jest równe zero,

c) odległość między najbardziej oddalonymi od siebie emitorami nie przekracza $2\bar{h}$.

Średnią wartość \bar{h} oblicza się jako średnią arytmetyczną z wysokości n emitorów.

Parametry emitora zastępczego oblicza się następująco:

$$E_z = \sum E_e \quad /2.22/$$

$$h_z = \frac{\sum h_e E_e}{\sum E_e} \quad /2.23/$$

Emitor zastępczy umieszcza się w stosunku do emitorów, z których został utworzony, w odległości odpowiedniej do emisji z poszczególnych emitorów. Położenie emitora zastępczego określają współrzędne:

$$X_z = \frac{\sum X_e \cdot E_e}{\sum E_e} \quad /2.24/$$

$$Y_z = \frac{\sum Y_e \cdot E_e}{\sum E_e} \quad /2.25/$$

2.6 Najwyższe ze stężeń maksymalnych substancji w powietrzu S_{mm} dla pojedynczego emitora

Stężenie maksymalne substancji gazowej uśrednione dla 1 godziny S_m w określonej sytuacji meteorologicznej oblicza się według wzoru:

$$S_m = C_1 \frac{E_g}{u_{AB}} \left(\frac{B}{H} \right)^g \cdot 1000 \quad [\mu\text{g}/\text{m}^3] \quad /2.26/$$

gdzie stałe zależne od stanu równowagi atmosfery C_1 oraz g podane są w tabelicy 2.2, a współczynniki A oraz B oblicza się według wzorów 2.17 i 2.19.

W przypadku obliczania maksymalnego stężenia pyłu zawieszonego uśrednionego dla 1 godziny S_{mp} stosuje się wzór:

$$S_{mp} = C_1 \frac{E_p}{2u_{AB}} \left(\frac{B}{H} \right)^g \cdot 1000 \quad [\mu\text{g}/\text{m}^3] \quad /2.27/$$

Posługując się wzorem 2.26 i 2.27 należy obliczyć wartość S_m w 36 sytuacjach meteorologicznych, podanych w tabelicy 1.1 i wybrać wartość najwyższą S_{mm} .

Stężenia S_m i S_{mp} występują w stosunku do emitora w odległości x_m , wyrażonej wzorem:

$$x_m = C_2 \left(\frac{H}{B} \right)^{1/b}, \quad /2.28/$$

gdzie stałe zależne od stanu równowagi atmosfery C_2 oraz b podane są w tabelicy 2.2.

2.7 Kryterium opadu pyłu

Dla pojedynczego emitora lub zespołu emitorów należy sprawdzić, czy spełnione są jednocześnie następujące warunki (kryterium opadu pyłu):

a)
$$\sum_f \sum_e \bar{E}_{fe} \leq \frac{0,0667}{n} \sum_e h_e^{3,15} \quad [\text{mg}/\text{s}] \quad /2.29/$$

- b) łączna roczna emisja pyłu nie przekracza 10 000 Mg,
- c) emisja kadmu nie przekracza 0,005 % wartości emisji pyłu określonej w lit. a) i b),
- d) emisja ołowiu nie przekracza 0,05 % wartości emisji pyłu określonej w lit. a) i b).

Kryterium opadu pyłu uwzględnia emisję wszystkich frakcji substancji pyłowej, w tym również pyłu zawieszony.

3. Zakres obliczeń poziomów substancji w powietrzu

Z obszaru objętego obliczeniami wyłączony jest teren zakładu, dla którego dokonuje się obliczeń.

W przypadku emisji takich samych substancji z emitorów znajdujących się na terenie zakładu, obliczenia poziomów substancji w powietrzu wykonuje się dla zespołu tych emitorów.

Jeżeli w odległości mniejszej niż $30x_{mm}$ od pojedynczego emitora lub któregoś z emitorów w zespole znajdują się obszary parków narodowych lub obszary ochrony uzdrowskiej, to w obliczeniach poziomów substancji w powietrzu na tych obszarach należy uwzględnić ustalone dla nich dopuszczalne poziomy substancji w powietrzu oraz wartości odniesienia substancji w powietrzu.

3.1 Zakres skrócony

Jeżeli z obliczeń wstępnych, wykonanych zgodnie z punktami 2.6 i 2.7, wynika, że spełnione są następujące warunki:

a) dla pojedynczego emitora lub zespołu emitorów, z których został utworzony emitor zastępczy:

$$S_{mm} \leq 0,1 \cdot D_1 \quad /3.1/$$

b) dla zespołu emitorów:

$$\sum_e S_{mm} \leq 0,1 \cdot D_1 \quad /3.2/$$

c) kryterium opadu pyłu,

to na tym kończy się wymagane dla tego zakresu obliczenia.

Jeżeli nie jest spełniony warunek określony w punkcie c), to należy wykonać obliczenia opadu substancji pyłowych w sieci obliczeniowej, z uwzględnieniem statystyki warunków meteorologicznych w celu sprawdzenia warunku:

$$O_p \leq D_p - R_p \quad /3.3/$$

3.2 Zakres pełny

Jeżeli nie są spełnione warunki określone w punkcie 3.1 lit. a) i b), to na całym obszarze, na którym dokonuje się obliczeń, należy obliczyć w sieci obliczeniowej rozkład maksymalnych stężeń substancji w powietrzu uśrednionych dla 1 godziny, z uwzględnieniem statystyki warunków meteorologicznych, aby sprawdzić, czy w każdym punkcie na powierzchni terenu został spełniony warunek:

$$S_{mm} \leq D_1 \quad /3.4/$$

Jeżeli z powyższych obliczeń wynika, że dla zespołu emitorów spełniony jest warunek:

$$S_{mm} \leq 0,1 \cdot D_1 \quad /3.5/$$

to na tym kończy się obliczenia.

Natomiast dla zespołu emitorów, dla których nie jest spełniony warunek określony wzorem 3.5, lub dla pojedynczego emitora, dla którego nie jest spełniony warunek określony wzorem 3.1, należy obliczyć w sieci obliczeniowej rozkład stężeń substancji w powietrzu uśrednionych dla roku i sprawdzić, czy w każdym punkcie na powierzchni terenu został spełniony warunek:

$$S_a \leq D_a - R \quad /3.6/$$

Dalsze obliczenia nie są wymagane, jeżeli jest spełniony warunek określony w punkcie 3.1 lit. c), a w pobliżu emitorów nie znajdują się budynki wyższe niż parterowe.

Jeżeli jednak nie jest spełniony warunek określony w punkcie 3.1 lit. c), to należy wykonać obliczenia opadu substancji pyłowych w sieci obliczeniowej, z uwzględnieniem statystyki warunków meteorologicznych w celu sprawdzenia warunku:

$$O_p \leq D_p - R_p \quad /3.7/$$

Jeżeli w odległości od pojedynczego emitora lub któregoś z emitorów w zespole, mniejszej niż 10h, znajdują się wyższe niż parterowe budynki mieszkalne lub biurowe, a także budynki żłobków, przedszkoli, szkół, szpitali lub sanatoriów, to należy sprawdzić, czy budynki te nie są narażone na przekroczenia wartości odniesienia substancji w powietrzu lub dopuszczalnych poziomów substancji w powietrzu. W tym celu należy obliczyć maksymalne stężenia substancji w powietrzu dla odpowiednich wysokości.

Rozróżnia się następujące przypadki:

a) gdy geometryczna wysokość najniższego emitora w zespole jest nie mniejsza niż wysokość ostatniej kondygnacji budynku Z, obliczenia stężeń wykonuje się dla wysokości Z,

b) gdy geometryczna wysokość najniższego emitora w zespole jest mniejsza niż wysokość ostatniej kondygnacji budynku Z, obliczenia stężeń wykonuje się dla wysokości zmieniających się co 1m, począwszy od geometrycznej wysokości najniższego emitora do wysokości:

- Z, jeżeli $H_{\max} \geq Z$,
- H_{\max} , jeżeli $H_{\max} < Z$.

H_{\max} oznacza najwyższą efektywną wysokość emitora w zespole z obliczonych dla wszystkich sytuacji meteorologicznych.

Wszystkie wartości stężeń obliczone ze względu na budynki znajdujące się w pobliżu emitorów nie mogą przekraczać wartości D_1 .

Częstość przekraczania wartości odniesienia lub dopuszczalnego poziomu substancji w powietrzu należy obliczyć, jeżeli wartości stężeń obliczone ze względu na budynki znajdujące się w pobliżu emitorów przekraczają wartość D_1 lub nie jest spełniony warunek 3.4.

Wartości odniesienia substancji w powietrzu lub dopuszczalne poziomy substancji w powietrzu uważa się za dotrzymane, jeżeli częstość przekraczania wartości D_1 przez stężenie uśrednione dla 1 godziny jest nie większa niż 0,274% czasu w roku w przypadku dwutlenku siarki, a 0,2% czasu w roku dla pozostałych substancji.

4. Formuły obliczeniowe dla pojedynczego emitora

Następujące formuły są słuszne w określonej sytuacji meteorologicznej, to znaczy dla określonego stanu równowagi atmosfery i prędkości wiatru, przy założeniu, że emitor znajduje się w punkcie o współrzędnych $X_e = Y_e = 0$, $Z_e = H$ i oś X pokrywa się z kierunkiem wiatru, a oś Y jest prostopadła do osi X.

4.1 Stężenie substancji gazowej w powietrzu uśrednione dla 1 godziny

Stężenie substancji gazowej w punkcie o współrzędnych X_p , Y_p , Z_p oblicza się według wzoru:

$$S_{xyz} = \frac{E_g}{2\pi u \sigma_y \sigma_z} \exp\left(-\frac{y^2}{2\sigma_y^2}\right) \left\{ \exp\left[-\frac{(z-H)^2}{2\sigma_z^2}\right] + \exp\left[-\frac{(z+H)^2}{2\sigma_z^2}\right] \right\} \cdot 1000, \quad [\mu\text{g}/\text{m}^3] \quad /4.1/$$

Stężenie substancji gazowej w punkcie o współrzędnych X_p , Y_p na powierzchni terenu oblicza się według wzoru:

$$S_{xy} = \frac{E_g}{\pi u \sigma_y \sigma_z} \exp\left(-\frac{y^2}{2\sigma_y^2}\right) \exp\left(-\frac{H^2}{2\sigma_z^2}\right) \cdot 1000 \quad [\mu\text{g}/\text{m}^3] \quad /4.2/$$

Stężenie substancji gazowej w punkcie o współrzędnych X_p, Z_p , w osi wiatru oblicza się według wzoru:

$$S_{xz} = \frac{E_g}{2\pi u \sigma_y \sigma_z} \left\{ \exp\left[-\frac{(z-H)^2}{2\sigma_z^2}\right] + \exp\left[-\frac{(z+H)^2}{2\sigma_z^2}\right] \right\} \cdot 1000 \quad [\mu\text{g}/\text{m}^3] \quad /4.3/$$

Stężenie substancji gazowej w odległości x od emitora, w osi wiatru i na powierzchni terenu oblicza się według wzoru:

$$S_x = \frac{E_g}{\pi u \sigma_y \sigma_z} \exp\left(-\frac{H^2}{2\sigma_z^2}\right) \cdot 1000 \quad [\mu\text{g}/\text{m}^3] \quad /4.4/$$

4.2 Stężenie pyłu zawieszonego w powietrzu uśrednione dla 1 godziny

Stężenie pyłu zawieszonego, którego prędkość opadania $w_f = 0$, w punkcie o współrzędnych X_p, Y_p, Z_p oblicza się według wzoru:

$$S_{xyz} = \frac{E_p}{2\pi u \sigma_y \sigma_z} \exp\left(-\frac{y^2}{2\sigma_y^2}\right) \exp\left[-\frac{(z-H)^2}{2\sigma_z^2}\right] \cdot 1000 \quad [\mu\text{g}/\text{m}^3] \quad /4.5/$$

Stężenie pyłu zawieszonego w punkcie o współrzędnych X_p, Y_p , na powierzchni terenu oblicza się według wzoru:

$$S_{xy} = \frac{E_p}{2\pi u \sigma_y \sigma_z} \exp\left(-\frac{y^2}{2\sigma_y^2}\right) \exp\left[-\frac{H^2}{2\sigma_z^2}\right] \cdot 1000 \quad [\mu\text{g}/\text{m}^3] \quad /4.6/$$

Stężenie pyłu zawieszonego w punkcie o współrzędnych X_p, Z_p , w osi wiatru oblicza się według wzoru:

$$S_{xz} = \frac{E_p}{2\pi u \sigma_y \sigma_z} \exp\left[-\frac{(z-H)^2}{2\sigma_z^2}\right] \cdot 1000 \quad [\mu\text{g}/\text{m}^3] \quad /4.7/$$

Stężenie pyłu zawieszonego w odległości x od źródła, w osi wiatru i na powierzchni terenu oblicza się według wzoru:

$$S_x = \frac{E_p}{2\pi u \sigma_y \sigma_z} \exp\left(-\frac{H^2}{2\sigma_y^2}\right) \cdot 1000 \quad [\mu\text{g}/\text{m}^3] \quad /4.8/$$

4.3 Opad substancji pyłowej

Opad substancji pyłowej o prędkości opadania $w_f > 0$ na powierzchni terenu w sektorze róży wiatrów o kącie wierzchołkowym $\beta = 2\pi/r$ oblicza się według wzoru:

$$O_{pf} = \frac{\bar{E}_f}{\sqrt{2\pi} \cdot \beta} \cdot \frac{(1-b)w_f x + bu_s H}{\bar{u} \sigma_z x^2} \exp\left[-\frac{(w_f x/u_s - H)^2}{2\sigma_z^2}\right] \cdot 3,6 \cdot \tau \quad /4.9/$$

Opad substancji pyłowej obliczony tym wzorem jest wyrażony w $\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$ lub w $\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{podokres})$, jeżeli emisja zostanie wyrażona w mg/s , prędkość wiatru i prędkość opadania w m/s , a współczynniki dyfuzji atmosferycznej, odległość i efektywna wysokość emitora w m .

Według tego wzoru oblicza się średni opad substancji pyłowej w odległości x od emitora na łuku sektora róży wiatrów przy założeniu, że wiatr ma kierunek od emitora do punktu o współrzędnych X_p, Y_p .

Gdy $b > 1$ i $[(1-b)w_f x + bu_s H] < 0$, przyjmuje się, że $O_{pf} = 0$.

Przy obliczaniu całkowitego opadu substancji pyłowej należy dokonać zsumowania dla wszystkich frakcji substancji pyłowej i sytuacji meteorologicznych, uwzględniając częstości występowania tych sytuacji w danym sektorze róży wiatrów „j”.

$$O_p = \frac{1}{L_p} \sum_f \sum_i O_{pf} \cdot N_{ij} \quad /4.10/$$

4.4 Stężenie średnie substancji w powietrzu

Stężenie średnie substancji gazowej na powierzchni terenu oblicza się według wzoru:

$$\bar{S}_x = \frac{r}{\pi\sqrt{2\pi}} \cdot \frac{\bar{E}_g}{u\sigma_{z,x}} \exp\left(-\frac{H^2}{2\sigma_z^2}\right) \cdot 1000 \quad [\mu\text{g}/\text{m}^3] \quad /4.11/$$

Stężenie średnie pyłu zawieszonego na powierzchni terenu oblicza się według wzoru:

$$\bar{S}_x = \frac{r}{2\pi\sqrt{2\pi}} \cdot \frac{\bar{E}_p}{u\sigma_{z,x}} \exp\left(-\frac{H^2}{2\sigma_z^2}\right) \cdot 1000 \quad [\mu\text{g}/\text{m}^3] \quad /4.12/$$

Według tych wzorów oblicza się stężenie średnie w odległości x od emitora, na łuku sektora róży wiatrów przy założeniu, że wiatr ma kierunek od emitora do punktu o współrzędnych X_p, Y_p .

Przy obliczaniu stężenia średniego należy zsumować wartości stężeń obliczonych we wszystkich sytuacjach meteorologicznych, uwzględniając częstości występowania danych sytuacji meteorologicznych w sektorze róży wiatrów „j”.

$$\bar{S} = \frac{1}{L_p} \sum_i \bar{S}_{xi} \cdot N_{ij} \quad /4.13/$$

4.5 Częstość przekraczania wartości odniesienia substancji w powietrzu lub dopuszczalnych poziomów substancji w powietrzu

Częstość przekraczania wartości odniesienia lub dopuszczalnego poziomu substancji w powietrzu dla wszystkich sytuacji meteorologicznych wyraża wzór:

$$P(D_1) = \sum_i P_i \quad /4.14/$$

$$P_i = \frac{100 \cdot \gamma_i \cdot r}{\pi} \cdot \frac{N_{ij}}{L_p}, \quad /4.15/$$

gdzie kąt przekroczenia γ_i dla danej sytuacji meteorologicznej określony jest wzorem:

$$\gamma_i = \arcsin \left[\frac{\sigma_y}{x} \cdot (\cos \gamma_i)^a \cdot \sqrt{2 \ln \frac{S_o}{D_1}} \right], \quad /4.16/$$

Do obliczenia pierwszego przybliżenia wartości γ_i przyjmuje się $(\cos \gamma_i)^a = 1$. W przypadku gdy γ_i nie przekracza wartości 0,09, przybliżenie to jest wystarczająco dokładne. Gdy $\gamma_i > 0,09$, kąt określony w pierwszym przybliżeniu należy wstawić do zależności 4.16 i obliczyć nową wartość γ_i . Do obliczeń wystarczą 3 przybliżenia.

Jako wielkość S_o występującą we wzorze 4.16 podstawia się S_x lub S_{xz} .

5. Obliczenia poziomów substancji w powietrzu dla zespołu emitorów

Obliczenia poziomów substancji w powietrzu dla zespołu emitorów prowadzi się w geometrycznej sieci punktów o współrzędnych X_p, Y_p . Emitory znajdują się w punktach o współrzędnych X_e, Y_e . Obliczenia wykonuje się dla wielu kierunków wiatru różniących się co najwyżej o 2° , uwzględniając zmiany składowych odległości emitora od punktu o współrzędnych X_p, Y_p równoległej do kierunku wiatru - x i prostopadłej do kierunku wiatru - y; ujemna wartość x oznacza, że w punkcie, w którym dokonuje się obliczeń, wartość stężenia równa jest zeru.

5.1 Najwyższe ze stężeń maksymalnych substancji w powietrzu

Wartości stężeń uśrednionych dla 1 godziny w danym punkcie oblicza się odpowiednio dla substancji gazowych według wzoru 4.1 lub 4.2, a dla pyłu zawieszzonego według wzoru 4.5 lub 4.6.

Jako S_{mm} wybiera się największą wartość stężenia ze zbioru stężeń obliczonych dla wszystkich kierunków wiatru, prędkości wiatru i stanów równowagi atmosfery po zsumowaniu stężeń dla wszystkich emitorów. Operację wyboru S_{mm} powtarza się dla każdego punktu w sieci obliczeniowej.

5.2 Stężenie średnie substancji w powietrzu

Wartość stężenia średniego \bar{S} (w roku, sezonie lub podokresie) w danym punkcie oblicza się sumując stężenia S_{xy} według wzoru:

$$\bar{S} = \sum_i \sum_l \sum_e S_{xy} \cdot N, \quad /5.1/$$

gdzie S_{xy} oblicza się według wzoru 4.2 w przypadku substancji gazowej lub 4.6 w przypadku pyłu zawieszzonego, z tym że zamiast emisji maksymalnej substancji należy przyjąć emisję średnią.

Wartość N jest to częstość z rózny wiatrów przyporządkowana każdej z rozpatrywanych sytuacji meteorologicznych „i” i każdemu kierunkowi wiatru „j”, określona wzorem:

$$N = N_{ij} \cdot \frac{r}{G \cdot L_p} \quad /5.2/$$

Do obliczenia stężenia średniego \bar{S} można wykorzystać także wzory 4.11 lub 4.12. Należy zsumować obliczone wartości według wzoru:

$$\bar{S} = \frac{1}{L_p} \sum_i \sum_e \bar{S}_x \cdot N_{ij} \quad /5.3/$$

W przypadku dokonywania obliczeń dla poszczególnych podokresów, na jakie z uwagi na nierównomierność pracy emitorów podzielono rok, stężenie substancji w powietrzu odniesione do roku, porównywane bezpośrednio z wartością dopuszczalną D_a , oblicza się według wzoru:

$$\bar{S} = \frac{1}{8760} \sum_t \tau_t \cdot \bar{S}_t \quad /5.4/$$

5.3 Opad substancji pyłowej

Opad substancji pyłowej oblicza się zgodnie z zasadami podanymi w punkcie 4.3 sumując w każdym punkcie sieci obliczeniowej wartości opadu substancji pyłowej pochodzącego z poszczególnych emitorów obliczone według wzoru 4.9.

W przypadku dokonywania obliczeń dla poszczególnych podokresów, na jakie z uwagi na nierównomierność pracy emitorów podzielono rok, roczną wartość opadu substancji pyłowej oblicza się według wzoru:

$$O_p = \frac{1}{8760} \sum_t \tau_t \cdot O_{pt} \quad /5.5/$$

5.4. Częstość przekraczania wartości odniesienia substancji w powietrzu lub dopuszczalnych poziomów substancji w powietrzu

W przypadku gdy stężenie spowodowane emisją substancji ze wszystkich emitorów zespołu przekracza wartość odniesienia lub dopuszczalny poziom substancji w powietrzu oblicza się częstość przekraczania $P(D_1)$.

$$P(D_1) = N \cdot 100\% \quad /5.6/$$

Wartość N określona jest wzorem 5.2.

Dla rozpatrywanego punktu sumuje się obliczone częstości $P(D_1)$ dla wszystkich sytuacji meteorologicznych i kierunków wiatru. Operację obliczania tej wielkości powtarza się dla każdego punktu sieci obliczeniowej.

99,8 percentyl $S_{99,8}$ ze stężeń substancji w powietrzu uśrednionych dla 1 godziny jest to wartość stężenia, której nie przekracza 99,8 % wszystkich stężeń uśrednionych dla 1 godziny występujących w roku kalendarzowym. Jeżeli $S_{99,8}$ jest mniejszy niż wartość odniesienia lub dopuszczalny poziom substancji w powietrzu D_1 , to można uznać, że zachowana jest dopuszczalna częstość przekraczania wartości D_1 , wynosząca 0,2 % czasu w roku.

Analogiczną zasadę można zastosować w przypadku dwutlenku siarki, dla którego dopuszcza się przekraczanie dopuszczalnego poziomu w powietrzu przez 0,274 % czasu w roku.

W celu ustalenia wartości 99,8 percentyla $S_{99,8}$ należy wykonać w sieci obliczeniowej obliczenia stężeń substancji w powietrzu uśrednionych dla 1 godziny, dla 36 sytuacji meteorologicznych i wielu kierunków wiatru różniących się co najwyżej o 2°, i następnie utworzyć z tych stężeń ciąg niemalejący:

$$S_1 \leq S_2 \leq \dots \leq S_g \leq \dots \leq S_{36-G} \quad /5.7/$$

Każdemu z obliczonych stężeń należy przyporządkować częstość ich występowania N określoną wzorem 5.2.

99,8 percentyl $S_{99,8}$ jest równy składnikowi ciągu stężeń o liczbie porządkowej g, dla której przy kolejnym zsumowaniu częstości N po raz pierwszy spełniony jest warunek:

$$0,998 \leq \sum N \quad /5.8/$$

6. Obliczenia poziomów substancji w powietrzu dla powierzchniowych źródeł

Obliczenia poziomów substancji w powietrzu dla powierzchniowego źródła wykonuje się tak jak obliczenia dla zespołu emitorów, zgodnie z punktem 5, po uprzednim umownym zastąpieniu źródła powierzchniowego zespołem emitorów.

6.1 Zastępowanie powierzchniowego źródła zespołem emitorów

Przedstawione sposoby zastępowania źródeł powierzchniowych zespołem emitorów dotyczą źródeł powierzchniowych mających kształt kwadratu o bokach długości od 10 do 1000 m, równoległych do kierunków północ-południe i wschód-zachód. Emisja jest równomierna i efektywna wysokość źródła powierzchniowego jest jednakowa na całej jego powierzchni. W przypadku gdy kształt źródła powierzchniowego jest inny niż kwadrat, należy je zastąpić

zespołem kwadratowych źródeł powierzchniowych, w przybliżeniu odpowiadającym kształtowi tego źródła.

Zastępowanie źródła powierzchniowego o boku D zespołem emitorów polega na właściwym podziale źródła powierzchniowego na kwadraty o boku d_k i na zastąpieniu każdego z nich emitorem usytuowanym w środku kwadratu. Efektywna wysokość emitora jest równa efektywnej wysokości źródła powierzchniowego. Emisja z emitora wyraża się wzorem:

$$e_k = E \cdot \left(\frac{d_k}{D}\right)^2 \quad /6.1/$$

Do podziału źródła powierzchniowego stosuje się następujące metody:

I metoda

Podział kwadratowego źródła powierzchniowego o boku D polega na kolejnym dzieleniu go na cztery kwadraty o dwukrotnie mniejszym boku. Każdy z powstałych w ten sposób kwadratów dzieli się dalej na cztery kwadraty o dwukrotnie mniejszym boku, itd. Dzielenie kończy się, jeżeli dla każdego ze źródeł powierzchniowych o boku d_k powstałych z kolejnego k -tego podziału źródła powierzchniowego, spełniony jest jeden z dwóch warunków:

warunek I:

po kolejnym podziale bok źródła powierzchniowego d_k jest równy $1/8$ długości boku kwadratowego źródła powierzchniowego D lub jest mniejszy niż 20 metrów.

warunek II:

a) przy obliczaniu stężeń substancji uśrednionych dla 1 godziny oraz średnich stężeń substancji na podstawie wzoru 5.1

$$s \geq \left(\frac{d_k^2}{3,37 \cdot A^2}\right)^{\frac{1}{2a}}, \quad /6.2/$$

gdzie: A - współczynnik obliczany według wzoru 2.17.

s - odległość punktu, w którym oblicza się stężenie, od środka źródła powierzchniowego powstałego z podziału

a - stała zależna od stanu równowagi atmosfery, podana w tabeli 2.2.

b) przy obliczaniu średnich stężeń substancji na podstawie wzoru 5.3

$$s \geq d_k \quad /6.3/$$

c) przy obliczaniu opadu substancji pyłowej

$$s \geq 2d_k \quad /6.4/$$

W przypadku obliczeń poziomów substancji w powietrzu w punkcie położonym w odległości s od najbliższego emitora, zastępującego jeden z fragmentów źródła powierzchniowego, mniejszej niż s_{min} , należy przyjąć, że s jest równe s_{min} , wyrażonego wzorem:

$$s_{min} = \frac{\sqrt{2} \cdot D}{16} \quad /6.5/$$

II metoda:

Kwadratowe źródło powierzchniowe o boku D dzieli się na:

a) co najmniej 100, jeżeli $D \geq 100$ metrów,

b) $(\text{entier}(D/10))^2$, jeżeli $D < 100$ metrów,

jednakowych źródeł powierzchniowych w kształcie kwadratu o boku d_k , równomiernie rozmieszczonych i pokrywających cały obszar źródła powierzchniowego o boku D .

W przypadku obliczeń poziomów substancji w powietrzu w punkcie położonym w odległości s od najbliższego emitora, zastępującego jeden z fragmentów źródła powierzchniowego, mniejszej niż s_{min} , należy przyjąć, że s jest równe s_{min} , wyrażonego wzorem.

$$s_{min} = \frac{D}{\sqrt{2n}} \quad /6.6/$$

Po dokonaniu podziału źródła powierzchniowego i zastąpieniu go zespołem emitorów dokonuje się obliczeń poziomów substancji w powietrzu zgodnie z punktem 5.

7. Obliczenia poziomów substancji w powietrzu dla liniowych źródeł

Obliczenia poziomów substancji w powietrzu dla liniowego źródła wykonuje się tak jak obliczenia dla zespołu emitorów, zgodnie z punktem 5, po uprzednim umownym zastąpieniu źródła liniowego zespołem emitorów.

7.1 Zastępowanie liniowego źródła zespołem emitorów

Przedstawione sposoby zastępowania źródeł liniowych zespołem emitorów dotyczą skończonych źródeł prostoliniowych o stałej emisji z jednostki długości i stałej efektywnej wysokości źródła. W przypadku gdy źródło nie odpowiada powyższym założeniom, należy go przedstawić w postaci zespołu źródeł liniowych spełniających te założenia.

Zastępowanie źródła liniowego długości D zespołem emitorów polega na właściwym podziale źródła liniowego na odcinki długości d_k i na zastąpieniu każdego z nich emitorem usytuowanym w środku odcinka. Efektywna wysokość emitora jest równa efektywnej wysokości źródła liniowego. Emisja z emitora wyraża się wzorem:

$$e_k = E \cdot \frac{d_k}{D} \quad /7.1/$$

Do podziału źródła liniowego stosuje się następujące metody:

I metoda

Podział źródła liniowego o długości D polega na kolejnym dzieleniu go na dwa równe odcinki. Każdy z powstałych w ten sposób odcinków dzieli się dalej na dwa odcinki o dwukrotnie mniejszej długości, itd. Dzielenie kończy się, jeżeli dla każdego z odcinków źródła liniowego o długości d_k powstałych z kolejnego, k -tego podziału pierwotnego źródła liniowego, spełniony jest jeden z dwóch warunków:

warunek I:

po kolejnym podziale długość odcinka źródła liniowego jest mniejsza niż 20 metrów.

warunek II:

a) przy obliczaniu stężeń substancji w powietrzu uśrednionych dla 1 godziny oraz średnich stężeń substancji na podstawie wzoru 5.1.

$$s \geq \left(\frac{d_k^2}{3,37 \cdot A^2} \right)^{\frac{1}{2a}}, \quad /7.2/$$

gdzie: A - współczynnik obliczany według wzoru 2.17.

s - odległość punktu, w którym określa się stężenie, od najbliższego punktu odcinka źródła liniowego, powstałego z podziału

a - stała zależna od stanu równowagi atmosfery, podana w tabeli 2.2.

b) przy obliczaniu średnich stężeń substancji na podstawie wzoru 5.3.

$$s \geq 4 d_k \quad /7.3/$$

c) przy obliczaniu opadu substancji pyłowej

$$s \geq 5 d_k \quad /7.4/$$

II metoda

Źródło liniowe dzieli się na odcinki o długości 10 metrów.

Po dokonaniu podziału źródła liniowego i zastąpieniu go zespołem emitorów dokonuje się obliczeń poziomów substancji w powietrzu zgodnie z punktem 5.