

Dušilniki zvoka

■ Pravokotni dušilniki zvoka DZ-2, DZ-3

Uporaba

Dušilnik zvoka je naprava, ki je namenjena dušenju hrupa ventilatorjev in klimatskih naprav v prezračevalnih in klimatizacijskih sistemih. Hrup močno negativno vpliva na delovno storilnost in počutje ljudi. Pri ljudeh, ki delajo v hrupnem prostoru, lahko pride do poškodb živčnega sistema, gluhosti in drugih obolenj.

Uporaba dušilnika zvoka DZ-2

Dušilnike zvoka DZ-2 smo razvili za dušenje šuma ventilatorjev v prezračevalnih in klimatskih instalacijah. Na podlagi mnogih praktičnih izračunov je bilo ugotovljeno, da so zahteve po dušenju zvoka pri teh napravah največje v oktavnem frekvenčnem območju 250 Hz. Naši dušilniki DZ-2 z vgrajenimi dušilnimi kulisami K-2 imajo v tem območju precej boljše sposobnosti kot klasični absorpcijski dušilniki zvoka z enakimi debelinami in dolžinami kulis ter enakimi razmiki med kulisami. Dušilne sposobnosti dušilnikov DZ-2 se tudi v ostalih frekvenčnih pasovih zelo dobro prilagajajo akustičnim zahtevam v prezračevalnih in klimatskih sistemih.

Uporaba dušilnika zvoka DZ-3

Dušilniki zvoka DZ-3 so primerni za dušenje hrupa industrijskih naprav in za posebne primere v klimatizacijski tehniki. Ti dušilniki imajo zelo dobre dušilne sposobnosti v frekvenčnem območju od 500 do 4000 Hz.

Opis

Ohišje dušilnika izdelujemo iz pocinkane jeklene pločevine. Priključni prirobnici ohišja sta iz pocinkanih valjanih hitromontažnih prirobnic z robom 30 mm, ki jih povezujejo vogalniki. V ohišje so vgrajene dušilne kulise pri katerih so v okvirje iz jeklene pocinkane pločevine vstavljena posebna polnila iz učinkovitega absorpcijskega materiala. Zunanje površine polnil so zaščitene s celulozno folijo. Izvedba je negorljiva. Dušilne kulise K-2 se od kulis K-3 razlikujejo po tem, da so površine polnil delno prekrite s pasovi iz jeklene pocinkane pločevine. Ti pasovi iz pocinkane pločevine oz. celulozne folije potekajo vzdolž dolžine kulise L, zato pri kulisah K-2 ni dopustna medsebojna zamenjava višine H z dolžino L. Pri tem je L vedno dimenzija kulise v smeri širjenja zvoka.

Dimenzije

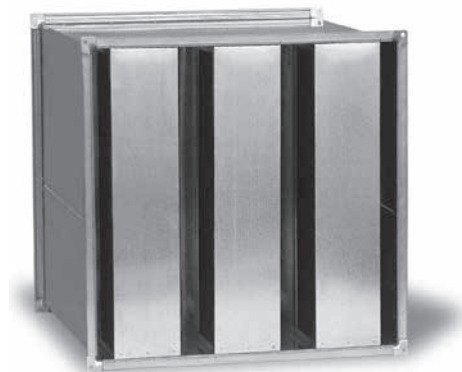
Dimenzije dušilnikov izberemo s programom Klima DZ glede na zahteve, ki nam jih poda kupec. Dobavimo lahko tudi samo kulise. Osnova standardnih velikosti dušilnikov zvoka je razdalja R=250 mm. Vse dolžine in višine dušilnika so mnogokratniki razdalje R, kar omogoča racionalno proizvodnjo.

Določitev ustreznega dušilnika zvoka

Debelina kulise $d=100$ mm je primerna za manjše količine zraka in tedaj, kadar zahtevamo veliko dušenje zvoka pri višjih frekvencah.

Debelina kulise $d=200$ mm je primerna za večje količine zraka in veliko dušenje zvoka pri nizkih frekvencah. Razdaljo med kulisami (s) program izračuna avtomatsko.

Pri dušilnih kulisah z oblogo iz polietilenske folije so dušilne sposobnosti slabše kot pri normalni izvedbi s celulozno folijo. Razlike se pojavijo pri frekvencah 500 Hz in več. Dušenja so zmanjšana za naslednje vrednosti:



K-2



K-3



Dopustne hitrosti zraka ob kulisah

Pri normalni izvedbi – zaščita zunanjih površin polnil s celulozno folijo in ploščami iz jeklene pocinkane pločevine – so maksimalne dopustne hitrosti zraka do 20 m/s. Z vgradnjo perforirane pocinkane pločevine pred celulozno folijo se te hitrosti povečajo do 30 m/s. Pri prašnem ali vlažnem zraku je poleg celulozne folije vgrajena tudi dodatna zaščita s polietilensko folijo in zaščitno mrežo. Tudi pri tej izvedbi so maksimalne dopustne hitrosti do 30 m/s.

Temperaturno območje

- pri normalni izvedbi do 100 °C,
- pri zaščiti s polietilensko folijo in zaščitno mrežo do 80 °C.

Dušilne sposobnosti

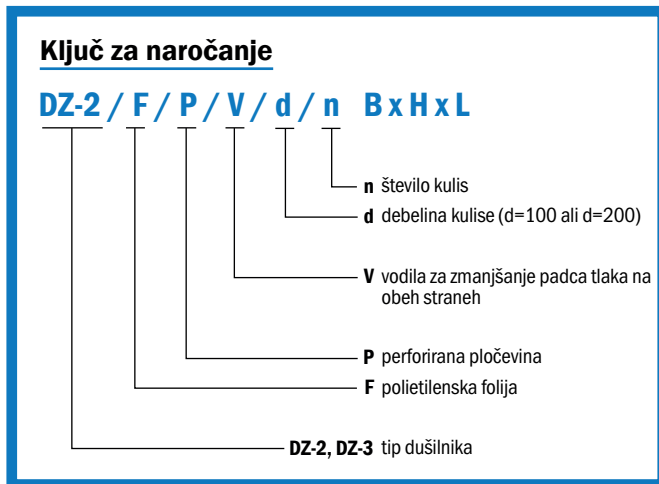
Dušilne sposobnosti smo izmerili v lastnem akustičnem laboratoriju.

V primeru, da je zahtevano dušenje večje od vrednosti, ki so dosegljive z dimenzijsko omejenimi dušilniki, lahko vgradimo več dušilnikov drugega za drugim. Vendar zaradi stranskih prehodov zvoka (preko ohišja dušilnika in okvirjev kulis) na enem mestu ni možno doseči večjega dušenja kot 40 dB – za vsa frekvenčna območja. Večje dušenje lahko dosežemo le z novim dušilnikom, ki mora biti čim bolj oddaljen od prvega.

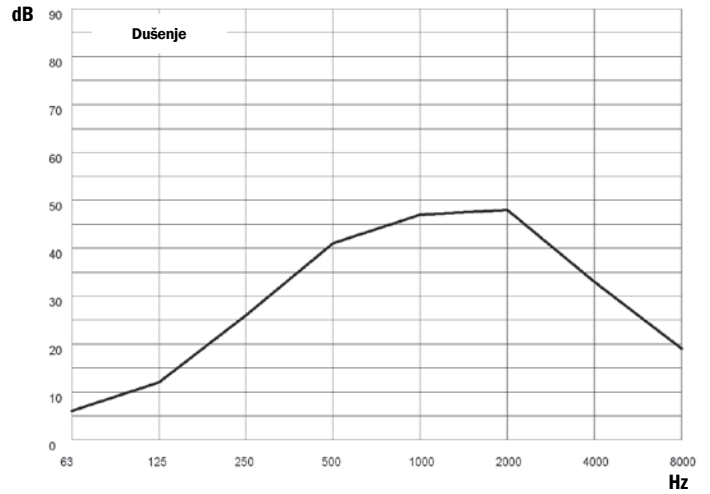
Opozorilo

Pri vgradnji dušilnih kulis v različne kanale moramo paziti, da višina kanala ni večja od višine kulis. Zračno režo nad kanalom in kuliso moramo obvezno zatesniti, ker se drugače lahko zvočna energija nedušeno širi vzdolž dušilnika.

Dušilniki zvoka



	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz
ΔD	14%	36%	50%	50%	50%



Dušilne kulise

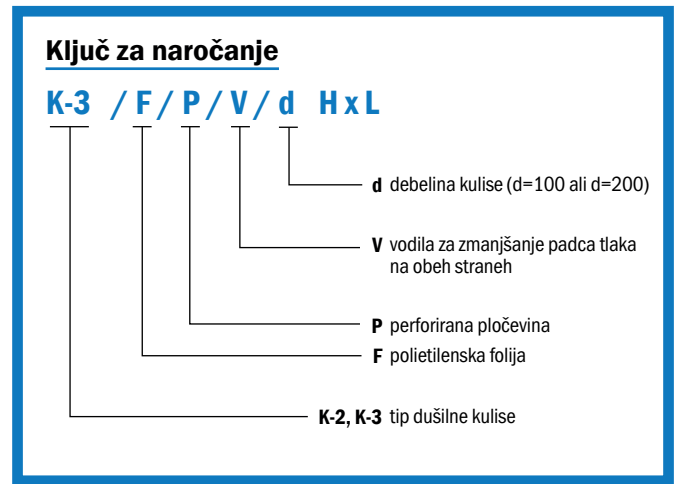


Tabela za določitev sposobnosti dušenja zvoka D (dB)

TIP: DZ-2; d=100 mm

Dolžina dušilnika L=500

Frekvenca (Hz)	Razmik med dušilnimi kulisami s (mm)							
	30	40	50	60	70	80	90	100
63	6	5	3	3	3	2	2	2
125	10	9	7	5	5	5	5	5
250	14	12	10	9	8	7	7	7
500	20	18	16	15	12	12	12	11
1000	25	22	20	18	16	14	13	12
2000	29	25	21	19	16	12	11	10
4000	20	18	17	16	13	10	9	8
8000	15	13	11	10	9	8	8	7

Dolžina dušilnika L=1000

Frekvenca (Hz)	Razmik med dušilnimi kulisami s (mm)							
	30	40	50	60	70	80	90	100
63	6	5	5	5	5	3	3	3
125	13	12	10	9	9	8	7	7
250	25	23	19	16	13	13	13	13
500	35	32	28	25	22	21	21	20
1000	41	37	34	31	28	26	24	23
2000	41	37	33	30	27	18	17	16
4000	28	25	23	22	19	16	15	14
8000	20	18	17	16	14	13	11	10

Dolžina dušilnika L=1500

Frekvenca (Hz)	Razmik med dušilnimi kulisami s (mm)							
	30	40	50	60	70	80	90	100
63	8	7	7	7	7	5	3	4
125	19	17	14	12	12	11	10	9
250	36	32	27	23	20	20	20	19
500	50	47	40	35	32	31	31	30
1000	50	50	49	45	43	37	35	33
2000	50	50	45	41	38	24	22	21
4000	38	33	30	28	26	21	20	18
8000	27	24	22	20	18	17	15	13

Dolžina dušilnika L=2000

Frekvenca (Hz)	Razmik med dušilnimi kulisami s (mm)							
	30	40	50	60	70	80	90	100
63	13	12	9	9	9	8	5	5
125	23	21	18	16	15	12	11	11
250	47	42	35	30	27	27	26	25
500	50	50	50	44	43	43	42	42
1000	50	50	50	50	49	49	46	44
2000	50	50	50	50	47	35	29	27
4000	46	41	37	35	33	28	26	24
8000	34	30	27	24	21	18	17	16

Dolžina dušilnika L=2500

Frekvenca (Hz)	Razmik med dušilnimi kulisami s (mm)							
	30	40	50	60	70	80	90	100
63	13	12	11	11	11	9	8	8
125	24	22	19	18	16	14	14	13
250	50	50	42	38	34	34	34	30
500	50	50	50	50	48	47	45	44
1000	50	50	50	50	50	50	50	50
2000	50	50	50	50	50	37	35	33
4000	50	50	48	43	40	34	31	27
8000	35	32	28	28	25	25	21	18

Dolžina dušilnika L=3000

Frekvenca (Hz)	Razmik med dušilnimi kulisami s (mm)							
	30	40	50	60	70	80	90	100
63	13	12	11	11	11	12	12	12
125	23	22	20	19	18	15	15	14
250	50	50	50	45	39	38	37	36
500	50	50	50	50	50	50	50	50
1000	50	50	50	50	50	50	50	50
2000	50	50	50	50	50	50	39	38
4000	50	50	50	50	46	39	35	30
8000	35	33	31	30	29	28	25	20

Tabela za določitev sposobnosti dušenja zvoka D (dB)

TIP: DZ-2; d=200mm

Dolžina dušilnika L=500

Frekvenca (Hz)	Razmik med dušilnimi kulisami s (mm)							
	60	80	100	120	140	160	180	200
63	4	3	3	3	3	2	2	2
125	8	7	7	4	3	3	3	3
250	16	13	11	9	8	7	7	6
500	18	15	13	11	8	7	7	6
1000	18	15	14	10	9	8	8	7
2000	15	12	10	9	8	7	6	6
4000	16	13	8	9	8	8	7	7
8000	13	11	7	8	7	7	6	6

Dolžina dušilnika L=1000

Frekvenca (Hz)	Razmik med dušilnimi kulisami s (mm)							
	60	80	100	120	140	160	180	200
63	6	5	5	3	3	3	2	2
125	14	12	11	9	8	7	7	6
250	25	22	21	17	15	14	13	12
500	30	26	22	18	16	15	13	12
1000	28	24	22	17	15	13	11	10
2000	23	20	16	13	11	10	9	8
4000	19	17	13	12	10	9	9	8
8000	16	14	11	9	8	8	7	7

Dolžina dušilnika L=1500

Frekvenca (Hz)	Razmik med dušilnimi kulisami s (mm)							
	60	80	100	120	140	160	180	200
63	8	7	7	5	5	5	3	3
125	19	17	16	14	13	12	11	9
250	38	33	30	26	22	20	18	17
500	42	37	31	27	24	21	18	17
1000	39	34	31	24	20	17	15	13
2000	31	27	21	17	16	13	12	11
4000	25	22	18	15	14	13	12	10
8000	22	19	16	13	11	11	9	8

Dolžina dušilnika L=2000

Frekvenca (Hz)	Razmik med dušilnimi kulisami s (mm)							
	60	80	100	120	140	160	180	200
63	10	9	9	7	5	5	5	5
125	24	21	20	18	16	15	14	13
250	47	42	39	34	30	27	25	23
500	50	46	41	35	31	28	25	23
1000	49	43	40	30	25	21	18	16
2000	38	34	26	22	19	17	15	14
4000	30	27	22	19	16	15	14	13
8000	26	23	20	15	13	12	11	9

Dolžina dušilnika L=2500

Frekvenca (Hz)	Razmik med dušilnimi kulisami s (mm)							
	60	80	100	120	140	160	180	200
63	11	10	10	8	7	7	5	5
125	29	25	24	21	19	18	17	16
250	50	49	48	41	37	33	31	28
500	50	50	50	43	38	34	30	28
1000	49	43	43	37	30	25	21	18
2000	45	39	30	25	23	20	17	17
4000	36	31	24	21	19	17	16	15
8000	30	26	22	18	15	14	13	12

Dolžina dušilnika L=3000

Frekvenca (Hz)	Razmik med dušilnimi kulisami s (mm)							
	60	80	100	120	140	160	180	200
63	13	12	10	8	8	7	7	5
125	33	29	28	24	21	20	19	18
250	50	50	50	48	43	39	36	33
500	50	50	50	50	44	40	35	32
1000	50	44	43	43	34	29	23	20
2000	50	44	34	29	25	23	20	18
4000	40	35	27	23	21	20	19	17
8000	33	29	24	20	18	15	14	13

PREZRAČEVALNE
REŠETKE IN VENTILJI

OKROGLI IN
KVADRATNI DIFUZORJI

VRTILNI DIFUZORJI,
VARIABILNI VRTILNI
DIFUZORJI

LINJSKI IN
SPIROKANALSKI
DIFUZORJI

STOLPNI DIFUZORJI

VPIHOVALNE ŠOBE

ZUNANJI ELEMENTI

ENOTE ZA REGULACIJO
ZRAKA

DUŠILNIKI ZVOKA,
AKUSTIČNE REŠETKE

Tabela za določitev sposobnosti dušenja zvoka D (dB)

TIP: DZ-3; d=100 mm

Dolžina dušilnika L=500

Frekvenca (Hz)	Razmik med dušilnimi kulisami s (mm)							
	30	40	50	60	70	80	90	100
63	2	2	2	2	1	1	1	1
125	5	4	4	4	3	3	2	2
250	9	8	7	7	6	6	5	5
500	18	15	13	12	11	11	10	10
1000	35	30	26	25	24	22	21	20
2000	46	42	32	30	28	26	23	20
4000	41	36	26	24	21	18	15	13
8000	30	26	17	15	14	12	10	8

Dolžina dušilnika L=1000

Frekvenca (Hz)	Razmik med dušilnimi kulisami s (mm)							
	30	40	50	60	70	80	90	100
63	6	5	4	3	3	2	2	2
125	10	8	6	5	4	4	3	3
250	22	17	13	12	12	10	8	7
500	34	29	23	22	21	20	19	18
1000	41	39	37	35	34	33	31	30
2000	50	46	44	42	39	36	34	32
4000	45	37	35	32	29	27	24	23
8000	36	29	24	21	18	16	14	13

Dolžina dušilnika L=1500

Frekvenca (Hz)	Razmik med dušilnimi kulisami s (mm)							
	30	40	50	60	70	80	90	100
63	8	7	6	6	5	4	3	3
125	10	9	7	6	5	5	4	4
250	28	24	20	18	16	14	12	10
500	46	39	33	32	30	28	26	25
1000	50	48	47	46	44	43	42	40
2000	50	50	50	50	50	47	46	44
4000	50	47	45	43	41	39	35	33
8000	36	33	31	30	29	24	20	18

Dolžina dušilnika L=2000

Frekvenca (Hz)	Razmik med dušilnimi kulisami s (mm)							
	30	40	50	60	70	80	90	100
63	10	9	8	7	6	5	4	4
125	14	11	9	9	8	8	5	5
250	33	30	27	25	23	20	17	14
500	50	48	43	40	39	37	35	34
1000	50	50	50	50	50	50	50	50
2000	50	50	50	50	50	50	50	50
4000	50	50	50	50	50	50	47	42
8000	45	40	38	36	33	30	27	23

Dolžina dušilnika L=2500

Frekvenca (Hz)	Razmik med dušilnimi kulisami s (mm)							
	30	40	50	60	70	80	90	100
63	11	10	9	8	7	6	6	5
125	18	14	11	11	10	8	7	6
250	41	38	33	29	26	22	20	18
500	50	49	47	40	32	29	26	21
1000	50	50	50	50	50	46	40	36
2000	50	50	50	50	50	50	50	50
4000	50	50	50	50	50	50	50	48
8000	50	46	42	40	38	36	33	28

Dolžina dušilnika L=3000

Frekvenca (Hz)	Razmik med dušilnimi kulisami s (mm)							
	30	40	50	60	70	80	90	100
63	12	12	10	9	9	7	7	6
125	20	20	19	18	15	13	9	8
250	48	44	39	32	28	23	18	10
500	50	50	50	43	39	33	26	18
1000	50	50	50	50	48	45	42	36
2000	50	50	50	50	50	50	50	50
4000	50	50	50	50	50	50	50	50
8000	48	46	44	42	40	39	36	33

Tabela za določitev sposobnosti dušenja zvoka D (dB)

TIP: DZ-3; d=200mm

Dolžina dušilnika L=500

Frekvenca (Hz)	Razmik med dušilnimi kulisami s (mm)							
	60	80	100	120	140	160	180	200
63	3	2	2	2	2	1	1	1
125	5	5	5	4	4	3	2	2
250	11	10	9	8	7	6	6	6
500	20	17	16	14	13	11	10	9
1000	27	25	23	19	17	13	13	12
2000	26	24	20	18	15	12	11	10
4000	18	16	14	12	10	8	7	6
8000	12	11	10	8	7	6	5	5

Dolžina dušilnika L=1000

Frekvenca (Hz)	Razmik med dušilnimi kulisami s (mm)							
	60	80	100	120	140	160	180	200
63	4	4	4	3	3	2	2	2
125	10	9	8	8	7	6	6	5
250	19	18	17	15	14	13	12	11
500	31	30	29	26	25	22	20	18
1000	38	36	34	32	30	27	25	24
2000	37	35	32	27	24	20	18	16
4000	28	26	23	18	17	14	13	12
8000	18	16	14	13	12	9	8	7

Dolžina dušilnika L=1500

Frekvenca (Hz)	Razmik med dušilnimi kulisami s (mm)							
	60	80	100	120	140	160	180	200
63	7	6	6	5	4	3	2	2
125	13	12	11	10	9	8	7	6
250	27	26	23	22	19	17	17	16
500	44	41	38	36	34	31	29	28
1000	48	47	44	42	40	36	34	33
2000	49	48	42	37	33	27	26	24
4000	35	33	28	26	23	17	15	13
8000	22	19	18	16	14	12	10	9

Dolžina dušilnika L=2000

Frekvenca (Hz)	Razmik med dušilnimi kulisami s (mm)							
	60	80	100	120	140	160	180	200
63	9	8	8	7	6	4	4	3
125	15	14	13	13	12	11	10	10
250	38	34	30	27	24	21	20	18
500	50	50	50	47	45	42	40	39
1000	50	50	50	50	50	47	46	45
2000	50	50	50	47	43	37	35	34
4000	38	37	36	32	28	24	22	19
8000	26	24	22	20	17	13	12	11

Dolžina dušilnika L=2500

Frekvenca (Hz)	Razmik med dušilnimi kulisami s (mm)							
	60	80	100	120	140	160	180	200
63	10	9	8	8	7	5	5	4
125	19	17	15	14	13	12	11	11
250	42	40	37	33	30	25	23	22
500	50	50	50	50	50	48	47	46
1000	50	50	50	50	50	49	48	47
2000	50	50	50	50	48	45	42	40
4000	45	43	38	34	33	27	24	22
8000	30	27	23	21	19	16	14	12

Dolžina dušilnika L=3000

Frekvenca (Hz)	Razmik med dušilnimi kulisami s (mm)							
	60	80	100	120	140	160	180	200
63	12	11	10	10	8	6	5	4
125	21	19	17	16	15	13	12	11
250	48	45	42	38	35	30	27	26
500	50	50	50	50	50	50	50	49
1000	50	50	50	50	50	50	50	50
2000	50	50	50	50	50	50	49	46
4000	50	50	43	40	38	29	26	23
8000	34	28	25	22	20	15	14	13

PREZRAČEVALNE
REŠETKE IN VENTILJI

OKROGLI IN
KVADRATNI DIFUZORJI

VRTIČNI DIFUZORJI,
VARIABILNI VRTIČNI
DIFUZORJI

LINJSKI IN
SPIROKANALSKI
DIFUZORJI

STOLPNI DIFUZORJI

VPIHOVALNE ŠOBE

ZUNANJI ELEMENTI

ENOTE ZA REGULACIJO
ZRAKA

DUŠILNIKI ZVOKA,
AKUSTIČNE REŠETKE

Tabela za določitev padca tlaka Δp (Pa)

TIP: DZ-2; d=100 mm

Dolžina dušilnika **L=500**

Hitrost zraka med kulisami V_s (m/s)	Razmik med dušilnimi kulisami s (mm)							
	30	40	50	60	70	80	90	100
2	3	3	3	2	2	2	2	2
4	10	9	8	7	7	6	6	5
6	26	24	23	21	19	17	16	15
8	45	41	38	34	31	28	26	24
10	69	62	57	50	46	42	39	36
12	99	89	81	72	65	60	56	51
14	134	120	108	96	86	80	74	69
16	174	156	141	125	112	104	97	89
18	218	196	177	157	141	130	121	112
20	270	242	218	193	173	161	149	138

Dolžina dušilnika **L=1000**

Hitrost zraka med kulisami V_s (m/s)	Razmik med dušilnimi kulisami s (mm)							
	30	40	50	60	70	80	90	100
2	5	4	3	3	3	2	2	2
4	14	12	10	9	8	7	6	6
6	34	30	27	24	21	19	18	16
8	58	51	45	39	34	31	29	27
10	89	78	69	59	51	47	44	40
12	128	112	98	84	73	67	62	58
14	173	151	132	112	98	90	84	77
16	224	196	172	146	127	118	109	100
18	283	247	216	184	160	148	137	126
20	349	305	266	226	197	182	168	155

Dolžina dušilnika **L=1500**

Hitrost zraka med kulisami V_s (m/s)	Razmik med dušilnimi kulisami s (mm)							
	30	40	50	60	70	80	90	100
2	6	5	4	4	3	3	3	2
4	17	15	13	11	9	8	8	7
6	43	37	33	28	25	22	20	18
8	74	64	56	47	41	36	33	30
10	114	98	85	71	61	55	50	45
12	164	141	122	102	87	79	72	65
14	223	191	164	137	117	106	97	87
16	290	249	214	179	152	139	126	114
18	366	314	270	225	191	174	158	142
20	451	387	332	277	236	215	195	176

Dolžina dušilnika **L=2000**

Hitrost zraka med kulisami V_s (m/s)	Razmik med dušilnimi kulisami s (mm)							
	30	40	50	60	70	80	90	100
2	7	6	5	4	4	3	3	3
4	22	19	16	13	11	10	9	8
6	53	45	39	33	28	25	22	20
8	90	77	67	55	47	42	38	33
10	140	119	102	84	71	63	57	51
12	201	171	146	120	101	91	82	73
14	272	231	197	162	136	123	110	97
16	354	301	257	211	177	160	143	127
18	447	380	323	266	223	201	180	159
20	552	469	399	328	275	248	222	196

Dolžina dušilnika **L=2500**

Hitrost zraka med kulisami V_s (m/s)	Razmik med dušilnimi kulisami s (mm)							
	30	40	50	60	70	80	90	100
2	8	6	5	4	4	3	3	2
4	25	21	18	14	12	11	9	8
6	59	50	44	36	30	27	24	22
8	103	87	74	61	51	45	41	36
10	159	134	114	93	77	69	62	55
12	229	193	164	133	110	99	89	79
14	311	262	221	179	148	134	120	106
16	406	342	288	233	193	174	156	139
18	511	431	363	294	243	219	197	174
20	631	532	447	362	300	271	243	215

Dolžina dušilnika **L=3000**

Hitrost zraka med kulisami V_s (m/s)	Razmik med dušilnimi kulisami s (mm)							
	30	40	50	60	70	80	90	100
2	9	8	6	5	4	3	3	3
4	29	24	20	16	13	11	10	9
6	66	56	48	39	33	29	26	23
8	116	97	82	66	55	49	44	39
10	179	150	126	101	83	75	67	60
12	258	216	181	145	119	107	97	86
14	350	293	245	196	160	145	130	115
16	457	382	319	255	209	189	170	150
18	577	482	402	321	263	238	213	189
20	713	595	496	396	324	293	263	233

Tabela za določitev padca tlaka Δp (Pa)

TIP: DZ-2; d=200 mm

Dolžina dušilnika L=500

Hitrost zraka med kulisami V_s (m/s)	Razmik med dušilnimi kulisami s (mm)							
	60	80	100	120	140	160	180	200
2	3	3	2	2	2	2	2	1
4	9	9	8	7	7	6	6	5
6	26	24	21	20	19	17	16	15
8	43	40	34	33	31	28	26	24
10	67	61	52	49	46	42	39	36
12	97	87	74	69	65	60	56	51
14	130	117	98	93	87	80	74	69
16	169	152	128	120	113	104	97	89
18	212	192	160	151	141	131	121	112
20	263	236	197	186	174	161	149	138

Dolžina dušilnika L=1000

Hitrost zraka med kulisami V_s (m/s)	Razmik med dušilnimi kulisami s (mm)							
	60	80	100	120	140	160	180	200
2	4	3	3	2	2	2	2	2
4	12	11	9	8	7	7	6	6
6	30	27	24	22	21	18	17	16
8	52	46	39	36	34	30	28	25
10	80	70	58	54	50	46	42	38
12	114	101	83	78	72	65	60	54
14	155	136	111	104	96	87	80	72
16	202	178	145	135	125	114	104	94
18	255	224	182	169	157	143	130	118
20	314	276	224	209	193	176	161	145

Dolžina dušilnika L=1500

Hitrost zraka med kulisami V_s (m/s)	Razmik med dušilnimi kulisami s (mm)							
	60	80	100	120	140	160	180	200
2	4	4	3	3	2	2	2	2
4	13	12	10	9	8	7	7	6
6	35	30	26	24	22	20	18	16
8	59	50	42	39	36	33	30	27
10	90	77	64	59	55	49	45	40
12	130	110	91	85	78	71	64	58
14	175	149	122	113	104	95	86	77
16	228	194	159	147	136	123	112	100
18	286	245	200	185	170	155	140	126
20	354	302	246	228	210	191	173	155

Dolžina dušilnika L=2000

Hitrost zraka med kulisami V_s (m/s)	Razmik med dušilnimi kulisami s (mm)							
	60	80	100	120	140	160	180	200
2	5	4	3	3	3	2	2	2
4	15	14	10	9	9	8	7	6
6	38	34	27	25	23	21	19	17
8	65	58	45	42	39	34	31	28
10	100	89	68	63	58	52	47	42
12	144	129	97	90	83	75	67	60
14	195	174	131	121	111	100	90	81
16	254	226	170	157	144	131	118	105
18	320	285	214	197	181	164	148	131
20	395	352	263	243	223	202	182	162

Dolžina dušilnika L=2500

Hitrost zraka med kulisami V_s (m/s)	Razmik med dušilnimi kulisami s (mm)							
	60	80	100	120	140	160	180	200
2	5	4	3	3	3	2	2	2
4	17	15	11	10	9	8	7	7
6	42	36	29	27	25	22	20	18
8	72	61	48	45	41	36	33	29
10	111	94	73	67	62	55	49	44
12	159	135	104	96	88	79	71	63
14	216	182	140	129	118	106	95	84
16	281	238	182	168	154	138	124	110
18	354	299	229	211	193	174	156	137
20	437	370	283	260	238	214	192	169

Dolžina dušilnika L=3000

Hitrost zraka med kulisami V_s (m/s)	Razmik med dušilnimi kulisami s (mm)							
	60	80	100	120	140	160	180	200
2	5	5	3	3	3	3	2	2
4	19	16	12	11	10	9	8	7
6	46	39	32	30	27	24	21	19
8	80	66	54	49	45	40	36	31
10	122	102	81	75	68	61	54	48
12	175	146	117	107	98	87	78	68
14	238	198	157	144	131	117	104	91
16	311	258	204	187	171	153	136	119
18	391	326	257	236	214	192	171	149
20	483	402	317	291	264	237	210	184

Z uporabo vodil za zmanjšanje padca tlaka se padci tlaka iz tabel zmanjšajo za 20 %.

PREZRAČEVALNE
REŠETKE IN VENTILJI

OKROGLI IN
KVADRATNI DIFUZORJI

VRTIČNI DIFUZORJI,
VARIABILNI VRTIČNI
DIFUZORJI

LINJSKI IN
SPIROKANALSKI
DIFUZORJI

STOLPNI DIFUZORJI

VPIHOVALNE ŠOBE

ZUNANJI ELEMENTI

ENOTE ZA REGULACIJO
ZRAKA

DUŠILNIKI ZVOKA,
AKUSTIČNE REŠETKE

Tabela za določitev padca tlaka Δp (Pa)

TIP: DZ-3; d=100 mm

Dolžina dušilnika **L=500**

Hitrost zraka med kulisami V_s (m/s)	Razmik med dušilnimi kulisami s (mm)							
	30	40	50	60	70	80	90	100
2	3	3	2	2	2	2	2	1
4	10	9	8	7	7	6	6	5
6	25	24	24	23	20	17	16	15
8	43	41	40	35	32	29	27	25
10	65	61	58	51	47	42	39	38
12	97	89	83	75	67	62	58	53
14	130	120	112	100	89	83	77	71
16	169	156	145	130	116	108	100	92
18	208	195	184	162	146	134	126	116
20	259	242	227	199	179	167	155	143

Dolžina dušilnika **L=1000**

Hitrost zraka med kulisami V_s (m/s)	Razmik med dušilnimi kulisami s (mm)							
	30	40	50	60	70	80	90	100
2	4	4	3	3	3	2	2	2
4	14	12	10	9	9	7	7	6
6	35	30	27	25	22	20	19	17
8	58	51	46	41	35	33	31	30
10	87	78	71	62	54	50	47	43
12	124	112	102	87	77	72	66	63
14	168	151	137	116	103	96	90	85
16	215	195	178	151	134	125	117	110
18	273	246	223	192	168	157	149	139
20	339	304	274	235	207	194	182	171

Dolžina dušilnika **L=1500**

Hitrost zraka med kulisami V_s (m/s)	Razmik med dušilnimi kulisami s (mm)							
	30	40	50	60	70	80	90	100
2	5	5	4	3	3	3	2	2
4	17	15	13	11	10	9	8	7
6	45	38	33	29	26	23	21	20
8	83	68	57	49	43	37	35	32
10	120	102	88	73	63	58	53	50
12	178	149	126	106	91	83	76	70
14	238	200	169	143	123	112	104	95
16	310	261	221	186	159	147	135	124
18	389	328	278	234	200	184	169	153
20	481	405	342	288	247	249	206	191

Dolžina dušilnika **L=2000**

Hitrost zraka med kulisami V_s (m/s)	Razmik med dušilnimi kulisami s (mm)							
	30	40	50	60	70	80	90	100
2	8	6	6	5	4	3	3	3
4	23	19	18	14	11	10	10	9
6	53	46	41	34	31	26	23	21
8	88	78	70	58	49	46	40	35
10	140	122	107	88	75	67	62	56
12	193	172	154	127	107	97	89	79
14	267	234	206	170	143	132	119	105
16	347	305	269	222	188	170	154	138
18	441	385	337	281	237	215	193	174
20	540	474	417	346	291	265	239	214

Dolžina dušilnika **L=2500**

Hitrost zraka med kulisami V_s (m/s)	Razmik med dušilnimi kulisami s (mm)							
	30	40	50	60	70	80	90	100
2	9	7	7	5	4	4	3	3
4	25	21	20	15	13	12	10	8
6	64	53	46	37	31	28	26	23
8	114	93	77	64	55	49	45	40
10	172	143	120	99	82	74	68	60
12	241	204	174	141	118	107	98	87
14	335	278	232	190	158	144	133	117
16	433	362	304	247	206	188	172	153
18	551	458	382	312	259	235	217	193
20	680	564	469	384	320	293	268	239

Dolžina dušilnika **L=3000**

Hitrost zraka med kulisami V_s (m/s)	Razmik med dušilnimi kulisami s (mm)							
	30	40	50	60	70	80	90	100
2	10	8	6	5	5	4	4	3
4	30	25	20	17	14	12	11	10
6	74	59	48	39	34	30	29	24
8	130	103	82	67	56	50	46	43
10	199	159	128	102	85	77	71	64
12	297	231	181	148	121	112	102	92
14	396	312	247	199	165	151	138	124
16	516	407	322	261	214	196	180	161
18	652	513	405	326	270	248	225	204
20	808	634	499	401	333	305	279	252

Tabela za določitev padca tlaka Δp (Pa)

TIP: DZ-3; d=200 mm

Dolžina dušilnika **L=500**

Hitrost zraka med kulisami V_s (m/s)	Razmik med dušilnimi kulisami s (mm)							
	60	80	100	120	140	160	180	200
2	3	3	2	2	2	2	2	1
4	10	9	8	7	7	6	6	5
6	27	24	22	21	20	17	16	15
8	46	40	36	34	32	29	27	25
10	69	60	53	50	47	43	39	37
12	100	87	76	72	67	62	58	53
14	135	117	102	96	90	83	77	71
16	175	152	132	125	117	108	100	92
18	220	191	166	156	146	135	126	116
20	272	236	205	192	180	167	155	143

Dolžina dušilnika **L=1000**

Hitrost zraka med kulisami V_s (m/s)	Razmik med dušilnimi kulisami s (mm)							
	60	80	100	120	140	160	180	200
2	4	3	3	3	3	2	2	2
4	13	11	9	8	8	7	7	6
6	32	27	24	23	22	19	18	17
8	54	46	40	38	35	32	30	28
10	83	70	60	57	53	49	45	41
12	120	101	86	81	76	70	64	59
14	162	136	115	108	101	93	86	79
16	211	177	150	141	132	121	112	103
18	266	223	188	176	165	152	141	130
20	329	275	231	217	203	188	174	160

Dolžina dušilnika **L=1500**

Hitrost zraka med kulisami V_s (m/s)	Razmik med dušilnimi kulisami s (mm)							
	60	80	100	120	140	160	180	200
2	4	3	3	3	3	2	2	2
4	15	12	10	9	9	8	7	6
6	38	31	26	25	23	21	19	18
8	65	53	43	41	38	34	32	29
10	99	80	66	61	57	52	48	44
12	144	116	94	88	82	75	68	62
14	194	156	126	118	109	100	92	84
16	253	203	164	153	142	130	120	109
18	319	256	206	192	178	164	150	136
20	394	316	253	237	220	202	185	168

Dolžina dušilnika **L=2000**

Hitrost zraka med kulisami V_s (m/s)	Razmik med dušilnimi kulisami s (mm)							
	60	80	100	120	140	160	180	200
2	6	4	3	3	3	3	3	2
4	18	14	11	10	9	8	8	7
6	44	35	28	26	25	22	20	18
8	76	59	47	44	41	37	33	30
10	117	91	71	66	61	55	51	46
12	168	130	102	95	88	80	73	65
14	228	176	137	127	117	107	97	88
16	297	229	178	165	153	139	127	114
18	375	289	223	208	192	175	159	143
20	462	356	275	256	236	216	196	177

Dolžina dušilnika **L=2500**

Hitrost zraka med kulisami V_s (m/s)	Razmik med dušilnimi kulisami s (mm)							
	60	80	100	120	140	160	180	200
2	6	5	4	3	3	3	2	2
4	19	15	12	11	10	9	8	7
6	49	38	30	28	26	23	22	19
8	85	65	50	47	44	39	36	32
10	131	100	77	71	66	59	54	48
12	188	143	110	102	94	85	78	69
14	254	193	147	137	126	114	105	93
16	332	252	192	178	164	149	137	121
18	419	318	241	224	206	187	172	152
20	517	392	297	276	254	231	212	188

Dolžina dušilnika **L=3000**

Hitrost zraka med kulisami V_s (m/s)	Razmik med dušilnimi kulisami s (mm)							
	60	80	100	120	140	160	180	200
2	7	5	4	4	4	3	3	3
4	23	17	12	12	11	10	9	8
6	54	41	32	30	28	25	23	20
8	94	70	54	50	46	41	38	34
10	145	108	82	76	70	63	57	51
12	210	156	117	109	100	91	82	73
14	285	211	158	146	135	122	110	98
16	371	275	206	191	175	159	144	128
18	469	347	259	240	220	200	181	161
20	579	428	319	295	271	247	223	199

Z uporabo vodil za zmanjšanje padca tlaka se padci tlaka iz tabel zmanjšajo za 20 %.

PREZRAČEVALNE
REŠETKE IN VENTILI

OKROGLI IN
KVADRATNI DIFUZORJI

VRTIČNI DIFUZORJI,
VARIABILNI VRTIČNI
DIFUZORJI

LINJSKI IN
SPIROKANALSKI
DIFUZORJI

STOLPNI DIFUZORJI

VPIHOVALNE ŠOBE

ZUNANJI ELEMENTI

ENOTE ZA REGULACIJO
ZRAKA

DUŠILNIKI ZVOKA,
AKUSTIČNE REŠETKE

■ Načrtovanje dušilnika zvoka s programom Klima DZ

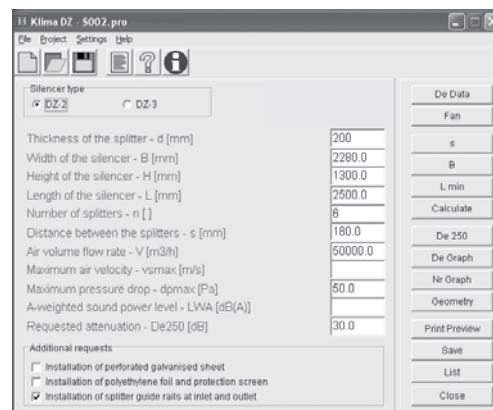
Program Klima DZ je namenjen enostavnemu načrtovanju dušilnikov zvoka tipa DZ-2 in DZ-3. Dušilnik zvoka, sestavljen iz kanala in dušilnih kulis, je multivariabilen sistem, katerega izračun je bil dolgotrajen in zahteven proces. Program Klima DZ je namenjen projektantom prezračevalnih in klimatizacijskih sistemov in zagotavlja tehnološko optimalen izračun dušilnika z minimalnimi vhodnimi podatki. Program omogoča izredno enostavno in intuitivno načrtovanje, saj se vse operacije prožijo z uporabo miške. Program Klima DZ ima tudi tehnološko nadgradnjo, ki omogoča popolnoma avtomatski razpis proizvodnje.

Izračun dušilnikov zvoka DZ-2 in DZ-3

Dušilnik tipa DZ-2 z vgrajenimi kulisami K-2 ima zelo dobre dušilne sposobnosti v oktavnem pasu 250 Hz. Dušilnik tipa DZ-3 z vgrajenimi kulisami K-3 ima zelo dobre dušilne sposobnosti v frekvenčnem območju od 500 do 4000 Hz.

Program Klima DZ omogoča:

- izračun dušilnika zvoka na podlagi minimalnih vhodnih podatkov**
 Uporabnik lahko izračuna dušilnik že na podlagi treh vhodnih podatkov: tip dušilnika (DZ-2 ali DZ-3), širina dušilne kulise in volumenski pretok zraka skozi dušilnik. Uporabnik ponavadi bolj natančno definira akustične zahteve za izračun z dodatnimi vhodnimi podatki. Najpomembnejša sta zahtevano dušenje pri frekvenci 250 Hz in maksimalni nivo zvočne moči za pretočno hrupnost L_{WA} .
- popolnoma avtomatski izračun dušilnika zvoka**
 Program Klima DZ zagotavlja avtomatski izračun vseh dušilnikov, ki izpolnjujejo akustične zahteve določene z vhodnimi podatki. Program za vsak dušilnik izračuna geometrijo, ceno in težo ter uredi podatke na podlagi cene iz bruto cenika proizvajalca – od najcenejšega do najdražjega dušilnika.
- oktavni zvočni spekter ventilatorja**
 V prezračevalnih sistemih je izvor zraka ponavadi ventilator. Nivo zvočne moči ventilatorja je odvisen predvsem od števila in oblike lopatic, volumskega pretoka zraka in celotne tlačne višine. Hrup nastaja zaradi turbulentnega strujanja med lopaticami in zaradi vrtenja rotorja. Program Klima DZ omogoča, da uporabnik vnese oktavni zvočni spekter ventilatorja, ki ga dobi s seštevanjem celotnega nivoja zvočne moči in relativnega nivoja zvočne moči ventilatorja. Relativni nivo zvočne moči na izhodu iz dušilnika predstavlja razliko med spektrom zvočne moči ventilatorja in dušenja dušilnika.
- nivo zvočne moči (L_{WA}) za pretočno šumnost v dB (A)**
 Da bi pri meritvah šumnosti rezultat predstavljal le eno med seboj primerljivo vrednost, se v merilnik hrupa vgradi elektronski filter, ki ovrednoti zvočno moč v različnih frekvenčnih območjih. Glede na sposobnost dojetanja glasnosti za človeško uho, ovrednotimo zvočno moč s korekcijsko krivuljo A in vrednosti merimo v dB (A). Program Klima DZ omogoča, da uporabnik v vhodnih podatkih vnese maksimalni nivo zvočne moči za pretočno šumnost L_{WA} v dB (A) kot kriterij za izračun dušilnika.
- program omogoča izračun cenovno optimalne rešitve**
 Funkcija AUTO zagotavlja izračun vseh dušilnikov, ki ustrezajo zahtevam, določenim z vhodnimi podatki. Program za vsak dušilnik izračuna geometrijo, ceno in težo ter razvrsti podatke na podlagi cene iz bruto cenika proizvajalca.
- grafični prikaz rezultatov načrtovanja**
 Program Klima DZ omogoča grafični prikaz rezultatov za dušenje in pretočno šumnost v obliki oktavnega spektra. Program omogoča zapisovanje tekstovnih in grafičnih rezultatov načrtovanja v predlogo in izpis na tiskalniku.



Izračun dušilnika zvoka s pomočjo programa Klima DZ (primer izpisa)

Izračun dušilnika zvoka

Podatki o projektu (project.pro)		Vhodni podatki	
Projekt		Tip	DZ-2
Stranka		d [mm]	200
Referenca		V [m³/h]	5000
Projektant		vmax [m/s]	
Informacije		dpmx [Pa]	50.0
		L _{WA} [dB(A)]	
		De63 [dB]	
		De125 [dB]	
		De250 [dB]	
		De500 [dB]	
		De1000 [dB]	
		De2000 [dB]	
		De4000 [dB]	
		De8000 [dB]	

Dušenje	
f [Hz]	De [dB]
63	5
125	12
250	22
500	26
1000	24
2000	20
4000	17
8000	14

Pretočna šumnost	
f [Hz]	L _w [dB]
63	46
125	31
250	28
500	30
1000	27
2000	21
4000	17
8000	20

Dušenje pri f=250Hz				
De [dB]	va [m/s]	dp [Pa]	V [m³/h]	L _{WA} [dB(A)]
22	7.2	38.7	5000	32

Dodatne zahteve	
Perforirana pocinkana pločevina	
Poletilenska folija in zaščitna mreža	
Vodila kulisa na vstopu in izstopu	

Ključ	
DZ-2 / 200 / 3	840x800x1000

Klima DZ 3.0 / P1015012005
© OC NP Klima

Izračun dušilnika zvoka

Dušilniki zvoka tipa DZ-2 in DZ-3 so namenjeni dušenju šumnosti ventilatorjev v prezračevalnih in klimatizacijskih sistemih. Dušilnik zvoka je multivariabilen sistem, ki je določen z naslednjimi podatki:

- širina dušilnika **B**
- višina dušilnika **H**
- dolžina dušilnika **L**
- debelina dušilne kulise **d**
- razmik med dušilnimi kulisami **s**
- število dušilnih kulis **n**

Pri načrtovanju dušilnika zvoka se mora uporabnik prilagoditi akustičnim zahtevam v prezračevalnih in klimatizacijskih sistemih:

- zahtevano dušenje, ki predstavlja razliko med spektrom zvočne moči ventilatorja in vsoto, sestavljeno iz lastnega dušenja instalacije in dovoljenega nivoja šumnosti v prostoru
- volumski pretok zraka
- maksimalna dovoljena hitrost zraka med kulisami
- maksimalni dovoljeni padec tlaka v dušilniku
- maksimalni nivo zvočne moči (L_{WA} v dB (A)) pri pretočni šumnosti
- pretočna šumnost v dušilniku, nastala zaradi pretoka zraka med kulisami, mora biti v vsaki oktavi manjša od dušenega hrupa ventilatorja na mestu za dušilnikom

Program Klima DZ omogoča izračun dušilnika za naslednje podatke:

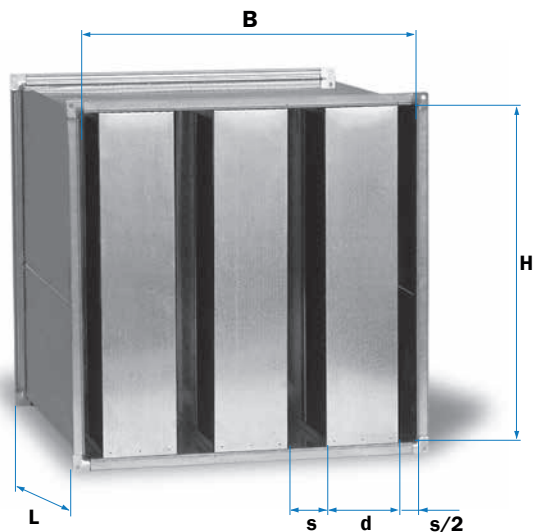
- tip dušilnika: DZ-2 ali DZ-3
- debelina dušilne kulise:
d=100 mm
d=200 mm
- širina dušilnika:
za d=100 mm od B=130 mm do B=1600 mm
za d=200 mm od B=260 mm do B=3200 mm
- višina dušilnika:
za d=100 mm od H=300 mm do H=1200 mm
za d=200 mm od H=300 mm do H=1800 mm
- dolžina dušilnika:
od L=500 mm do L=3000 mm

V končnem izračunu dušilnika mora biti dolžina dušilnika mnogokratnik 250 mm v območju od L=500 mm do L=3000 mm.

- razmik med dušilnimi kulisami:
za d=100 mm od s=30 mm do s=100 mm
za d=200 mm od s=60 mm do s=200 mm
- število dušilnih kulis:
od n=1 do n=8
- volumski pretok zraka skozi dušilnik:
za d=100 mm od V=400 m³/h do V=12000 m³/h
za d=200 mm od V=1000 m³/h do V=100000 m³/h

Območja za volumski pretok so določena na podlagi podatkovnih baz za volumenski pretok zraka skozi dušilnik. Program Klima DZ omogoča izračun hitrosti zraka skozi dušilnik tudi izven zgoraj navedenih območij za volumski pretok s pomočjo prostega preseka.

- hitrost zraka med kulisami:
od $v_s=4$ m/s do $v_s=20$ m/s



Vhodni podatki	
Tip	DZ-2
d [mm]	200
V [m ³ /h]	5000
v _{smax} [m/s]	
dp _{max} [Pa]	50.0
L _{WA} [dB(A)]	
De63 [dB]	
De125 [dB]	
De250 [dB]	
De500 [dB]	
De1000 [dB]	
De2000 [dB]	
De4000 [dB]	
De8000 [dB]	

Pretočna šumnost	
f [Hz]	L _w [dB]
63	46
125	31
250	28
500	30
1000	27
2000	21
4000	17
8000	20

Dušenje pri f=250Hz	
De [dB]	22
vs [m/s]	7.2
dp [Pa]	38.7
V [m ³ /h]	5000
L _{WA} [dB(A)]	32

Dušenje	
f [Hz]	De [dB]
63	5
125	12
250	22
500	26
1000	24
2000	20
4000	17
8000	14