

Na osnovu člana 48 stav 2 Zakona o efikasnom korišćenju energije ("Službeni list CG", broj 57/14) Ministarstvo ekonomije, donijelo je

## **PRAVILNIK O TEHNIČKIM ZAHTJEVIMA EKO DIZAJNA ZA VENTILATORE\***

### *Predmet*

#### **Član 1**

Ovim pravilnikom utvrđuju se tehnički zahtjevi eko dizajna za ventilatore, uključujući ventilatore ugrađene u druge proizvode koji utiču na potrošnju energije (u daljem tekstu: ventilatori), koji se isporučuju na tržište, odnosno stavljaju u upotrebu.

### *Izuzeci od primjene*

#### **Član 2**

Odredbe ovog pravilnika ne primjenjuju se na ventilatore koji su:

- 1) ugrađeni u proizvode sa jednim elektromotorom snage 3 kW ili manje, pri čemu je ventilator pričvršćen na istoj osovinu koja se koristi za pogon osnovne funkcije proizvoda;
- 2) ugrađeni u mašine za sušenje veša i mašine za pranje i sušenje veša najveće ulazne električne snage  $\leq 3$  kW;
- 3) ugrađeni u kuhinjske nape najveće ulazne električne snage  $< 280$  W, koja se odnosi na ventilator;
- 4) posebno namijenjeni za rad u potencijalno eksplozivnim atmosferama;
- 5) namijenjeni samo za upotrebu u slučaju opasnosti u kratkom trajanju, uzimajući u obzir zahtjeve protivpožarne zaštite;
- 6) posebno namijenjeni za rad:
  - pri radnim temperaturama gasa koji se pogoni, većim od  $100$  °C ili pri radnim temperatura okoline motora (koji pokreće ventilator), postavljenog van gasnog toka, većim od  $65$  °C;
  - kada je godišnja prosječna temperatura gasa i/ili radna temperatura okoline motora, postavljenog van gasnog toka, niža od  $- 40$  °C;
  - sa naponom napajanja većim od  $1000$  V za naizmjeničnu struju (AC) ili većim od  $1500$  V za jednosmjernu struju (DC);
  - u toksičnim, visoko korozivnim ili zapaljivim okruženjima ili u okruženjima sa abrazivnim materijama.

Zahtjevi iz Priloga 1 tačka 2 ovog pravilnika, ne primjenjuju se na ventilatore:

- koji su predviđeni da rade sa optimalnim stepenom energetske efikasnosti na  $8\ 000$  obrtaja u minuti ili više;
- kod kojih je specifični odnos veći od  $1,11$ ; i
- koji su namijenjeni za prenos negasovitih materija kod industrijskog postupka (prenosni ventilatori).

### *Značenje izraza*

#### **Član 3**

Izrazi upotrijebljeni u ovom pravilniku imaju sljedeća značenja:

- 1) **eko dizajn** je skup uslova koje mora da ispunjava proizvod koji koristi energiju u pogledu zaštite životne sredine u periodu koji obuhvata proces njegovog nastanka, upotrebe i stavljanja proizvoda van upotrebe;

- 2) **ventilator** je rotaciona mašina sa lopaticama koja se koristi za održavanje neprekidnog protoka gasa, obično vazduha, koji prolazi kroz njega i čiji rad po jediničnoj masi ne prelazi 25 kJ/kg i koja:
  - je opremljena sa elektromotorom ulazne električne snage između 125 W i 500 kW za pogon propelera u uslovima njegove optimalne energetske efikasnosti,
  - je aksijalni ventilator, centrifugalni ventilator, ventilator unakrsnog protoka ili ventilator sa kombinovanim protokom,
  - može biti opremljena motorom prilikom isporuke na tržište i/ili stavljanja u pogon;
- 3) **propeler** (kolo ventilatora) je dio ventilatora koji obezbjeđuje protok gasa silom potiska;
- 4) **aksijalni ventilator** je ventilator koji pokreće gasu smjeru ose rotacije jednog ili više propelera vrtložnog tangencionalnog kretanja koje stvara(ju) rotirajući propeler(i). Aksijalni ventilator može biti opremljen cilindričnim kućištem, ulaznim ili izlaznim lopaticama vodilicama ili pločom sa otvorom ili prstenom sa otvorom;
- 5) **ulazne lopatice vodilice** su lopatice smještene ispred propelera za usmjeravanje protoka gasa prema propeleru i koje mogu biti podesive;
- 6) **izlazne lopatice vodilice** su lopatice smještene iza propelera za usmjeravanje protoka gasa od propelera i koje mogu biti podesive;
- 7) **ploča sa otvorom** je ploča sa otvorom u kojoj je smješten ventilator i koji omogućava njegovo pričvršćivanje na druge konstrukcije;
- 8) **prsten s otvorom** je prsten u kojem je smješten ventilator i koji omogućava njegovo pričvršćivanje na druge konstrukcije;
- 9) **centrifugalni ventilator** je ventilator u kojem gas ulazi u propeler uglavnom u smjeru osovine i napušta ga u smjeru normalno na osovinu i može imati jedan ili dva ulaza i kućište;
- 10) **centrifugalni radijalni ventilator sa lopaticama** je centrifugalni ventilator gdje je spoljni smjer lopatica (jednog ili više) propelera na obodu radijalan u odnosu na osu rotacije;
- 11) **centrifugalni ventilator sa lopaticama zakrivljenim prema naprijed** je centrifugalni ventilator gdje je vanjski smjer lopatica propelera na obodu usmjeren prema naprijed u odnosu na smjer rotacije;
- 12) **centrifugalni ventilator sa lopaticama zakrivljenim prema nazad bez kućišta** je centrifugalni ventilator koji nema kućište, a kod kojeg je spoljni smjer lopatica (jednog ili više) propelera na obodu usmjeren prema nazad, u odnosu na smjer rotacije;
- 13) **kućište** je obloga oko propelera koja usmjerava protok gasa prema, kroz i iz propelera;
- 14) **centrifugalni ventilator sa lopaticama zakrivljenim prema nazad sa kućištem** je centrifugalni ventilator koji ima kućište, a kod kojeg je spoljni smjer lopatica propelera na obodu usmjeren prema nazad u odnosu na smjer rotacije;
- 15) **ventilator unakrsnog protoka** je ventilator u kojem je put gasa kroz propeler u smjeru uglavnom pod pravim uglovima na njegovu osu i pri ulazu i napuštanju propelera na njegovom obodu;
- 16) **ventilator sa kombinovanim protokom** je ventilator kod kojeg se putanja gasa kroz propeler nalazi između putanja gasa u ventilatorima centrifugalnog i aksijalnog tipa;
- 17) **specifični odnos** je količnik vrijednosti pritiska mirovanja izmjeren na izlazu ventilatora i vrijednosti pritiska mirovanja na ulazu ventilatora, u uslovima optimalne energetske efikasnosti ventilatora;
- 18) **ventilator za provjetranje** je ventilator koji se ne koristi u proizvodima koji utiču na potrošnju energije, i to u:
  - mašinama za sušenje veša i kombinovanim mašinama za pranje i sušenje veša najveće ulazne električne snage veće od 3 kW,
  - unutrašnjim jedinicama uređaja za klimatizaciju u domaćinstvu i uređajima za klimatizaciju u domaćinstvu najveće izlazne snage manje od 12 kW, i

- proizvodima informacione tehnologije.

### ***Tehnički zahtjevi eko dizajna***

#### **Član 4**

Tehnički zahtjevi eko dizajna za ventilatore u domaćinstvu utvrđeni su u Prilogu 1 ovog pravilnika.

Mjerenje tehničkih zahtjeva iz stava 1 ovog člana vrši se na način utvrđen u Prilogu 2 ovog pravilnika.

### ***Ocjenjivanje usaglašenosti***

#### **Član 5**

Ocjenjivanje usaglašenosti ventilatora sa tehničkim zahtjevima eko dizajna vrši se u skladu sa propisom kojim se uređuje eko dizajn proizvoda koji utiču na potrošnju energije.

### ***Provjera usaglašenosti sa tehničkim zahtjevima eko dizajna***

#### **Član 6**

Provjera usaglašenosti mjerenja sa tehničkim zahtjevima eko dizajna ventilatora vrši se na način utvrđen u Prilogu 3 ovog pravilnika.

### ***Prilozi***

#### **Član 7**

Prilozi 1, 2 i 3 su sastavni dio ovog pravilnika.

### ***Odložena primjena***

#### **Član 8**

Ventilatori moraju da sadrže informacije o proizvodu koje su utvrđene u Prilogu 1 tačka 3 ovog pravilnika, od 1. jula 2018. godine.

Ventilatori za provjetravanje moraju da ispunjavaju zahtjeve u pogledu minimalne ciljane energetske efikasnosti koje su utvrđene u Prilogu 1 tačka 2 Tabela 1 ovog pravilnika, od 1. jula 2018. godine.

Ventilatori moraju da ispunjavaju zahtjeve u pogledu minimalne ciljane energetske efikasnosti utvrđene u Prilogu 1 tačka 2 Tabela 2 ovog pravilnika, od 1. jula 2021. godine.

Odredbe ovog pravilnika ne primjenjuju se na ventilatore stavljene na tržište do 1. jula 2020. godine, koji zamjenjuju ventilatore ugrađene u proizvode stavljene na tržište prije 1. jula 2018. godine.

### ***Stupanje na snagu***

#### **Član 9**

Ovaj pravilnik stupa na snagu osmog dana od dana objavljivanja u "Službenom listu Crne Gore".

\* U ovaj pravilnik prenijete su odredbe Regulative Komisije (EU) br. 327/2011 od 30. marta 2011. godine o sprovođenju Direktive 2009/125/EZ Evropskog parlamenta i Savjeta o uspostavljanju okvira za utvrđivanje zahtjeva eko dizajna za ventilatore.

Broj: 310- 993/2017-8

Podgorica: 30.11.2017. godine

MINISTARKA

Dragica Sekulić

## TEHNIČKI ZAHTJEVI EKO DIZAJNA ZA VENTILATORE

**1. Definicije za potrebe ovog Priloga**

- 1) **kategorija mjerenja** je ispitivanje, mjerenje ili postupak korišćenja ventilatora, kojim se definišu uslovi na ulazu i izlazu ventilatora koji se ispituje, pri čemu je:
  - *kategorija mjerenja A* postupak gdje se ventilator mjeri pri uslovima slobodnog ulaza i izlaza;
  - *kategorija mjerenja B* postupak gdje se ventilator mjeri pri slobodnom ulazu i sa cijevi postavljenoj na njegovom izlazu;
  - *kategorija mjerenja C* postupak gdje se ventilator mjeri sa cijevi koja je postavljena na njegovom ulazu i pri uslovima slobodnog izlaza;
  - *kategorija mjerenja D* postupak gdje se ventilator mjeri sa cijevi koja je postavljena na njegovom ulazu i izlazu;
- 2) **kategorija efikasnosti** je oblik izlazne energije gasa ventilatora koji se koristi za određivanje energetske efikasnosti ventilatora, bilo statičke efikasnosti ili ukupne efikasnosti, pri čemu se:
  - *statički pritisak ventilatora* ( $p_{sf}$ ) koristi za određivanje snage gasa ventilatora u jednačini efikasnosti za statičku efikasnost ventilatora; i
  - *ukupni pritisak ventilatora* ( $p_f$ ) koristi za određivanje snage gasa ventilatora u jednačini efikasnosti za ukupnu efikasnost;
- 3) **statička efikasnost** je energetska efikasnost ventilatora, koja se zasniva na mjerenju statičkog pritiska ventilatora ( $p_{sf}$ );
- 4) **statički pritisak ventilatora** ( $p_{sf}$ ) je ukupan pritisak ventilatora ( $p_f$ ) umanjen za dinamički pritisak ventilatora korigovan faktorom Mach;
- 5) **pritisak mirovanja** je pritisak izmjerjen u tački protočnog gasa ako je doveden u mirovanje putem izentropskog postupka;
- 6) **dinamički pritisak** je pritisak proračunat iz masenog protoka, prosječne gustine gasa na izlazu i površine izlaza ventilatora;
- 7) **faktor Mach** je korekcionni faktor dinamičkog pritiska u određenoj tački i definiše se kao pritisak u stanju mirovanja, umanjen za pritisak na apsolutnoj nuli koji ima tačka u stanju mirovanja u odnosu na gas oko nje, podijeljen s dinamičkim pritiskom;
- 8) **ukupna efikasnost** je energetska efikasnost ventilatora, koja se zasniva na mjerenju ukupnog pritiska ventilatora ( $p_f$ );
- 9) **ukupni pritisak ventilatora** ( $p_f$ ) je razlika između pritiska mirovanja na izlazu ventilatora i pritiska mirovanja na ulazu ventilatora;
- 10) **stepen efikasnosti** ( $N$ ) je parametar u proračunu ciljane energetske efikasnosti ventilatora specifične ulazne električne snage u režimu njegove optimalne energetske efikasnosti;
- 11) **ciljana energetska efikasnost** ( $\eta_{target}$ ) je minimalna energetska efikasnost koju ventilator mora postići kako bi ispunio zahtjeve, i uzima u obzir ulaznu električnu snagu  $P_{e(d)}$  ventilatora u režimu njegove optimalne energetske efikasnosti i stepen efikasnosti ventilatora ( $N$ );
- 12) **frekventni regulator** je elektronski pretvarač snage koji električnom motoru ventilatora kontinuirano prilagođava električnu snagu radi kontrole izlazne mehaničke snage motora, u skladu sa karakteristikom "obrtni moment/brzina" u zavisnosti od opterećenja, tako što mijenja frekvenciju i napon. Frekventni regulator može da bude ugrađen u motor ili da funkcioniše kao poseban uređaj;
- 13) **cjelokupna efikasnost** je statička efikasnost ili ukupna efikasnost, zavisno od toga šta se primjenjuje.

## 2. Zahtjevi energetske efikasnosti ventilatora

Minimalni zahtjevi u pogledu energetske efikasnosti ventilatora dati su u Tabelama 1 i 2.

Tabela 1

Tip ventilatora	Kategorija mjerjenja (A-D)	Kategorija efikasnosti (statička ili ukupna)	Opseg snage P (kW)	Ciljana energetska efikasnost	Stepen efikasnosti (N)
Aksijalni ventilator	A, C	statička	$0,125 \leq P \leq 10$	$\eta_{\text{target}} = 2,74 \cdot \ln(P) - 6,33 + N$	36
			$10 < P \leq 500$	$\eta_{\text{target}} = 0,78 \cdot \ln(P) - 1,88 + N$	
	B, D	ukupna	$0,125 \leq P \leq 10$	$\eta_{\text{target}} = 2,74 \cdot \ln(P) - 6,33 + N$	50
			$10 < P \leq 500$	$\eta_{\text{target}} = 0,78 \cdot \ln(P) - 1,88 + N$	
Centrifugalni ventilator sa lopaticama zakrivljenim prema naprijed i centrifugalni radijalni ventilator sa lopaticama	A, C	statička	$0,125 \leq P \leq 10$	$\eta_{\text{target}} = 2,74 \cdot \ln(P) - 6,33 + N$	37
			$10 < P \leq 500$	$\eta_{\text{target}} = 0,78 \cdot \ln(P) - 1,88 + N$	
	B, D	ukupna	$0,125 \leq P \leq 10$	$\eta_{\text{target}} = 2,74 \cdot \ln(P) - 6,33 + N$	42
			$10 < P \leq 500$	$\eta_{\text{target}} = 0,78 \cdot \ln(P) - 1,88 + N$	
Centrifugalni ventilator sa lopaticama zakrivljenim prema nazad bez kućišta	A, C	statička	$0,125 \leq P \leq 10$	$\eta_{\text{target}} = 4,56 \cdot \ln(P) - 10,5 + N$	58
			$10 < P \leq 500$	$\eta_{\text{target}} = 1,1 \cdot \ln(P) - 2,6 + N$	
Centrifugalni ventilator sa lopaticama zakrivljenim prema nazad sa kućištem	A, C	statička	$0,125 \leq P \leq 10$	$\eta_{\text{target}} = 4,56 \cdot \ln(P) - 10,5 + N$	58
			$10 < P \leq 500$	$\eta_{\text{target}} = 1,1 \cdot \ln(P) - 2,6 + N$	
	B, D	ukupna	$0,125 \leq P \leq 10$	$\eta_{\text{target}} = 4,56 \cdot \ln(P) - 10,5 + N$	61
			$10 < P \leq 500$	$\eta_{\text{target}} = 1,1 \cdot \ln(P) - 2,6 + N$	
Ventilator sa kombinovanim protokom	A, C	statička	$0,125 \leq P \leq 10$	$\eta_{\text{target}} = 4,56 \cdot \ln(P) - 10,5 + N$	47
			$10 < P \leq 500$	$\eta_{\text{target}} = 1,1 \cdot \ln(P) - 2,6 + N$	
	B, D	ukupna	$0,125 \leq P \leq 10$	$\eta_{\text{target}} = 4,56 \cdot \ln(P) - 10,5 + N$	58
			$10 < P \leq 500$	$\eta_{\text{target}} = 1,1 \cdot \ln(P) - 2,6 + N$	
Ventilator unakrsnog protoka	B, D	ukupna	$0,125 \leq P \leq 10$	$\eta_{\text{target}} = 1,14 \cdot \ln(P) - 2,6 + N$	13
			$10 < P \leq 500$	$\eta_{\text{target}} = N$	

Tabela 2

Tipovi ventilatora	Kategorija mjerjenja (A-D)	Kategorija efikasnosti (statička ili ukupna)	Opseg snage P (kW)	Ciljana energetska efikasnost	Stepen efikasnosti (N)
Aksijalni ventilator	A, C	statička	$0,125 \leq P \leq 10$	$\eta_{\text{target}} = 2,74 \cdot \ln(P) - 6,33 + N$	40
			$10 < P \leq 500$	$\eta_{\text{target}} = 0,78 \cdot \ln(P) - 1,88 + N$	
	B, D	ukupna	$0,125 \leq P \leq 10$	$\eta_{\text{target}} = 2,74 \cdot \ln(P) - 6,33 + N$	58
			$10 < P \leq 500$	$\eta_{\text{target}} = 0,78 \cdot \ln(P) - 1,88 + N$	
Centrifugalni ventilator sa lopaticama zakrivljenim prema naprijed i centrifugalni radijalni ventilator sa lopaticama	A, C	statička	$0,125 \leq P \leq 10$	$\eta_{\text{target}} = 2,74 \cdot \ln(P) - 6,33 + N$	44
			$10 < P \leq 500$	$\eta_{\text{target}} = 0,78 \cdot \ln(P) - 1,88 + N$	
	B, D	ukupna	$0,125 \leq P \leq 10$	$\eta_{\text{target}} = 2,74 \cdot \ln(P) - 6,33 + N$	49
			$10 < P \leq 500$	$\eta_{\text{target}} = 0,78 \cdot \ln(P) - 1,88 + N$	
Centrifugalni ventilator sa lopaticama zakrivljenim prema nazad bez kućišta	A, C	statička	$0,125 \leq P \leq 10$	$\eta_{\text{target}} = 4,56 \cdot \ln(P) - 10,5 + N$	62
			$10 < P \leq 500$	$\eta_{\text{target}} = 1,1 \cdot \ln(P) - 2,6 + N$	
Centrifugalni ventilator sa lopaticama zakrivljenim prema nazad as kućištem	A, C	statička	$0,125 \leq P \leq 10$	$\eta_{\text{target}} = 4,56 \cdot \ln(P) - 10,5 + N$	61
			$10 < P \leq 500$	$\eta_{\text{target}} = 1,1 \cdot \ln(P) - 2,6 + N$	
	B, D	ukupna	$0,125 \leq P \leq 10$	$\eta_{\text{target}} = 4,56 \cdot \ln(P) - 10,5 + N$	64
			$10 < P \leq 500$	$\eta_{\text{target}} = 1,1 \cdot \ln(P) - 2,6 + N$	
Ventilator sa kombinovanim protokom	A, C	statička	$0,125 \leq P \leq 10$	$\eta_{\text{target}} = 4,56 \cdot \ln(P) - 10,5 + N$	50
			$10 < P \leq 500$	$\eta_{\text{target}} = 1,1 \cdot \ln(P) - 2,6 + N$	
	B, D	ukupna	$0,125 \leq P \leq 10$	$\eta_{\text{target}} = 4,56 \cdot \ln(P) - 10,5 + N$	62
			$10 < P \leq 500$	$\eta_{\text{target}} = 1,1 \cdot \ln(P) - 2,6 + N$	
Ventilator unakrsnog protoka	B, D	ukupna	$0,125 \leq P \leq 10$	$\eta_{\text{target}} = 1,14 \cdot \ln(P) - 2,6 + N$	21
			$10 < P \leq 500$	$\eta_{\text{target}} = N$	

Za ventilatore namjene za rad u uobičajenim uslovima i u slučajevima opasnosti, pri kratkotrajnom korišćenju uzimajući u obzir zahtjeve protivpožarne zaštite, vrijednosti stepena efikasnosti (N) date u Tabeli 1 umanjice se za 10 %, odnosno za 5 % u Tabeli 2.

### 3. Zahtjevi u pogledu informacija o proizvodu za ventilatore

Tehnička dokumentacija ventilatora i internet stranice proizvođača ventilatora, koje imaju slobodan pristup, sadrže sljedeće informacije o ventilatorima:

- 1) cjelokupna efikasnost ( $\eta$ ), zaokružena na jedno decimalno mjesto;
- 2) kategorija mjerenja (od A do D) koja se koristi za određivanje energetske efikasnosti;
- 3) kategorija efikasnosti (statička ili ukupna);
- 4) stepen efikasnosti u režimu optimalne energetske efikasnosti;
- 5) da li je proračunom efikasnosti ventilatora pretpostavljena primjena frekventne regulacije i ako jeste, da li je frekventni regulator ugrađen unutar ventilatora ili ga je potrebno ugraditi;
- 6) godina proizvodnje;
- 7) naziv proizvođača ili robnu marku i sjedište proizvođača;
- 8) broj modela proizvoda;
- 9) nazivna ulazna snaga motora (kW), protok i pritisak pri optimalnoj energetskej efikasnosti;
- 10) broj obrtaja u minuti u režimu optimalne energetske efikasnosti;
- 11) specifični odnos;
- 12) podaci relevantni za rastavljanje, recikliranje ili odlaganje na kraju životnog vijeka;
- 13) podaci relevantni za smanjenje uticaja na životnu sredinu i obezbjeđenje optimalnog očekivanog životnog vijeka sa obzirom na ugradnju, korišćenje i održavanje ventilatora;
- 14) opis dodatnih stavki koje se koriste pri određivanju energetske efikasnosti ventilatora, poput cijevi, a koje nijesu opisane u kategoriji mjerenja i nijesu isporučene sa ventilatorom.

Podaci u tehničkoj dokumentaciji navode se redoslijedom kako je navedeno u podtač. od 1 do 14 ove tačke, a mogu se prikazati primjenom grafikona, brojki ili simbola.

Podaci iz podtač. 1, 2, 3 i 4 ove tačke, navode se i na nazivnoj pločici ventilatora, dok se za podtačku 5 ove tačke, navodi:

- frekventni regulator se mora ugraditi sa ovim ventilatorom, ili
- frekventni regulator je ugrađen u ventilator.

Proizvođači u uputstvu za upotrebu navode informacije o posebnim mjerama opreza koje treba preduzeti prilikom sastavljanja, ugradnje ili održavanja ventilatora. U slučaju da se u podtački 5 ove tačke navodi da je potrebno ugraditi frekventnu regulacija, proizvođači dostavljaju detalje o karakteristikama frekventnog regulatora radi obezbjeđenja optimalne eksploatacije.

Za ventilatore iz člana 2 stav 1 tač. 4, 5 i 6, odnosno iz člana 2 stav 2 ovog pravilnika, na njihovoj ambalaži i u tehničkoj dokumentaciji potrebno je jasno naznačiti namjenu ventilatora, odnosno informaciju za koji proizvod je ventilator namijenjen.



## MJERENJA TEHNIČKIH ZAHTJEVA EKO DIZAJNA VENTILATORA

### 1. Definicije za potrebe ovog Priloga

- 1) **ulazni zapreminski protok u mirovanju** ( $q$ ) je zapremina gasa koji prolazi kroz ventilator u jedinici vremena (u  $m^3/s$ ) i izračunava se kao količnik mase gasa koji pokreće ventilator (u  $kg/s$ ) i gustine tog gasa na ulazu ventilatora (u  $kg/m^3$ );
- 2) **faktor kompresije** je bezdimenzionalna veličina koja opisuje količinu kompresije gasa proteklog tokom ispitivanja i izračunava se kao odnos mehaničkog rada koji ventilator vrši na gas i rada koji bi se vršio na nestišljiv fluid istog masenog protoka, ulazne gustine i odnosa pritiska, uzimajući u obzir pritisak ventilatora kao ukupni pritisak ( $k_p$ ) ili statički pritisak ( $k_{ps}$ );
- 3)  $k_{ps}$  je koeficijent kompresije za proračun statičke snage gasa ventilatora;
- 4)  $k_p$  je koeficijent kompresije za proračun ukupne snage gasa ventilatora;
- 5) **konačni sklop** je dovršeni ili na licu mjesta sastavljen sklop ventilatora koji sadrži sve elemente za pretvaranje električne energije u snagu gasa ventilatora bez potrebe dodavanja više dijelova ili komponenti;
- 6) **nekonačni sklop** je sklop dijelova ventilatora, koji se sastoji od najmanje propelera, a kojem je potrebna jedna ili više spoljnih komponenti kako bi bio u mogućnosti pretvoriti električnu energiju u snagu gasa ventilatora;
- 7) **direktni pogon** je pogon ventilatora kod kojeg je propeler pričvršćen za osovinu motora, bilo direktno ili putem koaksijalne spojnice i kada je brzina propelera istovjetna obrtnoj brzini motora;
- 8) **prenos** je pogon ventilatora koji nije direktni i može uključivati prenose primjenom remenog pogona, mjenjača ili klizne spojnice;
- 9) **pogon niske efikasnosti** je prenos sa primjenom remena čija je širina manja od tri debljine remena ili primjenom nekog drugog oblika prenosa osim pogona visoke efikasnosti;
- 10) **pogon visoke efikasnosti** je prenos sa primjenom remena čija širina iznosi najmanje tri debljine remena, zupčastog remena ili sa primjenom zupčanika.

### 2. Metoda mjerenja

Za potrebe usklađenosti i provjeru usklađenosti sa zahtjevima ovog pravilnika, vrše se mjerenja i proračuni primjenom pouzdanih, tačnih i ponovljivih metoda, uzimajući u obzir opšte priznate najsavremenije metode mjerenja, za čije se rezultate smatra da imaju malu nesigurnost.

### 3. Metoda proračuna

Proračun energetske efikasnosti određenog ventilatora zasniva se na odnosu snage gasa i ulazne električne snage motora, gdje je snaga gasa ventilatora proizvod stope zapreminskog protoka gasa i razlike pritiska sa obje strane ventilatora. Pritisak je statički pritisak ili ukupni pritisak, koji predstavlja zbir statičkog i dinamičkog pritiska zavisno od mjerenja i kategorije efikasnosti.

3.1 Ako se ventilator isporučuje kao konačni sklop, mjeri se snaga gasa i ulazna električna snaga ventilatora u režimu njegove optimalne energetske efikasnosti na sljedeći način:

- a) za slučaj da ventilator ne uključuje frekventnu regulaciju, računa se cjelokupna efikasnost primjenom sljedeće jednačine:

$$\eta_e = P_{u(s)}/P_e$$

gdje je:

$\eta_e$  - cjelokupna efikasnost;

$P_{u(s)}$  - snaga gasa ventilatora, određena u skladu sa podtačkom 3.3 ovog priloga, kada ventilator radi u režimu svoje optimalne energetske efikasnosti;

$P_e$ - snaga mjerena na glavnim ulaznim priključcima motora ventilatora na električnu mrežu, kada ventilator radi u režimu svoje optimalne energetske efikasnosti;

- b) za slučaj da ventilator uključuje frekventnu regulaciju, izračunava se cjelokupna efikasnost primjenom sljedeće jednačine:

$$\eta_e = (P_{u(s)} / P_{ed}) \cdot C_c$$

gdje je:

$\eta_e$ -cjelokupna efikasnost;

$P_{u(s)}$ - snaga gasa ventilatora, određena u skladu sa podtačkom 3.3 ovog priloga, kada ventilator radi u režimu svoje optimalne energetske efikasnosti;

$P_{ed}$ - snaga mjerena na glavnim ulaznim priključcima frekventnog regulatora ventilatora na električnu mrežu kada ventilator radi u režimu svoje optimalne energetske efikasnosti;

$C_c$ - kompenzacioni faktor djelimičnog opterećenja kako slijedi:

- za motor sa frekventnim regulatorom i  $P_{ed} \geq 5$  kW,  $C_c = 1,04$ ,
- za motor sa frekventnim regulatorom i  $P_{ed} < 5$  kW,  $C_c = -0,03 \ln(P_{ed}) + 1,088$ .

- 3.2 Ako se ventilator nabavlja kao nekonačni sklop, cjelokupna efikasnost ventilatora izračunava se u režimu optimalne energetske efikasnosti propelera, primjenom sljedeće jednačine:

$$\eta_e = \eta_r \cdot \eta_m \cdot \eta_T \cdot C_m \cdot C_c$$

gdje je:

$\eta_e$ - cjelokupna energetska efikasnost;

$\eta_r$ - efikasnost propelera ventilatora koja predstavlja odnos snage gasa ventilatora određene u skladu sa podtačkom 3.3 ovog priloga, u režimu optimalne energetske efikasnosti ( $P_{u(s)}$ ) i snage osovine ventilatora u režimu optimalne energetske efikasnosti propelera ( $P_a$ );

$\eta_m$ - nominalna nazivna efikasnost motora u skladu sa propisom kojim se uređuju zahtjevi za ekodizajn električnih motora. U slučaju da motor nije obuhvaćen navedenim propisom ili u slučaju da motor nije isporučen,  $\eta_m$  se izračunava primjenom sljedećih vrijednosti:

- ako je preporučena ulazna električna snaga  $P_e \geq 0,75$  kW,

$$\eta_m = 0,000278 \times (x^3) - 0,019247 \times (x^2) + 0,104395 \times x + 0,809761,$$

gdje je  $x = \lg(P_e)$ , a  $P_e$  kako je definisano u tački 3 podtačka a) ovog priloga,

- ako je preporučena ulazna električna snaga  $P_e < 0,75$  kW,

$$\eta_m = 0,1462 \times \ln(P_e) + 0,8381,$$

i  $P_e$  e kako je definisano u tački 3 podtačka a ovog priloga, pri čemu ulazna električna snaga  $P_e$  koju preporučuje proizvođač ventilatora treba da bude dovoljna da ventilator dostigne svoju optimalnu energetska efikasnost, uzimajući u obzir gubitke iz sistema prenosa, ako se primjenjuju.

$\eta_T$ -efikasnost pogona za koji se koriste sljedeće zadate vrijednosti:

- za direktan pogon  $\eta_T = 1,0$ ;
- ako je prenos pogon niske efikasnosti i
  - $P_a \geq 5$  kW,  $\eta_T = 0,96$ , ili
  - $1$  kW  $< P_a < 5$  kW,  $\eta_T = 0,0175 \times P_a + 0,8725$ , ili
  - $P_a \leq 1$  kW,  $\eta_T = 0,89$ ,
- ako je prenos pogon visoke efikasnosti i
  - $P_a \geq 5$  kW,  $\eta_T = 0,98$ , ili

- $1 \text{ kW} < P_a < 5 \text{ kW}$ ,  $\eta_T = 0,01 \times P_a + 0,93$ , ili
- $P_a \leq 1 \text{ kW}$ ,  $\eta_T = 0,94$ .

$C_m$ - kompenzacioni faktor za usklađivanje komponenti koji iznosi 0,9;

$C_c$ - kompenzacioni faktor djelimičnog opterećenja:

- za motor bez frekventnog regulatora,  $C_c = 1,0$ ,
- za motor sa frekventnim regulatorom i  $P_{ed} \geq 5 \text{ kW}$ ,  $C_c = 1,04$ ,
- za motor sa frekventnim regulatorom i  $P_{ed} < 5 \text{ kW}$ ,  $C_c = -0,03 \ln(P_{ed}) + 1,088$ .

3.3 Snaga gasa ventilatora,  $P_{u(s)}$  (kW) izračunava se u skladu sa metodom ispitivanja kategorije mjerenja koju je odabrao dobavljač ventilatora:

- ako je ventilator izmjerjen u skladu sa kategorijom mjerenja A, za statičku snaga gasa ventilatora  $P_{us}$  koristi se matematički izraz:  $P_{us} = q \cdot p_{sf} \cdot k_{ps}$ ;
- ako je ventilator izmjerjen u skladu sa kategorijom mjerenja B, za statičku snaga gasa ventilatora  $P_{us}$  koristi se matematički izraz:  $P_u = q \cdot p_f \cdot k_p$ ;
- ako je ventilator izmjerjen u skladu sa kategorijom mjerenja C, za statičku snaga gasa ventilatora  $P_{us}$  koristi se matematički izraz:  $P_{us} = q \cdot p_{sf} \cdot k_{ps}$ ;
- ako je ventilator izmjerjen u skladu sa kategorijom mjerenja D, za statičku snaga gasa ventilatora  $P_{us}$  koristi se matematički izraz:  $P_u = q \cdot p_f \cdot k_p$ .

#### 4. Proračun ciljane energetske efikasnosti

Ciljana energetska efikasnost je energetska efikasnost koju ventilator određenog tipa mora postići kako bi ispunio zahtjeve iz ovog pravilnika (iskazana u procentima cjelobrojnog iznosa). Proračun ciljane energetske efikasnosti uzima u obzir ulaznu električnu snagu  $P_{e(d)}$  i minimalni stepen efikasnosti (N) propisan u Prilogu 1 ovog pravilnika.

Pri proračunu ciljane energetske efikasnosti uzimaju se u obzir različite karakteristike pojedinih tipova ventilatora.

4.1 Ciljana energetska efikasnost aksijalnih ventilatora, centrifugalnih ventilatora sa lopaticama zakrivljenim prema naprijed i centrifugalnih radijalnih ventilatora sa lopaticama (sa ugrađenim aksijalnim ventilatorom) izračunava se primjenom sljedećih formula u zavisnosti od ulazne električne snage ( $P_{e(d)}$ ):

Za $P_{e(d)}$ od 0,125 kW do 10 kW	Za $P_{e(d)}$ od 10 kW do 500 kW
$\eta_{target} = 2,74 \cdot \ln(P_{e(d)}) - 6,33 + N$	$\eta_{target} = 0,78 \cdot \ln(P_{e(d)}) - 1,88 + N$

gdje je N cijeli broj potrebnog stepena efikasnosti.

4.2 Ciljana energetska efikasnost centrifugalnih ventilatora sa lopaticama zakrivljenim prema nazad bez kućišta, centrifugalnih ventilatora sa lopaticama zakrivljenim prema nazad sa kućištem i ventilatora sa kombinovanim protokom izračunava se primjenom sljedećih formula, u zavisnosti od ulazne električne snage ( $P_{e(d)}$ ):

Za $P_{e(d)}$ od 0,125 kW do 10 kW	Za $P_{e(d)}$ od 10 kW do 500 kW
$\eta_{target} = 4,56 \cdot \ln(P_{e(d)}) - 10,5 + N$	$\eta_{target} = 1,1 \cdot \ln(P_{e(d)}) - 2,6 + N$

gdje je N cijeli broj potrebnog stepena efikasnosti.

4.3 Ciljana energetska efikasnost ventilatora unakrsnog protoka izračunava se primjenom sljedećih formula, u zavisnosti od ulazne električne snage ( $P_{e(d)}$ ):

Za $P_{e(d)}$ od 0,125 kW do 10 kW	Za $P_{e(d)}$ od 10 kW do 500 kW
$\eta_{\text{target}} = 1,14 \cdot \ln(P_{e(d)}) - 2,6 + N$	$\eta_{\text{target}} = N$

gdje je N cijeli broj potrebnog stepena efikasnosti.

### **5. Primjena ciljane energetske efikasnosti**

Kako bi se ispunili minimalni zahtjevi energetske efikasnosti, cjelokupna efikasnost ventilatora ( $\eta_e$ ) izračunata u skladu sa tačkom 3 ovog priloga, mora biti istovjetna ili veća od vrijednosti ciljane energetske efikasnosti ( $\eta_{\text{target}}$ ) koju određuje stepen efikasnosti.

PROVJERA USAGLAŠENOSTI MJERENJA SA TEHNIČKIM  
ZAHTJEVIMA EKO DIZAJNA ZA VENTILATORE

U svrhu provjere usaglašenosti mjerenja sa tehničkim zahtjevima eko dizajna ventilatora primjenjuje se sljedeći postupak provjere:

- 1) ispituje se samo jedna jedinica;
- 2) smatra se da model ispunjava zahtjeve iz ovog pravilnika ako je cjelokupna efikasnost ventilatora ( $\eta_e$ ) jednaka najmanje ciljanoj energetskej efikasnosti  $\times 0,9$  izračunatoj u skladu sa Prilogom 2 tačka 3 ovog pravilnika i primjenom stepena efikasnosti iz Priloga 1 ovog pravilnika;
- 3) ako rezultat iz tačke 2 nije postignut:
  - za modele koji se proizvode u količinama manjim od pet godišnje, smatra se da model ne ispunjava uslove iz ovog pravilnika,
  - za modele koji se proizvode u količinama od pet ili više godišnje, ispituju se tri dodatne jedinice;
- 4) smatra se da model ispunjava zahtjeve ovog pravilnika ako je prosječna cjelokupna efikasnost ( $\eta_e$ ) tri jedinice iz tačke 3 ovog priloga jednaka najmanje ciljanoj energetskej efikasnosti  $\times 0,9$  izračunatoj u skladu sa Prilogom 2 tačka 3 ovog pravilnika i primjenom stepena efikasnosti iz Priloga 1 ovog pravilnika;
- 5) ako rezultati iz tačke 4 ovog priloga nijesu postignuti, smatra se da model ne ispunjava tehničke zahtjeve eko dizajna ventilatora.