

## SFP – oluline näitaja ventilatsioonisüsteemide kavandamisel ja hindamisel

### Sissejuhatus

Kui analüüsida ventilatsioonisüsteemide energiatarbimisi, võib täheldada, et sageli on kulutused elektrienergiale märgatavalt suuremad soojusenergia omadest. Seetõttu on ka Eestis üha sagedamini hakatud rääkima tähekombinatsioonist SFP, mis tuleneb ingliskeelse termini *specific fan power* esitähedest. Kaudne tõlge eesti keelde oleks ventilaatori elektriline erivõimsus. Käesoleva artikli eesmärgiks on anda lühiülevaade SFP taustast, olemusest ja kasutusvõimalustest.

SFP iseloomustab ventilatsioonisüsteemi(de) efektiivsust lähtudes elektrienergia kulust ja näitab sundventilatsiooni õhuvahetuse tagamiseks kuluva ventilaatori(te) elektrivõimsuse suhet ventilaatori(te) poolt transportitavasse õhuvoolu. Mida väiksem on SFP, seda väiksem on ka elektrienergia tarbimine.

SFP avaldub üldistatud kujul valemina

$$SFP = \frac{N}{L}$$

N ventilaatori(te) poolt tarbitav elektrivõimsus, kW  
L ventilaatori(te) õhuvool m<sup>3</sup>/s

SFP näitab kui palju ventilaator võtab elektrivõrgust võimsust ettenähtud ventilatsiooni õhuvoolu tagamiseks. Ettenähtud vooluhulga tagamine eeldab ventilaatori töötamist vajalikus karakteristikus, ehk ta peab arendama vajalikku rõhku ja tootlikkust. Paigaldatud ventilatsiooni süsteemi ventilaatori SFP saab kohapeal suhteliselt hõlpsalt määrata. Selleks tuleb tagada ventilaatori juures ette nähtud (projekti kohane) õhuvool ja rõhk ning mõõta ventilaatori poolt tegelikult tarbitavat elektrivõimsust.

Enam levinud SFP ühikuks on kW/(m<sup>3</sup>/s). Vahel kasutatakse ka W/(m<sup>3</sup>/s), mis on eelmisest lihtsalt tuhat korda suurem. Mõnel maal (näiteks Taani) on kasutusel ühik J/m<sup>3</sup>. Tegelikult on ikka tegemist sama mõistega ja põhimõtteliselt sama ühikuga, sest energia ühikuks on teatavasti J ja võimsuse ühikuks W=J/s. SFP ühiku võib avaldada ka kujul

$$\frac{kW}{(m^3/s)} = \frac{kW * s}{m^3} = \frac{kJ * s}{s * m^3} = \frac{kJ}{m^3} = \frac{1000 * J}{m^3}$$

Ühtlasi näitab SFP kui palju tarbitakse energiat (kJ) õhu koguse (m<sup>3</sup>) transportimiseks.

Ventilaatori poolt tarbitav elektrivõimsus on avaldatav valemiga

$$N = \frac{L^* \Delta p}{\eta_{kogu}}$$

$\Delta p$  ventilaatori poolt arendatav rõhk (kPa),  
 $\eta_{kogu}$  ventilaatori kogu kasutegur (%), kus on arvesse võetud kõigi komponentide nagu näiteks ventilaatori, ülekande, elektrimootori, sagedusmuunduri kasutegurid

Tuginedes eeltoodud valemitele, saab SFP avaldada järgmisel kujul

$$SFP = \frac{N}{L} = \frac{L^* \Delta p}{L^* \eta_{kogu}} = \frac{\Delta p}{\eta_{kogu}}$$

Seega sõltub SFP sisuliselt kahest komponendist:

- Ventilaatori poolt arendatavast rõhust ehk kogu süsteemi rõhukaost
- Ventilaatori kogu kasutegurist ehk ventilaatori ja ta komponentide efektiivsusest

Eelneva üldistuseks võik öelda, et väiksema SFP saavutamiseks tuleks kasutada pisema rõhukaoga ventilatsiooni süsteeme ja kõrgema kasuteguriga ventilaatoreid.

Süsteemi rõhukao saab omakorda jagada kaheks komponendiks

- Rõhukaod ventilatsiooni keskseadmes
- Rõhukaod väljaspool keskseadet

Keskseadme rõhukadu koosneb kõikide üksikute komponentide nagu näiteks filtrid, soojustagastid, jahutus- ja soojenduspatareid, mürasummutid, ventilaatori ühendused kanalitega jms rõhukadudest. Väljaspoole keskseadet jäävate rõhukadu arutamisel tuleb arvesse võtta nii ime- kui survepoolel paiknevate kõigi osade rõhukaod, so. alates välisõhu restidest ja väljaviske suunajatest kuni ruumis paiknevate lõppelementideni.

SFP kasutuse põhiline iva seisneb selles, et ei seata piiranguid, nagu näiteks lubatud maksimaalsed takistused ja kiirused, ventilatsioonisüsteemi üksikute komponentide, vaid hinnatakse ventilatsiooni süsteemi kui tervikut.

## Ventilaatori, ventilatsioonisüsteemi ja hoone SFP

SFP-d võib käsitleda nii konkreetse ventilaatori, ventilatsioonisüsteemi ja kogu hoone ulatuses.

Konkreetse ventilaatori ja selle ventilatsioonisüsteemi SFP arvutatakse valemiga

$$SFP = \frac{N}{L}$$

N ventilaatori poolt tarbitav elektrivõimsus, kW  
L ventilaatori õhuvool m<sup>3</sup>/s

Soojustagastiga süsteemidel arvutatakse sissepuhke-väljatõmbe süsteemi jaoks ühine SFP järgmise valemiga

$$SFP = \frac{N_{sp} + N_{vt}}{L_{max}}$$

$N_{sp}$  sissepuhke ventilaatori poolt tarbitav elektrivõimsus (kW)  
 $N_{vt}$  väljatõmbe ventilaatori poolt tarbitav elektrivõimsus (kW)  
 $L_{max}$  suurim väljatõmbe või sissepuhke süsteemi õhuvoolust  $m^3/s$

Näiteks kui on tegemist soojustagastiga (ka. vahesoojuskandjaga) sissepuhke-väljatõmbe süsteemiga, siis liidetakse kokku nii väljatõmbe kui ka sissepuhke ventilaatori elektrivõimsused ja jagatakse sissepuhke õhuvooluga, kui ta on väljatõmbe omast suurem ning väljatõmbe õhuvooluga, kui ta on sissepuhke omast suurem.

SFP võib leida ka kogu hoone tarbeks, tuginedes alljärgnevale valmiale

$$SFP = \frac{\Sigma N_{sp} + \Sigma N_{vt}}{\Sigma L_{max}}$$

$\Sigma N_{sp}$  hoone sissepuhke ventilaatorite elektriliste võimsuste summa (kW)  
 $\Sigma N_{vt}$  hoone väljatõmbe ventilaatorite elektriliste võimsuste summa (kW)  
 $\Sigma L_{max}$  suurim hoone väljatõmbe või sissepuhke süsteemide (vahel ka välisõhu või heitõhu) õhuvoolude summast  $m^3/s$

Hoone SFP näitab, kui palju kulub elektrivõimsust hoone õhuvoolude ehk õhuvahetuse tagamiseks.

## Milliste seadmete elektrivõimsusi arvestab SFP ?

Üldine põhimõte on see, et SFP arvestab ainult õhuvahetuse tagamiseks kasutatavate ventilaatorite poolt tarbitavat elektrivõimsust. SFP arvutustest jäetakse välja kõik teised ventilatsiooni süsteemi heaks töötavad elektriseadmed nagu näiteks soojus- ja külmakandja pumbad, elektrikalorifeerid, rootorsoojustagasti mootor, klappide mootorid jms.

Hoone SFP leidmisel ei arvestata lisaks eeltoodule ruumides paiknevaid õhkkütteseadmeid, õhukardinaid, fan-coile, kamina ventilaatorid, suitsuärastussüsteeme jms.

SFP ei tohi segamini ajada elukaare kulude arvutustega. Hoone SFP ei võta arvesse erinevate süsteemide kasutusaegasi ja reguleeritavust.

## Metoodikad, normeerimine ja mõistlikud SFP väärtused

Eesti Vabariigis ei reguleeri otseselt SFP-d ükski õigusakt.

Soome Vabariigis on ta normeeritud ehitismääruste osas D2 (2003), mille SFP puudutava kohta võib teha järgmised üldistused:

- Sund sissepuhke-väljatõmbe ventilatsioonisüsteemide SFP ei või olla üldjuhul üle **2,5 kW/(m<sup>3</sup>/s)**;
- Sund väljatõmbesüsteemide SFP ei või olla üle **1 kW/(m<sup>3</sup>/s)**;
- SFP võib olla 2,5 kW/(m<sup>3</sup>/s) suurem, kui sisekliima tagamiseks on vajalikud tavapärasest erinevad ventilatsioonisüsteemid. Siia alla võiks tõenäoliselt lugeda näiteks kohtäratõmmete süsteemid, HEPA filtritega süsteemid jms.
- SFP arvutatakse kogu hoone kohta, kusjuures õhuvooluks, millega summaarne sissepuhke ja väljatõmbe ventilaatorite võimsus läbi jagatakse valitakse suurim arvutuslikust välisõhu- või heitõhuvoolust. Seega vastav õhuvool ei pruugi alati olla summaarne sissepuhke või väljatõmbe ventilaatorite summa, vaid võib näiteks tagastusõhu korral olla väiksem;

Euroopa tasandil valitseb mõningane segadus. Mõnedes maades ja meetodikates arvutakse SFP iga ventilaatori kohta eraldi st. ühe ventilaatori võimsus jagatakse seda ventilaatorit läbinud õhu kogusega, teistes arvestatakse nii sissepuhke kui väljatõmbe süsteemide ventilaatori(te) summaarse võimsusega ning jagatakse neist suurima õhuvooluga (näiteks Põhjamaad). Jagatav õhuvool võib olla ventilaatorit läbinud vool ehk sissepuhke- või väljatõmbeõhk, aga ka välis- või heitõhk (näiteks Soome).

Peatselt peaks ilmuma Euroopa Liidu standard EN 13779 (“Ventilation for non-residential buildings. Performance requirements for ventilation and room-conditioning systems”), mille lõplikus eelnõu versioonis arvutakse SFP iga ventilaatori kohta eraldi. Sellele standardi järgi jagatakse ventilatsioonisüsteemid viide kategooriasse, vastavalt alljärgnevas tabelis toodule.

Kategooria	SFP W/(m <sup>3</sup> /s)
SFP 1	< 500
SFP 2	500-750
SFP 3	750-1250
SFP 4	1250-2000
SFP 5	>2000

Esialgusel vaatlemisel võib jääda mulje, et Soomes reglementeeritud ja ka Eestis soovituslikku iseloomu omav väärtus 2,5 kW/(m<sup>3</sup>/s) ehk 2500 W/(m<sup>3</sup>/s), mis on suurem 2000, vastab kõigest Euroopa standardi kõige kesisemale kategooriale- SFP 5. Tegelikult asi nii hull pole. PrEN 13779 annab meil levinud ja Põhjamaades kasutusel olevatest meetodikatest ligikaudu 2 korda väiksema SFP väärtuse. Selle illustreerimiseks võiks tuua järgmise näite. Olgu meil tegemist tagastusõhuta sissepuhke- väljatõmbe süsteemiga, mida iseloomustavad järgmised parameetrid:

Sissepuhke

$$L_{sp} = 2,5 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$N_{sp} = 3,1 \text{ kW}$$

Väljatõmme

$$L_{vt} = 2,6 \text{ m}^3/\text{s}$$
$$N_{vt} = 2,4 \text{ kW}$$

Vastavalt D2 meetodikale on

$$SFP = \frac{3,2 + 2,4}{2,6} = 2,115 \text{ kW} / (\text{m}^3 / \text{s}) = 2115 \text{ W} / (\text{m}^3 / \text{s})$$

Kuna 2115 on suurem 2000 W(m<sup>3</sup>/s) võib esmapilgul jääda ekslik mulje, et tegemist on standardi järgi SFP 5 kategooriaga.

Vastavalt prEN 13779 meetodikale on

sissepuhke süsteemi

$$SFP = \frac{3200}{2,5} = 1240 \text{ W} / (\text{m}^3 / \text{s}) = 1,240 \text{ kW} / (\text{m}^3 / \text{s})$$

ja väljatõmbe süsteemi

$$SFP = \frac{2400}{2,6} = 923 \text{ W} / (\text{m}^3 / \text{s}) = 0,923 \text{ kW} / (\text{m}^3 / \text{s})$$

1240 ja 923 jäävad vahemikku 750-1250 ja seega vastavad nad tegelikult kategooriale SFP 3.

Käesoleval ajal on väljatõötamisel veel teisi Euroopa standardeid (EN), kus leiab käsitlemist ka SFP. Millised seisukohad ja meetodikad jäävad domineerima, ei ole antud hetkel selge.

Lisaks EN-dele tegeleb Euroopa ventilatsiooni seadmete tootjate liit (EUROVENT) oma SFP alase meetodika (standardi) ühtlustamise ja väljatõötamisega. Kui EUROVENT võtab arvesse Põhjamaade soovitusi ja ettepanekuid, võib loota meil levinud arusaamade kasutusele võttu.

Käesoleva töö autori seisukohast oleks Eestis kõige mõttekam reglementeerida kogu hoone SFP ja mitte vaadelda eraldi üksikuid süsteeme. Põhimõtteliselt võiks ju lubada mõnede väikeste õhuvooludega süsteemidel suuremaid näitajaid juhul, kui kogu hoone SFP jääb lubatud tasemele. Kogu hoone SFP sõltub üksikute süsteemide näitajatest ja sisuliselt kajastab süsteemide kaalutud SFP.

## **Soovitused hoone ventilatsiooni kavandamiseks ja SFP arvutamiseks**

Nagu eelnevalt sai mainitud sõltub SFP kogu ventilatsioonisüsteemi rõhukaost, mis omakorda koosneb keskseadme ja ülejäänud ventilatsioonisüsteemi osa rõhukaost.

Keskseadme ja selle komponentide rõhukaod ning tarbitava elektrivõimsuse peaks andma seadme tarnija, kes kasutab selleks spetsiaalseid arvutusprogramme. Mõningast segadust

võib tekitada tarnijate poolt kasutatav erinev meetodika ja põhimõtted. Näiteks, kas võetakse arvesse puhaste või saastunud filtrite rõhukaod.

Euroopas ja Põhjamaades levinud tavade kohaselt juhendatakse SFP arvutamisel loogikast, et teda oleks võimalik kontrollida (mõõta) süsteemi vastuvõtmise ajal. Sellisel juhul tuleb lähtuda puhastest filtritest, kuivadest niisutus ja kuivatusseadmetest jms. Ka prEN13779 meetodika sätestab puhaste filtrite nõude SFP arvutamisel.

Kuna reaalelus filtrid saastuvad ja niisutusseadmed töötavad, siis ka nende rõhukaod suurenevad, mistõttu ventilaator peab arendama tegelikkuses rohkem rõhku, kui oli arvestatud SFP arvutamisel. Seega erineb näiteks sissepuhke ventilaatori karakteristikute tegelik ja projektikohane tööpunkt SFP arvutustes toodust, mistõttu on erinevad ka ventilaatori kasutegur ja tarbitav elektrivõimsus. Antud asjaolu ei tohi ära unustada ventilatsiooni süsteemide kavandamisel ja erinevate variantide võrdlusel.

Tagamaks mõistlikku SFP taset, tuleks ventilatsiooni projekteerimisel lähtuda järgmistest soovistest:

- Konstantse vooluhulgaga (CAV) ventilatsioonisüsteemide õhukanalite (ka. lõppelemendid, õhuhaarded, klapid jms.) arvutuslik rõhukadu oleks alla 200 Pa
- Muutuva vooluhulgaga (VAV) ventilatsioonisüsteemide õhukanalite (ka. lõppelemendid, õhuhaarded, klapid jms.) arvutuslik rõhukadu oleks alla 300 Pa
- Kalorifeeri takistus alla 80 Pa
- Jahutuspatarei takistus alla 100 Pa
- Soojustagasti takistus alla 150 Pa
- Õhufiltri takistus alla 150 Pa
- Mürasummuti takistus alla 50 Pa

Samaaegselt tuleb rõhutada, et üksikute ventilatsiooni süsteemi(de) osade takistused võivad olla soovituslikest suuremad ja oluline on kogu süsteemi(de) SFP jäämine ettenähtud suuruse piiridesse.

Teet Tark  
Hevac OÜ  
juhataja  
EKVÜ eestseisuse liige