

Rekommenderade SFP-definitioner med beräkningar och testmetoder

Publicerad den 19 november 2021 av Svensk Ventilation

Svensk Ventilation

Postadress
Box 17154
SE-104 62 Stockholm

Besöks-/Leveransadress
Ringvägen 100
Stockholm

Telefon
08-762 73 60

E-post
info@svenskventilation.se
Hemsida
www.svenskventilation.se

Rekommenderade SFP-definitioner med beräkningar och testmetoder

Innehåll

1. Förord	2
2. Definitioner av SFP	3
2.1 Definition av $P_{SFP,B}$	4
2.1.1 $P_{SFP,E}$ för ett enskilt luftbehandlingsaggregat	5
2.2 Definition av SFP_{int}	6
2.2.1 Luftbehandlingsaggregat med en luftström.....	7
2.2.2 Luftbehandlingsaggregat med två luftströmmar.....	8
2.3 Definition av SFP_v	9
2.3.1 Separata till- eller frånluftsaggregat och enskilda fläktar.....	9
2.3.2 Beräkning av $P_{nät}$	10
2.4 Definition av SFP_e	11
2.4.1 Separata till- eller frånluftsaggregat och enskilda fläktar.....	11
2.4.2 Beräkning av $P_{nät}$	12
3. B19räkningsförutsättningar.....	13
4. Interna läckage.....	13
4.1 EATR (Exhaust Air Transfer Ratio, %).....	13
4.2 OACF (Outdoor Air Correction Factor)	14
5. Redovisning	14
6. Mätning av SFP_v och SFP_e	15
6.1 Förutsättningar	15
6.2 Kontroll i anläggning.....	15
6.3 Beteckningar	16
6.4 Mätningar	17
6.5 Beräkningsgång och bedömning	18
6.5.1 Luftens densitet.....	18
6.5.2 Steg 1. Grundläggande bedömning.....	18
6.5.3 Steg 2. Detaljerad bedömning	19
7. Relevanta standarder	21
8. Skisser	22
Bilaga 1. Beräkning av erforderlig ytterligare strypning	23

1. Förord

Termen SFP_v har använts inom den svenska ventilationsbranschen i gott och väl över 20 år nu. Beräkningsmetoden, som används av svenska tillverkare av luftbehandlingsaggregat, baseras på

Rekommenderade SFP-definitioner med beräkningar och testmetoder

en publikation från Föreningen V, en föregångare till Svensk Ventilation, från år 1995. Den senaste uppdateringen skedde år 2000. Det finns nu ett behov av att inkludera nya krav och europeiska standarder, samt att definiera termen SFP_e. Styrgrupp Produkter tillsatte 2021-02-10 en arbetsgrupp för en översyn. Styrgrupp Produkter godkände detta dokument 2021-11-10.

2. Definitioner av SFP

Specifik fläkteffekt (SFP) är mängden förbrukad eleffekt per volym ventilerad luft och anges normalt i enheterna kW·m⁻³·s eller W·m⁻³·s.

$$SFP = \frac{P_{nät}}{q_v}$$

SFP kan också uttryckas som

$$SFP = \frac{\Delta p_{stat}}{\eta}$$

Eleffekten ges av:

$$P_{nät} = \frac{q_v \cdot \Delta p_{tot}}{\eta_{tot}} = \frac{q_v \cdot \Delta p_{stat}}{\eta_{stat}}$$

där

$P_{nät}$ är den aktiva effekten som levereras från elnätet, enhet W

q_v är luftflödet genom fläkten, enhet m³·s⁻¹

Δp_{tot} är den totala tryckökningen från fläktens inlopp till fläktens utlopp, enhet Pa

Δp_{stat} är den statiska tryckökningen från fläktens inlopp till fläktens utlopp, enhet Pa

η_{tot} är fläktens totala verkningsgrad beräknat med totalt tryck

η_{stat} är fläktens totala verkningsgrad beräknat med statiskt tryck

Total verkningsgrad är produkten av fläkthjulets, motorns, transmissionens och styrningens verkningsgrad. Den avser förbrukad kraft från elnätet.

Rekommenderade SFP-definitioner med beräkningar och testmetoder

Det finns ett antal versioner av SFP, vissa av dem är definierade i EN-standarder.

- Specifik fläkteffekt för en hel byggnad: $P_{SFP,B}$
- Specifik fläkteffekt för ett enskilt luftbehandlingsaggregat vid dimensionerande förhållanden: $P_{SFP,E}$
- Specifik fläkteffekt för de interna komponenterna i ett luftbehandlingsaggregat: $P_{SFP,int}$
- Specifik fläkteffekt för ett enskilt luftbehandlingsaggregat vid rena filter: $P_{SFP,V}$

EN 16798-3 *Byggnaders energiprestanda - Ventilation för byggnader - Del 3* definierar den specifika fläkteffekten för en hel byggnad och för ett enskilt luftbehandlingsaggregat. Standarden definierar också belastningsförhållanden så här (översatt från engelska):

Referensbelastningen för luftbehandlingsaggregat är belastningen med rena filter, torr värmeväxlare och med befuktare vid referensvillkor.

Dimensionerande belastning för tryckfall: halvsmutsiga filter enligt EN 13053 och medelvärde mellan torra och våta förhållande för andra komponenter (värmeåtervinnare, kylbatteri, fuktare, o.s.v.), i detta fall tillkommer ett "d" i indexet, t ex P_{SFPd} .

Internt läckage eller renblåsningsflöde nämns inte i detta sammanhang.

2.1 Definition av $P_{SFP,B}$

EN 16798-3 *Byggnaders energiprestanda - Ventilation för byggnader - Del 3* definierar $P_{SFP,B}$ så här (översatt från engelska):

Mängden elkraft som förbrukas av alla fläktar i distributionssystemet dividerat med det totala luftflödet genom byggnaden under dimensionerande förhållanden, i $[kW / (m^3/s)]$.

$$P_{SFP,B} = \frac{P_{nät,SUP} + P_{nät,ETA}}{q_{v,max}}$$

där

$P_{SFP,B}$ är hela byggnadens specifika behov av fläkteffekt, enhet $W \cdot m^{-3} \cdot s$

$P_{nät,SUP}$ är den totala fläkteffekten för tilluftsfläktar vid dimensionerande luftflöde, enhet W

$P_{nät,ETA}$ är den totala fläkteffekten för frånluftsfläktar vid dimensionerande luftflöde, enhet W

$q_{v,max}$ är den dimensionerande mängden frånluft i byggnaden, enhet $m^3 \cdot s^{-1}$

OBS! $P_{SFP,B}$ definieras alltid med halvsmutsiga filter och medelvärde mellan torra och våta förhållande för andra komponenter (värmeåtervinnare, kylbatteri, fuktare, o.s.v.).

Rekommenderade SFP-definitioner med beräkningar och testmetoder

2.1.1 $P_{SFP,E}$ för ett enskilt luftbehandlingsaggregat

EN 16798-3 definierar också den specifika fläkteffekten för ett enskilt luftbehandlingsaggregat (översatt från engelska):

$$P_{SFP,E} = \frac{P_{nät,SUP}}{q_{v,SUP}} + \frac{P_{nät,ETA}}{q_{v,ETA}}$$

där

$P_{SFP,E}$ är luftbehandlingsaggregatets specifika behov av fläkteffekt, beräknad med de enskilda luftflödena, enhet $W \cdot m^{-3} \cdot s$

$P_{nät,SUP}$ är den totala fläkteffekten för tilluftsfläktar i aggregatet vid dimensionerande luftflöde, enhet W

$P_{nät,ETA}$ är den totala fläkteffekten för frånluftsfläktar i aggregatet vid dimensionerande luftflöde, enhet W

$q_{v,SUP}$ är den dimensionerande mängden tilluft för aggregatet, enhet $m^3 \cdot s^{-1}$

$q_{v,ETA}$ är den dimensionerande mängden frånluft för aggregatet, enhet $m^3 \cdot s^{-1}$

Standardens anmärkning om att räkna med maximum vid *obalans* är olycklig. För det första är det oklart vad *maximum* hänvisar till och för det andra har det en betydande inverkan på beräkningsresultatet. EN 16798-3 ger inte klar och detaljerad information om förutsättningarna för beräkningen. Eftersom inget annat anges kan man utgå från att man menar referensbelastning för luftbehandlingsaggregatet. Se avsnitt 2.4 *Definition av SFP_e*.

Rekommenderade SFP-definitioner med beräkningar och testmetoder

2.2 Definition av SFP_{int}

Ekodesigndirektiv 2009/125/EG och Europeisk Förordning 1253 kräver att tillverkarna ser till att alla aggregat klarar vissa krav på intern specifik fläkteffekt, SFP_{int} . SFP_{int} definieras i förordningen men också i standarden EN 13053, som även specificerar en mätmetod.

SFP_{int} är i korthet SFP för ett luftbehandlingsaggregat beräknad med endast det interna tryckfallet inklusive de väsentliga ventilationskomponenterna. SFP_{int} är också förhållandet mellan den interna tryckskillnaden i ventilationskomponenterna och fläktens verkningsgrad bestämd för referenskonfigurationen. Intern specifik fläkteffekt, SFP_{int} , för en luftström, ges av:

$$SFP_{int} = \frac{P_{el,int}}{q_v} = \frac{\Delta p_{s,int}}{\eta_{s,fan}} \quad (\text{EN 13053:2019 ekvation 11})$$

där

$$P_{el,int} = \frac{\Delta p_{s,int}}{\Delta p_{s,fan}} \cdot P_{el} \quad (\text{EN 13053:2019 ekvation 12})$$

där

$$\Delta p_{s,int} = \Delta p_{s,HRS} + \Delta p_{s,F} + \Delta p_{s,cas} = \Delta p_{s,fan} - \Delta p_{s,ext} - \Delta p_{s,add} \quad (\text{EN 13053:2019 ekvation 13})$$

där

$\eta_{s,fan}$	är total statiska verkningsgrad för den inbyggda fläkten (systemförluster beaktas) vid aggregatets driftpunkt.
q_v	är luftflödes hastighet, enhet $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$
P_{el}	är fläktens elförbrukning (tillförd eleffekt ska inkludera varvtalsstyrningen om sådan finns), enhet W
$P_{el,int}$	är elförbrukning på grund av interna tryckskillnader i ventilationskomponenterna (tillförd eleffekt ska inkludera varvtalsstyrningen om sådan finns), enhet W
$\Delta p_{s,int}$	är intern tryckskillnad i ventilationskomponenter, enhet Pa
$\Delta p_{s,HRS}$	är tryckskillnad i värmeåtervinningssystemet, enhet Pa
$\Delta p_{s,F}$	är tryckskillnaden för rena filter, enhet Pa
$\Delta p_{s,cas}$	är tryckskillnaden över höljet (inlopp och utlopp), enhet Pa
$\Delta p_{s,fan}$	är fläktens statiska tryckskillnad, enhet Pa
$\Delta p_{s,ext}$	är de externa tryckförlusterna (kanalsystem), enhet Pa
$\Delta p_{s,add}$	är de tillkommande tryckförlusterna (t ex luftkylare, ljuddämpare, befuktare), enhet Pa

Rekommenderade SFP-definitioner med beräkningar och testmetoder

2.2.1 Luftbehandlingsaggregat med en luftström

För luftbehandlingsaggregat med en luftström gäller följande vid ett givet luftflöde:

$$SFP_{int} = \frac{\Delta p_{s,free,fan} - \Delta p_{s,ext}}{\eta_{s,free,fan}} \cdot \frac{P_{el}}{P_{el,free,fan}} \quad (\text{EN 13053:2019 ekvation 15})$$

där

$$\eta_{s,free,fan} = \frac{q_v \cdot \Delta p_{s,free,fan}}{P_{el,free,fan}} \quad (\text{EN 13053:2019 ekvation 16})$$

vilket ger

$$SFP_{int} = \left(1 - \frac{\Delta p_{s,ext}}{\Delta p_{s,free,fan}} \right) \cdot \frac{P_{el}}{q_v} \quad (\text{EN 13053:2019 ekvation 17})$$

där

SFP_{int} är den interna specifika fläkteffekten för ventilationskomponenter, enhet $W \cdot m^{-3} \cdot s$;

$\Delta p_{s,ext}$ är den externa statiska tryckskillnaden för luftbehandlingsaggregatet enligt EN 13053:2019, avsnitt 5.4.2.2.1 b), enhet Pa;

$\Delta p_{s,free,fan}$ är det statiska fläkttrycket i en fristående fläkt enligt EN 13053:2019, avsnitt 5.4.2.2.1 c), enhet Pa;

P_{el} är den effektiva tillförda eleffekten till fläktdrivningen (tillförd eleffekt ska inkludera varvtalsstyrningen om sådan finns) enligt EN 13053:2019, avsnitt 5.4.2.2.1 a), enhet W;

$P_{el,free,fan}$ den effektiva tillförda eleffekten till fläktdrivningen (tillförd eleffekt ska inkludera varvtalsstyrningen om sådan finns) i den fristående fläkten, enhet Watt;

$\eta_{s,free,fan}$ den totala statiska verkningsgraden inklusive motorns och drivningens verkningsgrad i den fristående fläkten.

q_v är luftflöde enligt EN 13053:2019, avsnitt 5.4.2.2.1a), enhet $m^3 \cdot s^{-1}$. Luftflödet ska anges.

Rekommenderade SFP-definitioner med beräkningar och testmetoder

2.2.2 Luftbehandlingsaggregat med två luftströmmar

För luftbehandlingsaggregat med två luftströmmar gäller följande vid givna luftflöden:

$$SFP_{int} = \left(1 - \frac{\Delta p_{s,ext,SUP}}{\Delta p_{s,free,fan,SUP}}\right) \cdot \frac{P_{el,SUP}}{q_{v,SUP}} + \left(1 - \frac{\Delta p_{s,ext,EHA}}{\Delta p_{s,free,fan,EHA}}\right) \cdot \frac{P_{el,EHA}}{q_{v,EHA}}$$

där

SFP_{int}	är intern specifik fläkteffekt för ventilationskomponenter, enhet $W \cdot m^{-3} \cdot s$;
$\Delta p_{s,ext,SUP}$	är aggregatets externa statiska tryckskillnad i tilluftströmmen enligt EN 13053:2019, avsnitt 5.4.2.2.1 b), enhet Pa;
$\Delta p_{s,ext,EHA}$	är aggregatets externa statiska tryckskillnad i frånluftströmmen enligt EN 13053:2019, avsnitt 5.4.2.2.1 b), enhet Pa;
$\Delta p_{s,free,fan,SUP}$	är den fristående fläktens statiska tryckskillnad i tilluftströmmen enligt EN 13053:2019, avsnitt 5.4.2.2.1 b), enhet Pa;
$\Delta p_{s,free,fan,EHA}$	är den fristående fläktens statiska tryckskillnad i frånluftströmmen enligt EN 13053:2019, avsnitt 5.4.2.2.1 b), enhet Pa;
$P_{el,SUP}$	är fläktdrivningens tillförda effektiva eleffekt (inklusive varvtalsstyrning) i tilluftströmmen enligt EN 13053:2019, avsnitt 5.4.2.2.1 a), enhet W;
$P_{el,EHA}$	är fläktdrivningens tillförda effektiva eleffekt (inklusive varvtalsstyrning) i frånluftströmmen enligt EN 13053:2019, avsnitt 5.4.2.2.1 a), enhet W;
$q_{v,SUP}$	är luftflödet i den tilluftströmmen enligt EN 13053:2019, avsnitt 5.4.2.2.1a), enhet $m^3 \cdot s^{-1}$. Luftflödena ska anges.
$q_{v,EHA}$	är luftflödet i den frånluftströmmen enligt EN 13053:2019, avsnitt 5.4.2.2.1a), enhet $m^3 \cdot s^{-1}$. Luftflödena ska anges.

Notera: EN 13053:2019, avsnitt 5.4.2.2.1 anger mätproceduren.

Rekommenderade SFP-definitioner med beräkningar och testmetoder

2.3 Definition av SFP_v

Specifik fläkteffekt, SFP_v , är den sammanlagda eleffekten för fläktarna i ett ventilationsaggregat i kW dividerad med det största av antingen tilluftsflödet eller frånluftsflödet (dvs ventilationsflödet och ej utelufts- eller avluftsflödena) uttryckt i $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ vid de belastningsförhållanden som råder när **filtren är rena och värmeväxlare torra**.

$$SFP_v = \frac{P_{nätSF} + P_{nätEF}}{q_{max}}$$

SFP_v aggregatets specifika fläkteffekt, enhet $\text{kW} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{s}$

$P_{nätSF}$ tilluftsfläktens totala effektbehov, enhet kW

$P_{gnätEF}$ frånluftsfläktens totala effektbehov, enhet kW

q_{max} det luftflöde som är störst av aggregatets till- eller frånluftsflöde, enhet $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$

Notera att också aggregat med batteriåtervinning är inkluderade som till- och frånluftsaggregat. Detta gäller även när de är åtskilda.

2.3.1 Separata till- eller frånluftsaggregat och enskilda fläktar

Specifik fläkteffekt, SFP_v är eleffekten för fläktarna i kW dividerad med luftflödet uttryckt i $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ vid det belastningsförhållande som råder då filter är rena och värmeväxlare torra.

$$SFP_v = \frac{P_{nät}}{q_{max}}$$

SFP_v Aggregatets specifika fläkteffekt, enhet $\text{kW} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{s}$

$P_{nät}$ Fläkteffekt, enhet kW

q_{max} Luftflöde, enhet $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$

Rekommenderade SFP-definitioner med beräkningar och testmetoder

2.3.2 Beräkning av $P_{\text{nät}}$

Uttagen aktiv eleffekt från nätet för varje enskild fläkt kan skrivas:

$$P_{\text{nät}} = \frac{q_{fl} \cdot \Delta p_{fl}}{\eta_{tot} \cdot 1000}$$

Eller

$$P_{\text{nät}} = \frac{P_{fl}}{\eta_{tr} \cdot \eta_m \cdot \eta_r}$$

$P_{\text{nät}}$	uttagen aktiv eleffekt från nätet, enhet kW
q_{fl}	luftflöde genom fläkten, enhet $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$
Δp_{fl}	fläktens totala tryckuppsättning, enhet Pa, är tryckökningen som behövs för att övervinna motståndet i både kanalsystemet och aggregatet.
P_{fl}	fläktaxeleffekt, enhet kW
η_{tot}	$\eta_{fl} \cdot \eta_{tr} \cdot \eta_m \cdot \eta_r$
η_{fl}	fläktens verkningsgrad inklusive ev. lagerförluster
η_{tr}	mekanisk transmissionsverkningsgrad
η_m	motorns verkningsgrad inklusive förluster orsakade av varvtalsstyrning
η_r	reglerutrustningens verkningsgrad inklusive dess inverkan på motorns förluster.

Samtliga värden gäller för luftdensiteten $1,2 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$.

OBS! De flesta fläktar idag är direktdrivna och det finns inga lager eller transmission. Elmotorn kan ha inbyggd varvtalsreglering.

Rekommenderade SFP-definitioner med beräkningar och testmetoder

2.4 Definition av SFP_e

EN 16798-3 definierar $P_{SFP,B}$ och $P_{SFP,E}$ men standarden anger inte exakta förutsättningar beträffande internt läckage, renblåsning, kondensering och filterstatus. Därför definierar vi här en annan SFP-storhet som vi betecknar SFP_e . I definitionen av SFP_e används **medelvärde för filtertryckfall och torra värmeväxlare**. Värmeväxlare inkluderar både återvinningsbatterier och kylbatterier. Förhållandet syftar till att ge en enkel indikation på den totala elförbrukningen över året. Värmeväxlarna tenderar nämligen att vara torra större delen av året i nordiskt klimat.

Specifik fläkteffekt, SFP_e är den sammanlagda eleffekten för fläktarna i ett ventilationsaggregat i kW dividerad med det största av tilluftsflödet eller frånluftsflödet (dvs ventilationsflödet och ej utelufts- eller avluftsflödena) uttryckt i $m^3 \cdot s^{-1}$ vid belastningsförhållanden som råder vid dimensionerande tryckfall för filtren och med torra värmeväxlare.

$$SFP_e = \frac{P_{nätSF} + P_{nätEF}}{q_{max}}$$

SFP_e aggregatets specifika fläkteffekt, enhet $kW \cdot m^{-3} \cdot s$

$P_{nätSF}$ tilluftsfläktens totala effektbehov, enhet kW

$P_{nätEF}$ frånluftsfläktens totala effektbehov, enhet kW

q_{max} det luftflöde som är störst av aggregatets till- eller frånluftsflöde, enhet $m^3 \cdot s^{-1}$

Notera att också aggregat med batteriåtervinning är inkluderade som tillufts- och frånluftsaggregat. Detta gäller även när de är åtskilda.

2.4.1 Separata till- eller frånluftsaggregat och enskilda fläktar

Specifik fläkteffekt SFP_e är eleffekten för fläkten i kW dividerad med luftflödet uttryckt i $m^3 \cdot s^{-1}$ vid dimensionerande tryckfall för filtren och torra tryckfall för värmeväxlare.

Det dimensionerande tryckfallet för filter (enligt EN 13053:2019, avsnitt 6.9.2, tabell 9)

$$\Delta p_{filter,dim} = \frac{\Delta p_{filter,clean} + \Delta p_{filter,final}}{2}$$

$\Delta p_{filter,clean}$ = Mätt tryckfall för rent filter

För filter i klasserna ePM1, ePM2.5, ePM10 enligt ISO 16890:

$\Delta p_{filter,final}$ = Det minsta värdet av $[\Delta p_{filter,clean} + 100 \text{ Pa}]$ eller $[\Delta p_{filter,clean} \times 3]$

För filter i klass *Coarse* enligt ISO 16890:

$\Delta p_{filter,final}$ = Det minsta värdet av $[\Delta p_{filter,clean} + 50 \text{ Pa}]$ eller $[\Delta p_{filter,clean} \times 3]$

Rekommenderade SFP-definitioner med beräkningar och testmetoder

2.4.2 Beräkning av $P_{\text{nät}}$

Uttaget aktivt effektbehov från nätet för varje enskild fläkt kan skrivas

$$P_{\text{nät}} = \frac{q_{fl} \cdot \Delta p_{fl}}{\eta_{tot} \cdot 1000}$$

eller

$$P_{\text{nät}} = \frac{P_{fl}}{\eta_{tr} \cdot \eta_m \cdot \eta_r}$$

$P_{\text{nät}}$	aktivt effektbehov, enhet kW
q_{fl}	luftflöde genom fläkten, enhet $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$
Δp_{fl}	fläktens totala tryckuppsättning, enhet Pa, är tryckökningen som behövs för att övervinna motståndet i både kanalsystemet och aggregatet.
P_{fl}	fläktaxelexeffekt, enhet kW
η_{tot}	$\eta_{fl} \cdot \eta_{tr} \cdot \eta_m \cdot \eta_r$
η_{fl}	fläktens verkningsgrad inklusive eventuella lagerförluster.
η_{tr}	mekanisk transmissionsverkningsgrad
η_m	motorns verkningsgrad inklusive förluster orsakade av varvtalsstyrning
η_r	Varvtalsstyrningens verkningsgrad vid driftpunkten.

Samtliga värden gäller för luftdensiteten $1,2 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$.

OBS! De flesta fläktar idag är direktdrivna och det finns inga lager eller transmission. Elmotorn kan ha inbyggd varvtalsreglering.

Rekommenderade SFP-definitioner med beräkningar och testmetoder

3. Beräkningsförutsättningar

Vid beräkning av fläktarnas flöde, tryck och effektbehov ska interna läckageflöden (OACF och EATR), ytterligare strypning och renblåsning i roterande värmeväxlare inkluderas. Där det finns risk för överföring av frånluft till tilluft, om $EATR > 0 \%$ på grund av värmeväxlare eller otätheter i skiljevägg mellan luftströmmarna, ska ytterligare strypning inkluderas som säkerställer en tryckbalans som förhindrar den typen av läckage. Ett $EATR > 0 \%$ medför att byggnaden inte ventileras med önskade luftflöden om det inte kompenseras eller elimineras genom tryckbalansering (strykning). Detta gäller främst vid roterande värmeväxlare men omfattar även plattvärmeväxlare som inte uppfyller lämpligt läckagekrav och då tryckdifferensen vid varm sida om värmeväxlaren föranleder läckage från frånluft till tilluft.

Vid aggregat med spjäll för returluft ska SFP_v och SFP_e beräknas på vanligt sätt enligt definitionerna ovan. SFP_v och SFP_e är produkttegenskaper och ska inte påverkas av system eller applikation. Vi utgår ifrån ett driftsfall där spjället är stängt vilket innebär att det inte uppkommer någon returluft.

För att kunna beräkna SFP för en hel byggnad krävs eleffekten ($P_{SFP,B}$) för samtliga fläktar. Se EN 16798-3 avsnitt 9.5.4.

4. Interna läckage

Interna läckage definieras i EN 16798-3 och i en kommande utgåva av EN 308.

4.1 EATR (Exhaust Air Transfer Ratio, %)

Nyckeltalet EATR indikerar hur mycket frånluft som läcker över till tilluftssidan. EATR definieras som läckageflödet i förhållande till tilluftsflödet.

$$EATR = \frac{q_{SUP} - q_{SUPnet}}{q_{sup}}$$

EN 308 ger en mätmetod och definitionen anges som spårgaskoncentration:

$$EATR = \frac{C_{22} - C_{21}}{C_{11} - C_{21}}$$

C_{11} är spårgaskoncentrationen i avluftens inlopp

C_{21} är spårgaskoncentrationen i tilluftens inlopp

C_{22} är spårgaskoncentrationen i tilluftens utlopp

Rekommenderade SFP-definitioner med beräkningar och testmetoder

4.2 OACF (Outdoor Air Correction Factor)

Förhållandet mellan den inkommande mängden tilluftsflöde och den utgående mängden tilluftsflöde.

Definitionen anges i EN 16798-3:2018:

$$OACF = \frac{q_{m,ODA,HR}}{q_{m,SUP,HR}}$$

$q_{m,ODA,HR}$ = Mängden inkommande uteluftsflöde till värmeväxlaren

$q_{m,SUP,HR}$ = Mängden tilluftsflöde som lämnar värmeväxlaren

Om OACF är större än 1 överförs uteluft till avluften. Luftmängden som passerar genom tilluftsfilteret och andra komponenter på uteluftssidan före värmeväxlaren samt ökat tryckfall i värmeväxlarens tilluftssida p.g.a. eventuellt läckage efter värmeväxlaren till frånluftssidan orsakat av tryckdifferensen ökar tilluftsfläktens tryckfall. Dessutom kommer frånluftsfläkten att behöva köras med ett högre luftflöde än det önskade frånluftsflödet vilket också ökar tryckfallet på frånluftssidan.

Om OACF är mindre än 1 överförs icke önskad frånluft till tilluften.

5. Redovisning

SFP_v och SFP_e ska beräknas med samma luftflöde och bör redovisas tillsammans i tekniska datablad. $P_{sfp,B}$ ska redovisas på ett tydligt sätt så att det inte förväxlas med fläktarnas dimensionerande effektbehov. OACF och EATR ska redovisas tillsammans och bör redovisas med värmeväxlarens övriga data.

Nödvändiga uppgifter för kontroll av SFP-värden ska redovisas. För varje driftpunkt och beräkningsfall för SFP_v och SFP_e ska följande data anges:

- Till- och frånluftsflöde, q_{TF} och q_{FF} , ($m^3 \cdot s^{-1}$)
- Av kunden uppgivet externt tryckfall i till- respektive frånluft, enhet Pa
- Filtertryckfallen, enhet Pa
- Fläktarnas varvtal, enhet rpm
- Fläkteffekt, enhet kW
- Fläktarnas totala verkningsgrad, enhet %
- Dimensioner, kanalanslutningar

Rekommenderade SFP-definitioner med beräkningar och testmetoder

6. Mätning av SFP_v och SFP_e

6.1 Förutsättningar

Vid kontroll av SFP_v -värdet ska filtren i aggregatet normalt vara rena. Aggregat och kanalsystem ska vara fria från försmutsning som kan medföra ökat tryckfall.

Vid projekteringen av aggregatet har en viss luftdensitet och ett visst fläktvarvtal förutsatts. Eftersom den i fläkten avgivna luftmängden är starkt beroende av dessa värden, måste en omräkning av uppmätta data ske så att dessa i möjligaste mån blir jämförbara med projekterade data. Notera att för att nå projekterat luftflöde så kommer luftflödet genom fläkten att ökas med eventuellt läckageflöde.

Speciellt viktigt är det att mäta varvtalet vid rådande belastning, eftersom detta påverkar effekten i tredje potens. Detta varvtal kommer inte att vara lika med det projekterade varvtalet. Det är dessutom inte ovanligt att varvtalet har ändrats vid installationen.

6.2 Kontroll i anläggning

En anläggningskontroll är i regel svårare att utföra rent mättekniskt och också svårare att utvärdera än en laboriekontroll. Kan inte de externa tryckfallen justeras in så att de motsvarar de som förutsatts vid projekteringen (efter korrektion för varvtal och densitet) så måste man identifiera arbetspunkten i fläktdiagrammet för att få en uppfattning av hur tryck, flöde och effekt avviker från de projekterade värdena. Några generella omräkningsformler kan inte formuleras för detta fall.

Rekommenderade SFP-definitioner med beräkningar och testmetoder

6.3 Beteckningar

I följande framställning betecknas projekterade värden med index "p", uppmätta värden med index "u" samt korrigerade värden med index "k". Värden vid fläktinlopp kompletteras med index "fl". Behöver data för till- respektive frånluften särskiljas sker detta dessutom med index "TF" respektive index "FF".

Alla uppmätta data kommer att vara behäftade med vissa mätfel, vilket kommer att påverka noggrannheten i resultatet. De relativa osäkerheterna på grund av dessa mätfel betecknas "m" med lämpligt index för respektive storhet.

Även bortsett från mätfel, bör leverantören tillerkännas en viss tolerans i sina uppgivna data. Om inga toleranser specificeras kan dessa antagas vara lika med $\pm 0,05$ (5 %) för flöde, SFP_v och SFP_e . Det relativa värdet på dessa tillåtna avvikelser betecknas "a" med lämpligt index för respektive storhet.

Bestämning av SFP_v och SFP_e för en fläkt eller ett aggregat.					
		Projekterat		Uppmätt	
Storhet	Sort	Värde	Tillåten relativ avvikelse	Värde	Relativt mätfel
Barometerstånd	hPa	$B_p = 1013$		B_u	m_B
Temperatur där luftflöde mäts	°C K	$t_p = 20,0$ $T_p = 293$		t_u $T_u = 273 + t_u$	m_T
Temperatur vid fläktinlopp	°C K			t_{ufl} $T_{ufl} = 273 + t_{ufl}$	m_{Tfl}
Densitet	$\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$	$\rho_p = 1.20$		ρ_u	m_ρ
Externt totaltryckfall	Pa	Δp_{pext}		Δp_{uext}	m_{pr}
Filtertryckfall	Pa	Δp_{pfil}		Δp_{ufl}	m_{pr}
Flöde	$\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	q_p	a_q	q_u	m_q
Varvtal	rpm	n_p		n_u	m_n
Eleffekt	kW			P_u	m_P
SFP_v -tal	$\text{kW} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{s}$	SFP_{vp}	a_s	SFP_{vu}	m_s
SFP_e -tal	$\text{kW} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{s}$	SFP_{ep}	a_s	$SFPe_u$	m_s

Rekommenderade SFP-definitioner med beräkningar och testmetoder

6.4 Mätningar

För att ge korrekta förutsättningar för tryck och flöde måste dörrarna till aggregatet hållas stängda under mätningen av fläktarnas varvtal.

Temperatur, luftflöde och effektbehov mäts i rådande förutsättningar för luftströmmarna. Vid behov av säkrare bedömning mäts också samtliga externa tryckfall och filtertryckfall. Är barometerståndet okänt sätts detta till 1013 hPa och inkluderas som en ökad osäkerhet i feluppskattningen.

Temperaturen ska mätas i det tvärsnitt i kanalsystemet där luftflödet mäts samt vid fläktinloppet. Temperaturdifferensen ska vara mindre än 15°C, annars blir skillnaden i luftens densitet större än 5 %.

Europeisk standard EN 16211:2015 specificerar mätmetoder för luftflöden på plats. Denna standard har ersatt Byggforskningsrådets skrift T22:1998 *Metoder för mätning av luftflöden i ventilationsinstallationer*.

Beräkning av SFP_e kräver mätning med filtertryckfall lika som dimensionerande tryckfall. Det enklaste sättet att göra det på är att använda rena filter och simulera ytterligare tryckfall genom att lägga till externt tryckfall på filtrets inloppssida. Notera att skillnaden mellan SFP_v och SFP_e inte bara beror på skillnaden i tryck utan också på skillnaden i fläktverkningsgrad vid olika driftspunkter.

Uppmätta eleffektbehov räknas sedan om till att gälla vid densiteten $\rho = 1,2 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ och vid projekterade fläktvarvtal. Sedan beräknas den korrigerade specifika fläkteffekten, SFP_{vk} och SFP_{ek} . Dessa värden kan sedan jämföras med av leverantören uppgivna värden.

Aktiv eleffekt ska alltid mätas direkt med effektmätare och inte indirekt genom mätning av spänning och ström. Om aggregatet inkluderar en frekvensomvandlare, ska mätningar ske där aggregatet ansluts till elnätet. Använd ett mätinstrument som visar sant medelvärde (TRMS) och har ett brett mätområde.

Varning! Mät aldrig mellan frekvensomriktare och motor, det kan medföra livsfara!

Rekommenderade SFP-definitioner med beräkningar och testmetoder

6.5 Beräkningsgång och bedömning

Grund för bedömningen är att ett aggregat minst ska uppfylla projekterat flöde och maximalt förbruka projekterad eleffekt, uttryckt som SFP_V -värde. Hänsyn tas till toleranser och avvikelser.

Nedan uppdelas beräkning och bedömning i två steg. Steg 2 innebär en mer komplex hantering där korrekationer och anmärkningar införs för att säkerställa korrekt bedömning.

Uppmätta värden korrigeras med hänsyn till luftdensiteten.

Uttrycken till höger om varje ekvation visar hur de sannolika felen i de framräknade värdena beror på felen i respektive mätningar.

6.5.1 Luftens densitet

Luftens densitet måste under alla omständigheter beaktas. Normala variationer kan röra sig om 10 % för ändring i temperatur, 4 % för ändring i tryck (vid havsytans nivå) samt 1 % för ändring i fuktinnehållet. Temperaturen måste därför alltid mätas. Barometerståndet kan sättas till 1013 hPa vid en första utvärdering (Steg 1), varvid det relativa felet sätts till 0,04 (4 %). Inverkan av variationer i luftens fuktinnehåll kan i regel försummas.

6.5.2 Steg 1. Grundläggande bedömning

I detta steg förutsätts att luftflödet är godkänt. Hänsyn till fläktarnas varvtal tas ej.

$$P_k = P_u \cdot \frac{B_p}{B_u} \cdot \frac{T_u}{T_p} \qquad m_{Pk} = \sqrt{m_p^2 + m_T^2 + m_B^2}$$

Om barometertrycket ej mäts sätts $B_u = B_p$ och $m_B = 0,04$ (4 %).

$$SFP_{Vk} = \frac{P_{kSF} + P_{kEF}}{q_{umax}} \qquad m_S \approx \sqrt{m_{Pk}^2 + m_{qu}^2}$$

där q_{umax} = aggregatets största uppmätta till- eller frånluftsflöde ($\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$).

Om följande villkor är uppfyllt kan aggregatet godkännas, om ej gå till steg 2.

$$SFP_{Vk} \cdot (1 - m_S) \leq SFP_{Vp} \cdot (1 + a_S)$$

Rekommenderade SFP-definitioner med beräkningar och testmetoder

6.5.3 Steg 2. Detaljerad bedömning

I följande beräkningar förutsätts anläggningens arbetslinje vara kvadratisk, varvid affinitetslagarna för en fläkt kan tillämpas. Uppmätta värden kan då räknas om till korrigerade värden (markerade med index "k"), vilka gäller för projekterat varvtal och för standarddensitet.

För en fläkt gäller att volymflödet ej påverkas av ändrad luftdensitet. Luftflödet i olika kanaltvärsnitt ändras dock med hänsyn till ändrad luftdensitet (konstant massflöde). Härur kan härledas att uppmätt luftflöde ska korrigeras med hänsyn till temperatur.

I nedanstående formler insätts projekterat varvtal för fläkten vid rena filter.

$$q_k = q_u \cdot \frac{n_p}{n_u} \cdot \frac{T_{ufl}}{T_u} \quad m_{qk} = \sqrt{m_q^2 + m_n^2 + m_{Tfl}^2 + m_T^2} \approx m_q$$

$$P_k = P_u \cdot \left(\frac{n_p}{n_u}\right)^3 \cdot \frac{B_p}{B_u} \cdot \frac{T_{ufl}}{T_p} \quad m_{Pk} = \sqrt{m_p^2 + (3m_n)^2 + m_B^2 + m_{Tfl}^2}$$

SFP_{vk} beräknas ur korrigerade mätvärden enligt tidigare angivna formler. För ett aggregat med både tillufts- och frånluftsfläkt erhålls:

$$SFP_{Vk} = \frac{P_{kSF} + P_{KEF}}{q_{kmax}} \quad m_s \approx \sqrt{m_{Pk}^2 + m_{qk}^2}$$

Nödvändiga villkor för flöde:

$$q_k \cdot (1 + m_{qk}) \geq q_p \cdot (1 - a_q)$$

Om villkoret ovan ej uppfylls kan det bero på att flödesmotståndet i anläggningen är större än beräknat eller att filtren ej håller projekterat begynnelsestryckfall. I arbetet med att undersöka orsaken till avvikelsen ska externt tryckfall och filtertryckfall mätas.

Nödvändiga villkor för korrigerat SFP_v-värde:

$$SFP_{Vk} \cdot (1 - m_s) \leq SFP_{vp} \cdot (1 + a_s)$$

Om både villkor för flöde och för SFP_{vk}-värde är uppfyllda kan aggregatet godkännas. Om inte, tag kontakt med aggregatleverantör innan ett eventuellt underkännande.

Samma process kan appliceras för SFP_e

Rekommenderade SFP-definitioner med beräkningar och testmetoder

Exempel:

Ett aggregat uppmäts en klar dag.

$B_u = 1045 \text{ hPa} \pm 1 \%$, $t_u = 18^\circ\text{C} \pm 3^\circ$, $T_u = 291 \text{ K} \pm 1 \%$, $t_{ufl} = 5^\circ\text{C} \pm 3^\circ$, $T_{ufl} = 278 \text{ K} \pm 1 \%$, $n_u = 1030 \text{ rpm} \pm 0.5 \%$, $q_u = 8,3 \text{ m}^3/\text{s} \pm 8 \%$, $P_u = 9,8 \text{ kW} \pm 3 \%$.

Aggregatet har projekterats för $q_p = 8,0 \text{ m}^3/\text{s}$ vid normaltillstånd. Vid angiven belastning är enligt leverantörens uppgift $n_p = 1000 \text{ rpm}$ och SFP_v anges till $1,0 \text{ kW}/(\text{m}^3/\text{s})$.

Leverantören tillerkänns en marginal av $\pm 5 \%$ i sina angivna data. Kan anläggningen godkännas?

Utan korrekationer skulle SFP_v -värdet bli $9,8/8,3=1,18 \text{ kW}/(\text{m}^3/\text{s})$, vilket förefaller ligga långt från målet. Övriga data skiljer inte så mycket från vad som kan förväntas.

Med korrekationer erhålles i stället :

$$q_k = 8,3 \cdot \frac{1000}{1030} \cdot \frac{278}{291} = 7,7 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$m_{qk} = m_q = 8 \%$$

$$P_k = 9,8 \cdot \left(\frac{1000}{1030}\right)^3 \cdot \frac{1013}{1045} \cdot \frac{278}{293} = 8,25 \text{ kW}$$

$$m_{Pk} = \sqrt{3^2 + (3 \cdot 0,5)^2 + 1^2 + 1^2} = 3,6 \%$$

$$SFP_{Vk} = \frac{8,25}{7,7} = 1,07 \text{ kWm}^{-3}\text{s}$$

$$m_S = \sqrt{3,6^2 + 8^2} = 9 \%$$

$$\text{Flöde: } 7,7 \cdot (1 + 0,08) \geq 8,0 \cdot (1 - 0,05) \Leftrightarrow 8,3 \geq 7,6 \quad \text{sant, OK.}$$

$$SFP_{Vk}: 1,07 \cdot (1 - 0,09) \leq 1,0 \cdot (1 + 0,04) \cdot (1 + 0,05) \Leftrightarrow 0,97 \leq 1,09 \text{ sant, OK.}$$

Rekommenderade SFP-definitioner med beräkningar och testmetoder

7. Relevanta standarder

EN 13053:2019

Ventilation för byggnader – Luftbehandlingsaggregat – Klassning och prestanda för enheter, komponenter och sektioner.

EN 16798-3:2018

Byggnaders energiprestanda - ventilation för byggnader - Del 3: För icke-bostadshus

EN 308

Värmeväxlare – Värmeåtervinningsaggregat – Provningsmetoder för prestationsdata.

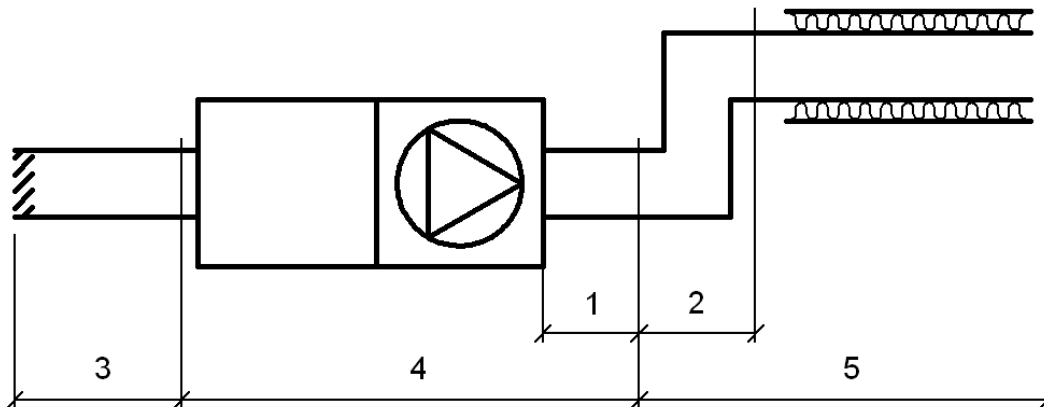
EN 16211:2015

Ventilation för byggnader - Mätning av luftflöden på plats - Metoder

Rekommenderade SFP-definitioner med beräkningar och testmetoder

8. Skisser över tryckförhållanden

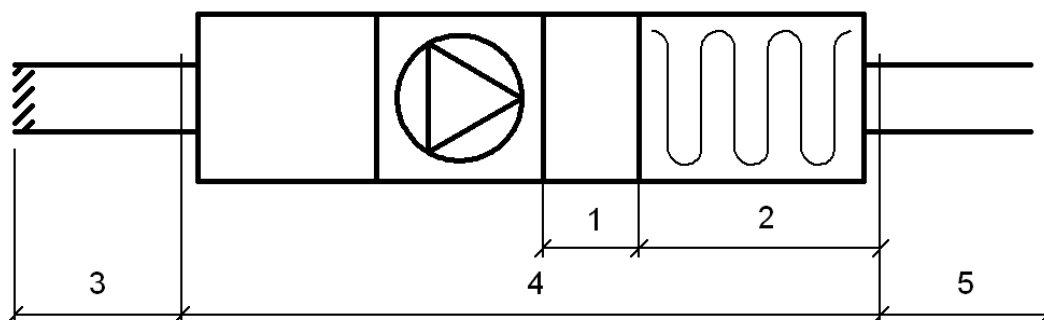
8.1 Tryckförhållanden i kanalsystem (externa tryckfall)



Förklaring

- | | |
|---|--|
| 1 Δp_{outl} | eventuell stötförlust vid aggregatets utlopp p.g.a. fläkten |
| 2 Δp_{sys} | systemförluster i kanalsystemet på tilluftssidan p.g.a. ojämn hastighetsfördelning |
| 3 Δp_{ext1} | kanalsystemets tryckfall på utluftssidan (från det fria till aggregatet/fläkten) |
| 4 $\Delta p_{\text{fan}} - \Delta p_{\text{ahu}}$ | kanalsystemets sammanlagda tryckfall |
| 5 Δp_{ext2} | kanalsystemets tryckfall på tilluftssidan (från aggregat till rum) |

8.2 Tryckförhållanden i aggregat



Förklaring

- | | |
|---|--|
| 1 Δp_{im} | eventuell stötförlust i aggregatet p.g.a. fläkten |
| 2 Δp_{sound} | ljuddämparens tryckfall |
| 3 Δp_{ext1} | kanalsystemets tryckfall på utluftssidan (från det fria till aggregatet/fläkten) |
| 4 $\Delta p_{\text{fan}} - \Delta p_{\text{ahu}}$ | kanalsystemets sammanlagda tryckfall |
| 5 Δp_{ext2} | kanalsystemets tryckfall på tilluftssidan (från aggregat till rum) |

Rekommenderade SFP-definitioner med beräkningar och testmetoder

Bilaga 1. Beräkning av erforderlig ytterligare strypning

Strypningen ska förebygga att det ofrånkomliga läckaget över roterande värmeväxlare förorenar tilluften. Detta läckage måste alltså styras så att det går från tilluft till frånluft.

Beräkning av erforderlig ytterligare strypning på frånluftssidan av roterande värmeväxlare.

Villkoret är att trycket i frånluftsströmmen är lägre än trycket i tilluftsströmmen. Med beteckningarna enligt nedanstående skiss krävs alltså att:

$$p_{TH} \leq p_{OS}$$

$$p_{TH} = -[\Delta p_{ext\ ETA} + \Delta p_{throttle\ ETA} + \Delta p_{filter\ ETA}]$$

$$p_{OS} = -[\Delta p_{ext\ ODA} + \Delta p_{int\ ODA}]$$

$$p_{OS} = p_{TH} \text{ ger:}$$

$$\Delta p_{throttle\ ETA} = \Delta p_{ext\ ODA} + \Delta p_{int\ ODA} - \Delta p_{ext\ ETA} - \Delta p_{filter\ ETA}$$

$$\text{sätt } \Delta p_{ext\ TH} = \Delta p_{ext\ ETA} + \Delta p_{ext\ EHA}$$

$$\text{sätt } \Delta p_{ext\ OS} = \Delta p_{ext\ ODA} + \Delta p_{ext\ SUP}$$

vilket ger

$$\Delta p_{throttle\ ETA} = \Delta p_{ext\ ODA} + \Delta p_{int\ ODA} - \Delta p_{ext\ TH} + \Delta p_{ext\ EHA} - \Delta p_{filter\ ETA}$$

I ovanstående ekvation beräknas $\Delta p_{int\ ODA}$ och $\Delta p_{filter\ ETA}$ av aggregatleverantören. Tilluftens externa tryckfall $\Delta p_{ext\ OS}$ och frånluftens externa tryckfall $\Delta p_{ext\ TH}$ är angivna i programhandling, däremot anges sällan $\Delta p_{ext\ ODA}$ och $\Delta p_{ext\ EHA}$. Tryckfallet $\Delta p_{filter\ ETA}$ avser rena filter.

För att kunna göra en enhetlig beräkning av $\Delta p_{throttle\ ETA}$ antas därför följande:

Om $\Delta p_{ext\ OS} > 150 \text{ Pa}$, sätt $\Delta p_{ext\ ODA} = 50 \text{ Pa}$.

Om $\Delta p_{ext\ OS} \leq 150 \text{ Pa}$, sätt $\Delta p_{ext\ ODA} = \Delta p_{ext\ OS} / 3$

Om $\Delta p_{ext\ TH} > 150 \text{ Pa}$, sätt $\Delta p_{ext\ EHA} = 50 \text{ Pa}$.

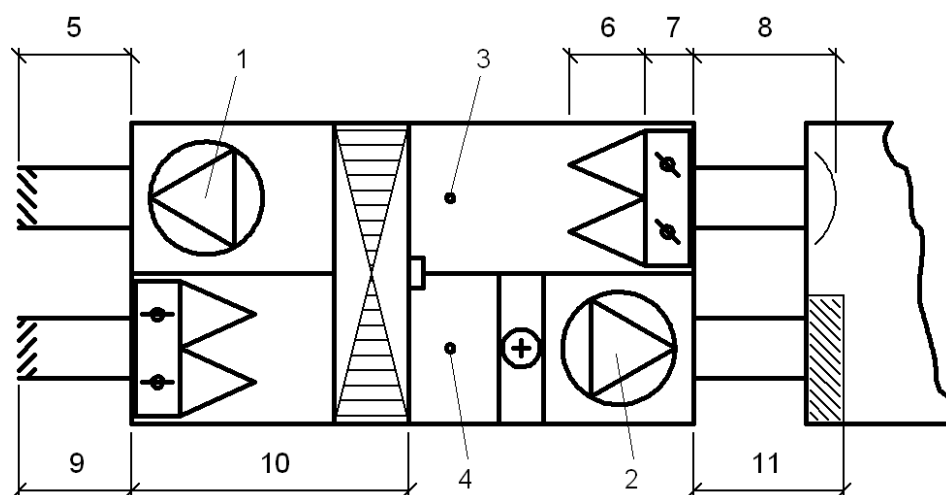
Om $\Delta p_{ext\ TH} \leq 150 \text{ Pa}$, sätt $\Delta p_{ext\ EHA} = \Delta p_{ext\ TH} / 3$

Minsta erforderliga ytterligare strypning $\Delta p_{throttle\ ETA}$ kan då beräknas ur formeln ovan. Negativt $\Delta p_{throttle\ ETA}$ innebär att ingen ytterligare strypning erfordras.

Anmärkning:

Beräkningarna kan utföras med antingen projekterade eller uppmätta värden. Utifrån resultat kan man göra bedömning enligt kapitel 6.5.

Rekommenderade SFP-definitioner med beräkningar och testmetoder



Förklaring

1	frånluftsfläkt
2	tillluftsfläkt
3	p_{TH} statiska trycket i frånluftsströmmen uppströms om värmeväxlaren
4	p_{OS} statiska trycket i tilluftsströmmen nedström om värmeväxlaren
5	$\Delta p_{ext\ EHA}$ statiska tryckfallet i avluftskanalen ut till det fria
6	$\Delta p_{filter\ ETA}$ statiska tryckfallet i frånluftsfilteret
7	$\Delta p_{throttle\ ETA}$ strypning (tryckfall) på frånluftssidan
8	$\Delta p_{ext\ ETA}$ statiska tryckfallet i frånluftskanalen från rum till aggregat
9	$\Delta p_{ext\ ODA}$ statiska tryckfallet i utluftskanalen från det fria till aggregatet
10	$\Delta p_{int\ ODA}$ statiska tryckfallet i aggregatets tilluftsström uppströms och förbi värmeväxlaren
11	$\Delta p_{ext\ SUP}$ statiska tryckfallet i tilluftskanalen från aggregat till rum