



Eurovent 6/15 - 2021

Luftläckage i luftbehandlingsaggregat: Riktlinjer för att förbättra luftkvaliteten inomhus och prestandakorrigerering

Första utgåvan

Publicerad den 17 februari 2021 av
Eurovent, 80 Bd A. Reyers Ln, 1030 Brussels, Belgien
secretariat@eurovent.eu

Dokumenthistorik

Denna branschrekommendation, *Code of Good Practice*, från Eurovent ersätter alla tidigare utgåvor, som automatiskt dras in i och med att detta dokument publiceras.

Ändringar

Denna Eurovent-publikation har ändrats jämfört med tidigare utgåvor på följande sätt:

Ändringar jämfört med	Huvudsakliga förändringar
1:a utgåvan	Detta dokument

Förord

I ett nötskal

Denna rekommendation anger god branschpraxis för att begränsa inre läckage i dubbelriktade luftbehandlingsaggregat, särskilt i sådana som är försedda med roterande värmeväxlare. Den visar de viktigaste åtgärderna som bör övervägas för att hålla läckaget nere när man konstruerar och justerar ett aggregat. Rekommendationen ger också riktlinjer för hur man läckagekorrigerar deklarerade prestanda. Eurovent anser att dessa riktlinjer bör bli allmän branschstandard. Rekommendationen diskuterar också den potentiella storleken hos de inre läckflöden som felaktig aggregatkonstruktion kan orsaka, och vilka följder de kan medföra.

Författare

Detta dokument är publicerat av Eurovent Association och bereddes gemensamt av deltagare i produktgrupperna 'Air Handling Units' (PG-AHU) och 'Energy Recovery Components' (PG-ERC), som representerar en överväldigande majoritet av alla tillverkare av dessa produkter som är aktiva på EMEA-marknaden. Särskilt viktiga insatser har gjorts av Gunnar Berg (redaktionsledare), Hashim Alsadah, Bohumil Cimbal, Viktor Levickij, Igor Sikonczyk, Timo Schreck och Ernst-Peter Wachsmann.

Rättigheter

© Eurovent, 2021

Om inte annat anges nedan får denna publikation återges helt eller delvis förutsatt att källan anges. För att använda eller återge foton eller annat material som inte ägs av Eurovent måste tillstånd inhämtas direkt från rättighetsinnehavaren.

Föreslagen citering

Eurovent AISBL / IVZW / INPA. (2021). Eurovent 6/15 - 2021 - Luftläckage i luftbehandlingsaggregat: Riktlinjer för att förbättra luftkvaliteten inomhus och prestandakorrigerering. Bryssel: Eurovent.

Viktiga anmärkningar

Eurovent Association utfärdar ingen certifiering baserad på detta dokument. Alla certifieringsärenden hanteras av föreningens oberoende dotterbolag Eurovent Certita Certification. För ytterligare information besök www.eurovent-certification.com.

Innehåll

Eurovent 6/15 - 2021	1
Dokumenthistorik	2
Ändringar	2
Förord	2
I ett nötskal	2
Författare	2
Rättigheter	2
Föreslagen citering	2
Viktiga anmärkningar	2
Förkortningar och symboler	6
Refererade standarder och föreskrifter	6
Förord	7
1 'Läckageproblemet'	8
1.1 Typer av läckage	8
1.1.1 Inre läckage via värmexlaren och höljesdelar	8
1.1.2 Yttre läckage	8
1.1.3 Läckage förbi filter	8
1.1.4 Läckage mellan uteluftsintag och avluftsdon	8
1.2 Negativa konsekvenser av yttre och inre läckage	8
1.2.1 Läckagepåverkan på energiförbrukning	8
1.2.2 Försämring av luftkvaliteten inomhus	9
2 Referenser till läckage i regler och standarder	9
2.1 EN-standarder	10
2.2 Byggnadsregler	10
2.3 Ekodesignförordningen	11
3 Nyckeltal och testmetoder för inre läckage	11
3.1 Andel överförd avluft (EATR) and Uteluftkorrektionsfaktor (OACF)	11
3.1.1 OACF	11
3.1.2 EATR	11
3.1.3 Sambandet mellan OACF och EATR	11
3.2 Förväntade ändringar av den reviderade EN 308	15
3.2.1 Typ A: Inre läckageprov på komponent i laboratorium	15
3.2.2 Typ B: Inre läckageprov på komponent inbyggd i AHU i laboratorium	15

3.2.3 Typ C: Inre läckageprov på luftbehandlingsaggregat installerat i fält	15
4 Nyckeltal och testmetoder för yttre läckage	15
4.1 Provning med negativt tryck	16
4.2 Provning med positivt tryck	16
5 Potentiell storlek hos inre läckage på grund av felaktig aggregatkonstruktion	16
5.1 Typiska inre läckage för roterande värmeväxlare	17
5.1.1 Fall 1. Båda fläktarna efter rotorn i luftströmmen (två sugande fläktar)	17
5.1.2 Fall 2: Båda fläktar på byggnadssidan (tryckande avluftsfläkt – sugande tilluftsfläkt)	17
5.1.3 Fall 3. Båda fläktarna på utomhussidan (tryckande tilluftsfläkt – sugande avluftsfläkt)	18
5.1.4 Fall 4. Båda fläktar före rotorn i luftströmmen (två tryckande fläktar)	18
5.2 Problem med felaktig fläktplacering	19
6 Problemlösning	19
6.1 Sätta gränser för EATR och OACF	19
6.1.1 Eurovents rekommendation för EATR	19
6.1.2 Eurovents rekommendation för OACF	20
6.2 Flödeskompensering	20
6.3 Lämpligt samarbete mellan alla berörda parter	20
7 Branschpraxis för att begränsa EATR och OACF	21
7.1 Rätt fläktkonfiguration	21
7.2 Strypning för att hålla rätt tryckbalans	21
7.2.1 Två sugande fläktar (Figur 10)	21
7.2.2 Tryckande avluftsfläkt – sugande tilluftsfläkt (Figur 11)	21
7.2.3 Två tryckande fläktar (Figur 13)	21
7.2.4 Sugande avluftsfläkt – tryckande tilluftsfläkt (Figur 12)	21
7.3 Att använda renblåsningssektor	22
7.3.1 Renblåsningssektorns inställning och placering	22
7.4 Effektiv rotortätning	24
7.5 Förhindra läckage mellan aggregatets sidor – kvalitet i design och utförande	24
Bilaga I –Korrigerig av aggregatprestanda för inre läckage	26
A. Hur man beräknar korrigerade luftflöden (kompensering)	26
B. Hur man beräknar eventuell strypning	26
Båda fläktar nedströms om växlaren (sugande avluftsfläkt – sugande tilluftsfläkt)	26
Båda fläktar på inomhussidan (tryckande avluftsfläkt – sugande tilluftsfläkt)	27

Båda fläktar uppströms om växlaren (tryckande avluftsfläkt – tryckande tilluftsfläkt)	27
Båda fläktar på utomhussidan (sugande avluftsfläkt – tryckande tilluftsfläkt)	27
C. Beräkning av läckage kring en roterande värmeväxlare	27
Alternativ 1. Beräkning baserad på full kännedom om den roterande värmeväxlaren	27
Alternativ 2 – Beräkning baserad på kännedom om OACF och EATR (angivna av rotorleverantören)	29
D. Iterationsprocess	29
Om EATR är mindre än eller lika med 5 %	29
Om EATR är större än 5 %	29
E. Ytterligare beräkningar från dessa resultat	30
F. Korrigering av temperatur- och fuktverkningsgrad	30
Temperaturnettoverkningsgrad η_t, net	30
Fuktnettoverkningsgrad η_x, net	30
Bilaga II – Beräkningsexempel på prestandakorrigerig	31
Exempel 1	31
Exempel 2	32
Om Eurovent	33
Våra medlemsförbund	33

Förkortningar och symboler

AHU	Luftbehandlingsaggregat, <i>Air Handling Unit</i>
EATR	Andel överförd avluft, uttryckt som % (förhållandet mellan avluftsmängden i tilluften och tilluftens massflöde) <i>Exhaust Air Transfer Ratio</i>
EHA	Avluft (luftflödet som lämnar systemet som behandlar frånluften och släpps ut i atmosfären) <i>Exhaust Air</i>
ERC	Energiåtervinningskomponent <i>Energy Recovery Component</i>
ETA	Frånluft (luftflödet som lämnar det betjänade rummet och strömmar in i luftbehandlingssystemet) <i>Extract Air</i>
IAQ	Inomhusluftens kvalitet <i>Indoor Air Quality</i>
OACF	Uteluftkorrektionsfaktor (förhållandet mellan massflödena ODA och SUP) <i>Outdoor Air Correction Factor</i>
ODA	Uteluft (luftflödet som strömmar in i systemet från det fria före värmeåtervinning) <i>Outdoor Air</i>
PG-AHU	Eurovents produktgrupp 'Air Handling Units'
SUP	Tilluft (luftflödet som strömmar in i det betjänade rummet efter värmeåtervinning) <i>Supply Air</i>

Ytterligare förtydligande av termer som används i texten

Tilluftsström betyder ute- och tilluftsflödena.

Frånluftsström betyder från- och avluftsflödena.

Refererade standarder och föreskrifter

- [1] EN 13053 - Luftbehandling - Luftbehandlingsaggregat - Klassificering av och bestämning av prestanda för aggregat, aggregatdelar och komponenter
- [2] EN 16798-3 - Byggnaders energiprestanda - Ventilation för lokalbyggnader (ej bostäder) Del 3: - Funktionskrav på ventilations- och luftkonditioneringsystem
- [3] EN 1886 - Luftbehandling - Luftbehandlingsaggregat - Mekaniska egenskaper
- [4] prEN 308 - Värmeåtervinningsaggregat - Provningsmetoder för prestationsdata
- [5] Kommissionens förordning (EU) nr 1253/2014 av den 7 juli 2014 om genomförande av Europaparlamentets och rådets direktiv 2009/125/EG avseende krav på ekodesign för ventilationsenheter

Förord

I det stora flertalet system förknippas ventilation med transport av luft. Under transporten kan problem med läckage leda till att luft går förlorad eller oavsiktligt blandas ut. Läckage förekommer i olika delar av ventilationssystemet. En betydande del av dem uppträder i kanalerna. En annan del av läckaget kan kopplas till luftbehandlingsaggregatet, i synnerhet till dess energiåtervinningskomponenter (ERC).

Luftläckage leder till avsevärt slöseri med energi som förbrukas för att förflytta överskottsluft som inte fyller något ventilationsändamål. Fläkten måste bygga upp ett tryck som innefattar förhöjda tryckfall orsakade av läckage. Bortsett från energislöseriet leder luftläckaget till försämrad kvalitet i inomhusluften (IAQ), vilket negativt påverkar hälsa och komfort för dem som vistas i byggnaden.

Denna rekommendation täcker AHU-relaterat läckage och inriktar sig i första hand på inre läckage (mellan till- och frånluftssidorna i dubbelriktade aggregat) i värmeåtervinningssektionerna. Yttre läckage (genom höljet) och läckage förbi luftfilter behandlas bara helt kort.

Jämfört med de andra typerna av värmeåtervinning erbjuder roterande värmeväxlare en rad fördelaktiga egenskaper som äkta motströms värmeöverföring, värme- och fuktåtervinning med hög verkningsgrad, lågt tryckfall samt låg risk för påfrysning. Å andra sidan så har roterande värmeväxlare större inre läckage. Enligt statistik från Eurovent Market Intelligence så är 44 % av aggregaten på den europeiska marknaden utrustade med roterande värmeväxlare. Rätt skötsel är nödvändig för att spara energi och säkerställa IAQ.

Denna rekommendation ger utförlig vägledning för att minimera och på ett adekvat sätt kompensera för läckage.

1 'Läckageproblemet'

De flesta konsulter och entreprenörer inom VVS känner till att luftbehandlingsaggregat läcker luft i viss utsträckning. Men alla tar inte hänsyn till dessa läckage när systemen konstrueras. Ännu färre inser hur stora läckagen kan vara om aggregaten inte är rätt konstruerade och vilka konsekvenser det kan få. Detta kapitel ger en samlad översikt över läckagetyperna och dess följder. Här diskuteras också läget beträffande formella krav på inre läckage.

1.1 Typer av läckage

Det finns olika typer av luftläckage i luftbehandlingsaggregat. Denna rekommendation fokuserar på inre läckage, men produktbedömningen måste även beakta andra läckagetyper.

1.1.1 Inre läckage via värmeväxlare och höljesdelar

Inre läckage är oönskad luftöverföring från frånluftsströmmen till tilluftsströmmen och vice-versa. Denna läckagetyper kan endast förekomma i dubbelriktade ventilationsaggregat. Det uppträder typiskt inuti luftbehandlingsaggregaten, men kan även uppstå utanför aggregatet om kanalsystemet är felinstallerat (t ex om avluftsdon och uteluftsintag sitter för nära varandra).

1.1.2 Yttre läckage

Yttre läckage är oönskad luftöverföring från aggregatets insida till dess utsida (positivt läckage) och vice-versa (negativt läckage). Både enkel- och dubbelriktade ventilationsaggregat drabbas av denna typ av läckage. Yttre läckage beror oftast på aggregathöljets utförande.

Båda fallen (positiva eller negativa läckage) kan, beroende på aggregatets placering och omgivningsluftens kvalitet, leda till problem med inomhusluftens kvalitet. Yttre läckage orsakar också förluster av energi, luftmängd, värme och kyla.

1.1.3 Läckage förbi filter

Läckage förbi filter är att obehandlad luft oönskat strömmar förbi filtermediet och in i den behandlade luften. Beroende på filtrets placering inuti aggregatet har stora läckage förbi filter två negativa följder: sämre luftkvalitet inomhus och oskyddade aggregatkomponenter. Läckage förbi filter beror på filterramens utförande.

1.1.4 Läckage mellan uteluftsintag och avluftsdon

Avluft kan förorena tilluften också utanför byggnaden. Detta kan ske när uteluftsintagen och avluftsdonen sitter för nära varandra, när avluftsflöden är felriktade eller när vinden riktar avluften mot uteluftsintaget. Dessa kortslutna luftströmmar är inte något direkt läckage men förorenar tilluften på liknande sätt som inre läckage. Därför måste det beaktas och uteslutas när man undersöker problem med förorenad tilluft i ventilationssystem.

1.2 Negativa konsekvenser av yttre och inre läckage

Felaktig tryckfördelning i aggregatet (särskilt på grund av hur fläktarna är placerade), dålig täthet i höljet eller icke hantverksmässigt utförande medför negativa följder för energiförbrukning, hygien och luftkvalitet inomhus. I värsta fall kan läckage göra att specificerade prestanda inte uppnås.

1.2.1 Läckagepåverkan på energiförbrukning

Positiva yttre aggregatläckage genom höljet leder till energislöseri. Till exempel så kan värmd eller kyld luft inne i aggregatet läcka ut istället för att göra nytta i det betjänade utrymmet. Negativa yttre

aggregatläckage genom höljet innebär också slöseri med energi. Till exempel om varm luft i aggregatets omgivning kommer in i aggregatet och försämrar kyleffekten på sommaren.

För att upprätthålla erforderlig luftkvalitet inomhus (se nedan), måste både inre och yttre läckage kompenseras genom att öka uteluftflödet. Detta medför högre tryckförluster i aggregatets delar och i kanalerna, vilket i sin tur innebär ökad energiförbrukning. Höjda luftflöden förändrar fläktens arbetspunkt och verkningsgrad, och leder i de flesta fall också till ökad energiförbrukning. Så även om aggregatet klarar att leverera den friskluft som byggnaden kräver, så måste den prestera ett luftflöde som innefattar inte bara den luftmängd som faktiskt tillförs, utan också den luftmängd som slöses på läckage.

1.2.2 Försämring av luftkvaliteten inomhus

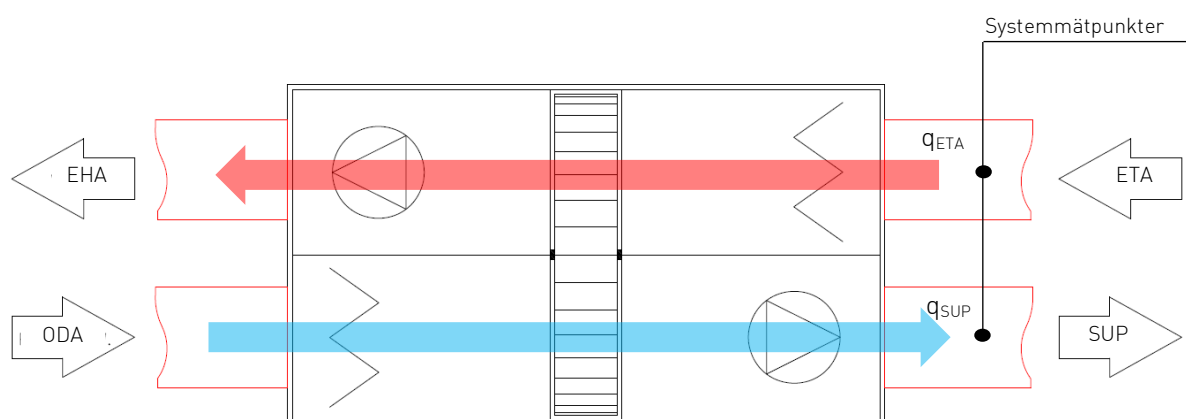
Positiva yttre läckage kan göra att frånluft från ett förorenat rum (t ex infekterad operationssal eller bårhus på sjukhus) läcker ut i, och därmed förorenar, rummet där aggregatet står. I fallet negativa yttre läckage kan föroreningar sugas in i aggregatet från dess omgivning och smutsa ner den luft som distribueras i byggnaden.

Beroende på frånluftens kvalitet och filtrets placering i aggregatet, kan inre läckage och läckage förbi filter medföra att förorenad luft även tillförs byggnaden.

2 Referenser till läckage i regler och standarder

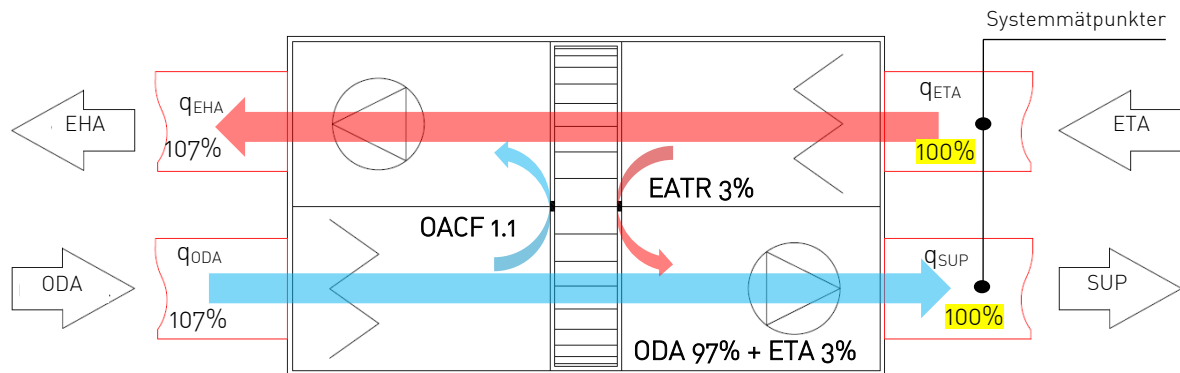
Som nämnts ovan leder läckage till slöseri med energi och kan försämma luftkvaliteten inomhus. Trots att problemet blir betydande om aggregatet är felkonstruerat, så är det inte så känt bland VVS-konsulter och aggregattillverkare.

Vanligen antar man att aggregatets nominella flöde är lika med det dimensionerande uteluftsflöde som VVS-konsulten anger. Förutsatt att det inre läckaget är försumbart, så är detta antagande korrekt. Men, om det inre läckaget är relativt högt (typiskt för aggregat med regenerativa värmeväxlare), så kan man inte bortse från avvikelserna. Följande två figurer belyser problemet:



Förutsättning: $q_{SUP} = q_{ODA}$ och $q_{ETA} = q_{EHA}$

Figur 1. Typiskt gängse betraktelsesätt. Ingen hänsyn till inre läckage och dess inverkan på energiförbrukning och luftkvaliteten inomhus.



På grund av inre läckage: $q_{ODA} \neq q_{SUP}$ och $q_{ETA} \neq q_{EHA}$

Figur 2. Verklig enhet. Inre läckage påverkar energiförbrukning och luftkvaliteten inomhus.

Som Figur 2 visar så kan uteluftsflödet i ett verkligt aggregat, på grund av läckage, vara avsevärt lägre än det faktiska luftflödet in i byggnaden. Dessutom kan läckage orsaka förhöjt flöde i vissa aggregatdelar, vilket leder till högre energiförbrukning.

2.1 EN-standarder

Ämnet inre läckage i luftbehandlingsaggregat behandlas ytligt i ett fåtal EN-standarder.

Frågan om läckage i värmeåtervinningsdelen tas upp i EN 16798-3, som behandlar konstruktion av ventilations- och luftkonditioneringssystem. Standarden ger allmänna definitioner av såväl andel överförd avluft (EATR), uteluftkorrektionsfaktor (OACF), som klassificering av OACF i värmeåtervinningsystem.

EN 13053, som specificerar krav och provning för klassning och prestanda hos luftbehandlingsaggregat lägger ansvaret på tillverkaren att undvika läckage från frånluftsströmmen till tilluftsströmmen när man testar ett aggregat med värmeåtervinning. EATR och OACF förväntas behandlas grundligt först i kommande reviderad utgåva av EN 308.

Dock, ovan nämnda standarder är inte harmoniserade med EU-regler och det är inte obligatoriskt att följa dem. Dessutom så anger de inga krav på inre läckage eller någon provningsmetod som kan användas av myndigheter för marknadskontroll.

2.2 Byggnadsregler

Bindande krav på maximala läckflöden finns i några av EU:s medlemsstater. Till exempel så kräver Polens förordning om tekniska krav på byggnader och byggnaders lokalisering (*Journal of Laws 2002 No. 75 pos. 690* i dess ändrade lydelse) ett maximalt läckage från frånluft till tilluft vid 400 Pa på 5 % för roterande värmeväxlare respektive 0,25 % för plattvärmväxlare. Finlands miljöministeriums förordning om inomhusklimat och ventilation i nya byggnader kräver att konstruktören planerar värmeåtervinningen så att spridning av föroreningar eller lukter som är skadliga för hälsan eller välbefinnandet via värmeåtervinningen kan undvikas.

Hur som helst, kraven i enskilda medlemsstater är inte alltid konsekventa, de tillämpas lokalt, och är inte avsedda att hantera problemet på EU-nivå.

2.3 Ekodesignförordningen

Ekodesignförordningen för ventilationsenheter (1253/2014) innehåller i skrivande stund inte heller några krav på luftläckage. Dock definierar den syftet med en ventilationsenhet i Artikel 2, Definitioner (1); "att byta ut använd luft mot utomhusluft". Detta syfte undermineras av läckage, eftersom förordningens ändamål är att spara energi.

3 Nyckeltal och testmetoder för inre läckage

3.1 Andel överförd avluft (EATR) and Uteluftkorrektionsfaktor (OACF)

I nuläget så är EATR och OACF det mest vedertagna sättet att beskriva inre läckage. Båda nyckeltalen definieras i EN 16798-3 och håller på att uppdateras i prEN 308. Dessutom har de under lång tid varit en del av Eurovent Certita Certifications prestandaprov.

För närvarande så tillämpas EATR och OACF i princip på roterande värmeväxlare och täcker läckage inuti denna komponent. Pågående revideringsarbete med EN 308 inom CEN/TC 110 syftar dock till att utöka deras tillämpningsområde.

3.1.1 OACF

Uteluftkorrektionsfaktorn (OACF) är ett förhållande mellan massflödena av (i) uteluft (ODA) och (ii) tilluft (SUP). Den visar summan av alla läckage mellan tilluft och avluft. Om OACF är större än 1 så summan av dessa läckage från tilluft till avluft. Om OACF är mindre än 1 så är summan av läckage från avluft till tilluft. OACF uttrycks som funktion av tryckskillnaden ($p_{22} - p_{11}$).

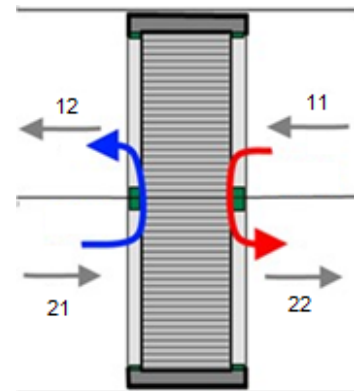
OACF ger ett allmänt värde för de inre läckagen, det indikerar huvudsaklig flödesriktning, men säger inget om läckagets karaktär.

3.1.2 EATR

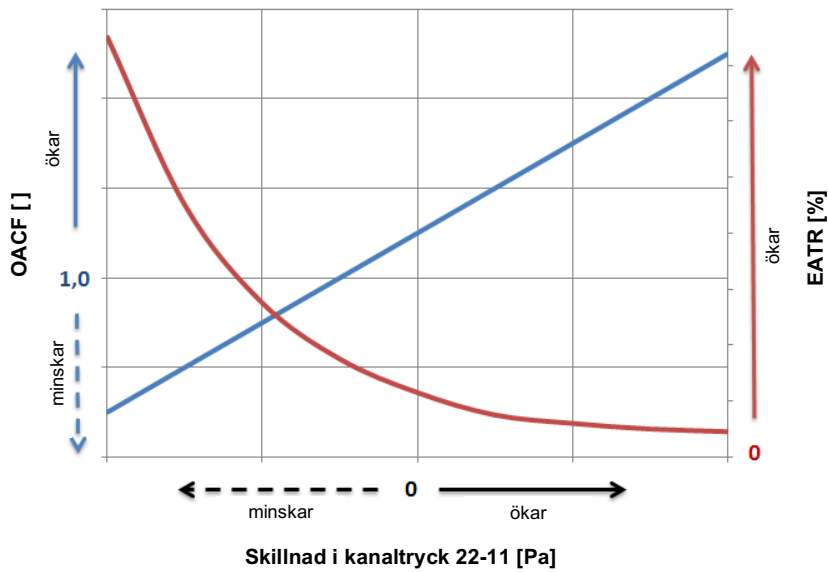
Andel överförd avluft (EATR) är ett förhållande mellan (i) mängden avluft i tilluften och (ii) tilluftens massflöde. Det beskriver hur mycket frånluften förorenar tilluften. EATR uttrycks som funktion av tryckskillnaden ($p_{22} - p_{11}$).

3.1.3 Sambandet mellan OACF och EATR

Det finns samband mellan OACF och EATR. När OACF ligger under 1,0–1,05 så ökar EATR brant. När OACF är högt så minskar EATR asymptotiskt mot 0 %. När OACF är under 0,95 så är EATR också större än 5 %. Figur 4 visar hur OACF och EATR typiskt varierar som funktion av tryckskillnaden mellan till- och avluft.



Figur 3. Läckage över rotorn kan förekomma i båda riktningarna.

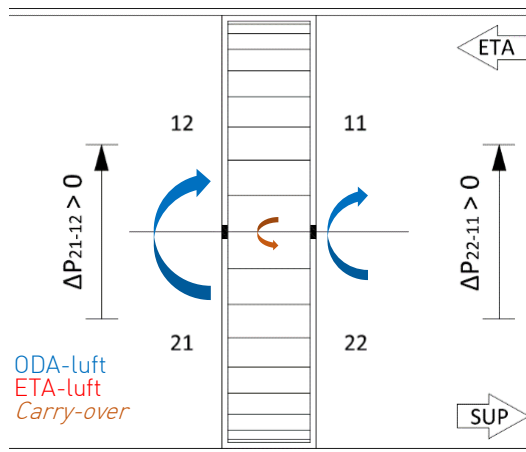


Figur 4. Relationen mellan OACF och EATR som funktion av tryckskillnaden.

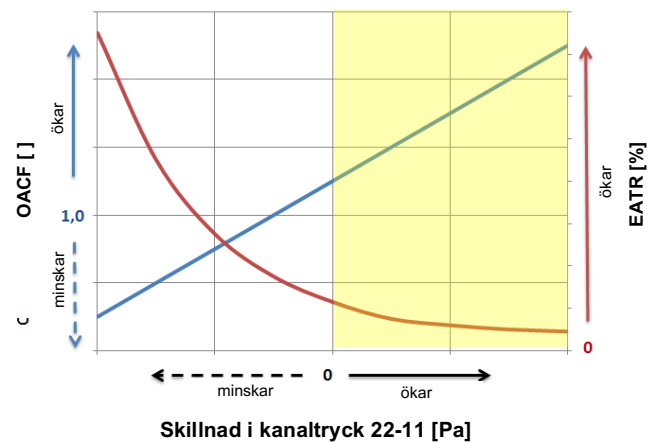
Figurerna 5–7 visar hur läckagen generellt beter sig i form av EATR och OACF som funktion av ΔP_{22-11} vid lika SUP- och ETA-flöden och utan att beakta renblåsningsektorn.

3.1.3.1 Beteende vid positivt ΔP_{22-11}

Tryckförhållandena är positiva på rotorns båda sidor. Läckageriktningen är alltid från tilluftssidan till avluftssidan. Små mängder avluft kan överföras.

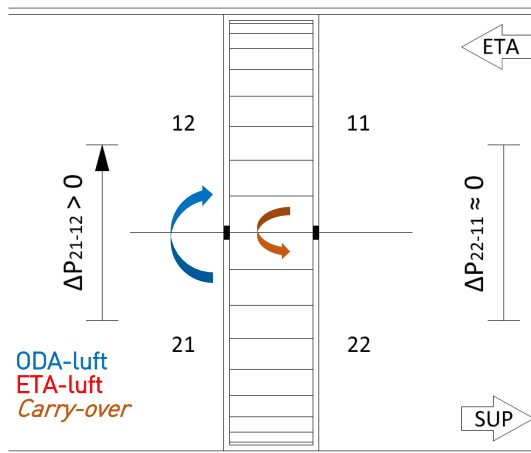


Figur 5. Hur inre läckage beter sig vid positivt ΔP_{22-11}

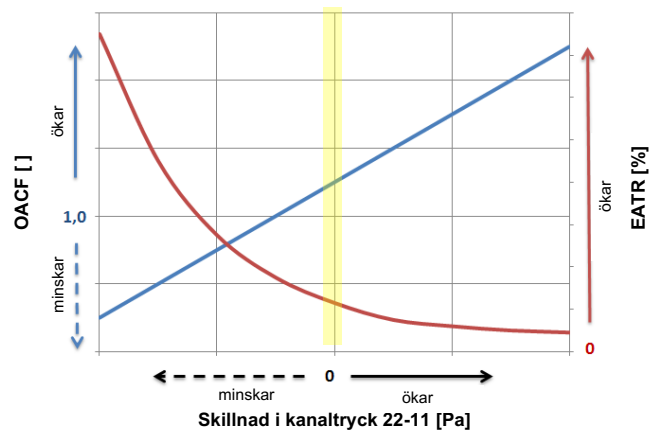


3.1.3.2 Beteende när ΔP_{22-11} är nära noll

Tryckskillnaden $p_{22} - p_{11}$ är samma eller nära noll. Inget läckage på växlarens byggnadssida. Tryckskillnaden $p_{21} - p_{12}$ är positiv. Läckage uppträder på rotorns utomhussida. Små mängder avluft kan överföras.

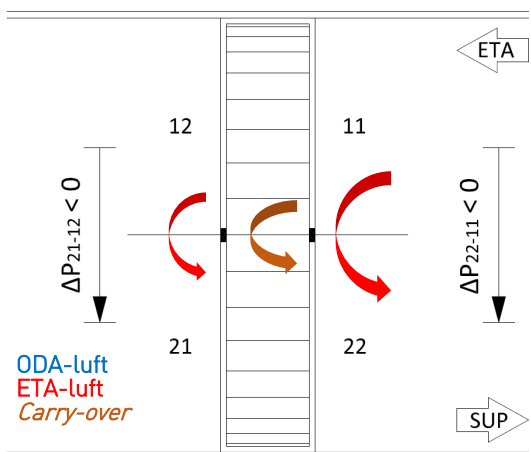


Figur 6. Hur inre läckage beter sig när ΔP_{22-11} är nära noll.

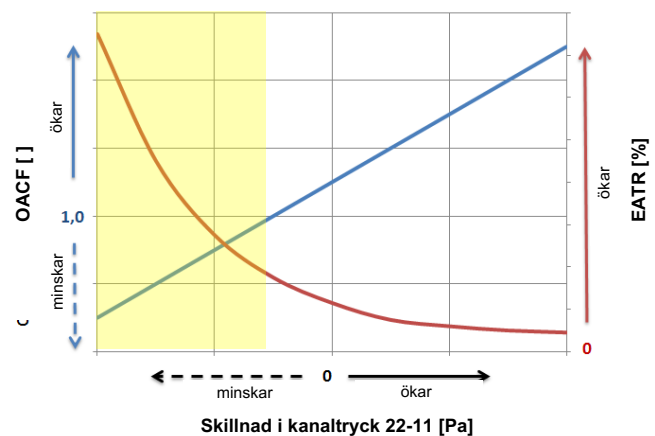


3.1.3.3 Beteende vid negativt ΔP_{22-11}

Tryckförhållandena är negativa på rotorns båda sidor. Avluft läcker till tilluftssidan på rotorns båda sidor. Mer avluft överförs.

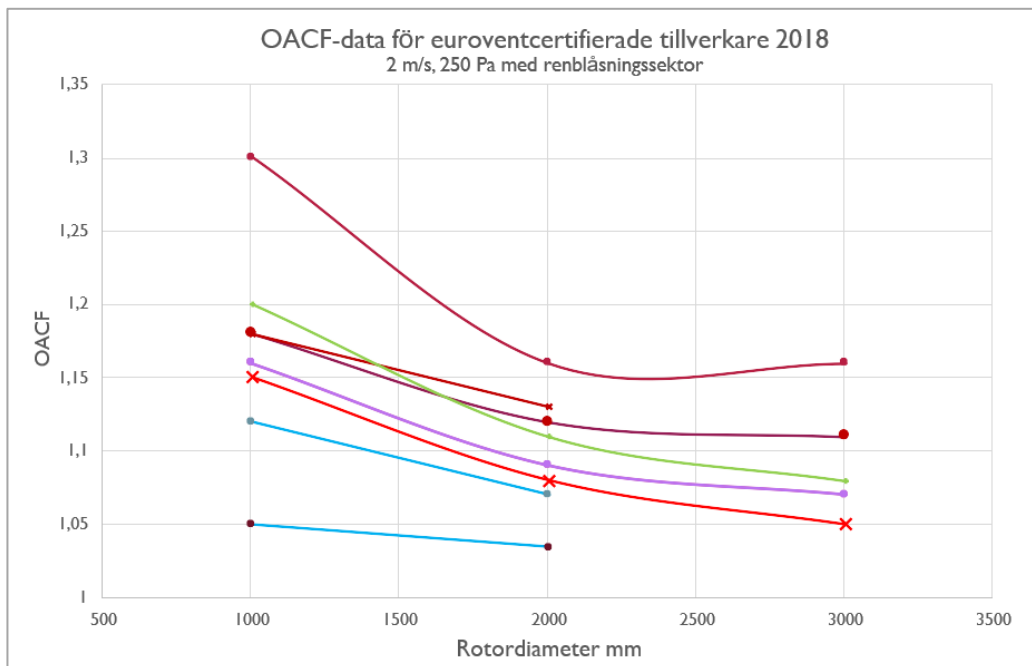


Figur 7. Hur inre läckage beter sig vid negativt ΔP_{22-11}



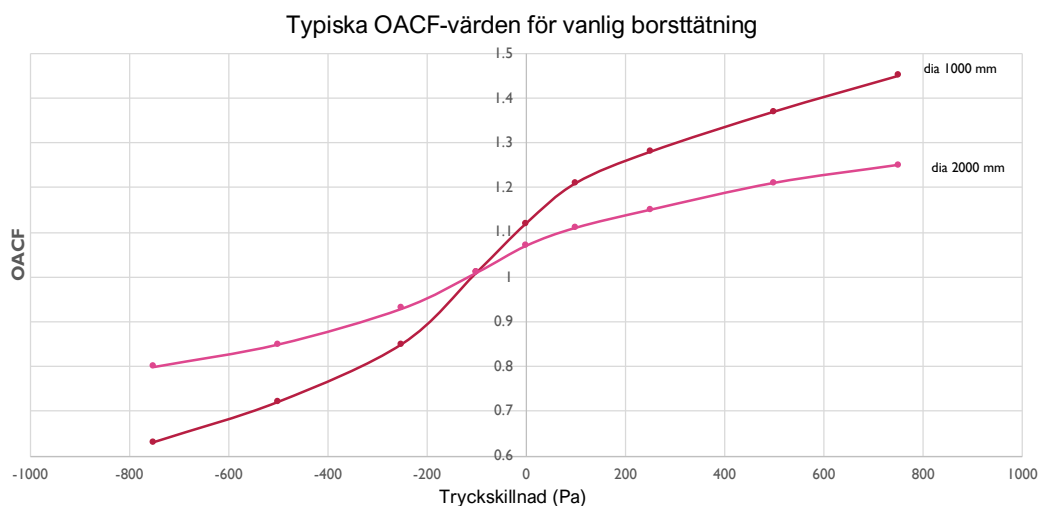
3.1.3.4 Typiska OACF-värden och faktorer som påverkar

Det inre läckaget är en funktion av tryckskillnaderna mellan till- och avluft, rotordiametern, tätningens utförande och kondition, renblåsningssektorn, rotationshastigheten samt några mindre betydande parametrar. Små rotorerna har relativt större inre läckage än stora. Vid 250 Pa tryckskillnad Δp_{22-11} , varierar OACF-värdena oftast mellan 1,12 och 1,2 (i extremfall ned till 1,05 och upp mot 1,3) för 1000 mm rotordiameter, och sjunker mot 1,08–1,16 (en tillverkare 1,03) för 2000 mm rotordiameter.



Figur 8. Typiska OACF-värden från euroventcertifierade tillverkare

OACF sjunker under 1 när tryckskillnaden Δp_{22-11} går under -100 Pa. Figur 9 visar OACF-värden för 1000 mm och 2000 mm rotorerna med standardborsttätning för tryckskillnader i området -750 till $+750$ Pa.



Figur 9. Typiska OACF-värden för roterande värmexväxlare

Aggregatets uppbyggnad, särskilt var fläktarna sitter i förhållande till rotorn, har störst påverkan på tryckskillnaden mellan till- och avluft kring rotorn. Var i byggnaden som aggregatet är placerat kommer att påverka kanalernas längd och tryckförluster och därmed påverka tryckskillnaden mellan till- och avluft. Därför måste Δp_{22-11} beräknas separat för varje installation. I analyserna som presenteras i avsnitt 5.1 antas aggregatet befinna sig nära det fria för båda luftströmmarna.

3.2 Förväntade ändringar av den reviderade EN 308

En av huvuduppgifterna under revisionsarbetet med EN 308 var att sätta upp en korrekt mätstandard för inre läckage, OACF och EATR. En möjlighet för rekuperativa värmeväxlare samt system som använder värme- och köldbärare kan vara att prova med en statisk metod.

Tre typer av provning kommer att definieras:

- Typ A: ERC i laboratorium
- Typ B: ERC inbyggd i AHU som provas i laboratorium
- Typ C: ERC inbyggd i AHU som provas på plats, troligast i en senare version av standarden

3.2.1 Typ A: Inre läckageprov på komponent i laboratorium

Provning av typ A är nu tämligen väldokumenterad och har följande intressanta huvuddelar:

1. Värmeåtervinningskomponenter av typerna C1 (rekuperativa system) och C2 (system med värmebärare) ska provas med stängda kanalanslutningar och 250 Pa övertryck på avluftssidan (eller 100 Pa för enheter som ska användas vid tryck lägre än 250 Pa). Tilluftssidan ska ha 0 Pa.
2. Om det statiska inre läckaget är större än 3 % eller kategori 3 (regenerativa system) måste enheten provas med dynamisk provningsmetod för att bestämma OACF- och EATR-värden.
3. Det dynamiska provningsförfarandet (för OACF och EATR) kommer att utföras för flera olika tryckskillnader. Punkterna ska täcka den maximalt tillåtna tryckskillnaden som tillverkaren deklarerar. Både positiva och negativa tryckskillnader ska provas.
4. Det finns just nu inget provningsförfarande beskrivet för ackumulativa värmeväxlare som byter luftriktning.
5. EATR ska provas med spårgasmetoden.

3.2.2 Typ B: Inre läckageprov på komponent inbyggd i AHU i laboratorium

Ett av huvudsyftena med provningen är att ta fram läckagedata för att beskriva luftbehandlingsaggregatets inre läckageprestanda.

Provning typ B ska möta behov från oberoende certifiering och marknadskontroll av luftbehandlingsaggregat. Definitionen av provning typ B är i skrivande stund fortfarande under arbete. I det planerade provningsförfarandet ska aggregatets fläktar generera dimensionerande luftflöde och tryckförhållanden som definieras i EN 13053. OACF och EATR bestäms med mätningar i aggregatets utlopp. Meningen är att provningen ska avse läckage över värmeväxlarna och genom aggregathöljet.

3.2.3 Typ C: Inre läckageprov på luftbehandlingsaggregat installerat i fält

Arbetet med detta avsnitt har i skrivande stund ännu inte påbörjats. Det huvudsakliga hindret är mätnoggrannheten i fält. Möjligen kommer denna metod att dokumenteras i ett senare skede.

4 Nyckeltal och testmetoder för yttre läckage

Yttre läckage hos luftbehandlingsaggregatets hölje mäts och klassas enligt EN 1886 (kapitel 6). Yttre läckage kan provas med övertryck (positivt tryck i aggregatet jämfört med omgivningen) eller undertryck (negativt tryck i aggregatet jämfört med omgivningen).

Hos aggregat som har sektioner med positivt driftryck (där driftrycket direkt nedströms fläkten överskrider 250 Pa) provas sektionerna med positivt tryck separat från det övriga aggregatet. Om det positiva trycket inte överskrider 250 Pa så räcker det att prova med negativt tryck. Övriga aggregatet provas med negativt tryck. Det är också tillåtet att prova hela aggregatet med både positivt och negativt tryck. I så fall så ska läckageklassen enligt EN 1886 åtföljas av (M).

4.1 Provning med negativt tryck

Luftläckaget hos det monterade luftbehandlingsaggregatet provas vid 400 Pa undertryck, och får inte överskrida tillämplig läckfaktor enligt Tabell 1.

Maximal läckfaktor (f400) [l/s · m ²]	Höljets läckageklass
0,15	L1
0,44	L2
1,32	L3

Tabell 1. Höljesläckageklasser hos luftbehandlingsaggregat vid 400 Pa undertryck.

4.2 Provning med positivt tryck

Provningstrycket för sektioner med positivt driftryck är det högsta trycket av 700 Pa övertryck eller luftbehandlingsaggregatets högsta positiva driftryck. Luftläckaget från sektioner utsatta för 700 Pa övertryck får inte överskrida dem i Tabell 2.

Maximal läckfaktor (f700) [l/s · m ²]	Höljets läckageklass
0,22	L1
0,63	L2
1,90	L3

Tabell 2. Höljesläckageklasser hos luftbehandlingsaggregat vid 700 Pa övertryck.

Eurovent rekommenderar att använda luftbehandlingsaggregat med minst läckageklass L2(R). Klass L1 är lämplig för specialtillämpningar såsom renrum.

5 Potentiell storlek hos inre läckage på grund av felaktig aggregatkonstruktion

Som anges i föregående kapitel har inre läckage en betydande inverkan både på luftkvaliteten inomhus och energiförbrukning. Medan inre läckage inte är något större bekymmer i plattväxlare och batterisystem, så kan man inte bortse ifrån det i roterande värmeväxlare.

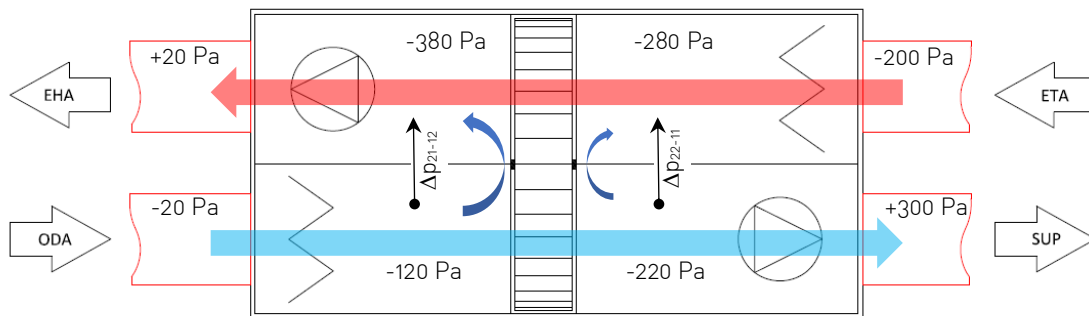
Bland de roterande värmeväxlarnas många fördelar, finns en potentiell nackdel som måste hanteras för att inte riskera tillufts kvalitet och energieffektivitet. Läckflödet över roterande värmeväxlare kan vara större jämfört med andra typer av växlare. Med god produkt design, rätt aggregatkonfiguration (fläktplacering), fackmannamässig installation, korrekt kontroll och service på tätningssystemen, samt övriga åtgärder som minskar tryckskillnaderna, kan man minimera läckagen mellan till- och avluftsflödena. De inre läckagen hos kammarväxlare bör betraktas på samma sätt som hos rotorerna.

Hur fläktarna placeras i aggregatet är normalt det som starkast påverkar det inre läckaget. Typiska läckflöden visas nedan i avsnitt 5.1. Som figurerna visar, så leder vissa fläktplaceringar till mycket stora inre läckage, och bör därför undvikas.

5.1 Typiska inre läckage för roterande värmväxlare

5.1.1 Fall 1. Båda fläktarna efter rotorn i luftströmmen (två sugande fläktar)

Denna konfiguration är den mest rekommenderade för att minimera inre läckage. Tryckskillnaderna mellan flödena kring rotorn minimeras.



Figur 10. Idealisk fläktplacering, fläktarna sitter efter rotorn i respektive luftström

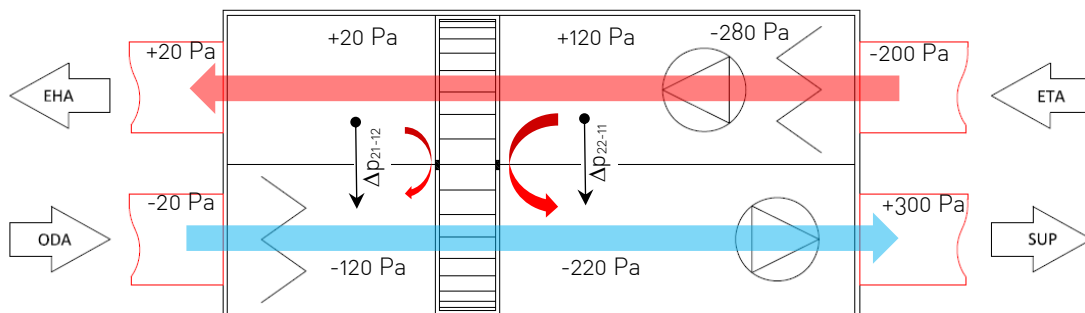
Vanligen är den statiska tryckskillnaden mellan luftströmmarna ett lätt övertryck på tilluftssidan. I praktiken blir ofta tryckskillnaden Δp_{22-11} i installationer negativ ändå, och mer åtgärder måste till för att utjämna tryckskillnaderna och minimera EATR.

Tryckskillnad	Typiskt OACF- värde	Typiskt EATR-värde
$\Delta p_{22-11} > 0$	OACF > 1	EATR < 3 % utan renblåsning
$\Delta p_{21-12} > 0$		EATR < 1 % med renblåsning
$\Delta p_{22-11} < 0$	$1 < \text{OACF} < 1,15$	EATR < 7 % utan renblåsning
$\Delta p_{21-12} > 0$		EATR < 3–5 % med renblåsning
$\Delta p_{22-11} < 0$	$0,8 < \text{OACF} < 0,95$	$5 \% < \text{EATR} < 20 \%$
$\Delta p_{21-12} < 0$		

Tabell 3. Typiska OACF- och EATR-värden för konfiguration med sugande till- och avluftsfläktar. Uppskattningar baserade på data från Eurovent Certification.

5.1.2 Fall 2: Båda fläktar på byggnadssidan (tryckande avluftsfläkt – sugande tilluftsfläkt)

Denna konfiguration är vanlig i ventilationssystem med återluft, eller när kundkrav och marknadstradition gynnar lågprislösningar.



Figur 11. Båda fläktar på byggnadssidan.

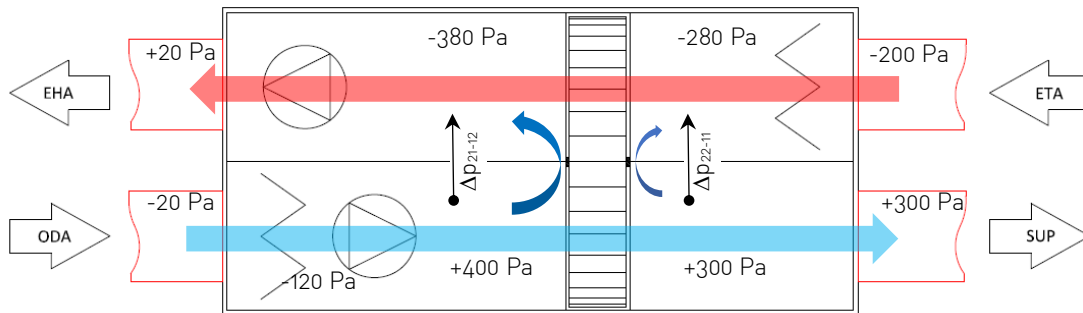
Den tryckande frånluftsfläkten orsakar ett klart övertryck på frånluftssidan (Δp_{22-11} är negativt) i de flesta installationsfall. EATR blir högt och OACF blir under 1,0. Renblåsningssektor bör undvikas, eftersom den inte skulle fungera, utan bara orsaka ytterligare läckage från frånluft till tilluft.

Tryckskillnad	Typiska OACF-värden	Typiska EATR-värden
$\Delta p_{22-11} < -300$ Pa	$0,7 < OACF < 0,9$	$10 \% < EATR < 20 \%$ utan renblåsning
$\Delta p_{21-12} < -100$ Pa		$15 \% < EATR < 25 \%$ med renblåsning

Tabell 4. Typiska OACF- och EATR-värden för konfiguration med tryckande avluftsfläkt och sugande tilluftsfläkt. Uppskattningar baserade på data från Eurovent Certification.

5.1.3 Fall 3. Båda fläktarna på utomhussidan (tryckande tilluftsfläkt – sugande avluftsfläkt)

Man kan visserligen undvika läckage från avluft till tilluft genom att sätta tilluftsfläkten före rotorn. Detta sker dock till priset av mycket stort läckage från tilluft till avluft, alltså mycket högt OACF-värde.



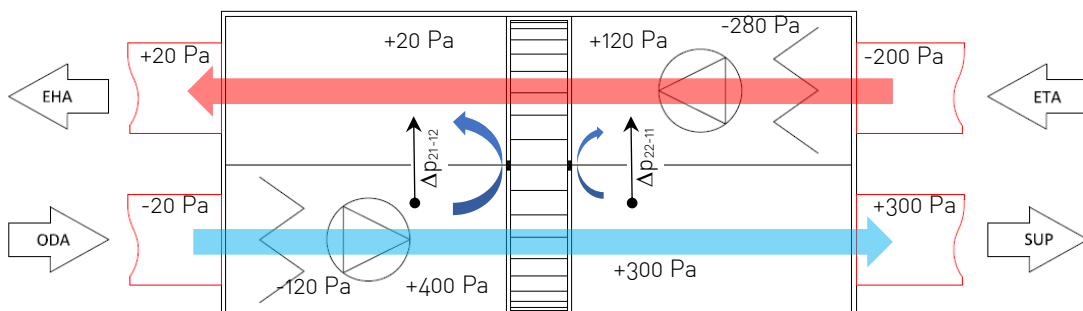
Figur 12. Båda fläktarna på utomhussidan.

Tryckskillnad	Typiska OACF-värden	Typiska EATR-värden
$\Delta p_{22-11} > 300 - 600$ Pa	$1,15 < OACF < 1,5$	EATR < 1 % utan renblåsning
$\Delta p_{21-12} > 500 - 800$ Pa		EATR = 0 % med renblåsning

Tabell 5. Typiska OACF- och EATR-värden för konfiguration med tryckande uteluftsfläkt och sugande avluftsfläkt. Uppskattningar baserade på data från Eurovent Certification.

5.1.4 Fall 4. Båda fläktar före rotorn i luftströmmen (två tryckande fläktar)

I vissa fall föreslås att båda fläktarna ska sitta före rotorn i luftströmmen. Här blir statiska trycket på tilluftssidan mycket högre och tryckskillnaderna starkt positiva, vilket orsakar väl stora inre läckage.



Figur 13. Båda fläktarna uppströms om värmeväxlaren.

Tryckskillnad	Typiska OACF-värden	Typiska EATR-värden
$\Delta p_{22-11} < 200-400 \text{ Pa}$	$1,1 < \text{OACF} < 1,3$	EATR < 3% utan renblåsning
$\Delta p_{21-12} < 400 \text{ Pa}$		EATR < 1% med renblåsning

Tabell 6. Typiska OACF- och EATR-värden för konfiguration med tryckande till- och avluftsfläktar. Uppskattningar baserade på data från Eurovent Certification.

5.2 Problem med felaktig fläktplacering

Föregående avsnitt visar att konfigurationen med båda fläktarna på byggnadssidan (fall 2) orsakar högt läckage av avluft till tilluftssidan. Detta motverkar god luftkvalitet inomhus samt skyddet av människors hälsa och välbefinnande i utrymmet där luften tillförs. Att hålla de inre läckagen låga ger alltid ett mer effektivt aggregat, både när det gäller energi och luftkvalitet.

På många marknader föredrar man dock att avluftsfläkten placeras före rotorn. Vissa standarder rekommenderar allmänt att sätta avluftsfläkten före värmeåtervinnaren för att tillvarata fläktvärmen. Detta stämmer generellt, men specifikt för rotorerna är nackdelen med inre läckage så stor att det bör undvikas.

Luftbehandlingsaggregaten blir alltmer kompakta, och tillverkningskostnaderna kan optimeras genom att sätta avluftsfläkten före rotorn. Visserligen blir aggregatet kortare och billigare med avluftsfläkten uppströms om rotorn, men luftkvaliteten inomhus blir sämre och i de flesta fall även energieffektiviteten. Konstruktörer som bortser från läckage kan lockas av detta byggsätt, men i verkligheten är det en ofördelaktig konstruktion.

Notera också att ifall man gör fältmätningar av värmeåtervinningen, så förbättras mätdata av avluften som läcker till tilluften, vilket kan användas för att förvirra kunden.

På de flesta avancerade ventilationsmarknader där rotorerna för energiåtervinning används allmänt, är allmänt i bruk, är det praxis att endast använda konfigurationen med båda fläktarna efter rotorn i luftströmmen.

En uppsättning åtgärder och begränsningar som beskrivs i avsnitt 6 syftar till att undanröja illa konstruerade produkter från marknaden, avsevärt reducera inre läckage och förbättra luftkvaliteten inomhus.

6 Problemlösning

6.1 Sätta gränser för EATR och OACF

Allt inre läckage, som visar sig i form av EATR- och OACF-värden, försämrar tilluftens kvalitet och/eller reducerar energieffektiviteten hos ventilationssystemet. Båda dessa faktorer visar att man behöver sätta rimliga gränser för inre läckage. De rekommenderade gränserna baseras på erfarenhet hos tillverkare och konsulter inom ventilationsbranschen.

6.1.1 Eurovents rekommendation för EATR

Att tilluften förorenas av avluften (som EATR avspeglar) kan vara ett bekymmer om avluftens kvalitet är otillfredsställande. Om kvaliteten är acceptabel, så kan volymkompensation med uteluft lösa problemet.

För **EATR < 1 %** vid dimensionerande förhållanden krävs ingen extra kompensationsåtgärd.

För $1\% \leq \text{EATR} \leq 5\%$ vid dimensionerande förhållanden ska det nominella tilluftsflödet ökas med EATR ($\text{SUP}_{\text{corr}} = \text{SUP} \cdot (1 + \text{EATR})$) för att kompensera för avluftsflödet vid dimensionerande förhållanden och säkerställa att erforderligt tilluftsflöde levereras. Det nominella frånluftsflödet ska ökas med EATR ($\text{ETA}_{\text{corr}} = \text{ETA} \cdot (1 + \text{EATR})$) för att upprätthålla tryckbalansen i byggnaden. Denna kompensering är tillåten endast om frånluften uppfyller kategori ETA1. Ifall frånluftens kvalitet är sämre så måste EATR vara $< 1\%$.

EATR > 5% godtas inte alls. Även om frånluftens kvalitet vore god, skulle kompenseringen bli så stor att den påverkade dimensioneringen av kanaler och övriga delar.

6.1.2 Eurovents rekommendation för OACF

Inblandningen av uteluft i avluften (som OACF avspeglar) påverkar huvudsakligen energiförbrukningen. Rekommendationen syftar således till att mildra ventilationssystemets ineffektivitet.

Vid dimensionerande förhållanden måste OACF ligga inom området **0,95 till 1,1** (OACF-klass 4 enligt EN 16798-3:2017).

För luftbehandlingsaggregat med återcirkulation och med uteluftsflöden mellan 10 % och 100 % av nominellt flöde används referenskonfigurationens* EATR och OACF när högsta uteluftsflöde under vinterförhållanden med uppvärmning anges.

**) Referenskonfigurationen enligt EU 1253/2014 och EN 13053:2019, §3.23 (översättarens anmärkning).*

6.2 Flödeskompensering

Hos roterande värmeväxlare och kammarväxlare kan det vara omöjligt att helt eliminera inre läckage. I sådana fall är det nödvändigt att kompensera luftflödet för att hålla rätt luftkvalitet inomhus och balansera till- och frånluft i byggnaden.

Vägledning för att beräkna prestanda i luftbehandlingsaggregat med hänsyn till läckage finns i Bilaga I – Prestandakorrektion för inre läckage i luftbehandlingsaggregat. Vägledningen specificerar hur man beräknar och behandlar läckage i ett luftbehandlingsaggregat med roterande värmeväxlare och två sugande fläktar. Vägledningen kan användas som mall för övriga aggregatkonfigurationer.

Vägledningen specificerar hur man läckagekorrigerar temperaturverkningsgrad och fuktverkningsgrad.

6.3 Lämpligt samarbete mellan alla berörda parter

De beskrivna åtgärderna för att begränsa problemet med inre läckage kan inte hanteras enbart av aggregattillverkarna. För att göra saker effektivt och uppnå förväntade resultat är det nödvändigt att samarbeta med VVS-konsulter och de som driftsätter systemen. Först måste VVS-konsulterna bidra med rätt tryckfallsvärden för kanalsystemets alla delar. Sedan måste aggregattillverkarna göra relevanta beräkningar och nödvändiga konstruktionsinsatser för att minimera läckaget. Till sist måste de som tar anläggningen i drift justera in komponenterna (tillsatsstrykning, renblåsningssektor) på plats enligt tillverkarens riktlinjer. Om något av dessa steg försummas kan ansträngningarna vara förgäves.

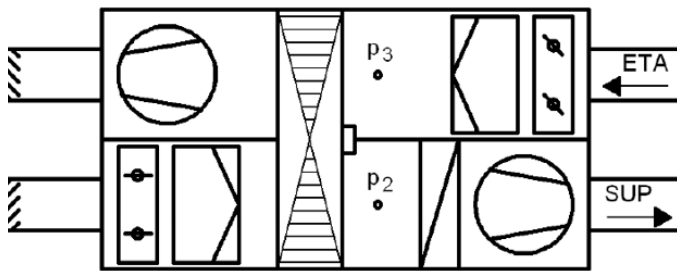
7 Branschpraxis för att begränsa EATR och OACF

7.1 Rätt fläktkonfiguration

En förutsättning för låga inre läckage, särskilt för aggregat med roterande värmeväxlare, är korrekt placering av fläktarna. Den mest rekommenderade konfigurationen är den med båda fläktarna nedströms om växlaren (se Figur 10 i avsnitt 5.1.1, Fall 1). Den ger bäst balans för att begränsa EATR och erhålla ett lågt OACF. Om EATR är under 1 %, behöver man bara ta hänsyn till OACF för tilluftsströmmen. För att begränsa EATR kan man strypa frånluften med ett spjäll eller genom att välja rätt dimension på kanalerna uppströms om återvinnaren.

Ett annat acceptabelt byggsätt är konfigurationen med båda fläktarna uppströms om värmeväxlaren (se Figur 13 i avsnitt 0.4, Fall 4). Detta underlättar att hålla rätt riktning på OACF och EATR. Med denna konfiguration kan man endast strypa tilluften, men det behövs normalt inte.

7.2 Strypning för att hålla rätt tryckbalans



Figur 14. Strypning

Strypningen beror på fläktkonfigurationen som förklaras nedan.

7.2.1 Två sugande fläktar (Figur 10)

Frånluftsstrykning, trängre frånluftskanal eller extra spjäll uppströms om värmeväxlaren, utförs för att se till att p_3 är lägre (negativa tryck) eller lika med p_2 . OACF måste beaktas när man dimensionerar avluftsfläkten. Under 1 % kan betraktas som försumbart.

7.2.2 Tryckande avluftsfläkt – sugande tilluftsfläkt (Figur 11)

Strypning är inte något alternativ. Med denna konfiguration kommer EATR-kompensering troligen vara omöjlig, eftersom ökat till- och frånluftsflöde kommer att öka tryckfallen och öka EATR.

7.2.3 Två tryckande fläktar (Figur 13)

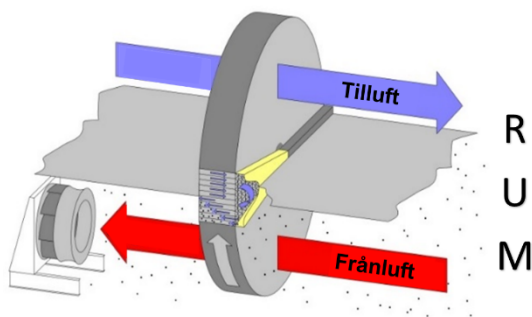
I detta fall kan tilluften behöva strypas för att uppnå rätt tryckskillnad mellan till- och frånluftsströmmarna. OACF måste beaktas när man dimensionerar tilluftsfläkten, och man behöver inte ta hänsyn till EATR om det är under 1 %.

7.2.4 Sugande avluftsfläkt – tryckande tilluftsfläkt (Figur 12)

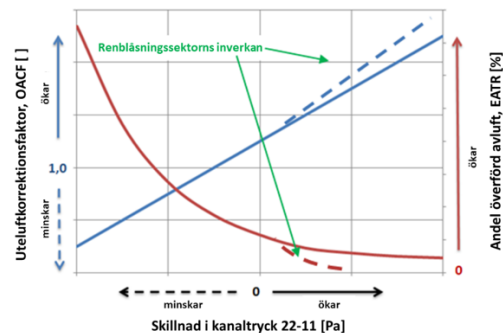
Här är strypning inte något alternativ, det skulle endast medföra att mer uteluft "förloras" till frånluftsströmmen. Med denna konfiguration måste OACF beaktas när man dimensionerar båda fläktarna. Denna konfiguration orsakar inga läckage från frånluftsström till tilluftsström, men gör aggregatet mindre effektivt på grund av överdrivet höga luftflöden (høgt OACF).

7.3 Att använda renblåsningssektor

Renblåsningssektorn används för att minska läckage. På grund av hjulets rotation passerar en del luft från avlufts- till tilluftssidan. Detta läckage kallas *carry-over* och beror på rotationshastigheten, rotordimensionerna och tryckfallet. Att utluft och avluft hålls åtskilda i regenerativa roterande värmväxlare säkerställs med en fungerande renblåsningssektor.



Figur 15. Renblåsningssektor



Figur 16. Renblåsningssektorns inverkan på EATR och OACF

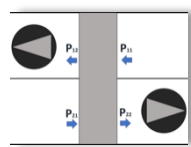
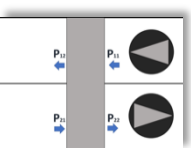
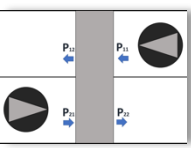
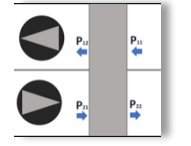
Som Figur 16 visar gör en fungerande renblåsningssektor att EATR tekniskt blir 0 % (egentligen lägre än måttoleransen 1 %), förutsatt att tryckskillnaden är positiv och tillräcklig mellan till- och frånluftssidorna. Faktiska mätvärden ligger långt under 0,5 %. Observera att en fungerande renblåsningssektor ger en ökning av OACF som ungefär motsvarar renblåsningsflödet.

Renblåsningssektorn är den del av den roterande värmväxlaren som tillser korrekt drift. Den fungerar rätt endast vid positiv tryckskillnad mellan till- och frånluftslödena. Den ska alltså alltid användas om $\Delta p_{22-11} > 0$. Renblåsningssektor rekommenderas ej om tryckskillnaden är negativ.

7.3.1 Renblåsningssektorns inställning och placering

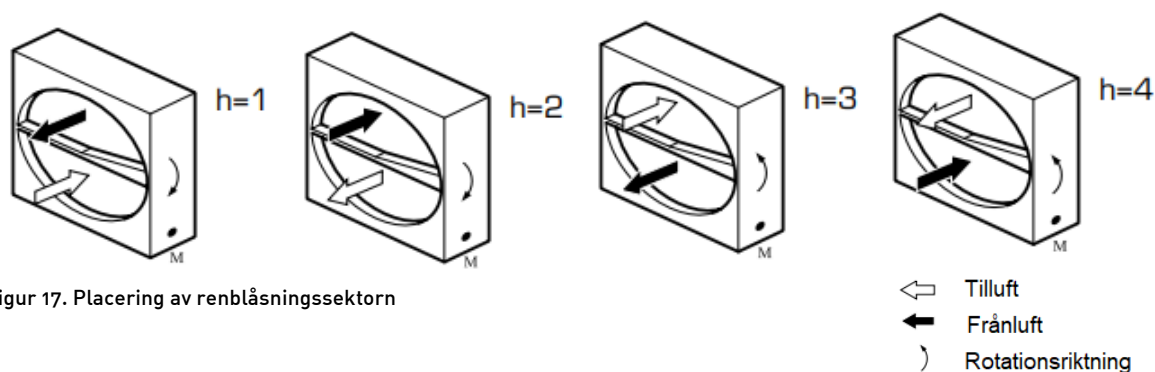
Fördelen med ställbar renblåsningsvinkel är möjligheten att ställa in den effektivaste vinkeln för ett visst förhållande, så att man optimerar tryckfall och verkningsgrad med bibehållet renblåsningsflöde.

Tabell 7 nedan ger allmänna riktlinjer för vinkelinställningen för olika fläktkonfigurationer och faktiska tryckskillnader.

Konfiguration	$p_{22}-p_{11} < 0 \text{ Pa}$	$p_{22}-p_{11} = 0 - 250 \text{ Pa}$	$p_{22}-p_{11} = 250 - 500 \text{ Pa}$	$p_{22}-p_{11} > 500 \text{ Pa}$
	Renblåsningssektor rekommenderas ej.	Stor renblåsningsvinkel*	Liten renblåsningsvinkel*	Renblåsningssektor krävs ej. Rotorn blåses ren av den stora tryckskillnaden.
	Renblåsning fungerar ej – den orsakar bara mer nedsmutsning. Renblåsningssektor rekommenderas ej i detta fall.			
	Renblåsningssektor rekommenderas ej.	Stor renblåsningsvinkel *	Liten renblåsningsvinkel *	Renblåsningssektor krävs ej. Rotorn blåses ren av den stora tryckskillnaden.
	Renblåsningssektor rekommenderas ej.	Stor renblåsningsvinkel *	Liten renblåsningsvinkel *	Renblåsningssektor krävs ej. Rotorn blåses ren av den stora tryckskillnaden.
*Se tillverkarens rekommendationer				

Tabell 7. Rekommenderad inställning av renblåsningsvinkeln.

Renblåsningssektorn kan placeras på olika ställen, som Figur 17 visar.



För att renblåsningssektorn ska fungera korrekt måste rotorn rotera från frånluftsströmmen in i renblåsningssektorn där tilluftsströmmen skjuter ut den instängda avluften. Om detta, tillsammans med rätt tryckskillnad enligt Tabell 7 ovan upprätthålls, bör en ändamålsenlig renblåsningssektor uppnås. Renblåsningens placering kommer endast att medföra små luftutbyten när den sitter i någon av de fyra positionerna enligt Figur 17. En väl fungerande renblåsningssektor innebär noll *carry-over*

(ingen överföring av frånluft som är infångad i rotorn när den roterar från den ena luftströmmen till den andra).

7.4 Effektiv rotortätning

Rotor- och mellanplanstättning förebygger att luft läcker från tilluftssidan till avluftssidan. Tätningen bör utformas så att den alltid är i rätt position. Det idealiska vore en självjusterande konstruktion utan någon mekanisk kontakt. För att upprätthålla tätningssystemets funktion under alla omständigheter måste toleranserna vara fina mellan rotorytan och höljet.

Effektiv rotortätning kan aldrig förebygga *carry-over* (att luften inuti en del av rotorn följer till den andra luftströmmen när värmeväxlaren roterar). För ett effektivt rotortätningssystem måste man alltid använda en bra renblåsningssektor om tryckskillnaden är positiv. En eventuell renblåsningssektor är en del av tätningssystemet.

Särskilt måste man tänka på att mellanplanstättningen kontinuerligt håller till- och frånluftsströmmarna åtskilda oavsett hur renblåsningssektorn är uppbyggd. Ur tätningssynpunkt är renblåsningssektorn en del av frånluftsströmmen.

Lägsta OACF-värde utan att störa renblåsningssektorns funktion kan antas vid noll tryckskillnad. Typiska värden ligger mellan 1,02 och 1,21 för en rotor med diameter 1 m. Värdena blir bättre för större diametrar. Därför är tätningen viktigare vid små roter. En god tätning har OACF-värden lägre än 1,1 och så nära 1,0 som möjligt.

Om EATR tillåts vara 5 % så är lägsta tillåtna OACF-värde 0,95. På grund av massjämvikten är EATR lika med eller större än $(1 - \text{OACF})$ uttryckt i procent, förutsatt att $\text{OACF} < 1$.

Generellt kan man dra slutsatsen att OACF med fungerande renblåsningssektor (EATR är tekniskt sett noll) bör ligga i området 0,95–1,1 beroende på rotordiameter. OACF-värden under 0,95 måste undvikas.

Alla euroventcertifierade tillverkare av roterande värmeväxlare redovisar bevisade EATR- och OACF-värden vid olika driftförhållanden.

7.5 Förhindra läckage mellan aggregatets sidor – kvalitet i design och utförande

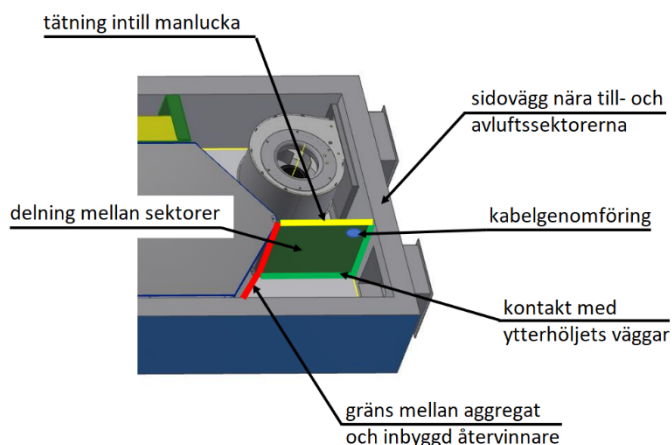
Läckage mellan sektorer uppkommer oftast i energiåtervinningsdelarna. Sådant läckage kan lösas och mätas separat, som beskrivet i föregående avsnitt. Men det är ändå en stor uppgift för aggregattillverkare och servicepersonal att minimera inre läckage.

Störst risker finns i utrymmet där värmeväxlaren byggs in. Gränsytorerna mellan aggregatet och den inbyggda värmeväxlaren bör utformas med omsorg och kontrolleras i fabrik. Roterande värmeväxlare har avsevärda läckor i sig, men även en plattvärmväxlare kan orsaka läckage mellan sektionerna om den installeras fel. Plattvärmväxlarkuber bör regelbundet demonteras för rengöring. När de återmonteras kan tätningen skadas, eller så kan det uppstå en glipa, vilket kan orsaka läckage mellan sektionerna. Detta måste kontrolleras noggrant vid varje service.

En annan riskpunkt är delningen mellan sektorer. Mellanplanet som åtskiljer till- och frånluftsströmmarna har ofta hål för kablar och rör. I dessa fall rekommenderas starkt att använda lämpliga kabelgenomföringar. Genomföringens storlek måste motsvara vägg tjocklek och kabel diameter. Rör måste tätas runtom. Mellanplanet kan också vara perforerat för att montera övriga inre detaljer. Ett större antal skruv- och nithål kan ge ett avsevärt läckage. Mellanplanet bör

tätas tillräckligt på alla sidor som sluter mot ytterhöljets väggar. I vissa konstruktioner sitter mellanplanet intill inspektionsdörren, och korrekt tätning är beroende av att luckan är rätt placerad. Tätningens skick och position bör kontrolleras varje gång man stänger inspektionsdörren.

Till sist finns en risk direkt i höljet. En sidovägg nära både till- och frånluftssektorn kan ge luften en "smitväg". Öppningar i panelens inneryta kan kortsluta luften genom hålrum inuti sandwichpanelen (endast fylld med isolering). För att begränsa inre läckage över mellanplanet kan det därför vara fördelaktigt med aggregat som levereras som separata moduler (kompleta täta höljen för komponenter på till- respektive frånluftssidorna, bortsett från återvinnaren).



Figur 18. Exempel på inre aggregatdelar som kan orsaka läckage.

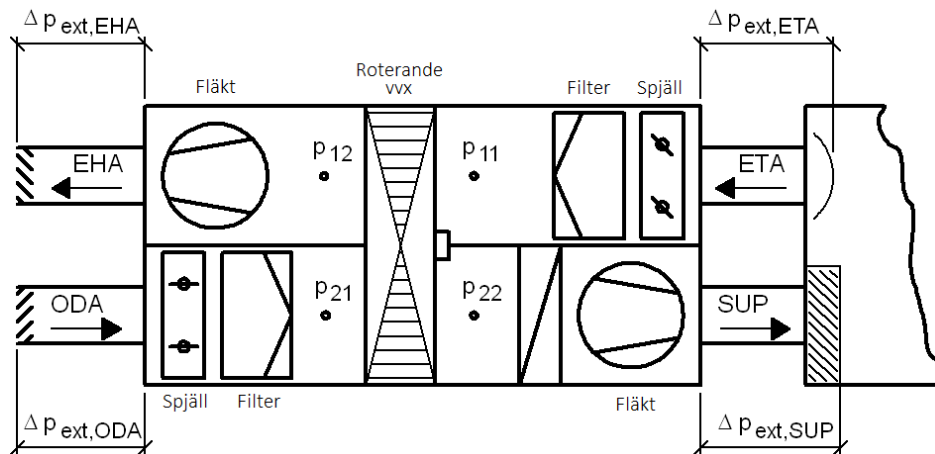
Läckage i blandningsdelar är ett särskilt problem. Ett visst läckage förväntas alltid i denna del även när blandningsspjället är stängt.

Bilaga I –Korrigerig av aggregatprestanda för inre läckage

Huvudorsaken till läckage är normalt ERC, särskilt om den är regenerativ (normalt en roterande värmeväxlare). Läckage som beror på hur återvinnaren har byggts in eller på aggregatets mellanplan tas inte upp här men de ska, liksom eventuella yttre läckage, utvärderas och behandlas.

A. Hur man beräknar korrigerade luftflöden (kompensering)

Första steget när man beräknar läckage är att beräkna alla aggregatets tryckfall med respektive luftflöde. För att sedan kunna beräkna läckagen, måste man räkna ut trycket kring ERC vid de två inloppssidorna; ODA = uteluft (p_{21}) och ETA = frånluft (p_{11}), och vid de två utloppssidorna; SUP = tilluft (p_{22}) och EHA = avluft (p_{12}). Detta görs genom att summera alla tryckpåverkande delar, inklusive tecken (negativt för tryckfall och positivt för en fläkt), från uteluftsintag till luften uppströms om ERC (p_{21}), och från rummet till luften uppströms om ERC (p_{11}). För filter ska dimensionerande tryckfall användas. Beräkningen antar att trycken inne i byggnaden och utomhus är lika. Trycken nedströms om ERC, p_{22} and p_{12} , fås genom att addera ERC-tryckfallet på respektive luftsida till p_{21} respektive p_{11} .



Figur 19. Tryckberäkningar i ett luftbehandlingsaggregat.

B. Hur man beräknar eventuell strypning

Strypning (med spjäll) måste tas med om det finns risk för att avluft läcker till tilluft ($EATR > 0\%$) på grund av ogynnsam tryckskillnad mellan till- och frånluft. Nedan följer ett möjligt sätt att behandla strypning.

Om inget annat anges, sätt tryckskillnaden på uteluftssidan och avluftssidan till 50 Pa. Övriga externa tryck på till- och frånluftöppningarna ska sättas enligt EN 13053, stycket *Testing of unit with heat recovery*. Dock så är det användbart att sätta tryckskillnaden på uteluftssidan och avluftssidan till 1/3 av de externa trycken om de är under 150 Pa (övriga enligt tidigare).

Båda fläktar nedströms om växlaren (sugande avluftsfläkt – sugande tilluftsfläkt)

Om strypning övervägs och p_{11} är högre än p_{22} – justera spjället i frånluften så att p_{11} blir lika med p_{22} , tryckfallet över spjället blir $p_{22} - p_{11}$. Det rekommenderas att trycket p_{11} (det högre negativa trycket) i ett installerat aggregat ligger 0 till 20 Pa lägre än p_{22} .

Strypning på uteluftssidan ska normalt undvikas, men om OACF är för högt och tryckskillnaden $p_{22} - p_{11}$ är mer än 20 Pa så kan OACF minskas genom att justera spjället på uteluftssidan. Det

rekommenderas att endast justera så mycket som behövs för att uppfylla OACF-kravet, trycket p_{11} ska vara minst 20 Pa lägre än trycket p_{22} .

Båda fläktar på inomhussidan (tryckande avluftsfläkt – sugande tilluftsfläkt)

I detta fall finns ingen möjlighet att använda strypning.

Båda fläktar uppströms om växlaren (tryckande avluftsfläkt – tryckande tilluftsfläkt)

Om strypning övervägs och p_{11} är högre än p_{22} – justera spjället i tilluften så att p_{11} blir lika med p_{22} , tryckfallet över spjället blir $p_{22} - p_{11}$. Det rekommenderas att trycket p_{11} (det lägre positiva trycket) i ett installerat aggregat ligger 0 till 20 Pa lägre än p_{22} .

Strypning på avluftssidan ska normalt undvikas, men om OACF är för högt och tryckskillnaden $p_{22} - p_{11}$ är mer än 20 Pa så kan OACF minskas genom att justera spjället på avluftssidan. Det rekommenderas att endast justera så mycket som behövs för att uppfylla OACF-kravet, trycket p_{11} ska vara minst 20 Pa lägre än trycket p_{22} .

Båda fläktar på utomhussidan (sugande avluftsfläkt – tryckande tilluftsfläkt)

I detta fall finns ingen möjlighet att använda strypning.

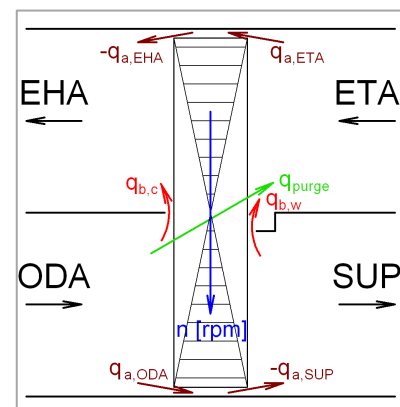
C. Beräkning av läckage kring en roterande värmväxlare

Alternativ 1. Beräkning baserad på full kännedom om den roterande värmväxlaren

Renblåsningssektorn ska vara utformad så att *carry-over*flödet från frånluft till tilluft är noll när rotorn roterar med full hastighet (om den är gjord med sluten slinga på frånluftssidan ska båda sidor ha samma renblåsningsvinkel). Renblåsningsflödet, q_{purge} , kan beräknas ur renblåsningsarean (öppen yta i renblåsningssektorn) och lufthastigheten i denna area. Hastigheten kan beräknas ur tryckskillnaden över renblåsningssektorn genom beräkning baklänges mot tryckfallet.

Läckagen genom mellanplanstätningarna kan beräknas ur tryckskillnaderna $p_{22} - p_{11}$ (inomhussidan) respektive $p_{21} - p_{12}$ (utomhussidan), läckfaktorn (kan mätas) och längden hos respektive tätning (normalt rotorns diameter). Läckageriktningen som ges av tecknen hos respektive tryckskillnad ska beaktas. Om tryckskillnaden är positiv går läckaget från ute-/tilluftssida till från-/avluftssida. Om tryckskillnaden är negativ kommer frånluft att läcka till tilluft, vilket resulterar i ett EATR större än noll. Detta måste åtgärdas, antingen genom strypning eller möjligen genom att kompensera med ökade till- och frånluftsflöden.

För att hantera läckage vid rotorns omkrets antas att tomrummet utanför rotortätningarna är lufttätt mot omgivningen så att yttre läckage undviks. Om så är fallet, kan trycket i tomrummet antas vara medeltrycket av de fyra trycken p_{11} till p_{22} med hänsyn tagen till respektive tecken. Läckagen genom tätningarna till tomrummet från de fyra sidorna kring rotorn kan beräknas ett och ett ur tryckskillnaden mellan respektive sida och tomrummet, läckfaktorn (kan mätas) och längden hos respektive tätning (normalt halva rotordiametern gånger π). Läckageriktningen som ges av tecknen hos respektive tryckskillnad ska beaktas. Om tryckskillnaden är positiv går läckaget från sidan till



Figur 20. Läckage genom den roterande värmväxlaren

tomrummet, positiv flödesriktning. Summan av läckagen till tomrummet ska vara noll (läckage till och från tomrummet ska vara i jämvikt).

Antagandet, när man beräknar läckagens inverkan, är ett aggregat enligt Figur 20 och att till- och frånluft är korrekt kontrollerade och injusterade när aggregatet sätts i drift. Läckagens inverkan ska behandlas för varje luftström in i och ut från rotorn. **(OBS! All addition och subtraktion ska göras med hänsyn till läckageriktning.):**

1. Ifall renblåsningssektor finns: renblåsningsflödet, q_{purge} ska läggas till i både uteluftsflödet och avluftsflödet och, om det finns ett öppet utlopp från renblåsningssektorn till frånluftssidan, adderas till luftflödet genom rotorn på frånluftssidan.
Ifall renblåsningssektor saknas: på grund av *carry-over* kommer den inneslutna luftmängden att överföras mellan luftsidorna, från frånluftssidan till tilluftsvidan. Resultatet blir en ökning av EATR med *carry-over*flödet dividerat med tilluftsflödet.
2. Läckflöde från uteluft till avluft genom mellanplanets tätningar – läckflödet ska adderas till både ute- och avluftsflödena.
3. Läckflöde från tilluft till frånluft genom mellanplanets tätningar – läckaget ska adderas till uteluftsflödet, till luften som strömmar genom rotorn både på till- och avluftssidan, samt till avluftsflödet.
4. Läckflöde mellan uteluft och tomrummet ska adderas till uteluftsflödet.
5. Läckflöde mellan tilluft och tomrummet ska adderas till uteluftsflödet och till luften som strömmar genom rotorn i tilluftsströmmen.
6. Läckflöde mellan frånluft och tomrummet ska subtraheras från frånluftsflödet och från luften som strömmar genom rotorn i frånluftsströmmen.
7. Läckflöde mellan avluft och tomrummet ska subtraheras från avluftsflödet.
8. Beräkna OACF och EATR.

$$OACF = \frac{q_{m,21}}{q_{m,22}}$$

där

$OACF$	uteluftkorrektionsfaktor
$q_{m,21}$	uteluftens massflöde (uteluftens volymflöde multiplicerat med luftens densitet 1,2), i kg/s
$q_{m,22}$	tilluftens massflöde (tilluftens volymflöde multiplicerat med luftens densitet 1,2), i kg/s

$$EATR = \frac{q_{m,22} - q_{m,22,net}}{q_{m,22}} = \frac{q_{m,11,transfer}}{q_{m,22}}$$

där

$EATR$	andel överförd avluft (normalt angiven i %)
$q_{m,22}$	tilluftens massflöde (tilluftens volymflöde multiplicerat med luftens densitet 1,2), i kg/s
$q_{m,22,net}$	den del av tilluftens massflöde som härrör från uteluft, i kg/s
$q_{m,11,transfer}$	summan av massflödena av frånluft som läcker till tilluften (volymflödena multiplicerade med luftens densitet 1,2), i kg/s

9. Om EATR är större än 1 %, så multipliceras EATR/100 med erforderligt tilluftsflöde (dimensionerande uteluftsflöde) och adderas till tilluftsflödet och frånluftsflödet för att få rätt uteluftsmängd och balans i byggnaden:

$$q_{\text{SUPcorr}} = q_{\text{SUP}} \cdot (1 + \text{EATR}/100), \text{ och};$$

$$q_{\text{ETACorr}} = q_{\text{ETA}} \cdot (1 + \text{EATR}/100).$$

Alternativ 2 – Beräkning baserad på kännedom om OACF och EATR (angivna av rotorleverantören)

När den statiska tryckskillnaden $p_{22} - p_{11}$ är beräknad, kan värdena för inre läckage OACF och EATR beräknas med mjukvaran för ERC-komponenten. Det rekommenderas att använda renblåsningssektor så som komponentleverantören rekommenderar. Det rekommenderas också att kontrollera att komponentleverantören anger korrekta data för alla tryckskillnadsförhållanden.

Hur inre läckage OACF och EATR påverkar varje luftström till och från rotorn ska behandlas.

1. Om EATR är större än 1 %, ska till- och frånluftsflödena ökas med EATR-värdet (%):

$$q_{\text{SUPcorr}} = q_{\text{SUP}} \cdot (1 + \text{EATR}/100)$$

$$q_{\text{ETACorr}} = q_{\text{ETA}} \cdot (1 + \text{EATR}/100)$$

2. Ute- och avluftsflödena korrigeras med OACF-värdet:

$$q_{\text{ODACorr}} = q_{\text{SUPcorr}} \cdot \text{OACF}$$

$$q_{\text{EHACorr}} = q_{\text{ETACorr}} + q_{\text{SUPcorr}} \cdot (\text{OACF} - 1)$$

D. Iterationsprocess

Eftersom luftflöden påverkar tryckfall och tryck kring rotorn, tryckskillnader medför läckage, och läckage i sin tur påverkar luftflödena, måste man använda iterationberäkning för att få rätt resultat. Detta är dock, i detta fall, en konvergent process. Loopa bara beräkningen av avsnitt A och C minst tre gånger eller kontrollera när den konvergerar. Följande villkor bör användas för att stoppa iterationen:

Om $\text{OACF}_{n+1} - \text{OACF}_n < 0.01$ och $\text{EATR}_{n+1} - \text{EATR}_n < 0,2 \%$, stoppa iterationen.

Om EATR är mindre än eller lika med 5 %

Aggregatet uppfyller rimliga krav om OACF ligger inom området 0,95 till 1,1.

Om EATR är större än 5 %

Aggregatet uppfyller inte rimliga krav.

OBS: Om aggregatet inte uppfyller kraven, försök med strypning eller annan fläktkonfiguration.

E. Ytterligare beräkningar från dessa resultat

Fläktprestanda ska beräknas från dessa resultat liksom även kvalitetsmått för aggregatet såsom intern specifik fläkteffekt (SFP_{int}).

F. Korrigering av temperatur- och fuktverkningsgrad

Inre läckage kommer möjligen att föra över avluft till tilluft (EATR). Detta kommer att öka mätvärdet hos temperatur- och fuktverkningsgrad. För att uppväga avluftsmängden i tilluften (EATR) när man beräknar verkningsgrad behövs termen nettoverkningsgrad. Denna beräkning behövs endast när man beräknar verkningsgraden från fältmätningar eller för aggregat som vid laboratorieprov har EATR högre än 3 %.

Nettoverkningsgraderna beräknas enligt följande:

Temperaturnettverkningsgrad $\eta_{t,net}$

Nettoöverföring av sensibel värme från avluft till tilluft, med beaktande av EATR och massflöden.

$$\eta_{t,net} = \frac{\left(\frac{\theta_{22} - EATR \cdot \theta_{11}}{1 - EATR} - \theta_{21}\right)}{(\theta_{11} - \theta_{21})}$$

där

$EATR$	andel överförd avluft
θ_{11}	temperatur där frånluften strömmar in, i °C
θ_{21}	temperatur där uteluften strömmar in, i °C
θ_{22}	temperatur där tilluften strömmar ut, i °C

Fuktnettverkningsgrad $\eta_{x,net}$

Nettoöverföring av latent värme från avluft till tilluft, med beaktande av EATR och massflöden.

$$\eta_{x,net} = \frac{\left(\frac{x_{22} - EATR \cdot x_{11}}{1 - EATR} - x_{21}\right)}{(x_{11} - x_{21})}$$

där

$EATR$	andel överförd avluft
x_{11}	absolut luftfuktighet där frånluften strömmar in, i g/kg
x_{21}	absolut luftfuktighet där uteluften strömmar in, i g/kg
x_{22}	absolut luftfuktighet där tilluften strömmar ut, i g/kg

Bilaga II – Beräkningsexempel på prestandakorrigerigering

Exemplen belyser beräkningsgången som presenteras i Bilaga 1. Beräkningar av läckage kring en roterande värmväxlare utförs enligt Alternativ 1 baserade på full kännedom om den roterande värmväxlaren (Bilaga I avsnitt C).

Exempel 1

AHU enligt Figur 19. Båda fläktar efter rotorn i luftströmmen (två sugande fläktar) – alla tryck är negativa tryck. Renblåsningssektor mellan uteluft och frånluft.

Data:	Tilluftsflöde: 1,0 m ³ /s	Frånluftsflöde: 1,0 m ³ /s
	Uteluft, ODA, kanaltryckfall: 50 Pa	Frånluft, ETA, kanaltryckfall: 200 Pa

Radnr	Storhet	Formel (hänvisar till radnr)	Iteration				Enhet
			Start	1	2	3	
1	Tilluftsström						
2	Uteluftsflöde, initialvärde	26, kolumn - 1	1	1,078	1,08	1,08	m ³ /s
3	ODA kanaltryckfall		-50	-50	-50	-50	Pa
4	Dimensionerande filtertryckfall		120	126	126	126	Pa
5	Rotortryckfall		166	166	167	167	Pa
6	Frånluftsström						
7	ETA kanaltryckfall		-200	-200	-200	-200	Pa
8	Strypningens tryckfall	7-9-16; 0 om > 0	59	65	67	67	Pa
9	Dimensionerande filtertryckfall		77	77	77	77	Pa
10	Rotortryckfall		166	176	176	176	Pa
11	Avluftsflöde, initialvärde	29, kolumn - 1	1	1,078	1,078	1,078	m ³ /s
12	Tryckskillnader						
13	p11	7-8-9	-336	-342	-344	-344	Pa
14	p12	13-10	-502	-518	-520	-520	Pa
15	p21	3-4	-170	-176	-176	-176	Pa
16	p22	3-4-5	-336	-342	-343	-343	Pa
17	ptomrum	(13+14+15+16)/4	-336	-344,5	-345,75	-345,75	Pa
18	Rotorläckage						
19	qrenblåsn (p.g.a. p21 -p11)		0,039	0,039	0,039	0,039	m ³ /s
20	qa,ODA (p.g.a. p21 -ptomrum)		0,019	0,019	0,019	0,019	m ³ /s
21	qa,SUP (p.g.a. p22 -ptomrum)		0	0,001	0,001	0,001	m ³ /s
22	qa,ETA (p.g.a. p11 -ptomrum)		0	0,001	0,001	0,001	m ³ /s
23	qa,EHA (p.g.a. p12 -ptomrum)		-0,019	-0,02	-0,02	-0,02	m ³ /s
24	qb,w (varm sida) (p21 -p12)		0	0	0	0	m ³ /s
25	qb,c (kall sida) (p22 -p11)		0,02	0,02	0,02	0,02	m ³ /s
26	Kalkylerat uteluftsflöde	qSUP+19+20+21+24+25	1,078	1,08	1,08	1,08	m ³ /s
27	Kalkylerat tilluftsrotorflöde	qSUP+21+24	1	1,001	1,001	1,001	m ³ /s
28	Kalkylerat avluftsrotorflöde	qETA+19-22+24	1,039	1,038	1,038	1,038	m ³ /s
29	Kalkylerat avluftsflöde	qETA+19-22-23+24+25	1,078	1,078	1,078	1,078	m ³ /s
30	OACF		1,08	1,08	1,08	1,08	
31	EATR		< 1	< 1	< 1	< 1	%

Exempel 2

AHU enligt Figur 19. Båda fläktar efter rotorn i luftströmmen (två sugande fläktar) – alla tryck är negativa tryck. Renblåsningssektor mellan uteluft och frånluft.

Data:	Tilluftsflöde: 0,6 m ³ /s	Frånluftsflöde: 0,8 m ³ /s
	Uteluft, ODA, kanaltryckfall: 50 Pa	Frånluft, ETA, kanaltryckfall: 200 Pa

Radnr	Storhet	Formel (hänvisar till radnr)	Iteration				Enhet
			Start	1	2	3	
1	Tilluftsström						
2	Uteluftsflöde, initialvärde	26, kolumn - 1	1	0,6772	0,6731	0,6734	m ³ /s
3	ODA kanaltryckfall		-50	-50	-50	-50	Pa
4	Dimensionerande filtertryckfall		78	89	88	88	Pa
5	Rotortryckfall		82	85	84	84	Pa
6	Frånluftsström						
7	ETA kanaltryckfall		-200	-200	-200	-200	Pa
8	Strypningens tryckfall	7-9-16; 0 om > 0	0	0	0	0	Pa
9	Dimensionerande filtertryckfall		60	60	60	60	Pa
10	Rotortryckfall		121	131	130	130	Pa
11	Avluftsflöde, initialvärde	29, kolumn - 1	1	0,8761	0,8714	0,8718	m ³ /s
12	Tryckskillnader						
13	p11	7-8-9	-260	-260	-260	-260	Pa
14	p12	13-10	-381	-391	-390	-390	Pa
15	p21	3-4	-128	-139	-138	-138	Pa
16	p22	3-4-5	-210	-224	-222	-222	Pa
17	ptomrum	(13+14+15+16)/4	-245	-254	-253	-253	Pa
18	Rotorläckage						
19	qrenblåsn (p.g.a. p21 -p11)		0,0336	0,0315	0,0317	0,0316	m ³ /s
20	qa,ODA (p.g.a. p21 -ptomrum)		0,0151	0,0149	0,0148	0,0148	m ³ /s
21	qa,SUP (p.g.a. p22 -ptomrum)		0,0068	0,0061	0,0062	0,0062	m ³ /s
22	qa,ETA (p.g.a. p11 -ptomrum)		-0,0041	-0,0024	-0,0026	-0,0026	m ³ /s
23	qa,EHA (p.g.a. p12 -ptomrum)		-0,0167	-0,0168	-0,0168	-0,0168	m ³ /s
24	qb,w (varm sida) (p21 -p12)		0,0055	0,0044	0,0045	0,0045	m ³ /s
25	qb,c (kall sida) (p22 -p11)		0,0163	0,0162	0,0162	0,0162	m ³ /s
26	Kalkylerat uteluftsflöde	qSUP+19+20+21+24+25	0,6772	0,6731	0,6734	0,6734	m ³ /s
27	Kalkylerat tilluftsrotorflöde	qSUP+21+24	0,6123	0,6105	0,6107	0,6107	m ³ /s
28	Kalkylerat avluftsrotorflöde	qETA+19-22+24	0,8431	0,8384	0,8388	0,8388	m ³ /s
29	Kalkylerat avluftsflöde	qETA+19-22-23+24+25	0,8761	0,8714	0,8718	0,8718	m ³ /s
30	OACF		1,13	1,12	1,12	1,12	
31	EATR		< 1	< 1	< 1	< 1	%

OBS: Strypning behövs på uteluftssidan för att reducera OACF.

Om Eurovent

Eurovent är Europas industriförbund inom teknik för inomhusklimat, processkyla och livsmedelskyla. Dess medlemmar över hela Europa representerar över 1 000 organisationer, de flesta små och medelstora företag. Baserat på objektiva och verifierbara uppgifter står dessa för en sammanlagd årsomsättning på mer än 30 miljarder EUR och sysselsätter runt 150 000 personer inom förbundets geografiska område. Detta gör Eurovent till ett av de största överregionala industriförbunden i sitt slag. Organisationens verksamhet baseras på demokratiska beslutsprinciper som säkerställer lika villkor för hela branschen oberoende av organisationsstorlek och medlemsavgifter.

Våra medlemsförbund

Våra medlemsförbund är ledande nationella branschorganisationer i Europa som representerar tillverkare inom teknikområdet inomhusklimat, processkyla, livsmedelskyla och industriventilation.

De över 1 000 tillverkarna inom vårt nätverk (Eurovent 'Affiliated Manufacturers' and 'Corresponding Members') representeras på ett demokratiskt och transparent sätt i Eurovents verksamhet. manner.

→ Fördjupad information och medlemsförteckning finns på www.eurovent.eu