

Kanalsystemers tæthed

Det er af energimæssige hensyn vigtigt at undgå utætheder i aggregater og kanalsystemer. I det efterfølgende er der rettet fokus på, hvad man skal være opmærksom på i forbindelse med kanalsystemers tæthed for at opnå bedste resultat.

I forbindelse med tæthed og tæthedsklasser af kanalsystemer er der nogle afgørende forudsætninger for afprøvning, klassificering og godkendelser, som man skal være opmærksom på, især hvis det gælder tæthedsklasse ATC2 (D). Dette skal tages i betragtning allerede på projekteringsstadiet.

I det efterfølgende gennemgås uddrag fra relevante standarder på området samt hvad man skal være opmærksom på for at opnå den ønskede tæthed.

Hvad siger standarderne?

Uddrag fra DS 447.2021 "Ventilation i bygninger .."

6.7.3.1 Kanalsystemets tæthed

Generelt skal kanalsystemer have en sådan tæthed, at der sikres god energiøkonomi.

De tæthedskrav, som kanalsystemet inklusive komponenter, men uden aggregat skal opfylde, angives ved én af tæthedsklasserne gengivet i Tabel 2. Brug af tæthedsklasserne ATC 6 og ATC 7 tillades ikke.

Tæthedsklasse for kanalsystemet skal vælges under hensyntagen til:

- A) bygningens og rummenes brug
- B) anlæggets driftstryk
- C) størrelsen af det samlede indvendige overfladeareal
- D) luftens behandling
- E) anlæggets driftstid.

Der skal ved dimensionering af anlæg og kanalsystem tages højde for kanalsystemets tæthedsklasse, og der foretages tillæg for lækage således, at den krævede nominelle luftmængde tilføres og fjernes fra de enkelte zoner uanset lækagernes størrelse og omfang.

Antallet af samlinger skal begrænses mest muligt.

Tabel 2 - Tæthedsklasse og tilladelig lækagefaktor

Tæthedsklasse	Tilladelig lækagefaktor [m ³ /s pr. m ²]	Tidligere klasse
	ved testtryk p_{test} [Pa]	
ATC 7	Ikke klassificeret	—
ATC 6	$0,0675 \cdot p_{\text{test}}^{0,65} \cdot 10^{-3}$	—
ATC 5	$0,027 \cdot p_{\text{test}}^{0,65} \cdot 10^{-3}$	A
ATC 4	$0,009 \cdot p_{\text{test}}^{0,65} \cdot 10^{-3}$	B
ATC 3	$0,003 \cdot p_{\text{test}}^{0,65} \cdot 10^{-3}$	C
ATC 2	$0,001 \cdot p_{\text{test}}^{0,65} \cdot 10^{-3}$	D
ATC 1	$0,0003 \cdot p_{\text{test}}^{0,65} \cdot 10^{-3}$	—

Uddrag af noter:

NOTE 1 – Tilladelige lækagefaktorer i tabel 2 er angivet i henhold til DS/EN 1507:2006, DS/EN 12237:2003 og DS/EN 15727:2010. Tæthedsklasse ATC 1-7 er angivet i henhold til DS/EN 16798-3:2017.

Opmærksomheden henledes på, at et system opbygget af komponenter i en given tæthedsklasse ikke nødvendigvis vil medføre at systemet samlet set overholder samme tæthedsklasse.

NOTE 3 – Kravene til tæthedsklasse overholdes for alle testtryk, p_{test} , mindre end eller lig det dimensioneringsgivende driftstryk kanalsystemet vil blive udsat for under drift.

De omtalte standarder:

- **DS/EN 1507** Ventilation i bygninger - Rektangulære luftkanaler af metalplade - krav til styrke og tæthed
- **DS/EN 12237** Ventilation i bygninger - kanaler - styrke og lækage af cirkulære kanaler af metalplade
- **DS/EN 15727** Ventilation i bygninger – kanaler og kanalkomponenter, tæthedsklassificering og prøvning

beskriver, hvordan man i praksis foretager målinger både i laboratorier og på byggepladser.

- **DS/EN 16798-3** Ventilation i bygninger – I bygninger ikke beregnet til beboelse – Ydeevnekrav til ventilationsanlæg og anlæg til konditionering af rum (Modul M5-1, M5-4)

definerer under punkt

9.8.6.2 Klassifikation af kanalsystemets tæthed

Tætheden af et kanalsystem skal klassificeres i henhold til tabel 19. Tæthedsklassen skal verificeres i henhold til EN 12599. I store systemer, hvor alle komponenter er testet og klassificeret, er det kun nødvendigt at teste dele af systemet i henhold til EN 12599.

Tabel 19 – Klassifikation af systemers tæthedsklasser

Air tightness class		Air leakage limit (f_{max}) $m^3 \cdot s^{-1} \cdot m^{-2}$
Old	New	
	ATC 7	not classified
	ATC 6	$0,0675 \times p_t^{0,65} \times 10^{-3}$
A	ATC 5	$0,027 \times p_t^{0,65} \times 10^{-3}$
B	ATC 4	$0,009 \times p_t^{0,65} \times 10^{-3}$
C	ATC 3	$0,003 \times p_t^{0,65} \times 10^{-3}$
D	ATC 2	$0,001 \times p_t^{0,65} \times 10^{-3}$
	ATC 1	$0,00033 \times p_t^{0,65} \times 10^{-3}$

Bemærk, at dette er de samme værdier som nævnt i DS 447.

Standarden **DS EN 12599 "Bygningsventilation – Prøvningsprocedurer og målemetoder ved aflevering af installerede aircondition- og ventilationssystemer"** beskriver, hvordan man i praksis kan udføre tæthedsmålinger.

Under punkt D. 8 "Air leakage" og D.8.1 "Measuring method":

Det anbefales bl.a. at testtrykket bør vælges så det ligger så tæt som muligt på følgende tryk:

- Ved tilluft: 200 Pa, 400 Pa eller 1000 Pa, dvs overtryk
- Ved fraluft: 200 Pa, 400 Pa eller 750 Pa, dvs undertryk

Endvidere gives information omkring måleudstyr, opbygning af testsystem mm.

Følgende er i den sammenhæng afgørende:

Standarderne forudsætter, at der er et bestemt forhold mellem det testede kanalsystems antal meter samlinger og overfladearealet.

I DS/EN 12237 "Styrke og tæthed af cirkulære kanaler" gælder: $1 \leq L/A \leq 1,5$

I DS/EN 1507 "Styrke og tæthed af rektangulære kanaler" gælder: $1 \leq L/A \leq 1,5$

Det vil sige, at forholdet mellem det totale antal meter samlinger (L) og systemets overfladeareal (A) skal ligge mellem 1 og 1,5. Der forudsættes ligeledes, at overfladearealet af systemet under test mindst er på 10 m².

Hvis dette er tilfældet, taler man om et "normalt" system. Hvis nu der er mange faconstykker og dermed mange samlinger, vil denne faktor overstige 1,5. Mange samlinger betyder potentielt flere lækagekilder og dermed større risiko for, at systemet ikke kan overholde kravene. Hvis der omvendt er mange rør og dermed færre samlinger, vil faktoren sandsynligvis ligge under 1.

DS/EN 12599 henviser ligeledes til DS/EN 12237 og 1507. Under figur D.8 står:

"The leakage test is described in EN 12237 and EN 1507. The surface is calculated according to EN 14239".

Oversat til dansk

(Kontrol af tætheden er beskrevet i EN 12237 og EN 1507. Overfladearealet kalkuleres i henhold til EN 14239).

Angående overfladeareal

Dette kan enten kalkuleres ved hjælp af et CAD-system eller ved at anvende de beregningsmodeller for både cirkulære- og rektangulære kanalsystemer, som er vist i DS EN 14239. Det er nogle enkle metoder, og man kan hurtigt estimere overfladearealet.

DS 447 afsnit 9 – Prøvning, indregulering, aflevering, dokumentation og drift

9.2 Tæthedsprøvning

Der skal foretages en tæthedsprøvning af ventilationssystemet og det dokumenteres, at det samlede trykprøvede ventilationssystem, inkl. alle kanalstrækninger og andre komponenter, opfylder de stillede tæthedskrav.

I forbindelse med tæthedsprøvningen udfærdiges en tæthedsrapport, indeholdende resultatet af tæthedsprøvningen med angivelse af omfang af tæthedsprøvningen samt den opnåede tæthed.

NOTE 1 – Tæthedsprøvning foretages for alle typer af byggerier, også boliger.

NOTE 2 – Tæthedsrapporten bør som grundlag for efterfølgende vurdering af den opnåede tæthed indeholde tegningsmateriale, der tydeligt angiver det trykprøvede område, fotodokumentation af prøveopstillingen, dokumentation for kalibrering af prøveudstyr og en udskrift af resultaterne fra selve tæthedstesten. Kalibrering af måleudstyr skal være udført i overensstemmelse med producentens anvisninger og være gyldig på tidspunktet for tæthedsprøvningen.

NOTE 3 – Ofte vil det være acceptabelt, at kanalsystemet, eller dele af kanalsystemet, tæthedsprøves ved stikprøver. Hvis stikprøvetagning tillades, bør der altid foretages tæthedsprøvning af mindst 25% af kanalsystemet, og stikprøverne udtages, så de er repræsentative for hele kanalsystemet, og med et omfang, der indbefatter alle komponenter. Hvis kanalsystemet omfattes af stikprøven ikke overholder tæthedskravene, testes hele kanalsystemet.

NOTE 4 – Bokse til tillufts- og fraluftsarmaturer testes normalt ikke med som en del af kanalsystemet.

Bemærk: Det er ikke længere et krav at måle tæthed af trykfordelingsbokse !

Tæthedsklasse ATC2 (D)

Lindab Safe

Se også dokumentet "Generelt om Safe systemet" på vores hjemmeside, hvor vi henviser til DS/EN 12237 med hensyn til forholdet mellem antal meter samlinger og overfladearealet.

Følgende skal man være opmærksom på, hvis tæthedsklasse ATC2 (D) skal opfyldes.

Produkter:

- Komponenter af andet fabrikat end Lindab Safe klarer ikke altid tætheden. Af gode grunde kan vi ikke tage ansvar for fremmedkomponenter.
- Produkter, som tidligere har været monteret og har huller fra skruer eller popnitter, kan ofte ikke genbruges. Huller skal tætnes omhyggeligt. Man kan ikke udvendigt se, om der er tale om genbrug, dvs. skjulte huller i faconstykkerne.
- Produkter, som er ombygget eller tilpasset på byggepladsen, er ofte utætte.
- Produkter, som anvendes til formål, som de oprindeligt ikke er beregnet til, har som regel svært ved at klare tætheden, eks 60 graders bøjninger anvendes til 45 graders forsætning.
- PSU, TSTCU, TSTU, ILU , ILRU osv. skal tætnes meget omhyggeligt i den ende, som monteres på rør eller kanaler. Her opstår ofte utætheder. Derfor er det at foretrække med fabriksfremstillede T-stykker.
- Visse Safe-produkter klarer ikke klasse ATC2 (D), som f.eks. LRCA, LRCB, DIRU. Dette fremgår af vores katalogsider.
- Et system, som består af en kombination af cirkulære produkter og rektangulære produkter, kan som udgangspunkt ikke overholde tæthedsklasse ATC2 (D).

Montage:

- Tæthedsklasse ATC2 (D) stiller meget høje krav til montage og montørerne. Montageanvisningen skal følges omhyggeligt. Se vores montagevejledning på hjemmesiden.
- Der forekommer altid "ikke Lindab-komponenter".
- Safe-listerne kan være beskadigede eller sidder forkert på grund af forkert montage.
- Produkter, som er genanvendt, og hvor man ikke har tætnet tidligere skruehuller.
- Der anvendes forkerte skruer. Se anbefaling i vores montagevejledning.
- Skruer er ofte "overskruet" og drejer bare rundt. De er ikke tæt nok.
- Produkter har beskadigede ender i form af buler fra transport eller håndtering
- Der skrues ikke på kryds af samlingen, dvs. Safe-komponenten og hele toleranceområdet trækkes over til en side.

Måling af et kanalsystems tæthed i praksis – anbefalinger

- At opnå tæthedsklasse ATC2 (D) på byggepladser er selvfølgelig meget vanskeligere sammenlignet med målinger i et laboratorium.
- Det anbefales, at der allerede på projekteringsstadiet, og især inden montagen går i gang, tages højde for- og planlægges, at det er tæthedsklasse ATC 2 (D) skal overholdes.
- Man kan med fordel på projekteringsstadiet udpege de repræsentative kanalstrækninger, som der skal udføres tæthedsmålinger på.
- Man skal være opmærksom på, om forholdet mellem det totale antal meter samlinger (L) og systemets overfladeareal (A) ligger mellem 1 og 1,5. Ligger det over 1,5, kan man være udfordret på tætheden.
- Det kan anbefales, at der allerede på projekteringsstadiet og senest inden montagen går i gang, afklares i hvilket omfang der skal måles og ved hvilket testtryk målingerne skal foretages.
- Det anbefales, at testtrykket vælges tæt på systemets dimensionerede driftstryk med en lille sikkerhedsmargin, for eksempel: er driftstrykket 200 Pa, vil vi anbefale et testtryk på 220 Pa, dvs. 10% højere.
- Se dog DS EN 12599 (tidligere beskrevet).
- Med vores Lækagetester LT 600 kan man nemt og enkelt måle og dokumentere tætheden af kanalsystemer.

Montage af andre installationer på kanalsystemet

Der er situationer, hvor der ønskes monteret andre installationer (f.eks. el-komponenter) på kanalsystemet. Hvis de skrues fast, er der potentiel risiko for utætheder. Lindab kan under ingen omstændigheder stå inde for dette, og vi påtager os ikke noget ansvar i den sammenhæng.