

Mekanisk ventilation

Formål og indledende beskrivelse

Formålet med dette notat er at angive Ejendommens krav til valg, dimensionering, udformning og idriftsættelse af mekaniske ventilationsanlæg.

Hvor er dette gyldigt?

- Alle nybygninger, renoveringer og ombygninger, undtagelse for nærværende se neden for.

Notatet gælder ikke for ventilering af lokaler, der er forurenet med andet end bioeffluenter, CO₂ og/eller fugt.

Reference til andre interne standarder

[Termisk og atmosfærisk indeklima - Dimensionering af luftmængder](#)
[Bygningsautomatik](#)
[Pladsdisponering teknik \(ADK,AIA,ABA\)](#)
[Målerstrategi vand, varme og strøm](#)

Referencer til eksterne standarder, vejledninger mv.

DS 447:2021 Ventilation i bygninger – Mekaniske, naturlige og hybride ventilationssystemer
DS 428:2019 + Till 1 & 2 Norm for brandtekniske foranstaltninger ved ventilationsanlæg
DS 452:2013 Termisk isolering
Ecodesign - FORORDNING (EU) Nr. 1253/2014 af 7. juli 2014
DS/EN ISO 16890-1:2016 Luftfiltre til generel ventilation

Grundlæggende forudsætninger

Mekanisk ventilation, i Silkeborg Kommune, skal altid udlægges og dimensioneres efter at styre og regulere i forhold til det atmosfæriske indeklima, dvs. fjerne forurening fra brugerne. Anlægs dimensionering må aldrig foretages med henblik på at tilføre automatisk frikøling til regulering af det termiske indeklima. I beregningsøjemed, må ventilationsanlægget gerne indgå som et sekundært supplement for regulering af indeklimaet, dog må resultatet af denne supplementsfunktion aldrig medføre øgede anlægs dimensioner på hverken aggregater eller kanaler.

Anlæg må ikke anvendes til opvarmning, udstyres med befugtning eller mekanisk køling (kompressorkøling).

Valg af ventilationsprincipper

Allerede i skitse eller projektforslagsfasen skal valget af ventilationsprincipperne fastlægges, fordi det har afgørende betydning for føringsveje, placering og størrelse af teknik rum samt brandsikkerhed. I Bilag 1 skema er der angivet forskellige lokaletyper og ventilationsprincippernes egnethed, i hhv. nybyg og renoveringssager. Prioriteringen er baseret på erfaringer med både totaløkonomiske, drifts- og sikkerhedsmæssige parametre.

Dette notat er Silkeborg Kommunes interne krav og kan ikke videregives i dette format ved udbud mv.

***Dato: 14-01-2025/ Init. KBG
Revision:***

Tekniske krav

Krav til decentrale aggregater:

- Ventilationsanlæg leveres i kvalitet og udførelse, som fabrikat Airmaster type AM eller tilsvarende.
- Godkendt til min. tæthedsklasse A2 jr. EN13141-7 eller klasse L2 efter EN1886
- VAV regulering af luftmængder efter CO2 niveau, temperatur eller fugt, samt mulighed for passiv køl ved overtemperatur.
- EC trinløse ventilatorer
- Modstrøms pladevarmeveksler, med temperaturvirkningsgrad større end 80 % efter EN 308 uden kondensation ved luftforhold 1/1
- Mulighed for opsamling af kondensat eller bortpumpning af dette til afløb.
- Støj fra ventilationsanlæg må ikke overstige 30dB(A) ved nominel ydelse
- Automatisk sikring mod tilisning af varmeveksler
- Automatisk modulerende By-pass spjæld og motorstyret lukkespjæld
- Udsugningsfilter skal opfylde filterklasse ePM10 50% og energiklasse A
- Indblæsningsfilter skal opfylde filterklasse ePM1 55% og energiklasse A
- Indbygget elektrisk eftervarmeplade
- Indbygget måling af luftflow, hvis muligt

Krav til automatik, decentrale aggregater

- Alle anlæg leveres med styring som Airmaster AIRLINQ med betjeningspaneler Airlinq Orbit eller tilsvarende.
- Indbygget kontinuerlig datalogning af luftflow, temperaturer og (tilluft, fraluft, udeluft afkastluft, og CO2 niveau.)
- Data fra de sidste 30 dages drift skal være tilgængelig via kommunikationsport på aggregat eller via et betjeningspanel.
- Anlæggene skal være med IoT teknologi og opkobles til internetportal der leveres og drives af leverandøren (Airlinq online).

Krav til centrale aggregater:

- Ventilationsanlæg leveres i kvalitet og udførelse som fabrikat Systemair type DV eller tilsvarende Eurovent certificeret anlæg.
- Ventilationsanlægget skal placeres indenfor klimaskærmen. Aggregater placeret i det fri accepteres ikke.
- EC trinløse ventilatorer i kvalitet og udførelse som fabrikat EBM-Papst eller tilsvarende. Der må ikke anvendes AC-motorer med frekvensomformere
- Modstrøms pladevarmeveksler, med temperaturvirkningsgrad større end 80 % efter EN 308 uden kondensation ved luftforhold 1/1, foretrækkes som udgangspunkt.
- Ved renoveringssager hvor pladsproblematikker kan besværliggøre brugen af modstrøms veksler, kan Roterende varmeveksler anvendes, dog skal brugen af disse specifikt aftales Ejendomme.
- Støj fra ventilationsanlæg må ikke overstige 30dB(A) i lokalerne ved maksimal ydelse
- Filtre skal opfylde ISO 16890:
- Aggregater med roterende varmeveksler skal både udsugnings- og indblæsningsfiltre opfylde filterklasse ePM1 60% og energiklasse A

Dette notat er Silkeborg Kommunes interne krav og kan ikke videregives i dette format ved udbud mv.

***Dato: 14-01-2025/ Init. KBG
Revision:***

- Aggregater med modstrømsveksler skal udsugningsfilter opfylde filterklasse ePM2,5 60% og energiklasse A. Indblæsningsfilter skal opfylde filterklasse ePM1 60% og energiklasse A
- Indbygget vandvarmevlade foretrækkes. Anlæg med en årlig driftstid under 500 timer kan leveres med indbygget eller påbygget el-varmevlade i kanalsystem, efter specifik aftale fra bygherre.
- Vandbårne varmevlader i anlæg skal dimensioneres efter temperatur sæt 50/28

Krav til automatik, centrale aggregater:

- Aggregater leveres uden fabriksmonteret automatik og der eftermonteres Danfoss ECL310 regulator for opkobling til Ejendommens driftsportal.
- Der tillades leverance fra enkelte leverandører, som kan levere aggregater med præ monteret Danfoss ECL310 automatik. Dette gælder f.eks. NB Ventilation og Exhausto.

Krav til brandsikring, centrale aggregater:

- Centrale ventilationsanlæg skal som udgangspunkt brandsikres efter DS428 som røgventileret system, for at reducere udgifterne til service og vedligeholdelse af brand- og røgspjæld.
- Brandautomatik indbygges i nødvendigt omfang, og skal udføres som enten Exhausto EFG Control, eller Systemair Brandsikringsautomatik BR-A3.
- Brandautomatikken skal placeres let tilgængelig for driftspersonalet. Er anlægget placeret utilgængeligt i loftrum eller lignende, placeres brandautomatikken i et lettere tilgængeligt lokale efter aftale med bygherre.
- Brandtermostater skal være stilbare op til 60°C tilpasset aggregatplaceringen, så placeringer i varme loftrum ikke utilsigtet slå en brandtermostat.

Krav til kanalsystemet

Udførelses krav

- Kanalsystemer skal opfylde en tæthedsklasse ATC 3 (Klasse C)
- Afgreninger skal så vidt muligt udføres med præfabrikerede fittings fremfor på-stik af hensyn til kanalsystemets tæthed og integritet.
- Kanaler skal fastgøres til bygningsdel med montagebøjler godkendt efter DS428 og i kvalitet og udførelse som Lindab FADK2 eller tilsvarende.
- Kanaler MÅ IKKE fastgøres til bygningsdele med hulbånd eller strips. Denne type montering vil blive kasseret og forlangt ændret.

Udformnings krav

- Der må ikke ske tilbageførsel af fraluft til ventilerede områder dvs. recirkulation.
- Forurenede luft må ikke overføres mellem flere rum af samme brugs kategori, luftvandring imellem rum kan efter aftale, tillades så længe dette sker fra rene rum og ud imod mindre rene rum, (eks. fra en børnehaves stue og ud imod et stue toilet)
- Der skal altid søges en hensigtsmæssig zoneopdeling i forhold til placering, brugsmønster, benyttelsestid og lign.
- Ved anlæg der betjener flere opholdsrum med varierende belastning skal den dimensionerende hovedluftmængde reduceres med en samtidighedsfaktor på 80%.

Dette notat er Silkeborg Kommunes interne krav og kan ikke videregives i dette format ved udbud mv.

***Dato: 14-01-2025/ Init. KBG
Revision:***

Gennemføringer i klimaskærm

- Taghætter og taggennemføringer skal udførelse, forstærkning via bærejern og fabriksmonteret inddækning i zink eller Perform.
- Bruges andre typer taghætter, f.eks. Lindab type VHL eller VHA skal der leveres og monteres taggennemføringer som Lindab type GISOLP med fabriksmonteret inddækning.
- Taghætter og gennemføringer leveres i galvaniseret stål der skal pulverlakeres i farve der aftales i hvert enkelt tilfælde.
- Taghætter af typerne jethætte og kinahat må som udgangspunkt ikke anvendes.
- Vægrieste leveres som rektangulær lamelrist med cirkulær tilslutning.
- Vandrette afkast- og indtags kanaler i ydervæg skal have 1-2 % udadgående fald for at forhindre slagregn løber ind i anlægget.
- Huller til kanaler bores 10-15mm større end kanaldimensionen. Der skal fuges omkring kanaler både på den indvendige og udvendige side af muren med langtidselastisk fugemasse.
- Riste pulverlakeres i farve der aftales i den enkelte sag.
Indtag/afkast skal udformes og placeres så der ikke sker tilbageførsel af forurenede luft til lokalerne.

Armaturlkrav

- Ventilationssystemet opbygges som hovedregel efter opblandingsprincippet, med loftmonterede diffuser armaturer, i kvalitet og udførelse som fabrikat Lindab eller Halton.
- Tilluft- og fraluftarmaturer skal være med trykfordelingsboks.
- Udsugning kan foretages gennem riste.
- Antallet og placeringen af indblæsningsarmaturer fastlægges således, der opnås en ventilationseffektivitet på 1,0
- Efter aftale, kan som alternativt til diffusor armaturer, vælges løsninger med indblæsning gennem nedsænkede loftplader, hvor hulrummet over loftet virker som trykkammer.
- I områder med stort frisklufts behov, f.eks. i produktionskøkkener, kan der enten anvendes emhætter med integreret indblæsning (f.eks. fabrikat Jeven type JSI) eller tekstilposer i kvalitet og udførelse som fabrikat KE Fibertec type lavimpuls i D facon. Poser skal være aftagelige og vaskbare.

Spjældkrav

- VAV spjæld i indblæsnings- og udsugningskanaler foretrækkes med måling af luft via ultralyd, som f.eks. Lindab FTCU. Alternativt kan der i bruges volumenstrømsregulator med indbygget målekors, som Lindab VRU eller tilsvarende. I produktionskøkkener anvendes udelukkende ultralydsmåling.
- Indreguleringsspjæld (statiske) skal i kvalitet og udførelse svare til fabrikat Halton type PRA og bestå af en regulerbar konus med målestutse til måling af differenstrykket.
- Spjældet skal have en indikator for reguleringspositionen samt en stillingsindikator til brug for rengøring.

Dette notat er Silkeborg Kommunes interne krav og kan ikke videregives i dette format ved udbud mv.

***Dato: 14-01-2025/ Init. KBG
Revision:***

Design / Æstetiske krav

Decentrale anlæg skal kunne monteres frit-hængende på væg, loft eller integreres helt eller delvist i loftkonstruktionen og skal leveres med indfarvede paneler i hele aggregatets højde.

Alle aktive komponenter herunder ventilatorer, veksler, automatik, spjæld, filtre mv. skal kunne serviceres og udskiftes uden demontering af tilstødende bygningsdele.

Alle ventiler, pumper, automatiktavler, o lign. komponenter skal placeres logisk og overskueligt og således, at de er umiddelbart tilgængelige for betjening.

Synlige kanaler udføres med min. frihøjde på 2,2m under kanal i opholds- og fordelingsarealer.

Krav til energiforbrug

For decentrale ventilationsanlæg, må det specifikke strømforbrug må ikke overstige 900J/m³ ved maksimal ydelse.

Alle anlæg skal overholde Ecodesign krav.

Beregningsværktøjer

Dimensionerende luftmængder fastlægges efter retningslinjerne i "Designmanual for - Termisk og atmosfærisk indeklima"

Idriftsættelse

Alle anlæg idriftsættes og funktionsafprøves af entreprenør i samarbejde med tilsynet. Før afprøvningen monteres nye rene filtre i anlæggene. Indbygget alarm for service indstilles til min. 12 måneder. Anlægget må ikke stoppe ved overskridelse af serviceinterval

Funktionsafprøvningen der er en del af kvalitetssikringen skal overholde bygningsreglementets krav og som minimum bestå af følgende kontroller:

- Eftervisning af anlægget specifikke strømforbrug
- Eftervisning af tilluftmængder i lokalerne
- Afprøvning af anlæggets funktioner, herunder start/stop, frost, brand, tilisning, VAV-regulering efter CO₂/fugt og temperaturregulering. Afprøvningen dokumenteres så vidt muligt med ved udskrifter fra anlæggenes datalog.
- Måling af støjniveauet fra anlæggene i et antal udvalgte lokaler – typisk 10%
- Stikprøvekontrol af lufthastigheden i opholdszonen i et antal udvalgte lokaler – typisk 1-2 referencelokaler.

Emner/spørgsmål der skal afklares, og som ikke er beskrevet i notatet

Ejendomme skal godkende valg af ventilationsprincip (central eller decentral ventilation) anlægstype samt placering af anlæg i lokalerne.

Drift & vedligehold

Som en del af kvalitetssikringsmaterialet skal der leveres oversigtstegninger med anlægstyper og data til brug i Ejendommens driftssystem Timesafe. I skema Bilag 2, fremgår de stamdata, som skal oplyses af leverandøren.

Dette notat er Silkeborg Kommunes interne krav og kan ikke videregives i dette format ved udbud mv.

***Dato: 14-01-2025/ Init. KBG
Revision:***

Entreprenøren skal ikke, medregne service 1 år fra aflevering af anlægget. Ved aflevering skal der monteres rene filtre i anlægget.

Oversigtstegninger afleveres i DWG eller IFC-format. Datablade leveres i PDF format.

BILAG 1.

Lokaletype	Central aggregat	Decentral aggregat	Mekanisk udsugning	Naturlig ventilation*	Bemærkninger
Undervisningslokaler (Renovering)	Egnet	Bedst	Uegnet	Uegnet	
Undervisningslokaler (Nybyg)	Egnet	Egnet	Uegnet	Uegnet	
Gangarealer med områder til ophold	Egnet	Egnet	Uegnet	*Egnet	*Supplement til mekanisk vent.
Opholdsrum i daginstitutioner	Egnet	Egnet	Uegnet	Uegnet	
Kontorer (faste arbejdspladser)	Egnet	Egnet	Uegnet	Uegnet	
Mødelokaler	Egnet	Egnet	Uegnet	Uegnet	
Puslerum i daginstitutioner	Egnet	Egnet	Uegnet	*Egnet	*Supplement til mekanisk vent.
Idrætshaller og gymnastiksale	Egnet	Uegnet	*Egnet	*Egnet	*Supplement til mekanisk vent.
Depotrum og teknikrum	Egnet	Uegnet	Egnet	Uegnet	
Garderober	Egnet	Egnet	Uegnet	*Egnet	*Supplement til mekanisk vent.
Toiletter (uden pusleplads)	Egnet	Uegnet	Bedst	*Egnet	*Supplement til mekanisk vent.
Omklædnings- og baderum	Bedst	Egnet	Uegnet	Uegnet	
Produktionskøkkener	Bedst	Uegnet	Uegnet	Uegnet	
Café og spiseområder	Egnet	Egnet	Uegnet	Uegnet	
Andre lokaler					Besluttet i hvert enkelt tilfælde

*Naturlig ventilationer som udgangspunkt aldrig en ønskeløsning, og ses her primært som et supplement, hvor vinduer åbnes manuelt. Der ønskes ikke mekaniske vindues åbnings løsninger.

Bilag 2. (Decentrale anlæg)

Navn	VE01 (løbenr. skal svare til tegningsmaterialet)
Beskrivelse	Indblæsning over loft
Placering	Lokale 25
Betjeningsområde	Lokale 25 og 26
Referencenr.	Fabrikanten serienr
Fabrikat	Airmaster
Type / model	AMS 1000 H
Årgang	2019
Art	Ind/Ud
Varmegenvinding	Modstrøm
Varmeflade	EI
Recirkulation	Nej
Filter ind	2 stk. M5 325x480x47
Filter ud	2 stk. M5 325x480x47
Luftmængde Ind [m3/h]	425 (målt værdi ved nominel belastning)
Luftmængde Ud [m3/h]	425 (målt værdi ved nominel belastning)
Kilerem	Direkte trukket ventilator
Sum af mærkeplade-effekter [kW]	
Regulering	VAV
Automatik	Onlineportal
Ekstern link	Hyperlink til online automatik

Data til Timesafe, som skal udfyldes af leverandør ved aflevering af anlægget, data i højre kolonne er her medtaget som eksempel.

Dette notat er Silkeborg Kommunes interne krav og kan ikke videregives i dette format ved udbud mv.

Dato: 14-01-2025/ Init. KBG
Revision:

Bilag 3. (Centrale anlæg)

Navn	VE01 (løbenr. skal svare til tegningsmaterialet)
Beskrivelse	Adgang til anlægget gennem loftlem i lokale 25
Placering	Loftrum over sydfløj
Betjeningsområde	Sydfløj 1. sal
Referencenr.	Fabrikanten serienr
Fabrikat	Systemair
Type / model	DV 25
Årgang/Installationsår	2023
Art	Ind/Ud
Varmegenvinding	Roterende
Varmeflade	Vand
Køleflade	Nej
Recirkulation	Nej
Filter ind	2. stk. HFGX F7 592x592x520-10-25 50+
Filter ud	2. stk. HFGX M5 592x592x520-6-25
Sugetryk ind [Pa]	-75 (måles jfr. VENT ordning)
Sugetryk ud [Pa]	-249 (måles jfr. VENT ordning)
Luftmængde Ind Agg. max [m³/h]	(agg. Datablads kapacitet)
Luftmængde Ud Agg. max [m³/h]	(agg. Datablads kapacitet)
Luftmængde Ind faktisk max [m³/h]	1306 (måles jfr. VENT ordning)
Luftmængde Ud faktisk max [m³/h]	1805 (måles jfr. VENT ordning)
Frekvens (Hz) ind	IR
Frekvens (Hz) ud	IR
Kilerem	Direkte trukket ventilator
Kilerem Type	IR
Kilerem Antal	IR
Kilerem Mål	IR
Sum af mærkeplade-effekter [kW]	2,5
SFP	1,5
Regulering	VAV
Beskrivelse af regulering	CO2 styring, opstart 30% ved 500 PPM, max 100% ved 1000 PPM + Temperatur styring, øget luftskifte fra 30% ved T rum over 26°C og op til 100% ved T rum 29°C
Automatik	Danfoss ECL
Antal røg/brand spjæld	10
Brandspjæld indbygget?	Nej
Placering af brandcentral	Ved aggregatet
Antal brandtermostater	2
Ekstern link	Hyperlink til online automatik

Data til Timesafe, som skal udfyldes af leverandør ved aflevering af anlægget, data i højre kolonne er her medtaget som eksempel.

Dette notat er Silkeborg Kommunes interne krav og kan ikke videregives i dette format ved udbud mv.

Dato: 14-01-2025/ Init. KBG
Revision: