



FSD

VEJLEDENDE RETNINGSLINJER FOR

VENTILATION I RUM MED INVASIVE INDGREB, HERUNDER OP-STUER

VERSION 1.0, AF 1. SEPTEMBER 2014



INDHOLDSFORTEGNELSE

1	FORORD	5
2	INDLEDNING	6
	2.1 BAGGRUND	6
	2.2 UDVALGTE PRIMÆRE KILDER FOR OMRÅDET	7
3	PROJEKTERING	9
	3.1 DEFINITIONER	10
	3.2 LUFTSKIFTER	12
	3.3 ZONEOPDELING AF RUM	12
	3.4 OPRENSNING	13
	3.5 FILTRERING	14
	3.6 VENTILATIONSPRINCIPPER	14
	3.7 VARMEGENVINDINGSMETODE	15
	3.8 TEMPERATUR OG FUGTFORHOLD	15
	3.9 REGULERING; ANBEFALINGER VED DE FORSKELLIGE RUMTYPER	16
	3.10 LYD	16
	3.11 ENERGIFORBRUG	16
	3.12 COMMISSIONING	16
	3.13 DRIFT OG VEDLIGEHOOLD	19
BILAG 1	KOMPONENTER	20
BILAG 2:	PARTIKLERS FALDHASTIGHED	24
BILAG 3:	KONTROL – AFLEVERING, IBRUGTAGNING OG DRIFT	25
	LITTERATURLISTE	28

FØLGENDE PERSONER HAR DELTAGET I UDARBEJDELSEN AF VEJLEDNINGEN:

Kaj Hyldgaard	Teknisk koordinator	Nyt Aalborg Universitetshospital
Lars Sloth	Maskinmester	Aalborg Universitetshospital
Pernille Ripadal	Hygiejnesygeplejerske	Region Nordjylland
Hans Hagelkvist Bloch	Maskinmester	Aarhus Universitetshospital
Claus Berntsen	Bygningschef	Slagelse-Næstved Sygehuse
Elsebeth Tvenstrup Jensen	Overlæge, Mikrobiologi & Infektionskontrol	Statens Serum Institut
Dorthe Bechmann	Civilingeniør, Chefkonsulent energi	Region Hovedstaden
Henning Pedersen	Maskinmester	Privat konsulent
Hans Theil	Civilingeniør, HVAC hospitaler	Søren Jensen
Johnny Nielsen	Projektchef	Fournais Energi
Jan W. Holsøe	Civilingeniør, VVS & ventilation, afdelingsleder	Balslev
Lars Nielsen	HVAC-ingeniør	Søren Jensen
Jørgen Pedersen	Civilingeniør, specialist ventilation og renrum	NNE Pharmaplan
Carsten Rasmussen	Ingeniør	Rambøll
Thøger Haugstrup	Projektleder, diplomingeniør	Alectia
Anders Kobbegaard	Civilingeniør, Energi og indeklime	Midtconsult
Bjørn Barbré Pedersen	Seniorrådgiver Sundhed	Midtconsult

1 FORORD

Denne Vejledning er en opdateret og revideret udgave af vejledningen fra 1998 "Ventilation i Operationsstuer" udarbejdet af FSD.

Opdateringen af vejledningen er sket på initiativ af:
FSD (Foreningen af Sygehusmaskinemestre i Danmark) og
FSTA (Forum for Sygehus Teknik og Arkitektur)

Gruppen, som har gennemført arbejdet, er etableret via annoncering om arbejdet i relevante medier og ved foreningernes årsmøde om sygehus teknik.

Alle medlemmer har tilsluttet sig gruppen af egen interesse og har ikke modtaget honorar for arbejdet.

Gruppens faglige sammensætning har bestået af personer med erfaring inden for områder som projektering, daglig drift, hygiejne, energi og commissioning.

FSD / FSTA har udpeget Midtconsult til at foretage det praktiske arbejde med revisionen, mens de øvrige medlemmer af arbejdsgruppen har bidraget med input og leveret den faglige sparring

Gruppen har, via 10 møder, gennemgået alle processer og elementer i opgaven med at etablere og drifte et ventilationsanlæg til en operationsstue, og udarbejdet en vejledning, der kan lede interesserede igennem den omfattende opgave.

Som leder af gruppen takker Kaj Hyldgaard for det fantastiske engagement gruppens deltager har udvist, hvor debatlyst, høj faglig vidensniveau og forståelse for den samlede kompleksitet, har været bærende elementer i gruppens arbejdsform.

2 INDLEDNING

I ventilationsmæssig sammenhæng skal operationsstuer ses både som rum med høje hygiejnekrav i forbindelse med invasive indgreb, ligesom krav til et godt arbejdsmiljø i arbejdsrum i henhold til regelsæt i Bygningsreglement og Arbejdstilsynets bestemmelser skal overholdes.

Det er således både komfortkrav og hygiejnekrav, der er bestemmende for luftkvaliteten i forbindelse med installation af ventilationsanlæg som betjener rum med invasive indgreb.

Denne vejledning indeholder forslag og anbefalinger til forhold, der i særlig grad bør være i fokus i forløbet med projektering, etablering, commissioning forud for klinisk ibrugtagning såvel som den efterfølgende drift og vedligehold af ventilationsanlæg, som betjener et rum hvor der foretages invasive indgreb. Vejledningen kan anvendes såvel ved nyetablering som ved renovering af operationsstuer og undersøgelsesrum etc.

Det kan ofte være en kompleks og omfattende opgave at skulle opfylde krav til hygiejne og komfort samt indfri lokale forventninger ved etablering af ventilationsanlæg og -systemer til sådanne rum. Denne vejledning kan derfor heller ikke betragtes som komplet dækkende for emnet. Vejledningen skal alene ses som et supplement til gældende standarder, regler og anvisninger, som i forvejen foreligger fra relevante myndigheder.

Målgruppen omfatter bredt alle interessenter med opgaver i og omkring operationsstuer, herunder hygiejneorganisationen, bygherre, rådgiver, leverandør, driftsorganisation for teknisk drift såvel som det kliniske driftspersonale. Vejledningen skal således understøtte forståelsen af det komplekse system, som påvirkes af såvel tekniske forhold som personalets adfærd.

Med vejledningen ønsker FSD/FSTA, at krav til og design af ventilation til Operationsstuer og rum, hvor der sker invasive indgreb, bliver lettere tilgængeligt for de personer der planlægningsmæssigt, projekteringsmæssigt og driftsmæssigt arbejder med etablering og drift af operationsstuer.

Vejledningen er desuden udarbejdet med emner, der i dagligdagen kan være til gavn for de personalegrupper, som har deres arbejde i de respektive områder.

2.1 BAGGRUND

Med henblik på at reducere antallet af postoperative sårinfektioner, skal operationsstuer være af en høj hygiejnisk standard. Høj hygiejnisk standard fordrer etablering af et kontrolleret miljø, som sikrer passende lave mikrobiologiske niveauer. Derudover etableres foranstaltninger, som bryder mulige smitteveje.

For at opnå en god hygiejnisk standard skal samtlige angivne smitteveje være under kontrol. Formålet med nærværende vejledning er alene relateret til den luftbårne smitte. Dvs. de smitteveje som har luften som bærer af smitte.

Der er i vejledningen særligt fokus på de ventilationstekniske tiltag, der kan sikre, at luftstrømmen mod operationssår og operationsinstrumenter holdes på et passende lavt niveau.

Vejledning i tiltag, som bidrager til god hygiejnisk standard, men som ikke direkte er relateret til ventilationsmæssige tiltag såsom beklædning, adfærd, rummets udførelse og udformning, rengøring-, oprensning-, desinfektion- og sterilisations metoder findes i supplerende litteratur.

Nærværende vejledning vedrører de ventilationsmæssige forhold i selve operationstuen. Denne vejledning behandler ikke krav til ventilation i tilstødende rum ud over differensterik mellem lokalerne.

2.2 UDVALGTE PRIMÆRE KILDER FOR OMRÅDET

For ventilationsanlæg, der betjener en op-stue findes der en omfattende mængde af regelsæt, standarder og retningslinjer. I det efterfølgende er listet nogle få heraf, som er meget vigtige at kende til. I bilag findes en mere omfattende liste, som dog stadig ikke må betragtes som komplet.

Statens Serum Institut udgiver en række "Nationale Infektionshygiejniske Retningslinjer", i det efterfølgende benævnt NIR, hvoraf følgende er særligt relevante:

- NIR om nybygning og renovering i sundhedssektoren
- NIR om operativ infektionsprofylakse. (i høring 2. maj-5. juni 2014, se <http://www.ssi.dk/Smitteberedskab/Infektionshygiejne/Retningslinjer/NIR.aspx>)

Serien af NIR udgør et nationalt enstrengt, frit tilgængeligt og direkte anvendeligt system af retningslinjer på det infektionshygiejniske område. Målgruppen er primært lokale infektionshygiejniske enheder,

Øvrige infektionshygiejniske eksperter samt sundhedspersonale, der arbejder med infektionshygiejniske problemstillinger.

NIR vil afløse serien af infektionshygiejniske standarder (2451-serien), der blev udarbejdet i et samarbejde mellem Dansk Standard, SSI og en række faglige eksperter i perioden 1998-2003. En række af disse er revideret og udgivet i perioden 2011- 13. Dette gælder dog ikke DS 2451-9:2003; Krav til indkøb og vedligehold af teknisk og medicinsk-teknisk udstyr. Ventilationsrelevante dele af denne er inkorporeret i NIR om nybygning og renovering i sundhedssektoren, NIR om perioperativ forebyggelse samt dette kompendium fra FSD/FSTA.

Institut for Kvalitet og Akkreditering i Sundhedsvæsenet; IKAS, skal sikre en upartisk vurdering af det danske sundhedsvæsenes forudsætninger for at levere ydelser af høj kvalitet. Vurderingen baseres på offentliggjorte kriterier, udarbejdet i samarbejde med sundhedsvæsenets parter og interessenter.

Konkret udvikler og driver IKAS Den Danske Kvalitetsmodel; DDKM.

DDKM skal gennem akkrediteringsstandarder understøtte kvalitetsudviklingen i det danske sundhedsvæsen. Den skal desuden, gennem en uafhængig vurdering af opfyldelsesgraden af standarderne, evaluere og synliggøre indsatsen. Med den uafhængige vurdering stimuleres læring i sundhedsvæsenet samtidigt med, at sundhedsvæsenets ledere ansvarliggøres over for opdragsgiverne og offentligheden.

DDKM skal

- sikre løbende udvikling af kvaliteten i alle offentligt finansierede sundhedsydelser
- skabe bedre og mere sammenhængede patientforløb
- forebygge fejl og utilsigtede hændelser i sundhedsvæsenet

DDKM for sygehuse er en del af den nationale strategi for kvalitetsudvikling i sundhedsvæsenet og indeholder en række kvalitetsstandarder, som udgør rammerne for arbejdet med kvalitet.

Særligt relevante for denne publikation er de organisatoriske standarder:

- Bygningers og lokalers egnethed
- Tekniske forsyninger
- Svigt af patientkritiske tekniske forsyninger

DDKM gælder for alle offentlige sygehuse samt privathospitaler af en vis størrelse, der har indgået aftale om det udvidede frie sygehusvalg.

DDKM udstikker rammerne for, hvordan de enkelte hospitaler/regioner skal opbygge deres kvalitetssystem, og det vil være disse regionale/lokale retningslinjer, der vil være gældende i de enkelte byggeprojekter.

Af øvrig relevant litteratur kan nævnes:

- Bygningsreglementet
- DS 447 – Ventilation i bygninger – Mekaniske, hybride og naturlige ventilationssystemer
- DS 3090 - Commissioning-processen til bygninger - Installationer i nybyggeri og større ombygninger
- Ventilation på operationsstuer – en medicinalteknisk vurdering

3 PROJEKTERING

I sundhedsvæsenet foretages mange forskellige typer af invasive indgreb fra fjernelse af små gevækster på huden til indsættelse af fremmedlegemer og transplantation af organer. Udviklingen har desuden gjort det muligt, uden for operationsafdelingen, at udføre indgreb via kikkertinstrumenter og katetre. Luftkvaliteten har ikke samme betydning for risikoen for sårinfektion ved de forskellige typer indgreb, men der kan opstilles nogle hovedkategorier. Nedenstående tabel definerer de tekniske forhold og kravene til luftens kvalitet, i forhold til den planlagte aktivitet på stuen, og kan anvendes i forbindelse med projektering.

Tabel 1, Vejledende projekteringsforudsætninger (skal læses sammen med efterfølgende definitionsark)

Type	1 Minimal	2 Mellem	3 Mellem	4 Høj	5 Høj
Infektionsfølsomhed Samlet vurdering af infektionsrisiko ved indgrebet.					
Klassifikation af operation	Småkirurgi ("Chirurgia minor")	Minimal invasiv udenfor operationsafdeling	Større minimal	Ultraren uden LAF	Ultraren med LAF
Vejledende EU renrumsklasse	CNC – (Controlled Not)	D	C	B	B
Dimensionsgivende krav til arbejdsmiljø og indeklima			5-15 personer	5-20 personer	5-20 personer
Maksimalt kimtal, middelværdi under operation i kritisk zone		200 CFU/m ³	100 CFU/m ³	10 CFU/m ³ (1)	10 CFU/m ³ (1)
Kontrolgrænse for antal partikler >0,5 µm pr. m ³	Rummet rengjort og uden personbelastning	3.520.000	352.000	3.520	3.520
	Under operation		3.520.000	352.000	352.000
Mindste volumenstrøm total (nettoarealer)		8,3 l/s/m ²	12,5 l/s/m ²	16,7 l/s/m ²	16,7 l/s/m ² Eksklusiv LAF
Mindste volumenstrøm udeluft (nettoarealer)		5,6 l/s pr. m ² dog mindst 333 l/s	5,6 l/s pr. m ² dog mindst 333 l/s	5,6 l/s pr. m ² dog mindst 333 l/s	5,6 l/s pr. m ² dog mindst 333 l/s
Anbefalet nettoareal af OP-stue		40 m ²	60 m ²	80 m ²	80 m ²
Overtryk i forhold til mindre rene områder			10-15 Pa	10-15 Pa	10-15 Pa
Anbefalet slutfilter iht. DS/EN 779 og DS/EN 1822	F7	F9	H14	H14	H14

(1) Kim koncentration er vejledende værdier fra SSI. Disse vil ikke nødvendigvis være opfyldt ved anvendelse af de anbefalede minimumsluftmængder. Det vil altid være nødvendigt at udføre en konkret ventilationskalkulation for det enkelte projekt. Her indgår analyse af alle beladningskilder som vigtige input.

3.1 DEFINITIONER

Type:

Entydig betegnelse for rumtyperne, som bliver anvendt i hele vejledningen

Vejledende EU-renrumsklasse:

Den EU renrumsklasse, der har de samme krav, som er stillet i denne vejledning.

Klasse	I hvile		I drift		Mikrobiologisk kontaminering Maksimalt antal CFU pr m ³ luft
	Maximalt tilladt antal partikler pr. m ³ luft				
	≥ 0,5 µm	≥ 5 µm	≥ 0,5 µm	≥ 5 µm	
A	3.520 (ISO 5)	20("ISO 5")	3.520 (ISO 5)	20("ISO 5")	< 1
B	3.520 (ISO 5)	29 (ISO 5)	352.000 (ISO 7)	2.900 (ISO 7)	10
C	352.000 (ISO 7)	2.900 (ISO 7)	3.520.000 (ISO 8)	29.000 (ISO 8)	100
D	3.520.000 (ISO 8)	29.000 (ISO 8)	-	-	200

Tabel 2 EU GMP, renrumsklasser – relation til ISO standarder

Eventuelle skærpende krav som måtte være til den pågældende EU renrumsklasse er ikke en del af denne vejledning.

Dimensionsgivende krav til arbejdsmiljø og indeklima:

Vejledende antal personer, som kan opholde sig i OP-rummet, i forhold til indeklima og arbejdsmiljø. Antallet er angivet som et interval, da det faktiske antal bør fastlægges af bygherre og brugerne i hvert individuelle tilfælde.

Maksimalt kimalt under operation i kritisk zone:

Grænseværdi for det maksimale antal smittebærende partikler pr. m³ luft i det kritiske område omkring operationslejet. På grund af tidsperspektivet i måling af kimalt anvendes ofte en måling af antallet af partikler over 0,5 µm; potentielle kimbærere. Kimtallet kan estimeres herud. Se tabel 2.

Kontrolgrænse for antal partikler >0,5 µm pr. m³:

Kontrolgrænsen refererer til kimtallet, da partikler på 0,5 µm er den mindste størrelse, hvorpå der teoretisk kan sidde kim/bakteriekolonier. Andelen af partikler over 0,5 µm der bærer kim antages at være konstant.

Mindste volumenstrøm total:

Den totale ventilerede luftmængde i lokalet, det vil sige udeluft + eventuelt recirkuleret luft. Denne parameter er relevant, da det er denne luftmængde der bliver filtreret, og dermed skal anvendes når partikel koncentrationen skal beregnes. Den ventilerede volumenstrøm skal altid dimensioneres ud fra den interne belastning (personer) og de krævede renhedskrav.

Mindste volumenstrøm udeluft:

Den ventilerede luftmængde i lokalet, som erstattes med udeluft. Denne luftmængde er relevant i forbindelse med beregningen af koncentrationen af CO₂ og andre ikke filtrerbare gasser for at opretholde godt arbejdsklima.

Anbefalet nettoareal af OP-stue:

De anbefalede arealer tager højde for en fleksibel operationsstue. Arealerne kan godt være mindre, hvis stuens funktion specialiseres.

Overtryk i forhold til mindre rene områder:

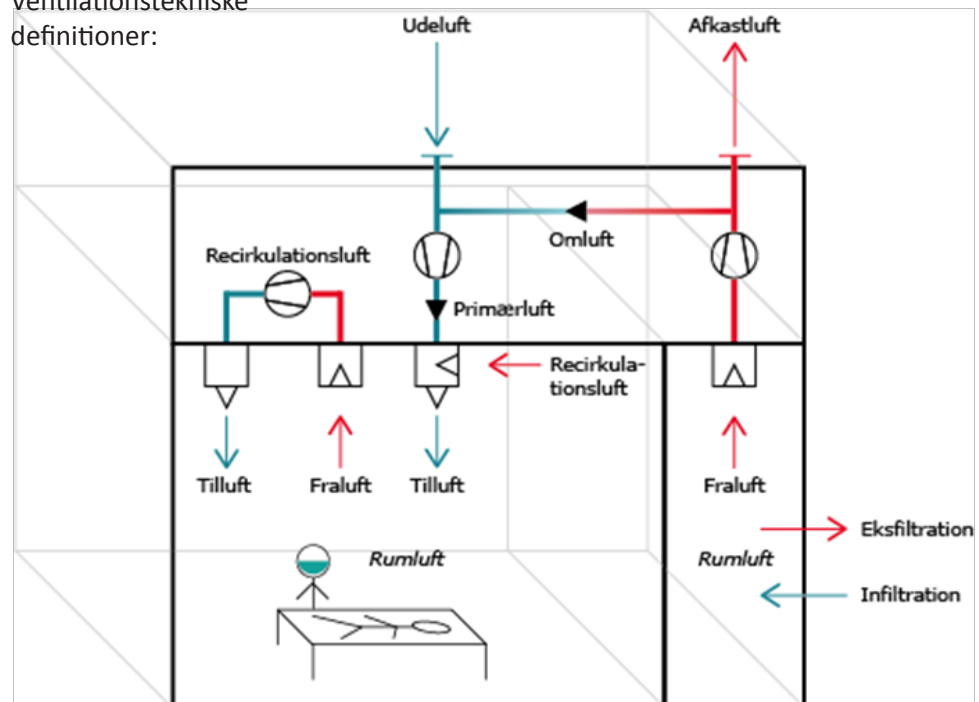
Overtryk i OP stuerne i type 3, 4 og 5 skal etableres for, at sikre mod kontaminering ved lækage til tilstødende zoner. Overtrykket på 10-15 Pa er angivet ved en stationær tilstand, hvor døre og sluser er lukkede. Dette relativt høje overtryk, i denne situation, skal sikre et konstant overtryk, ved de fluktuationer, der forekommer i differenstrykket under normal drift.

Overtryk kan være u hensigtsmæssigt ved visse typer luftbåren smitte. Ved operation på patienter, hvor der er risiko for spredning af luftbåren smitte, beslutter klinikere og hygiejneorganisation, hvilken operationsstue/-afdeling operationen kan foregå på.

Anbefalet slutfilter:

I denne anbefaling, er der indarbejdet en vis sikkerhed, da renhedskravene ofte kan overholdes med en ringere filterklasse. Sikkerheden er indarbejdet i filteret, så mindre fejl i ventilationssystemet ikke øjeblikkeligt resulterer i et uacceptabelt højt kim tal, og dermed en potentiel farlig situation.

Ventilationstekniske definitioner:



Figur 1, Illustration og forklaring af forskellige ventilationstekniske termer.

Udeluft:

Ventilationsluft på indblæsnings siden før ventilationsanlægget

Afkastluft:

Ventilationsluft på udsugningssiden efter ventilationsanlægget.

Tilluft:

Ventilationsluft der blæses ind i et rum.

Fraluft:

Ventilationsluft der suges ud fra et rum.

Recirkulationsluft:

Ventilationsluft, som tilføres samme rum som det er suges ud fra. Dette gøres for at filtrere og/eller temperaturregulere rumluften.

Omluft:

Ventilationsluft, som suges ud fra et rum, og tilføres et andet rum. Dette kan ske kontrolleret ved hjælp af et blandekammer i et centralt placeret ventilationsanlæg, eller ukontrolleret som lækage i et centralt placeret ventilationsanlæg.

Primærluft:

Den til rummet tilførte luftmængde eksklusiv eventuel recirkulationsluft.

Infiltration:

Ikke kontrolleret udeluft, som strømmer udefra ind igennem klimaskærmen.

Eksfiltration:

Ikke kontrolleret rumluft, som strømmer fra rummet ud igennem klimaskærmen.

3.2 LUFTSKIFTER

De i tabel 1 angivne luftmængder er kun vejledende, og er ingen garanti for, at indeklimate og renhedskrav er overholdt. Under projekteringen bør det angives hvilken forureningsbelastning operationsstuen skal overholde kravene ved til henholdsvis type 3, 4 og 5.

3.3 ZONEOPDELING AF RUM

Det kan i mange sammenhænge være fornuftigt at opdele rummet i zoner med forskellige renhedskrav afhængig af aktiviteten:

- Kritisk zone
- Support zone

Zoneopdeling forudsætter, at der anvendes LAF-ventilation (Laminar Air Flow), da rummet ikke kan opdeles i forskellige ventilationszoner med almindelig opblandingsventilation.

I den kritiske zone foregår den kritiske del af operationsprocessen hvor påvirkning af patienten kan få kritiske konsekvenser – her vil normalt kun det nødvendige antal personer og sterilt udstyr være til stede. I support zonen må højere niveau af f.eks. bakterier forventes. Størrelsen af LAFet anlæg tilpasses den enkelte situation, og bør laves, så der kan anvendes standard filter størrelser.

3.4 OPRENSNING

Filtreringen, luftskiftet og ventilationseffektiviteten skal sikre, at de opstillede krav til partikel og CFU koncentration overholdes. Oprensningstiden defineres som den tid det tager, at fortynde koncentrationen af partikler ned til et acceptabelt niveau. Acceptkriterierne for koncentrationen i rummene er normalt 10 % af start-koncentrationen ved type 3 rum og 1 % af startkoncentrationen ved type 4 og 5 rum. Dette kan eftervises ved beregning og måling,

$$\tau = \frac{-\ln\left(\frac{C_{op}}{C_0}\right)}{n \cdot \varepsilon_V}$$

Hvor

τ : er oprensningstiden [h]

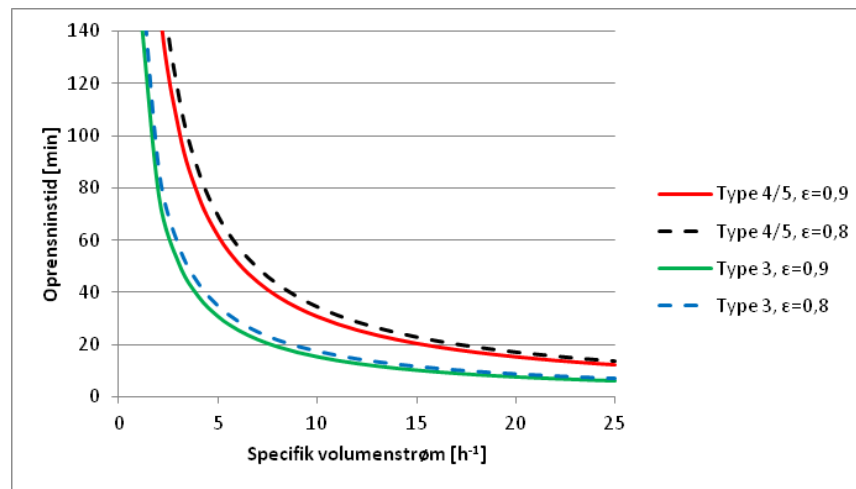
$\frac{C_{op}}{C_0}$: er fortyndingen i forhold til udgangspunktet, normalt 1/100 i type 4 og 5 rum og 1/10 i type 3 rum

ε_V : er ventilationseffektiviteten (typisk 0,8-0,9)

n : er den specifikke volumenstrøm [h^{-1}]

Den vejledende maksimale oprensningstid for en operationsstue i type 3, 4 og 5 bør maksimalt være 20 min. Oprensningstiden bør eftervises ved målinger.

Ovenstående formel er afbilledet på figur 2 for både type 3, 4, 5 rum med forskellig ventilationseffektivitet. Heraf ses det, at ventilationseffektivitetens betydning for oprensningstiden er meget lille i forhold til den specifikke volumenstrøm.



Figur 2, Oprensningstid som funktion af specifik volumenstrøm i henhold til ovenstående formel.

En god placering af indblæsningsarmaturerne er vigtigt for at opnå en god ventilationseffektivitet. Koordinering af indblæsningsarmaturernes placering i forhold til øvrigt udstyr er nødvendig, for at sikre en god opblanding i rummet.

Efter udførelse skal måling af ventilationseffektivitet/opremsningstid eller røgforsøg udføres, for at eftervise, at det projekterede lever op til kravspecifikationen til opremsningstid.

3.5 FILTRERING

Filterplacering skal vælges, så funktionen sikres. Samtidigt skal det sikres at kontrol og udskiftning let kan udføres.

Yderligere informationer om filtre fremgår af bilag 1.

3.6 VENTILATIONSPRINCIPPER

Opblandingsventilation:

Luften tilføres ved loft (udenfor opholdszonen) med en relativ høj hastighed, typisk 4 m/s. Den høje hastighed medfører at der medrives rumluft, hvorved der sker en opblanding. Dermed opnår man en nogenlunde ensartet fordeling af forurening og temperatur i rummet. Udsugning sker normalt ved gulv og loft.

Fortrængningsventilation (anvendes normalt ikke i denne type rum):

Her tilføres luften ved gulv med lav hastighed, typisk 0,4 m/s, og en undertemperatur. Med udsugning placeret ved loft forstærkes de opadgående luftstrømme forårsaget af termisk påvirkning fra lamper, mennesker og andet.

UDF – Uni Directional Flow – også kaldet LAF (Laminar Air Flow):

Her tilføres luften med lav hastighed over en stor flade – typisk en del af loftet. Indblæsningshastigheden vil typisk være ca. 0,3 - 0,5 m/s. Den tilførte luft er HEPA-filtreret og dermed vil rumluften have en meget stor renhed så længe der ikke er tilført forurening til området. Ønsket er, at alle forureninger fanges af luftstrømmen og transporteres bort fra den kritiske zone, som holdes beskyttet af den rene luft.

Den nødvendige hastighed af den tilførte luft vil være afhængig af mange faktorer:

- Afstand fra filter til det kritiske område
- Varmekilder i luftstrømmen
- Fysiske hindringer i luftens bane

Lufttilførslen kan ske vertikal eller horisontalt. Typisk dog vertikal, da horisontalt flow kan være vanskelig at indarbejde i et lokale med mange personer. Det er afgørende, at der ikke er væsentlige hindringer i luftens bane eller tilførsel af forurening før luften når det område, som skal beskyttes.

Der kan med fordel gennemføres CFD-simulering under projektering for at optimere forholdene. Den nødvendige lufthastighed skal verificeres f.eks. med røgstudier under simulerede operationer. Dokumentation af luftflow foretages i form af videooptagelser.

Punktsug

Der etableres punktsug på alle operationsstuer. Disse bør føres direkte til det fri, med afkast over tag, da luften kan indeholde skadelige partikler og gasser fra operationsprocesser.

3.7 VARMEGENVINDINGSMETODE

Det skal sikres, at der ikke overføres smitte fra den udsugede luft til den indblæste.

Ventilationen kan udføres fælles for flere operationsstuer eller et separat anlæg pr. operationsstue.

Med et separat ventilationsanlæg pr. operationsstue, vil en eventuel tilbageførsel af en rest af smitte ikke være kritisk, da koncentrationen af samme smittekim er betydende større på operationsstuen. Derfor gælder nedenstående betragtninger i de tilfælde, hvor smitte kan tilføres et rum, hvorfra det ikke kom/ikke allerede findes.

Der findes mange varmegenvindingsmetoder, hvoraf de mest relevante er:

1. Roterende varmeveksler
2. Modstrømsveksler
3. Væskekoblede varme/køleflade

Derudover findes der flere andre varianter og systemer som omtales til sidst i vejledningen

Roterende varmevekslere og modstrømsvekslere er i stand til at opfylde Bygningsreglementets krav til varmegenvinding.

Hvor de hygiejniske og personsikkerhedsmæssige forhold fordrer højest mulig sikkerhed, kan der anvendes væskekoblede varme/køleflader da Bygningsreglementets krav til energieffektivitet ikke gælder i dette tilfælde.

Roterende veksler skal installeres og drives særligt omhyggeligt. Forkert installation kan give en stor grad af omluft; tilbageført udsugningsluft. Dette kan undgås ved, at der under alle driftsforhold er sikret undertryk i afkast og overtryk i indblæsning. Kræves der absolut sikkerhed bør der, som varmegenvinding, vælges en løsning med væskekoblede batterier.

3.8 TEMPERATUR OG FUGTFORHOLD

Indblæsningstemperaturen bør styres efter rumlufttemperaturen, og denne kan måles i udsugningskanalen.

Det anbefales, at gøre rumtemperatur brugerstyret, da temperaturkravene er varierende fra operation til operation. Temperaturkravet kan variere fra 18-28 °C.

I tilfælde af LAF ventilation, kan der, med fordel, laves to temperaturzoner.

Luftfugtigheden bør holdes under 70 % RH af hensyn til sterilvarer.

3.9 REGULERING; ANBEFALINGER VED DE FORSKEL- LIGE RUMTYPER

Det anbefales at anvende en så simpel regulering som muligt. Herved reduceres fejlkilderne og fejlfindingen gøres så let som muligt.

For anlæg som betjener type 3, 4 og 5 rum, bør der installeres kontrollamper, som er synlige i det rum ventilationsanlægget betjener. Disse kontrollamper kan anvendes som en del af personalets kontrol før og under operation.

3.10 LYD

Der er ikke direkte bestemmelser for støjniveauet fra installationer i rum med invasive indgreb. Bygningsreglementet angiver, at der skal opstilles projektspecifikke krav for det akustiske indeklima i hvert enkelt tilfælde.

Det anbefales, at lydtrykniveauet, som stammer fra ventilationsstøj, i rummet ikke overstiger 40 dB(A) for traditionelle ventilationsanlæg, og 48 dB(A) for LAF anlæg. Efterklangstiden bør ikke være længere end 0,9 s.

3.11 ENERGIFORBRUG

Ventilationsanlæg i rum med invasive indgreb kan opdeles i henholdsvis komfortanlæg og procesanlæg. Komfortanlæg konditionerer rummene termisk og atmosfærisk, typisk så temperatur og CO₂ krav overholdes. Dette svarer til mindste volumenstrøm udeluft i Tabel 1.

Typiske ventilationssystemer som kategoriseres som procesanlæg vil være udsugning fra værktøj, stinkskab og punktudsugning. Rumventilation der har til formål at filtrere luften, så de kliniske renhedskrav kan overholdes defineres også som procesventilation. Denne luftmængde er i Tabel 1 defineret som forskellen mellem mindste volumenstrøm total og mindste volumenstrøm udeluft.

Komfortventilation er underlagt energibestemmelserne i bygningsreglementet, ligesom det skal medregnes i energirammen på lige fod med alle andre komfortanlæg. Procesanlæggene skal ikke overholde kravene til SEL værdier, ligesom de heller ikke skal medregnes i energirammen.

Både for energiforbrug og hygiejne anbefales det, at operationsstuer laves så tætte som muligt i forhold til omkringliggende rum. Dette gør, at der skal bruges mindre energi på at holde det vejledende overtryk i rummene. Tætheden af rummene kan kontrolleres ved en trykprøvelse, hvor den vejledende lækage maksimalt bør være 1,5 l/s/m² ved 50 Pa differenstryk.

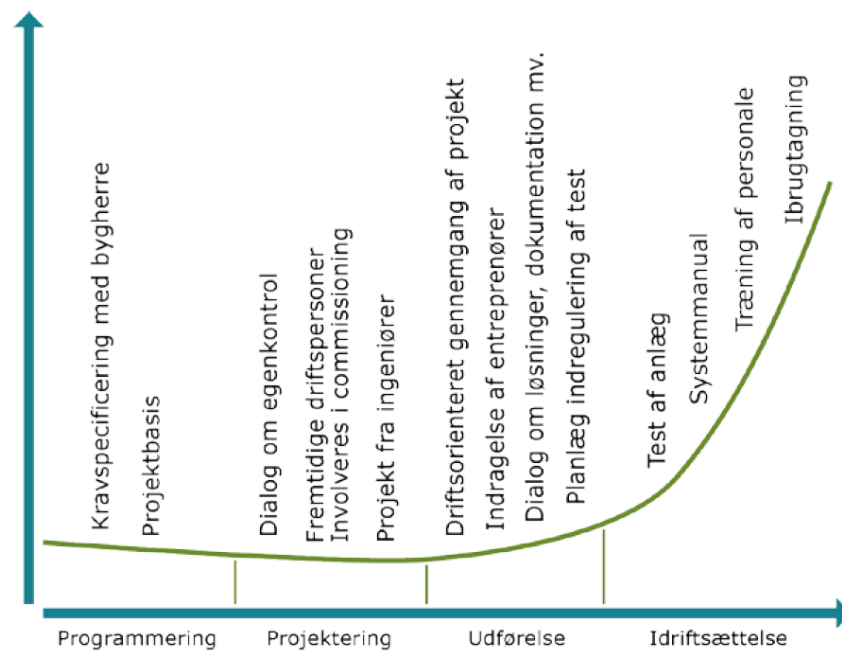
3.12 COMMISSIONING

Et commissioning forløb gennemføres for at sikre kvaliteten i forbindelse med ombygninger og optimeringer af eksisterende anlæg og faciliteter.

Commissioning er således en styret arbejdsproces, som tilsikrer at aflevering, overlevering og ibrugtagning finder sted som planlagt og forventet. Omfanget af commissioning afhænger bl.a. af projektets størrelse og kompleksitet.

Ideelt set, og for at få det bedste udbytte, bør commissioning processen følge hele projektets løbetid, fra idefasen til den endelige aflevering. Commissioning kan herved aflevere et gennemtestet projekt således, at sikker drift kan ske fra ibrugtagning. Derfor bør processen omkring commissioning forløbe fra start af projektering til afslutning af projektets gennemførelse forud for aflevering og ibrugtagning.

Fase for fase og løbende i processen stilles spørgsmålet "Hvad skal gøres i den aktuelle fase for at hindre, at noget går galt"?



I commissioning processen skal der fokuseres på alle relevante krav til præstationer, funktionalitet og effektivitet for at forebygge graverende fejl lige før aflevering. Således skabes der tryk hos bygherren og bruger og dermed også rådgiver og entreprenør.

Det betyder:

- Under programmeringen (i idefasen) tilsikrer commissioning processen, at krav og ønsker gøres målbare, og at omfanget af krav svarer til projektbasis. Det efterfølgende forløb planlægges.
- Under projektering forud for udbud sikrer commissioning processen, at
 - sikre en grundig koordinering på tværs af fagområde.
 - gennemgang af projektmaterialer med henblik på at sikre, at projektet opfylder brugernes og driftspersonalets krav – herunder evt. opstille fremtidige driftsscenerier.

- anskueliggøre hvordan driftssituationen bliver under de forskellige scenarier, med oplysning om muligheder for overstyring og ændring af driftstilstand, også uden for normal brug.
- Synliggøre driftpersonalets behov for dokumentation af driftsforholdene (kvalitetsopfølgning).
- Anskueliggøre fremtidig drift og vedligehold, herunder hyppighed, adgangsforhold, tilgængelighed, særlige omkostninger mv. ved drift og vedligehold såvel som særlige kompetencekrav til driftspersonale.
- Fastlægge referencesystem og evt. TAG-nummerering i sammenhæng med organisationens eksisterende system.
- Planlægge opgaver omkring indregulering og aflevering, herunder rollefordeling mellem entreprenør, projekterende enhed commissioningleder.
- Fastlægge omfang af indregulering som entreprenøren skal foretage.
- Opstille krav til dokumentation, herunder tegningsmateriale, så de opfylder driftpersonalets fremtidige behov.

Herved fastlægges relevante krav med omfang af egenkontrol, hvor driftsperspektiver er inddraget ved driftspersonalets involvering. Samtidig er entreprenørernes ydelser i commissioning forløbet tydeliggjort og lister med krav og tilhørende udfaldskrav er udarbejdet. I det endelige projekt er det tillige sikret, at de valgte løsninger er regulerbare og kan opfylde den ønskede funktion.

- Under udførelsen inddrages entreprenørerne i en løbende dialog med særlig fokus på, at de valgte løsninger kan driftes og serviceres, ligesom det bl.a. sikres at den nødvendige dokumentation bliver leveret så indregulering og test kan planlægges.
- Forud for aflevering og ibrugtagning sikres det, at udførelse af test, undervisning og afprøvning gennemføres som planlagt og med tilstrækkelig kvalitet.

Det kan anbefales, at commissioning processen aftales som en selvstændig ydelse ved siden af det egentlige projektførløb. Commissioning processen ledes af en commissioningleder (CM), som refererer til projektets styregruppe. Commissioning teamet består af entreprenører, rådgivere, byggeleder, driftspersonale og evt. andre brugere. Commissioning teamet planlægger og sikrer enighed om afleveringsforløbet, herunder undervisning, test, dokumentation og indreguleringer.

Typisk rollefordeling:

Commissioningleder (Commissioning manager):

- Leder teamet og varetager korrespondance med projektets øvrige interessenter.

Rådgiver/projekterende:

- Udarbejder omfang af nødvendige test, undervisning mv. og indarbejder disse i lister og planer.

Byggeleder:

- Indarbejder de nødvendige test og undervisningsforløb i projektets tidsplan samt sikrer opfølgning på fremdriften

Entreprenøren:

- Indarbejder testplaner og procedure for de stillede krav i de relevante planer og lister fra den projekterende.

Driftspersonale/brugere:

- Deltager i kravspecifikation ligesom de deltager i projektreviews og afleveringer.

Et commissioning forløb anvendes til at sikre kvaliteten i forbindelse med ombygninger og optimeringer af eksisterende anlæg og faciliteter.

3.13 DRIFT OG VEDLIGEHOLD

Der udarbejdes retningslinier og instrukser i henhold til standarderne i DDKM og med baggrund i drifts- og vedligeholdelsesmaterialet der afleveres som en del af entreprenørernes ydelse (DS447 bør være opfyldt). Heri bør bl.a. indgå:

Egenkontrol (brugerne) (dagligt):

- Driftsstatus anlæg (kører anlægget – lampeindikering el.lign)
- Trykforhold (differenstryksmålere)
- Driftsstatus rum (er rummet intakt?)

Periodeservice/-kontrol (driftspersonale) (ugentligt/månedligt/årligt):

- Filterkontrol (visuel/differenstryk)
- Funktionsafprøvning
- Alarmafprøvning
- Partikelmåling

Service (leverandør/specialist) (halvårligt/årligt):

- Filterskift
- Ydelseskontrol
- Optimering

BILAG 1: KOMPONENTER

4.1 ARMATURTYPER

Typisk anvendte armaturer i OP-stuer med opblandingsventilation er:

Diffusor med lukket eller perforeret bundplade

Velegnet til indblæsning af kold/afkølet luft. Indblæsningsmønstret kan ændres til 1-, 2-, 3- eller 4-vejs indblæsning. Denne armaturtype kan kombineres med indbygning af HEPA-filter.

Rotationsdiffusor

På grund af hvirveldannelsen og opblandingen med rumluft omkring armaturet bliver kastelængden ret kort og armaturet er derfor velegnet til rum med store luftskifter. Denne armaturtype kan kombineres med indbygning af HEPA-filter

Armaturl med justerbar bundplade

Velegnet til lokaler hvor der både skal blæses ind med over- eller undertemperatur. Omstilling skal typisk ske elektrisk. Denne armaturtype kan ikke kombineres med indbygning af HEPA-filter.

Udsugningsarmatur

Det anbefales at forsyne lavtsiddende udsugningsarmaturer med fint-masket net for at forhindre papir mv. i at blive suget ind.

4.2 FILTERE

Grundfiltre (G1 – G4)

Grundfiltre benyttes primært som forfilter, hvor der forekommer væsentlig forurening af luften. Nogle af de mest karakteristiske data ved grundfiltre er:

- grundfiltre fremstilles typisk af syntetiske fibre, glasfiber eller metalvæv.
- grundfiltre leveres ofte som planfiltre, men kan forekomme som korte posefiltre
- filtreringen er mest effektiv for grovere partikler større end 4-5 μm
- lufthastigheden gennem filtrets frontareal bør maks. være 2,5 m/s, idet udskilningsgraden reduceres kraftigt ved større hastigheder.

Medium-/Finfiltre (M5 - F9)

Finfiltre benyttes i de fleste ventilationsanlæg både til filtrering af udeluften og til beskyttelse af enkelte komponenter i anlægget. Nogle af de mest karakteristiske data for finfiltre er:

- finfiltre fremstilles almindeligvis af glasfibre eller syntetiske fibre
- god filtrering af partikler større end 0,1 μm
- lufthastigheden gennem filtrets frontareal bør ikke være højere end 2-3 m/s af hensyn til tryktabet

Mikrofiltre (E10 - U17)

Mikrofiltre benævnes EPA (Efficiency Particulate Airfilter) HEPA (High Efficiency Particulate Airfilter) og ULPA (Ultra Low Penetration Airfilter)

Mikrofiltre benyttes primært, hvor der er høje krav til luftens renhed eller, hvor en specifik forurening kræver det. Nogle af de vigtigste data for mikrofiltre er:

- Mikrofiltre fremstilles af glasfibermedie med separatorer af papir, plast eller aluminium
- Filtreringen er meget effektiv over for partikler større end 0,01 μm
- Mikrofiltre skal lækagetestes efter montage eller filterskift, da selv små utætheder kan medføre, at den tiltænkte filtrering udeliver.
- Mikrofiltre bør altid beskyttes af et effektivt forfilter. f.eks. F7 eller bedre.

Filterklasse	Start tryktab	Slut tryktab
M5	Maksimalt 50 Pa	Ca. 100 Pa
F7	Maksimalt 60 Pa	Ca. 120 Pa
F9	Maksimalt 80 Pa	Ca. 160 Pa
H14	Maksimalt 150 Pa	Ca. 450 Pa
U15	Maksimalt 150 Pa	Ca. 450 Pa

Tabel 3 Vejledende tryktab over filtre i ventilationsanlæg

4.3 VARMEGENVINDING

	Roterende varmeveksler	Modstrømsveksler	Væskekoblede varme/køleflader
Lækagerisiko for nye anlæg ved nominelt flow	Op til 10 %	Op til 4 %	0 %
Genvindingsgrad	75-90 %	85-90 %	50-60 %;
Vedligehold	Bevægelige dele, kontrol og rensning og udskiftning af drivrem.	kontrol og rensning, eftersyn af bypass	Pumper og elektronik, kontrol og rensning.
Tryktab	130-150 Pa	170-200 Pa	120-180 Pa
Luftmængder	Alle	<20.000 m ³ /h, pga. størrelse	Alle
Særlige krav	Effektive tætninger ved rotor, overtryk på indblæsningssiden kontrolleres	overtryk på indblæsningssiden kontrolleres	
Fordele	Reduceret pladskrav i forhold til modstrøm og krydsveksler. Bypass ikke nødvendigt Ingen bypass ved tilisning Kan fugtoverføre	Ingen bevægelige dele Reduceret SEL værdi ved bypass.	Adskilt indblæsnings og udsugningsdel i aggregatet. Ingen mulighed for utilsigtet lækage.
Ulemper	Potentiel risiko for omluft, såfremt overtryk på ren side ikke kontrolleres	Potentiel risiko for ubetydelig omluft, såfremt overtryk på ren side ikke kontrolleres Bypass ved tilisning og reduceret varmegenvinding	opfylder ikke bygningsreglementets krav til energieffektivitet.

Roterende varmeveksler

Carry over (kortslutning af udsuget luft til indblæsning) skal være mindre end 1 % under alle driftsforhold af hensyn til hygiejnenkrav. Eftervisning kan ske med sporgas som angivet i standarden DS/EN 308.

Kravet medfører,

1. at der skal være en renblæsningszone - ofte i størrelsen 5°.
2. at der skal være større tryk i indblæsningen end udsugningen på den varme side/rumsiden af rotoren – ofte i størrelsen 150 [Pa].
3. at rotorens omdrejningstal skal begrænses, så rotoren tømmes tilstrækkeligt for udsuget luft i renblæsningszonen – ofte i størrelsen 10 omdr. pr. minut.
4. at rotorens maksimale omdrejningstal skal reduceres proportionalt med flowet i indblæsningen (reduceret omdrejningstal ned sætter kun temperaturvirkningsgraden relativt lidt: 6-8 omdr./minut giver måske 98 % af 20 omdr./minut).

Disse størrelser påvirker hver for sig størrelsen af carry over, hvorfor andre kombinationer af parametre også vil sikre en carry over på under 1 %.

Carry over må ikke forveksles med lækage, som er et udtryk for den roterende vekslers tæthed og hermed effektivitet.

Følgende kursive afsnit inklusiv tabel er uddrag fra de Nationale Infektionshygiejniske Retningslinjer NIR.

Krav til roterende veksler med henblik på at forhindre omluft

Omluft er udsuget luft, der tilføres andet rum. Herved kan smittestof overføres fra et rum til et andet.

Intallationen:

1. *Ved forkert installation kan omluft overføres på den indvendige side af veksleren. Her skal være størst tryk i indblæsningen.*
2. *Dette overtryk skal løbende overvåges via bygningsautomatikken (CTS). Der skal være en relativ højt klassificeret alarm.*
3. *Renblæsningen af rotorhjulet for udsuget luft, inden zonen for indblæst nås, skal sikres. Renblæsningszonens størrelse (vinkel) skal være tilstrækkelig stor.*
4. *Rotorhjulets vinkelhastighed skal reduceres i tilfælde af reduceret flow (hastighed i indblæst luft). Bygningsautomatikken skal automatisk reducere den maksimale vinkelhastighed proportionalt med flowet.*
5. *Overfladebelægningen må ikke begunstige vækst af mikroorganismer. Det skal noteres, at temperatur- og lugt-tilstandene er meget ustabile, hvilket skønnes at umuliggøre/minimere mikro-vækst betydeligt. Veksleren er skiftevis er varm og kold for hver 3 sekunder (afhænger af vinkelhastigheden). Når der er frit vand / kondens tilstede er veksleren tilsvarende skiftevis våd og tør for hver 3 sekunder. Der skal ligeledes bemærkes, at de særligt vandabsorberende overflader bindes vandet som luftmolekyler og ikke frit vand (igen minimering risiko for mikro-vækst.*
6. *Filtre på udeluften (tilluften) og fraluften skal tilbageholde partikler, omfang mindst som svarende filterklasse F7.*
7. *Der skal være tilstrækkelig plads (tomsektioner eller anden mulighed) så inspektion, rengøring og filterskift kan foregå regelmæssigt.*
8. *Områder, hvor indblæsningsluften ønskes renere, forsynes med ekstra filtre efter rotorveksleren. Dette filter bør lækagetestes efter hver udskiftning.*
9. *Samme filter kan være med kultilslag, der fjerner moderat lugtforurening.*
10. *Hvor der er særlig høj infektionsrisiko skal F7 filtret i indblæsningen efter veksleren kunne skiftes til et HEPA-filter.*

Driften:

1. *Regelmæssig inspektion af rotorhjulet og dets omgivelser samt rengøring ved behov.*
2. *Teknisk vedligehold: udskiftning af dele i overensstemmelse med drift og vedligehold-manual.*
3. *Test af filtre ved måling af partikeltal i indblæst luft, sammenholdt med partikeltallet i udeluften.*
4. *Test af alarm for overtryk og reduceret maksimal vinkelhastighed ved reduceret indblæsningsflow.*
5. *Ovenstående skal løbende registreres .*

Pos	Udvalgte afdeling/et/rum	Rotorveksler egnet	Filter efter rotor	Ekstra filter	Bemærkning
1	Konventionel operationsstue	Ja	F9		
2	Ultraren operationsstue	Ja	H13		
3	Rum med procesforurenede luft og effektiv procesudsugning	Ja			
4	Infektionsmedicinske afdelinger	Nej			
5	Akutmodtagelse	Nej			
6	Intensivafdelinger	Ja	Evt. H13	Evt. H14 på udsugning	Kan have svært syge (lunge)infektions- patienter.
7	Andre sengeafdelinger, ambulatorier, anden klinisk funktion	Ja			
8	Toilet og bad	Ja			
9	Skyllerum	Ja			
10	Afdelingskøkken	Ja			
11	Kontorer	Ja			
12	Højisolationafdelinger	Nej			
13	Børneafdelinger, inkl. neonatalafd. (intensiv afd. for nyfødte), men ikke barselsgang	Nej			Mange børn med akut luftvejsinfektion (virus)/særligt udsatte børn på neonatalafdeling
14	Laboratorier	Nej			
15	Sektionsstuer	Nej			Pga. evt. lugtoverførsel
16	Centralkøkken	Nej			Pga. evt. lugtoverførsel
17	Procesudsugninger (stinkskebe, medicin- kabinetter o.l.)	Nej			

BILAG 2: PARTIKLERS FALDHASTIGHED

Partikler i luften vil have en tendens til at sedimentere på grund af partiklernes faldhastighed. Faldhastigheden afhænger af partiklens størrelse, form og densitet. For partikler med en densitet på 1 ton/m³ er faldhastigheden således:

Partikeltype	Partikeldiameter, μm	Faldhastighed cm/sek	Tid for at falde 1 m
Dråbe	100	25	4 sekunder
Hudpartikel	10	0,5	3 minutter
Svampespore	1	0,04	7 timer

Hovedparten af de kritiske partikler – herunder hud- og sår bakterier har en størrelse så de generelt set sedimenterer. Men uanset hvilket ventilationsprincip man anvender, er det afgørende, at man har fokus på forholdet mellem opadgående termiske luftstrømme og de gravitationsmæssige effekter med partiklers faldhastighed

BILAG 3: KONTROL – AFLEVERING, IBRUGTAGNING OG DRIFT

I forbindelse med aflevering og ibrugtagning af ventilationsanlæg til OP-stuer skal der foretages en kontrol af anlæggenes funktion og ydeevne.

Normalt vil der ved afleveringen foreligge en afleveringsrapport fra entreprenøren, hvor luftmængder, trykforhold, lydforhold mv. er dokumenteret.

Som supplement til de traditionelle målinger anbefales for OP-stuer følgende supplerende tests, som alle kan udføres i henhold til ISO 14644-3 og vil normalt omfatte:

Rumtryk måling

- Eftervisning af at OP-stuen, med lukkede døre, har det ønskede rumtryk
- Målingen kan foretages med f.eks. et håndholdt differenstrøkmånerometer

Måling af oprensningstid

- Eftervisning af ventilationseffektiviteten
- Dosering af partikler til rummet i en hvilesituation og kontrol af, hvor hurtigt hviletilstanden igen er oprettet

Lækagetest af HEPA-filtre

- Eftervisning af HEPA-filtrenes tæthed (ingen lækage)
- Filtrene påføres en belastning og den maksimale lækage kontrolleres

Eftervisning af luftbevægelser i rum eller under LAF

- Eftervisning af luftbevægelser i rummet specielt i den kritiske zone
- Eftervisning af downflow'et under eventuelt LAF-modulet
- Kontrol af lufthastigheder umiddelbart under LAF-modulet
- Kontrol af, at lufttagtigheden er høj nok til at beskytte det kritiske område
- Eftervises ved hjælp af hastighedsmåler og evt. røg, som kan dokumentere luftbevægelserne
- Målinger bør foretages under simulerede driftsforhold, hvor personer og udstyr er i aktivitet

Partikelmålinger

- Eftervisning af renhed "at rest" og "in operation"
- Kontrol af partikeltal med hensyn renhedsklassifikation B, C eller D
- Eftervises ved hjælp af optisk partikeltæller

Mikrobiologiske målinger

Mikrobiologiske målinger foretages for at sikre, at kombinationen af ventilation, arbejdsdragt og adfærd bevirker, at kravene for luftkvalitet er opfyldt.

Der måles i forbindelse med

- om- og nybygning
- ophobning af postoperative sårinfektioner
- væsentlige ændringer i adfærd, påklædning samt opstilling af afskærmning

Måling foretages under igangværende aktivitet (operation, opdækning). Noter omstændighederne: Antal personer, hvilken type arbejdsdragt, der anvendes, samt antal døråbninger o.l.

For aktiv måling gælder:

- Måling foretages med slitsamplere ≤ 50 cm fra operationssåret/på instrumentbordet, ca. 1,2 m over gulvhøjde. Under opdækning foretages måling ved opdækningsbordet.
- For operationer: Så vidt muligt operationer med knivtid > 45 min., således at 3-4 målinger kan udføres under samme operation.
- Måleperioder 10 min, med flow $1 \text{ m}^3/10$ min anbefales. Ved længere måleperiode er der risiko for udtørring af agarpladen.

For passiv måling (sedimentation) gælder:

- Egnede agarplader (diameter 14 cm) placeres på strategiske steder i periferien af operationsstuen.
- Ved måling i rum med direkte forbindelse til stuer type 4 og 5, fx i korridor, placeres pladerne i områder med høj aktivitet.

Sædvanligvis foretages ikke mikrobiologiske målinger på tom stue og/eller ved ibrugtagning, hvis følgende er opfyldt:

- Tekniske parametre er tilfredsstillende.
- Installationskontrol og kontrol af indlækning er udført ved partikelmåling på tomt rum og viser tilfredsstillende resultater.
- Inden ibrugtagning er det dokumenteret, at ventilationssystemet er tilfredsstillende rengjort.

- Eftervisning af den mikrobiologiske forurening i lokalet
- Kontrol af antallet af CFU (colony forming units) pr m³ rumluft
- Eftervises ved prøvetagning med slitsamplers, som opsamler mikroorganismer på en agarplade

Rutinemæssig driftskontrol

For at eftervise at forholdene stadig er som ved ibrugtagningen bør der mindst en gang pr år foretages en kontrol at de væsentligste parametre. Kontrollen bør omfatte følgende emner:

- Rumtryk
- Lækagetest af HEPA-filtre
- Partikelmålinger

Følgende er en oversigt over relevante mikrobiologiske målinger på operationsstuer og tilstødende rum.

Rum	Måling	Krav
Stue type 4 og 5	Aktiv måling (slitsamplers) 3-4 målinger/opr. 5-10 opr.	≤ 10 cfu/m ³ (middelværdi); max. = 30 cfu/m ³)
Stue type 3	Aktiv måling (slitsamplers) 3-4 målinger/opr. 5-10 opr.	≤ 100 cfu/m ³ (middelværdi); max. = 200 cfu/m ³
	Passiv måling (sedimentation på plade m. diameter 14 cm, eksponeres under hele operationen) 5-10 opr.	cfu/plade/time: ≤ 30 cfu (middelværdi); max. = 60 cfu
Stue type 2	Aktiv måling (slitsamplers) 3-4 målinger/opr. 5-10 opr.	≤ 200 cfu/m ³ (middelværdi); max. = 300 cfu/m ³
	Passiv måling (sedimentation på plade m. diameter 14 cm, eksponeres under hele operationen) 5-10 opr.	cfu/plade/time: ≤ 30 cfu (middelværdi); max. = 60 cfu
Opdækningsrum	Aktiv måling (slitsamplers) 1-2 målinger/opdækning (af varighed > 15 min.) 5-10 opdækninger	≤ 10 cfu/m ³ (middelværdi); max. = 30 cfu/m ³
Rum med direkte forbindelse til stuer type 4 og 5 (rum med infektionsfølsom kirurgi), fx korridor	Aktiv måling (slitsamplers) 3 målepunkter	≤ 100 cfu/m ³ (middelværdi); max. = 200 cfu/m ³)
	Passiv måling (sedimentation på plade m. diameter 14 cm, placeres på strategiske steder ca. 1 m over gulvhøjde). Måling på tidspunkter med meget trafik. Måling på 5 forskellige dage	cfu/plade/time: ≤ 30 cfu (middelværdi); max. = 60 cfu

LITTERATURLISTE

KILDE	ÅRSTAL
Department of Health Estates & Facilities Division, UK. Health Building Note 00-09: Infection control in the built environment.; 2013.	2013
Weber DJ, Rutala W a. Understanding and preventing transmission of healthcare-associated pathogens due to the contaminated hospital environment. Infection Control and Hospital Epidemiology. 2013;34(5):449–52.	2013
Zimring C, Denham ME, Jacob JT, et al. Evidence-based design of healthcare facilities: opportunities for research and practice in infection prevention. Infection Control and Hospital Epidemiology. 2013;34(5):514–6.	2013
Statens Serum Institut. Nationale Infektionshygiejniske Retningslinjer om håndhygiejne.; 2013.	2013
Department of Health Estates and Facilities Division. Health Building Note 00-10 Part B : Walls and ceilings.; 2013.	2013
Tammelin A, Ljungqvist B, Reinmüller B. Single-use surgical clothing system for reduction of airborne bacteria in the operating room. Journal of Hospital Infection. 2013;84:245–247.	2013
NATIONALE INFEKTIONSHYGIEJNISKE RETNINGSLINJER Statens Serum Institut, Central Enhed for Infektionshygiejne, 1. udgave 2013	2013
Tran K, Cimon K, Severn M, Pessoa-Silva CL, Conly J. Aerosol generating procedures and risk of transmission of acute respiratory infections to healthcare workers: A systematic review. PloS one. 2012;7(4):1–8.	2012
Sundhedsstyrelsen. Danske Lægemiddelstandarder 2012.2.; 2012:1–186.	2012
Swedish Standards Institute. SIS-TS 39:2012 Mikrobiologisk renhet i operationsrum - Förebyggande av luftburen smitta - Våglledning och grundläggande krav. 2012.	2012
Mehtar S. IFIC Construction, Design and Renovation Interest Group. Ventilation to prevent airborne transmission of infection in a healthcare facility.; 2012:1–5.	2012

- IKAS. Den Danske Kvalitetsmodel for sygehuse.; 2012:Standard 1.5.3. 2012
- Macve JC, Weinbren MJ. Dirty utility room design and aerosolization of organisms. *Journal of Hospital Infection*. 2012;81(1):66–7. 2012
- Gastmeier P, Breier A-C, Brandt C. Influence of laminar airflow on prosthetic joint infections: A systematic review. *Journal of Hospital Infection*. 2012;81:73–78. 2012
- Statens Serum Institut. Nationale Infektionshygiejniske Retningslinjer om behandling af patienter med smitsomme sygdomme, herunder isolation.; 2011. 2011
- Dansk Standard. DS 2451-10 Styring af infektionshygiejne i sundhedssektoren: Krav til rengøring.; 2011. 2011
- Dansk Standard. DS 2451-8 Styring af infektionshygiejne i sundhedssektoren: Krav til vask og håndtering af tekstiler til flergangsbrug.; 2001. 2011
- Chen C, Zhao B, Yang X, Li Y. Role of two-way airflow owing to temperature difference in severe acute respiratory syndrome transmission: Revisiting the largest nosocomial severe acute respiratory syndrome outbreak in Hong Kong. *Journal of the Royal Society Interface*. 2011;8:699–710. 2011
- Sundhedsstyrelsen. Ventilation på operationsstuer - en medicinsk teknologivurdering.; 2011. 2011
- MacCannell T, Umscheid C a, Agarwal RK, Lee I, Kuntz G, Stevenson KB. Guideline for the prevention and control of norovirus gastroenteritis outbreaks in healthcare settings. *Infection Control and Hospital Epidemiology*. 2011;32(10):939–69. 2011
- Breier A-C, Brandt C, Sohr D, Geffers C, Gastmeier P. Laminar airflow ceiling size: No impact on infection rates following hip and knee prosthesis. *Infection Control and Hospital Epidemiology*. 2011;32(11):1097–1102. 2011
- AIA. The American Institute of Architects: Guidelines for design and construction of hospital and health care facilities.; 2010 2010
- Svensk Förening för Vårdhygien. Bygghälsa och Vårdhygien. Vårdhygieniska aspekter vid ny- och ombyggnation samt renovering av vårdlokaler. 2. upplaga.; 2010. 2010

- Wong BCK, Lee N, Li Y, et al. Possible role of aerosol transmission in a hospital outbreak of influenza. *Clinical Infectious Diseases*. 2010;51(10):1176–83. 2010
- Best EL, Fawley WN, Parnell P, Wilcox MH. The potential for airborne dispersal of *Clostridium difficile* from symptomatic patients. *Clinical Infectious Diseases*. 2010;50(11):1450– 1457. 2010
- Popp W, Bartley J, Ransjö U, Hoffman P. IFIC Construction, Design and Renovation Interest Group. Design of af surgery block.; 2010. 2010
- Atkinson J, Chartier Y, Pessoa-silva CL, Jensen P, Li Y. Natural Ventilation for Infection Control in Health-Care Settings. World Health Organization; 2009. 2009
- Dansk Standard. DS 2451-13 Styring af infektionshygiejne i sundhedssektoren – Del 13 : Krav til genbehandling af steriliserbart medicinsk udstyr. Infection control in the health care sector – Part 13 : Requirements for retreatment of sterilizable medical equipment DS 2451. 2009. 2009
- Nielsen P V. Control of airborne infectious diseases in ventilated spaces Control of airborne infectious diseases in ventilated spaces. *Journal of the Royal Society Interface*. 2009;(September). 2009
- Assadian O, Kuelpmann R, Zhumadilova A, Kobayashi H, Heidecke C-D, Kramer A. Protective effect of HEPA-filtered operating room air ventilation with or without laminar airflow on surgical site infections. *Annals of Surgery*. 2009;250(4):659. 2009
- Erichsen & Horgen A/S, Forhold tilknyttet bruk av roterende gjenvinnere i skoler 2009
- Brandt C, Hott U, Sohr D, Daschner F, Gastmeier P, Rüden H. Operating room ventilation with laminar airflow shows no protective effect on the surgical site infection rate in orthopedic and abdominal surgery. *Annals of Surgery*. 2008;248(5):695–700. 2008
- National Collaborating Centre for Women’s and Children’s Health. Surgical site infection. Prevention and treatment of surgical site infection. www.nice.org.uk; 2008. 2008
- Nordenadler J. Skyddsventilation i operationsrum. Inblåsningssystem med parallelströmning. 2008. 2008

- Yu IT, Xie ZH, Tsoi KK, et al. Why did outbreaks of severe acute respiratory syndrome occur in some hospital wards but not in others? *Clinical Infectious Diseases*. 2007;44:1017–1025. 2007
- Department of Health Estates & Facilities Division. Heating and ventilation systems. Health Technical Memorandum 03-01: Specialised ventilation for healthcare premises. Part A: Design and validation.; 2007. 2007
- Department of Health Estates & Facilities Division. Heating and ventilation systems. Health Technical Memorandum 03-01: Specialised ventilation for healthcare premises. Part B - Operational management.; 2007. 2007
- Brady RR, Fraser SF, Dunlop MG, Paterson-Brown S, Gibb AP. Bacterial contamination of mobile communication devices in the operative environment. *Journal of Hospital Infection*. 2007;66(4):397–8. 2007
- Christensen TE, Jørgensen JS, Kolmos HJ. Rengørings betydning for forek... *Ugeskrift for Læger*. 2007;165(49):4249–4251. 2007
- Sundhedsstyrelsen. Håndbog om sundhedsberedskab -. 2. udgave.; 2007. 2007
- Miller KM, ed. Planning, Design, And Construction of Health Care Facilities. Joint Commission Resources; 2006. 2006
- Eckmanns T, Rüden H, Gastmeier P. The influence of high-efficiency particulate air filtration on mortality and fungal infection among highly immunosuppressed patients: a systematic review. *Journal of Infectious Diseases*. 2006;193(10):1408–18. 2006
- Fläktwoods (SEMCO incorporated), Results of Cross-Contamination Testing on Desiccants 2006
- Centers for Disease Control and Prevention. Guidelines for preventing the transmission of *Mycobacterium tuberculosis* in health-care settings , 2005. *Morbidity and Mortality Weekly Report*. 2005;54(RR-17). 2005
- Malvik B, Haugen EN, Mathisen HM. Roterende varmegjenvinnere i sykehus - overføring av forurensninger.; 2005. 2005
- Barker J, Jones M V. The potential spread of infection caused by aerosol contamination of surfaces after flushing a domestic toilet. *Journal of Applied Microbiology*. 2005;99(2):339–47. 2005

ROTERENDE VARMEGJENVINNERE I SYKEHUS - overføring av forurenninger, SINTEF	2005
Statens Serum Institut. Råd og anvisninger om desinfektion i sundhedssektoren. 7. udgave.; 2004.	2004
Yu ITS, Li Y, Wong TW, et al. Evidence of airborne transmission of the Severe Acute Respiratory Syndrome Virus. <i>New England Journal of Medicine</i> . 2004;350:1731–1739.	2004
Hassoun A, Velozzi E, Smith M. Colonization of personal digital assistants carried by healthcare professionals. <i>Infection Control and Hospital Epidemiology</i> . 2004;25:1000–1001.	2004
NHS Estates. HBN 26 Facilities for surgical procedures: Volume 1.; 2004.	2004
Beggs CB. The airborne transmission of infection in hospital buildings: Fact or fiction? <i>Indoor and Built Environment</i> . 2003;12(1-2):9–18.	2003
HICPAC/CDC. Guidelines for Environmental Infection control in Health-Care Facilities. Recommendations of CDC and Healthcare Infection Control Practices Advisory Committee (HICPAC), USA; 2003.	2003
Lutz BD, Jin J, Rinaldi MG, Wickes BL, Huycke MM. Outbreak of invasive <i>Aspergillus</i> infection in surgical patients, associated with a contaminated air-handling system. 2003.	2003
Standards Australia/Standards New Zealand. AS/NZS 4187:2003 Cleaning, disinfecting and sterilizing reusable medical and surgical instruments and equipment, and maintenance of associated environments in health care facilities.; 2003.	2003
Dansk Standard. DS 2451-5 Styring af infektionshygiejne i sundhedssektoren: Krav til perioperativ profylakse.; 2001.	2001
Menzies D, Fanning A, Yuan L, FitzGerald JM, The Canadian Collaborative Group in Nosocomial Transmission of TB. Hospital ventilation and risk for tuberculous infection in Canadian health care workers. <i>Annals of Internal Medicine</i> . 2000;133:779–789.	2000
Kumari DNP, Haji TC, Keer V, Hawkey PM, Duncanson V, Flower E. Ventilation grilles as a potential source of methicillin-resistant <i>Staphylococcus aureus</i> causing an outbreak in an orthopaedic ward at a district general hospital. <i>Journal of Hospital Infection</i> . 1998;39:127–133.	1998

- FSD (Foreningen af Sygehusmaskinmestre i Danmark). Ventilation på operationsstuer. 1998 1998
- Återföring av föroreningar i roterande värmväxlare – en litteraturstudie/kunskapsöversikt”, Svein Ruud, Sveriges Provnings- och Forskningsinstitut 1993
- Whyte W, Hambraeus A, Laurell G, Hoborn J. The relative importance of the routes and sources of wound contamination during general surgery. II. Airborne. Journal of Hospital Infection. 1992;22(1):41–54. 1992
- Whyte W, Hambraeus A, Laurell G, Hoborn J. The relative importance of routes and sources of wound contamination during general surgery. I. Non-airborne. Journal of Hospital Infection. 1991;18(2):93–107. 1991
- Lidwell OM, Lowbury E JL, Whyte W, Blowers R, Stanley SJ, Lowe D. Effect of ultraclean air in operating rooms on deep sepsis in the joint after total hip or knee replacement: A randomized study. British Medical Journal. 1982;285:10–14. 1982