

Notat

FSD – Ventilation i rum med invasive indgreb, herunder også operationsstuer

Tilstrækkeligt flow af udeluft for arbejdsmiljøet - recirkulation

Indholdsfortegnelse

1	Indledning	3
2	Anbefaling/konklusion.....	4
3	Recirkulationens fordele	5
4	Ventilationsbehov	6
4.1	Arbejdsmiljø	6
4.1.1	Anæstesigasser	6
4.1.2	Røg fra el-kirurgi	7
4.1.3	Opløsningsmidler fra cementer til proteser	8
4.1.4	Opløsningsmidler fra gipsbandager	8
4.1.5	CO ₂ fra laparoskopiske indgreb o.l.	8
4.1.6	Formaldehyd	8
4.1.7	Stinkskabe, LAF-bænke m.fl. med minimale udslip	8
4.1.8	Afgasning fra processer, laboratorier	9
4.1.9	Fremtidige nye forureninger	9
4.2	Luftkvalitet	9
4.2.1	Sensorisk indeklime	9
4.3	Infektionshygiejne og/eller proceskøling	9
4.3.1	Infektionshygiejne	9
4.3.2	Proceskøling	9
5	Arbejdstilsynets anvisninger mv.	11
6	Skala – større arbejdsmiljø-mæssig forurening på store stuer.....	13
7	Litteraturgennemgang af landes regler	14
	Review fra 2006	15
	USA	16
	Tyskland	17
	Sverige	18
	Forslag til EU-standard	19
	Australien	20
	Energistyrelsen – Best practice, hospitalsventilation	21

1 Indledning

Udeluftens størrelse skal være passende stor.

Ansatte skal beskyttes mod forureninger i indeluften/rumlufte. Udeluften er i den henseende ren og skal tilføres i sådant omfang, at ansatte og patienter får en passende luftkvalitet.

Men ofte skal der tilføres mere ventilationsluft end til opfyldelse af de ansattes behov pga. hensyn infektionshygiejne. Det yderligere behov kan klares med recirkulation/genbrug af udsuget luft. Den recirkulerede rumluft behandles og føres tilbage til samme rum.

Recirkuleret ventilationsluft skal ikke tempereres som udeluft. Herved spares energi. Der recirkuleres decentralt ved/i rummet, herved minimeres pladsbehovet.

I Danmark har man ikke anvendt recirkulation på hospitalerne, modsat mange andre lande.

Man har hidtil antaget, at der findes en betydende arbejdsmiljømessig ulempe.

Nærværende rapport analyserer arbejdsmiljøet specifikt i operationsstuer og mere generelt for øvrige rumtyper.

2 anbefaling/konklusion

Omfanget af udeluft skal sammenholdes med den potentielle risiko for ophobning af skadelige stoffer i rumluften. Når der anvendes punktudsugninger er risikoen minimeret. Men der vil altid undslippe en lille rest. Det betyder, at der skal være en passende udeluft til fjernelse af disse.

På operationsstuer bruges i mange lande 1.200 [m³/h] - m³ udeluft pr. time.

På mange operationsstuer i Danmark er volumenstrømmen 1.200 [m³/h] – visse endda mindre.

På meget store stuer kan den atmosfæriske belastning være relativt større.

Under behørigt hensyn til arbejdsmiljøet anbefales

- at udeluften udgør 20 [m³/h] pr. [m²], dog mindst 1.200 [m³/h].r
- proceskøling med recirkulation af rumluft (fancoils)
- overholdes af renhedskrav (partikler i luften) ved recirkulation.

3 Recirkulationens fordele

Recirkulationen kan etableres med små lokale ventilationskomponenter og fylder derfor mindre end ventilation, der tilfører udeluft.

Recirkulation med lokale komponenter kræver ikke transportkanaler og giver mindre ventilationsaggregater. Anlægsudgiften er derfor typisk mindre.

Det reducerede omfang af udeluft giver et mindre energiforbrug til opvarmning og køling. For en operationsstue er det pr. år i størrelsesordenen 2.000 kWh varme og 200 kWh el køling mindre. Der er et mindre elforbrug til transport af luft.

Teknikarealet bliver mindre. Det svare til en besparelse på ca. 200.000 kr. for en stor operationsstue.

Arbejdsmiljøet forbedres om vinteren ved, at rumluften ikke bliver så tør, pga. mindre udeluft.

4 Ventilationsbehov

Ved processer og menneskelig aktivitet forurenes rumluften i et vist omfang.

Ventilationen fjerner løbende en vis del, men der er altid en rest af forurening tilbage.

Denne rest af forurening skal være så lav, at patient og personale ikke generes/påvirkes.

Ventilationen skal således sikre, at

- patienter ikke udsættes for smittefarlige partikler via rumluften (infektionshygiejne)
- rumtemperaturen er passende (køling)
- patienter og personale ikke udsættes for unødige påvirkninger fra forureninger (arbejdsmiljøkrav)
- oplevet luftkvalitet er god

Infektionshygiejne og/eller køling fordrer ofte mere ventilation end arbejdsmiljø/luftkvalitet.

Arbejdsmiljø/luftkvalitet kræver imidlertid luft udefra (udeluft).

Når infektionshygiejne og/eller køling kræver mere ventilation end arbejdsmiljø/luftkvalitet, kan forskellen klares med genbrugt luft – recirkulation – ved filtrering og/eller køling af rumluften, der så indblæses igen i samme rum.

Recirkulationen er her genbrug af udsuget luft fra samme rum.

Nærværende omhandler således ikke genbrug af luft fra andre rum.

4.1 Arbejdsmiljø

Personalet skal beskyttes mod påvirkninger fra forureninger (stoffer og materialer) i rumluften.

Arbejdsmiljølovens hensigt/krav er, at unødigt påvirkning fra stoffer og materialer skal undgås, og påvirkning fra stoffer og materialer skal nedbringes så meget, som det er rimeligt under hensyntagen til den tekniske udvikling.

Forureningerne på operationsstuer er:

- Anæstesisgasser
- Røg fra el-kirurgi
- Opløsningsmidler fra cementer til proteser
- Opløsningsmidler fra gipsbandager
- CO₂ fra laparoskopiske indgreb o.l.
- Formaldehyd

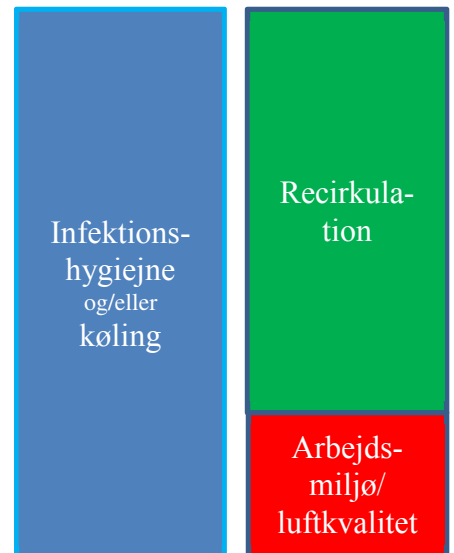
I andre rum kan der yderligere komme forureninger fra

- Stinkskabe, LAF-bænke m.fl. med minimale udslip
- Afgasning fra processer, laboratorier
- Fremtidige nye forureninger

4.1.1 Anæstesisgasser

I dag anvendes næsten altid intravenøs anæstesi. Bedøvelsens dybde justeres dog med luftformig anæstesisgas.

På Odense Universitetshospital (OUH) anvendes alene desfluran og sevofluran. På fødegangen anvendes så vidt vides fortsat kvælstofforilte.



Typisk relativ størrelse af ventilationsbehov:
Infektionshygiejnens og/eller proceskølingens volumenstrøm er større end arbejdsmiljø/luftkvalitets

Overlæge Jeppe Lund (OUH) udtaler:

”I dag anvender vi i Danmark næsten udelukkende desfluran og sevofluran.

Der er en vis beskedent lækage til rumluften, blandt andet i forbindelse med vækningen af patienterne”.

Jeppe Lund har oplyst, at patienten maksimalt får ca. 4 liter anæstesigas pr. time. Patientens udåndingsluft udsuges direkte og må ikke recirkuleres. Anæstesiologerne er meget omhyggelige med at minimere lækager.

Antages det, at der i middel alligevel slipper 10 % ud til rumluften bliver det 0,4 liter pr. time.

Når der tilføres 1.200 [m³/h] – m³ pr. time - ventilationens effektivitet er ca. 0,8, bliver den effektive ventilation med udeluft ca. 960 [m³/h].

Fordeles den undslupne anæstesigas i 960 [m³/h], bliver koncentrationen ca. 0,4 ppm i rumluften. Arbejdstilsynets grænseværdi for anførte anæstesimidler er 5 ppm:

<https://www.retsinformation.dk/Forms/R0710.aspx?id=143596>

Under opvågningsforløbet indeholder patientens udåndingsluft anæstesigas, så der kortvarigt kan undslippe noget der svarer til 5 liter anæstesigas pr. time.

Fordeles den undslupne anæstesigas i 960 [m³/h], bliver koncentrationen ca. 5 ppm i rumluften.

Det skal bemærkes, at udåndingsluften er varm, og derfor stiger den op, selv om selve anæstesigasen er tung. Det betyder, at udåndingsluften i høj grad opblandes. Alligevel kan der lokalt ved patientens hoved i kort tid være højere koncentrationer i størrelsesordenen 5 ppm. Hvilket imidlertid er helt acceptabelt, da grænseværdien blot skal overholdes som gennemsnitskoncentration i løbet af en otte timers arbejdsdag. Stoffet har ingen såkaldt ”loftsværdi”, så en kortvarig høj koncentration er ikke forbudt.

Lægehåndbogen på Sundhed.dk angiver i øvrigt en grænseværdi på 20 ppm:

<https://www.sundhed.dk/sundhedsfaglig/laegehaandbogen/arbejdsmedicin/fag-og-eksponeringer/kemiskbiologisk/narkosegasser-arbejdseksponering/>

Fra 1997 og frem til 2006 udførte OUH regelmæssige målinger af anæstesimiddelkoncentrationerne. Imidlertid var der så godt som aldrig overskridelse af grænseværdierne. Der var en del kortvarige værdier på 5 ppm. Man stoppede målingerne i 2006. Den gennemsnitlige volumenstrøm på de omhandlede stuer var/er ca. 1.170 [m³/h]. Der er mange på under 1.200 [m³/h].

Det skal bemærkes, at der tidligere blev anvendt farligere anæstesimidler, således er belastningen på eksisterende operationsstuer mindre i dag.

Om den fremtidige brug vurderer Jeppe Lund:

”Der synes at være en tendens til at brugen af anæstesigasser, falder (idet de erstattes af intravenøse anæstetika), og måske bruges de kun i beskedent omfang, når Nyt OUH ibrugtages. Der bliver næppe udviklet nye anæstesigasser”.

De intravenøse anæstesimidler bidrager ikke til luftforureningen, idet disse udskilles med urin og fæces.

4.1.2 Røg fra el-kirurgi

Det er velkendt, at der genereres røg ved el-kirurgi. I dag anvendes procesudsugning.

Med effektive procesudsugninger er rumluften ikke procesforurennet, se under 5 Arbejdstilsynets anvisninger mv.

Afhængigt af punktsugets udformning udsuges mellem 10 og 100 m³/h.

Der er systemer, der filtrerer denne luft så godt, at luften er renere end rumluften. I andre lande recirkuleres luften til rummet. Det er ikke tilladt i Danmark, hvilket der er faldet en konkret afgørelse på.

Graden af forurening afhænger af el-knivens temperatur, idet en højere temperatur medfører mere skadelig røg.

Der bør i alle tilfælde udvises en høj grad af omhyggelighed med punktudsugning.

Der er ikke fundet grænseværdier eller lignende for el-kirurgi.

Vores anbefaling i baserer sig således på at mange lande anvender et udeluft krav på 1.200 [m³/h] eller lavere. Ligesom det er tilfældet på rigtig mange operationsstuer i dag – også på OUH.

4.1.3 Opløsningsmidler fra cementer til proteser

Der afgives organiske opløsningsmidler fra de cementer, der anvendes til proteser.

Tidligere blev cementen blandet i separat boks med udsugning på. I dag blandes cementen oftest i lukket system ved brugsstedet. Udslippet er herved blevet mindre.

Der er så vidt vides nu også mekanisk fastgørelse af proteser med mindre cement eller ingen.

Så belastningerne er generelt blevet mindre.

Der skal anvendes procesudsugning, så er 1.200 [m³/h] tilstrækkeligt på en operationsstue.

4.1.4 Opløsningsmidler fra gipsbandager

Gipsbandager kan hærde ved 70 °C. Temperaturen er en ulempe ved håndteringen.

Visse gipsbandager hærdes ved lavere temperaturer, men så afdamper der opløsningsmidler under hærdningen. Der anvendes derfor procesudsugning.

På OUH's ortopædkirurgiske afdeling anvender man i dag ugiftige gipsbandager.

Overlæge Niels Dieter Röck udtaler:

”På OUH anvendes ikke længere gipsbandager med organisk opløsningsmiddel. Vi bruger nu gipsbandager, der ikke afgiver giftig luft”.

Herved udgås behovet for procesudsugning og et krav til størrelsen af udeluft ventilation.

4.1.5 CO₂ fra laparoskopiske indgreb o.l.

I forbindelse med brugermøderne er det oplyst, at forbruget er ca. 100 liter CO₂ pr. time ved laparoskopiske indgreb.

Med 1.200 [m³/h] udeluft og en ventilationseffektivitet på 0,8 fås en effektiv ventilation på 960 [m³/h].

Heraf følger så en stigning i CO₂-koncentrationen på 100 liter divideret med 960 [m³] = 104 ppm.

Til sammenligning er den arbejdsmiljømæssige grænseværdi på 5.000 ppm.

4.1.6 Formaldehyd

Formalin anvendes til præparation af udtagne organdele, herunder biopsi.

Formalin er en vandig opløsning af formaldehyd, som i et vist omfang afdamper.

Derfor skal håndteringen ske under udsugning.

BAR, Fælles information fra arbejdsgivere og arbejdstagere, skriver:

”

Formalin

Formaldehyd er kræftfremkaldende, og stoffet irriterer slimhinderne og kan fremkalde allergi. Derfor er det vigtigt at tænke på arbejdsmiljøet, hvis der bruges formalin i det daglige arbejde.

Formalin bruges i større eller mindre omfang i lægepraksisser; især til fiksering af vævsprøver, der skal sendes til analyse. Dette betragtes som laboratoriearbejde og skal udføres i lukket anlæg eller med effektiv udsugning. En lille sugeboks (mindre end et stinkskab) er accepteret som et ”lukket anlæg”. Der findes også nye, lukkede systemer til håndtering af små vævsprøver, så der ikke er behov for udsugning.

Arbejdstilsynet stiller dog ikke krav om et lukket anlæg, hvis stoffet kun bruges sporadisk - dvs. enkelte gange om året - og dermed ikke er et led i de sædvanlige arbejdsfunktioner. Der findes ikke en præcis beskrivelse af krav og løsninger vedrørende formalin, og Arbejdstilsynet foretager en vurdering af forholdene i den enkelte lægepraksis.

”

Heraf følger at det må forudsættes, at formalin håndteres under punktudsugning eller bedre.

På OUH overvejes/planlægges, at processen forlægges til særligt rum i sugeboks.

4.1.7 Stinkske, LAF-bænke m.fl. med minimale udslip

Punktudsugninger som stinkske, LAF-bænke m.fl. har minimale udslip. Ofte er disse koncentrationer ganske lave og påvirkningen af arbejdsmiljøet ubetydelig.

4.1.8 Afgasning fra processer, laboratorier

På laboratorierne er mange analyser og processer efterhånden automatiseret. Maskinerne giver ofte store varmemængder, men kun minimal påvirkning med afgassede kemikalier. Her vil kølet recirkuleret rumluft kunne holde temperaturen passende nede.

4.1.9 Fremtidige nye forureninger

For imødegåelse af det ukendte etableres effektive procesudsug i passende omfang. Der er dog tendens til, at nye metoder og procedure tilgodeser arbejdsmiljøet og ikke belaster dette.

4.2 Luftkvalitet

Der er flere kategorier af luftkvalitet. Der kan f.eks. henvises til DS/CEN/CR 1752 "Ventilation i bygninger – Projekteringskriterier for indeklimaet", 2001.

4.2.1 Sensorisk indeklime

Det sensoriske indeklime er oplevelsen af luftens friskhed, primært via næsen.

CO₂ indholdet bruges som indikator for luftkvaliteten. Bygningsreglementets krav til bygningsklasse 2020 fremgår af kap. 7.2.5.1, Stk. 6, Fælles bestemmelser for bygninger omfattet af bygningsklasse 2020:

"I kontorer, skoler og institutioner skal det sikres, at indeluftens CO₂ indhold ikke overstiger 900 ppm i længere perioder."

Udeluften indeholder ca. 350 ppm.

Derfor er tilladt tilvækst: 550 ppm.

En stående person med middelaktivitet (2 [Met]) afgiver ca. 33 liter CO₂ pr. time.

Antages der tilført 1.200 m³ udeluft pr sekund med en ventilationseffektivitet på 0,8 fås ca. 960 m³ effektiv udeluft pr. time og en stigning i CO₂-koncentrationen på $0,033/960 = 34$ ppm fra en person.

Heraf følger, at der kan være $550/34 = 16$ personer på stuen.

Således opfylder 75 m³/h udeluft indeklimakravet for en person.

Det skal bemærkes, at afgasninger fra overflader gulve, vægge og lofter, møbler, maskiners materialer kan give et tilskud til den sensoriske belastning.

4.3 Infektionshygiejne og/eller proceskøling

4.3.1 Infektionshygiejne

Patientens behov opfyldes ved,

- At rummet forsynes med ren luft.
- At luften opholder sig så kort tid i rummet, at forureningen holdes lav.

Patientens modtagelighed og indgrebets karakter betinger de tilladelige mængder af smittefarlige partikler i rumluften.

I Danmark har man ofte for konventionelle operationsstuer krævet under 200 stk. CFU pr. m³ rumluft (Colony Forming Units (CFU), antal partikler, som giver vækst på en agar-plade).

Ultrarene operationer anbefales ofte til under 10 stk. CFU pr. m³ rumluft.

Den recirkulerede luft filtreres til samme renhed som udeluften. I infektionshygiejnisk henseende er der således ingen forskel om der recirkuleres eller ikke.

4.3.2 Proceskøling

Varmen fra personer, maskiner og solindfald mv. skal fjernes med ventilationsluften så der er et passende termisk indeklime / en passende temperatur i rummet.

Hvis der anvendes for kold indblæsningsluft giver det træk. Derfor er det ofte nødvendigt at øge volumenstrømmen betydeligt, så indblæsningen ikke er for kold.

Luftkølede scannere, automatisk analyseudstyr og meget andet luftkølet apparatur uden punktudsugning hæver blot lufttemperaturen. Ofte installeres her fancoils – recirkulerende kølelementer i loftet. Det svarer til en forøgelse af volumenstrømmen – ud over det sensoriske, infektionshygiejniske, arbejdsmiljømæssige behov.

5 Arbejdstilsynets anvisninger mv.

I forbindelse med diverse processer kan der genereres røg, støv og gasser. I det omfang disse er sundhedsskadelige, skal de fjernes ved kilden. Hvis de ikke fjernes ved kilden kan rumluften indeholde sundhedsskadelige stoffer. Det er uacceptabelt, hvorfor Arbejdstilsynets regulering er klar – når der er risiko for sundhedsskade, må rumluften ikke recirkuleres.

Den sædvanlige arbejdsmiljøindsats mod skadelige stoffer er "indsatskæden":

1. Substitution
2. Indkapsling
3. Udsugning
4. Personligt værnemiddel

Aktuelt er det uacceptabelt med personlige værnemidler og det forudsættes af sygehuset løbende gennemfører mulig substitution og indkapsling, hvor risikoen tilsiger det. Herefter vurderes på udsugning.

Bestemmelserne om grænseværdier skal i alle tilfælde overholdes og i visse situationer endda bedre. Alle unødige påvirkninger skal nemlig fjernes, også selvom grænseværdierne er overholdt, hvilket beskrives i [højesteretsdom](#), anført i At-cirkulæreskrivelse nr. 2, 1988, under punkt B "Organiske opløsningsmidler og andre sundhedsskadelige luftarter".

I publikation omtales graden af unødig påvirkning bl.a. sådan:

"1.4 Fastsatte grænseværdier skal overholdes

Når alle rimelige tekniske foranstaltninger til fjernelse eller nedbringelse af luftforureningen er truffet, kan målinger benyttes som kontrol af foranstaltningernes effektivitet."

Således skal grænseværdierne overholdes, når rimelige foranstaltninger til fjernelse af forureninger er etableret.

Ved vurdering af de tilladelige koncentrationer, skal alle forureningsbidrag medregnes i sumformlen med relative bidrag. Denne sumformel giver en brøksum, der skal være under 1, svarende til overholdelse af grænseværdierne.

I Arbejdstilsynets [publikation "Garvides og ammendes arbejdsmiljø"](#) angiver specielt lavt krav:

"Som en generel regel betragtes risikoen for fosteret som ubetydelig, hvis luftkoncentrationen af flygtige opløsningsmidler er lavere end 1/10 af grænseværdien, og hvis der ikke sker optagelse gennem huden."

I en [publikationen "Kortlægning af kemiske stoffer i forbrugerprodukter Kortlægning nr. 19 2002"](#) fra Miljøstyrelsen er der fundet en sondring mellem arbejdsmiljømæssig belastning og en indeklimabelastning.

" Sumformel (brøksum):

$C1/GV1 + C2/GV2 + C3/GV3 + \dots + Cn/GVn$

hvor C er koncentrationen af de respektive stoffer, og GV er de tilsvarende grænseværdier.

En brøksum på 1 svarer til grænseværdien for den samlede påvirkning.

Det betyder, at hvis brøksummen er større end 1 er forholdene uacceptable i arbejdsmiljøet. I indeklimasammenhæng er tommelfingerreglen, at hvis brøksummen er større end 0,1 er forholdene problematiske."

For rum med mange arbejdende kan man anlægge det synspunkt, at operatøren alene er den arbejdsmiljøbelastede og alle andre i rummet er i en indeklimasammenhæng.

På mundtlig forespørgsel hos Arbejdstilsynet er svaret, at man anvender værdien 1 for ansatte på arbejde.

Spørgsmålet er relativt afgørende, idet en grænse på 0,1 vanskeligt overholdes.

Det er derfor afgørende, at sundhedsskadelige stoffer fjernes ved kilden.

Arbejdsministeriets [bekendtgørelse nr. 96 af 13. februar 2001](#) "Bekendtgørelse om faste arbejdssteders indretning" indeholder relevante regler i § 35 og § 36.

I bekendtgørelsen defineres procesforurenede luft i § 35, stk.1:

"...luftarter, støv eller lignende, der er sundhedsskadelige eller eksplosive, eller udvikling af røg, mikroorganismer, aerosoler, ildelugt eller anden generende luftforurening,...."

§ 35, stk.3:

"Den udsugede luft må ikke føres tilbage til arbejdsrummet eller andre lokaler."

§ 36, stk. 2:

"Den friske luft kan dog i begrænset omfang blandes med udsuget luft fra arbejdsrummet, forudsat at denne luft er rensede og ikke stammer fra ventilationsanlæg omhandlet i § 35....."

I "begrænset omfang" må være tilgodeset, når indeklimaet er bedste klasse, som eftervist opfyldt ovenfor.

Arbejdstilsynet har udgivet "Vejledning om tilbageførsel af udsuget forurenede luft til arbejdsrum eller andre lokaler", [At-vejledning A.1.7, Februar 2002](#)"

"1. Recirkulation er forbudt

Der skal etableres mekanisk udsugning, når der under arbejdet udvikles luftarter, støv e.l., som er sundhedsskadelige eller eksplosive. Det gælder også, hvis der udvikles røg, mikroorganismer, aerosoler, ildelugt eller anden generende luftforurening. Den mekaniske udsugning skal så vidt muligt fjerne forureningen på det sted, hvor den udvikles. Samtidig skal der tilføres frisk erstatningsluft (procesventilation) (1)

Luft, der suges ud ved procesventilation, må ikke føres tilbage til arbejdsrummet eller til andre lokaler. I stedet skal den føres ud til det fri. Omgivelserne skal sikres ifølge Miljø- og Energiministeriets regler."

Arbejdstilsynet har endelig udgivet "Ventilation på faste arbejdssteder, Vejledning om krav til procesventilation", [At-vejledning, A.1.1, 2. udgave, august 2007](#)

"3. Forbud mod recirkulation

Luft, der suges ud ved procesventilation - det vil sige punktudsugning og rumventilation - må ikke føres tilbage til arbejdsrummet eller til andre lokaler."

Jævnfør ovenstående er det klart, at procesforurenede luft ikke må recirkuleres, men skal føres ud i det fri.

Det er selvsagt tilfældet, hvor en procesudsugning ikke kan etableres rimeligt effektivt, så bliver rumluften pr. definition procesluft og må som sådan ikke recirkuleres.

Omvendt betragtes rumluften som ikke procesforurenede, når der anvendes en effektiv punktudsugning, der sikrer rumluften mod sundhedsskadelige stoffer.

Af ovenstående fremgår ligeledes, at luft, der ikke er procesforurenede, må recirkuleres.

6 Skala – større arbejdsmiljø-mæssig forurening på store stuer

De luftformige forureninger er i stor udstrækning relateret til patienten.
Det skønnes derfor, at forureningen ikke stiger proportionalt med stuens størrelse.

På den anden side er aktivitetsniveauet højere, så i en eller anden grad må forureningen være større.

Der kan ses forskelligt på dette forhold, men set i et internationalt perspektiv har man ikke sondret på stueres størrelse.

Det vil være rimeligt at øge flowet af udeluft på meget store stuer. Med følgende anbefaling øges flowet for stuer større end 60 [m²]

Det anbefales, at udeluften udgør 20 [m³/h] pr. [m²], dog mindst 1.200 [m³/h].

7 Litteraturgennemgang af landes regler

En række publikationer er gennemgået for afdækning af i størrelsen af udeluft tilført operationsstuer.
 Se bilag nedenfor.

	Land		m ³ pr. time	recirkulation
1	Danmark	Konventionelle operationsstuer. Den generelle regel er luftskifte mellem 10 og 20. På små operationsstuer kræves ofte mindst 1200 m ³ /h	1.200-2.500	nej
2	Danmark	Ultrarene operationsstuer. De facto anvendes recirkulation på mindst 80 % af disse stuer		ja
3	Tyskland		1.200	ja
4	Brazilien		900	ja
5	USA	Der angives forskellige værdier i forskellige dokumenter	540-900	ja
6	Sverige		2.000	ja
7	Forslag til EU-standard		1.200	ja
8	UK	Der anvendes ikke recirkulation i England, oplyst af Tom Cooksey, WSP, stort Rådgivende Ingeniørfirma I UK		nej
9	Australien		900	ja
10	Spanien	Der anvendes ikke recirkulation		nej
11	Energistyrelsen		800	ja

Review fra 2006

Der findes en publikation: "[REVIEW OF OPERATING ROOM VENTILATION STANDARDS](#)", 2006, der har gennemført et review af udvalgte landes krav til ventilation.

Uddrag herfra om størrelsen af udeluft:

DGKH et al., 2002, Germany standard that defines recommendations for drafting technical guidelines for HVAC in hospitals:

"..... Two other parameters are recommended: the outdoor air flow between 800 m³/h and 1200 m³/h due the anaesthesia gases,....."

NBR 7256, 1982, is a Brazilian Standard:

".....minimum airflow rate of outdoor air (15 m³/(m²/h))"

For en operationstur på 60 m² bliver det 60*15 = 900 m³/h

ASHRAE, 2004:

".....It recommends 15 L/s.person of outdoor air....."

Det er 54 m³/h pr. person. For en operationsstue 10 ansatte bliver det 540 m³/h

The ASHRAE, 2005, (Standard 170):

".....The other requirements described in this draft were: minimum air changes of outdoor air 4 h⁻¹....."

For en operationstur på 60 m² bliver det 60*3*4 = 720 m³/h.

ASHRAE, 2003:

".....minimum of 5 air changes of outdoor air per hour;....."

For en operationstur på 60 m² bliver det 60*3*5 = 900 m³/h.

USA

De amerikanske regler for ventilation på sygehuse angiver alle et minimum af udeluft til forskellige typer rum.

Der er flere udgivere, hvor reglerne er samlet. Der tages udgangspunkt i ASHRAE's:

HVAC Design Manual for Hospitals and Clinics, Second Edition, 2013

Table 2-2 Excerpt from ANSI/ASHRAE/ASHE Standard 170-2008 Ventilation Table

Space	T, °F	T, °C	RH, %	Pressure	OA	ACH
Class B and C operating room	68 to 75	20 to 24	30 to 60	Positive	4	20
Operating/surgical cystoscopic rooms	68 to 75	20 to 24	30 to 60	Positive	4	20
Delivery room (Caesarean)	68 to 75	20 to 24	30 to 60	Positive	4	20
Critical and intensive care	70 to 75	21 to 24	30 to 60	Positive	2	6
Wound intensive care (burn unit)	70 to 75	21 to 24	40 to 60	Positive	2	6
Radiology waiting room	70 to 75	21 to 24	Max 60	Negative	2	12
Class A operating/procedure room	70 to 75	21 to 24	20 to 60	Positive	3	15
X-ray (surgery/critical care and cath.)	70 to 75	21 to 24	Max 60	Positive	3	15
Sterilizer equipment room	—	—	—	Negative	—	10
Soiled and decontamination	72 to 78	22 to 26	—	Negative	2	6
Sterile storage	72 to 78	22 to 26	Max 60	Positive	2	4

Source: ASHRAE (2008). T = indoor design temperature range RH = relative humidity OA = outdoor air ACH

These air change rates are also a result of research on odor control and comfort (Klaus 2011). Studies in London in the early 1900s documented lung volume and calculated outdoor air ventilation rates to reduce odor. Other studies documented the volume and velocity of airflows from sneezes and coughs and concluded that about 35 cfm [16.5 L/s] per person of outdoor air was needed. However, Memarzadeh and Xu (2012) questions current ACH standards.

Det fremgår af tabellen, at operationsstuer skal ventileres med 4 gange pr. time udeluft og et totalt luftskifte på 20.

For en operationstue på 60 m² bliver det 60*3*4 = 720 m³/h udeluft

Tyskland

Standard:

DIN 1946-4, Raumluftechnik -Teil 4: Raumluftechnische Anlagen in Gebäuden und Räumen des Gesundheitswesens, Dezember 2008

DIN 1946-4:2008-12

Tabella 1 --- Raumluftechnische Anforderungen

Raumnutzung	Konzepte	Maßnahmen
1 OP-Abteilung	<p>Summe Abflüßvolumenstrom < Summe Zufuhrvolumenstrom</p> <p>Zur Sicherstellung einer gerichteten Luftströmung dürfen die Fenster der OP-Abteilung nicht zu öffnen sein (Ausnahme: Invektion und Entsaugung).</p> <p>Raumheizung entweder über glatte, gut reinig- und desinfizierbare Heizkörper ohne Konvektorbleche oder über thermisch aktive Raumflächen.</p>	
1.1 OP-Räume	<p>Betrieb außerhalb der OP-Nutzungszeit mit reduziertem Außenluft- und/oder Umluftvolumenstrom sowie gegebenenfalls Abschaltung von Kühlung und Befuchtung unter Einhaltung der Anforderungen nach 8.8.</p> <p>Überströmung des Außenluftstrahls vom Zufuhrstrom in Vorräum/Vorräume</p>	<p>≥ 1 200 m³/h Außenluft, Rest als Umluft aus dem OP-Raum Zulufttemperatur 19 °C bis 26 °C, einstellbar</p> <p>3-stufige Filtration</p> <p>Zuluftdruck im Unterdruck gegenüber dem OP-Raum</p> <p>Abflüßdurchlässe mit Flusenabschottern</p>
1.1.1 OP-Räume Ia	<p>Turbulenzarme Verdrängungsströmung (TAV) etwa 3,2 m² × 3,2 m² über dem gesamten Schutzbereich, gegebenenfalls mit umlaufendem, festen Strömungsstabilisator bis etwa 2,10 m über OKFFB.</p> <p>Genüßig verfügbare Raumheizung über Heizflächen</p>	<p>Außenluft vollständig mit zusätzlicher Umluft vermischt</p> <p>Zulässiger Anlagen-Schalldruckpegel ≤ 48 dB(A), ermittelt in OP-Raummitte, 1,8 m über OKFFB</p> <p>Regelung der Raumheizung während der Nutzungszeit so, dass die Ablufttemperatur nicht unterhalb der Zulufttemperatur liegt.</p>
1.1.2 OP-Räume Ib	<p>Turbulente Misch- oder Verdrängungsströmung</p> <p>Vorraum bzw. Vorräume mit Luftschleusenfunktion gegenüber Flur/Raumtüren II für besondere Fälle empfohlen</p> <p>Abflüßdurchlässe mit Flusenabschottern</p>	<p>Zulässiger Anlagen-Schalldruckpegel ≤ 48 dB(A), ermittelt in OP-Raummitte 1,8 m über OKFFB.</p>

18

Det fremgår her direkte, at 1.200 m³/h er OK.

Sverige

Den nye svenske norm angiver 2.000 m³/h

Teknisk specifikation SIS-TS 39:2012 Mikrobiologisk renhet i operationsrum - Förebyggande av luftburen smitta -Vägledning och grundläggande krav

6.12 Operationsrum

Riktlinjer för operationsrum är sammanfattade i tabell 5 med korsreferens till respektive rubrik i dokumentet.

Tabell 5 — Riktlinjer gällande operationsrum

Nr	Egenskap	Minst	Styrande dokument
0.2	Totalflöde	För dimensionering av källöde se figur 1a - d	
0.4	Utslutflöde	Minimum 0,56 m ³ /s	

0,56 m³/s er lig med 2.000 m³/h.

Forslag til EU-standard

Der har været fremlagt forslag til EU-standard: Ventilation til hospitaler
DSF/FprCEN/TR 16244

Class	No.	Scope (examples)	Physical condition of the air					Minimum flow rate of outdoor air	
			Air temperature			Absolute air humidity			
			Supply air temperature ^a	Room temperature when heating	Room temperature when cooling	Heating operation	Cooling operation		
Unit			°C	°C	°C	g · kg ⁻¹	g · kg ⁻¹	m ³ · h ⁻¹	
Protected operating zone	H1a	1	Protected operating zone in operating rooms ^a (e.g. for interventions with implantation of foreign material, invasive radiotherapy)	20 to 24 °F, adjustable within the room	g	g	6,5 h	11,5 h	1 200 m ³ · h ⁻¹ via LTF supply air terminal device
	H1b	2	No defined protected operating zone in operating rooms (e.g. insertion of smaller implants, heart catheterisation)	20 to 24 °F, adjustable within the room	g	g	6,5 h	11,5 h	1 200 m ³ · h ⁻¹ via LTF supply air terminal device or mixed flow
	H1c	3	Reduced protected operating zone in operating rooms for, e.g. abdominal surgery, eye surgery, urological surgery	20 to 24 °F, adjustable within the room	g	g	6,5 h	11,5 h	1 200 m ³ · h ⁻¹ via LTF supply air terminal device
Protective Isolation	H2	4	Clean areas (protected zone) in patients bedrooms for special treatments (e.g. bone marrow transplants)	-	22 to 26 adjustable within the room	22 to 26 adjustable within the room	6,5 h	11,5 h	> 100 per person

Forslaget indeholdt et krav om udeluft på mindst 1.200 m³/h.

Australien

WESTERN AUSTRALIA, HEALTH FACILITY GUIDELINES for ENGINEERING SERVICES. 2006:

Area	Special Requirements
Operating Rooms, General Surgery	<p>Each room shall have its own ventilation system.</p> <p>Air filters shall be mounted with minimum separation from the outlet diffuser.</p> <p>Air shall be uniformly diffused downward over a minimum 1800mm x 1800mm ultra clean zone around the operating table. Air distribution arrangements shall minimise entrained room air into the air supply stream.</p> <p>Face velocity through the clean zone shall be at least 0.17 m/s and the air change rate in the operating room as a whole shall be at least 20 air changes per hour of which at least 25% shall be outside air.</p>

Udeluften udgør mindst 25 % af 20 = 5 luftskifte pr. time.

For en operationsstue på 60 m² bliver der 60*3*5 = 900 m³ pr. time.

Energistyrelsen – Best practice, hospitalsventilation

Energistyrelsen har som led i arbejdet med indsatsen over for regionerne/hospitalerne ønsket at undersøge best practice for hospitalers forbrug af energi til ventilation. Formålet med analysen var at kortlægge relevante indsatsområder i forhold til at opnå energibesparelser ved renovering og nybyggeri af hospitaler.

Rapporten ligger på Energistyrelsens hjemmeside:

<http://www.ens.dk/arkiv/publikationer/rapporter/analyserapport-best-practice-hospitalsventilation>

Ved screening af praksis har man fundet meget store variationer. Nedenstående gælder for udeluft skift til respektive rum:

2.3 Best practice for hospitalsventilation

På trods af alle de ovennævnte forbehold og mangelfulde datagrundlag har projektgruppen opstillet forslag til en liste med "bestpractice" for luftskifter for de forskellige typer rum/ansvender, som er dækket af undersøgelsen. De valgte værdier er den lavest observerede værdi for luftskifte pr. time, uanset om det er målte data eller oplyste data fra de pågældende hospitaler:

1. Baderum:	1,4 gange pr. time
2. Laboratorier:	6,0 gange pr. time
3. Operationsstuer:	4,4 gange pr. time
4. Opvågningsstuer:	6,0 gange pr. time
5. Sengestuer:	1,0 gange pr. time
6. Skannerrum:	8,0 gange pr. time
7. Undersøgesrum:	2,9 gange pr. time

For en operationsstue på 60 m² bliver der $60 \cdot 3 \cdot 4,4 \approx 800$ m³ pr. time.