



TNO innovation
for life

Technische mogelijkheden luchtbehandelingssystemen

Roberto Traversari





2
09 oktober 2012
Roberto Traversari
Technische mogelijkheden

TNO innovation
for life

Onderwerpen

- › Ventilatieprincipes voor een operatiekamer
- › Begrippen
 - › Beschermingsgraad
 - › Hersteltijd
 - › ISO klasse
 - › Schoongebied operatiekamer
- › Prestatie-eisen

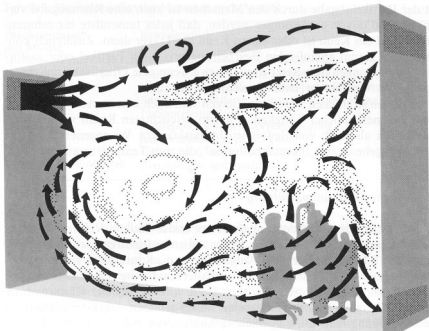



3
09 oktober 2012
Roberto Traversari
Technische mogelijkheden

TNO innovation
for life

Ventilatie principes (1)

- › Mengend
 - › Gehele ruimte heeft dezelfde luchtkwaliteit (ideale menging)
 - › Er is geen verdringing door een krachtige luchtstroming
 - › Concentratie is afhankelijk van de emissie en hoeveelheid toegevoerde lucht.
- › Contaminatie verspreidt zich door de gehele ruimte
- › Omloop is kritisch
- › Deuren zijn kritisch





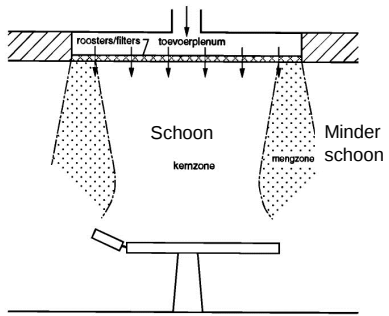



4
09 oktober 2012
Roberto Traversari
Technische mogelijkheden

TNO innovation
for life

Ventilatie principes (2)

- › Verdringend (UDF)
 - › In een ruimte wordt een schone plaats gecreëerd
 - › Een krachtige luchtstroom houdt het gebied schoon
 - › Systeem met turbulent-arm en gericht stromingsprofiel
- › Gevoelig voor verstoringen in de luchtstroom (pendels, lampen, etc.)
- › Positionering instrumenttafel en patiënt zijn kritisch i.v.m. randeffecten (insnoering)








5
09 oktober 2012
Roberto Traversari
Technische mogelijkheden

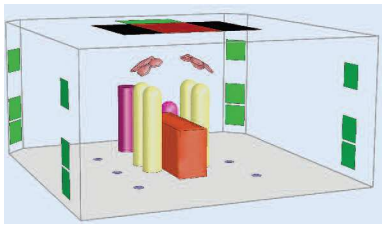
TNO innovation
for life

Uni directioneel flow systeem (UDF)

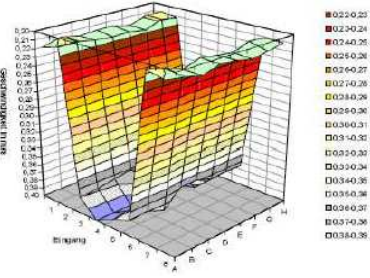
› Er zijn veel varianten

- › 2T systeem (twee temperatuur zones)
- › 3T systeem (drie temperatuur zones)
- › Differentiaal flow





3T systeem



Differentiaal flow




6
09 oktober 2012
Roberto Traversari
Technische mogelijkheden

TNO innovation
for life

Beschermingsgraad

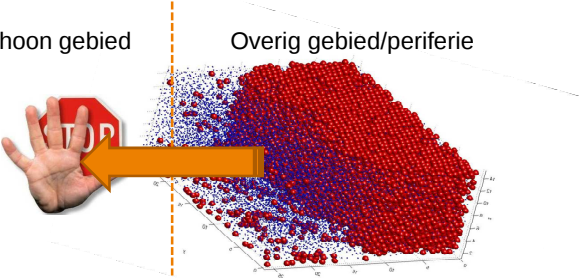


Bescherming die het systeem biedt tegen het binnendringen van deeltjes uit de omgeving

$$BG = -\log\left(\frac{\text{Concentratie}_{\text{schoongebied}} [\#/m^3]}{\text{Concentratie}_{\text{periferie}} [\#/m^3]}\right)$$

Schoon gebied

Overig gebied/periferie






7
09 oktober 2012
Roberto Traversari
Technische mogelijkheden

TNO innovation
for life

Beschermingsgraad



Beschermingsgraad	Reductiefactor	Classificering
0	1	Slecht
1	10	Onvoldoende
2	100	Matig
3	1.000	Goed
4	10.000	Zeer goed
5	100.000	Uitstekend

DIN1946: BG $\geq 4,0$ (without surgical lights) en BG $\geq 2,0$ (with surgical lights) op de operatietafel en BG $\geq 2,0$ op de instrumenttafel

HTM03: 0,1% (BG= 3) at the centre test position and 1% (BG=2) in the inner zone

CEN/TC 156 WG18 "Ventilation in Hospitals": BG ≥ 3.0 (proposal)




8
09 oktober 2012
Roberto Traversari
Technische mogelijkheden

TNO innovation
for life

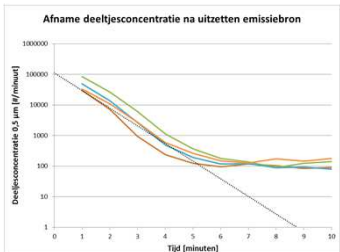
Hersteltijd



Tijd die nodig is om het aantal deeltjes in het schone gebied met een factor 100 te reduceren.

- › Wordt alleen gebruikt bij mengende systemen
- › Een UDF heeft ook een hersteltijd maar die is zeer laag (< 10 s)

Afname deeltjesconcentratie na uitzetten emissiebron






9
09 oktober 2012
Roberto Traversari
Technische mogelijkheden

TNO innovation
for life

ISO classificatie (ISO 14644)

Maximum aantal deeltjes

- › As build
- › At rest
- › Operational

Table 1 — Selected airborne particulate cleanliness classes for cleanrooms and clean zones

ISO classification number (N)	Maximum concentration limits (particles/m ³ of air) for particles equal to and larger than the considered sizes shown below (concentration limits are calculated in accordance with equation (1) in 3.2)					
	0,1 µm	0,2 µm	0,3 µm	0,5 µm	1 µm	5 µm
ISO Class 1	10	2				
ISO Class 2	100	24	10	4		
ISO Class 3	1 000	237	102	35	8	
ISO Class 4	10 000	2 370	1 020	352	83	
ISO Class 5	100 000	23 700	10 200	3 520	832	29
ISO Class 6	1 000 000	237 000	102 000	35 200	8 320	293
ISO Class 7				352 000	83 200	2 930
ISO Class 8				3 520 000	832 000	29 300
ISO Class 9				35 200 000	8 320 000	293 000

NOTE: Uncertainties related to the measurement process require that concentration data with no more than three significant figures be used in determining the classification level




10
09 oktober 2012
Roberto Traversari
Technische mogelijkheden

TNO innovation
for life

Schoon gebied

- › Afgebakend gebied dat door het systeem wordt beschermd en waarbinnen de ingreep plaats vindt
- › Omvang is niet gedefinieerd en word door de opdrachtgever aangegeven/bepaald op basis van
 - › Operatiegebied
 - › Chirurgisch team
 - › Steriele instrumenttafels
- › Gebied moet op de vloer gemarkeerd zijn (anders wordt 1,5 meter vanaf de wanden aangehouden)






11
 09 oktober 2012
 Roberto Traversari
 Technische mogelijkheden





Prestatie-eisen “at rest”

(Bepaald via een eenduidige methodiek VCCN)

- › Prestatie-eis geldt voor het gehele schone gebied en gerelateerd opdekruimte
- › Zo min mogelijk eisen aan de technische uitvoering



Aspect	UDF systeem	Mengend systeem
Beschermingsgraad	$\geq 3,0$	-
Hersteltijd (100-voudige reductie)	-	≤ 20 minuten
ISO klasse (at rest voor 0,5 deeltjes)	5 of beter (≤ 3.520 deeltjes/m ³)	7 of beter (≤ 352.000 deeltjes/m ³)



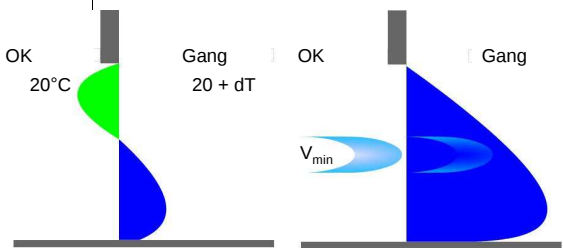

12
 09 oktober 2012
 Roberto Traversari
 Technische mogelijkheden



Voorkomen luchtuitwisseling tussen verschillende ruimten

- › Doel van de eis aan het drukverschil is: voorkomen van het binnendringen van contaminaties uit naastgelegen ruimten
- › Is alleen effectief bij **gesloten** deuren
 - › Bij een geopende deur stroomt er lucht de OK binnen!
 - › Temperatuurverschil is bij geopende deur de drijvende kracht





Temperatuur verschil	V_{min} (m ³ /h)
1	1.700
2	2.375
3	2.900
4	3.340



13
09 oktober 2012
Roberto Traversari
Technische mogelijkheden

TNO innovation
for life

Geen eisen meer aan drukhiërarchie

In plaats hiervan:

- › Luchtdichtheid
 - › Lekdichtheidseis maximaal lekverlies ($q_v;10$) 1,5 maal de inhoud van de ruimte met afgeplakte deuren [m^3/h]
- › Luchtstroming
 - › Er moet een aantoonbare luchtstroming zijn van schoon naar vuile ruimten (kan met rook plaatsvinden)



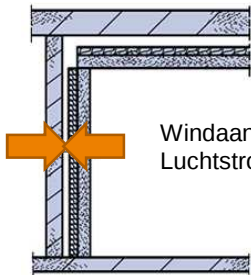


14
09 oktober 2012
Roberto Traversari
Technische mogelijkheden

TNO innovation
for life

Geen eisen meer aan drukhiërarchie

- › Doos-in-doos constructie
 - › Voorkeur gaat uit naar een operatiekamer met een zelfstandige constructie binnen de operatieafdeling



Windaanval op de gevel heeft geen effect op de Luchtstroming in de OK

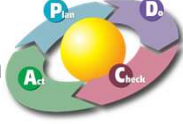




15
09 oktober 2012
Roberto Traversari
Technische mogelijkheden



innovation
for life



Minimale eisen aan kwaliteit beheersplan

- › Het luchtbeheersplan moet onderdeel uitmaken van de Plan-Do-Check-Act cyclus (kwaliteitssysteem)
- › Permanente monitoring
 - › Procesparameters die het functioneren van het systeem weergeven
- › Periodieke validatie
 - › Filters -> jaarlijks en na vervanging,
 - › Geheel systeem -> na oplevering, aanpassingen/verbouwing of als daar aanleiding toe is (reparaties, vervangen componenten)