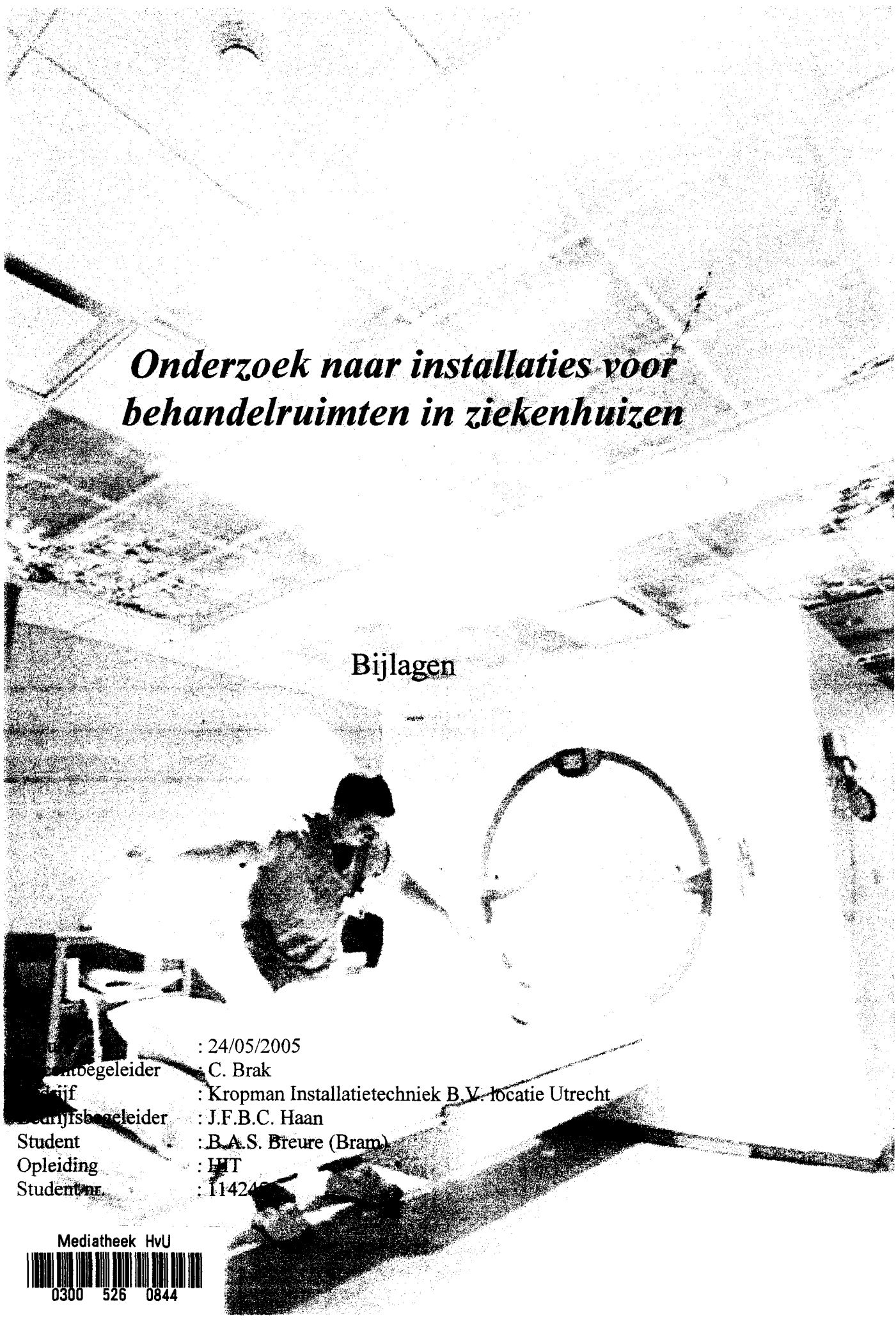




Onderzoek naar installaties voor behandelruimten in ziekenhuizen

Bijlagen

: 24/05/2005
Beleider : C. Brak
Bedrijf : Kropman Installatietechnik B.V. locatie Utrecht
Beleider : J.F.B.C. Haan
Student : B.A.S. Breure (Bram)
Opleiding : IHT
Student nr. : 114245

Mediatheek HvU



0300 526 0844

I Inleiding

Deze bijlagen horen bij het eindverslag: "onderzoek naar installaties voor behandelkamers in ziekenhuizen". In deze bijlagen wordt ingegaan op de achtergronden van het verslag. Ook zullen er nadere toelichtingen vermeld worden.

In de eerste bijlage is een verklarende woordenlijst opgenomen die op het verslag van toepassing is. De daaropvolgende twee bijlagen, de flowchart van de faseringen en de planning, deze vormden de leidraad van het project.

II Inhoudsopgave

I	Inleiding	1
II	Inhoudsopgave	2
Bijlage 1.	Verklarende woordenlijst	4
1.1.	Afkortingen	4
1.2.	Symbolen	6
Bijlage 2.	Flowchart van de faseringen	7
Bijlage 3.	Planning	8
Bijlage 4.	Kropman B.V.	9
4.1.	De geschiedenis van Kropman B.V.	9
4.2.	De doelstellingen van Kropman B.V.	9
4.3.	De organisatiestructuur van Kropman B.V.	9
Bijlage 5.	Stof	11
5.1.	Definitie van stof	11
5.2.	Metten van stofhoeveelheden	11
5.3.	Beoordeling van stofproblematiek	11
5.4.	Micro-organismen	11
Bijlage 6.	Luchtdruk en drukhiërarchie	12
6.1.	Drukhiërarchie in een isolatieruimte	12
6.1.1.	Beschermende isolatie	12
6.1.2.	Bron isolatie	12
6.1.3.	Universele isolatie	13
6.2.	Overstroomroosters	13
6.3.	Installatie buiten bedrijf	13
Bijlage 7.	Luchtstroom	14
7.1.	Turbulente luchtstroom	14
7.2.	Laminaire luchtstroom (Down Flow)	14
7.3.	Laminaire luchtstroom (Cross Flow)	15
Bijlage 8.	Medische gassen	17
8.1.	Soorten gassen	17
8.2.	MAC waarde	17
8.3.	Narcosegas	18
Bijlage 9.	S- klasse voor medische ruimten	19
9.1.	Verschillende klassen	19
9.2.	S3 ruimten	19
Bijlage 10.	Bijkomende factoren	20
10.1.	Inleiding	20
10.2.	Naverwarming	20
10.3.	Relatieve vochtigheid	20
10.4.	Bedrijfszekerheid	20
10.5.	Energiebesparende maatregelen	21
10.6.	Eenpersoonskamers	22
10.7.	Compartimentering	22
Bijlage 11.	Klimaat- kwaliteitseisen	23
Bijlage 12.	Achtergrond IC	24
12.1.	Inleiding	24
12.2.	Klimaat- kwaliteitseisen	24
12.3.	“What if..” analyse bij storingen	24
12.4.	Aanpassing MC	25

Bijlage 13.	Achtergrond beeldvormende- en nucleaire technieken en radiotherapie-	26
13.1.	Inleiding -----	26
13.2.	Toepassingsgebied -----	27
13.3.	Klimaat- kwaliteitseisen -----	28
13.4.	Voorbeeldberekening benodigde capaciteit -----	29
13.5.	“What if.” analyse bij storingen -----	30
13.6.	RA LAB -----	30
Bijlage 14.	Achtergrond afdeling algemene isolatie -----	32
14.1.	Inleiding -----	32
14.2.	Klimaat- kwaliteitseisen -----	32
14.3.	Isolatievormen -----	32
14.3.1.	Beschermende isolatie -----	32
14.3.2.	Bron isolatie -----	32
14.3.3.	Universele isolatie -----	33
Bijlage 15.	Achtergrond alternatief installatieconcept -----	34
15.1.	“What if.” analyse bij storingen -----	34
Bijlage 16.	Hydraulische installatie -----	37
16.1.	Hydraulische installatie -----	37
16.1.1.	Warmte- en koude opwekking/ buffering -----	37
16.1.2.	Gebruikers -----	37
16.2.	Absorptiekoelmachine -----	38
Bijlage 17.	Hoofdcomponenten -----	40
17.1.	Inleiding -----	40
17.2.	Ventilator -----	40
17.3.	Filters -----	40
17.4.	Lucht(na)verwarmer -----	40
17.5.	Koelbatterij -----	41
17.6.	Warmteterugwinning -----	41
17.7.	Bevochtiger -----	42
17.8.	Druppelvanger -----	42
17.9.	Geluiddemper -----	43
17.10.	Kleppensecties -----	43
17.10.1.	Modulerende kleppensecties -----	43
17.10.2.	Brandkleppen -----	43
Bijlage 18.	Artikel UMC-krant -----	45
18.1.	Inleiding -----	45
18.2.	MRSA -----	45
18.3.	Meer met MRI -----	45
Bijlage 19.	Ruimte omschrijving -----	47

Bijlage 1. Verklarende woordenlijst

1.1. Afkortingen

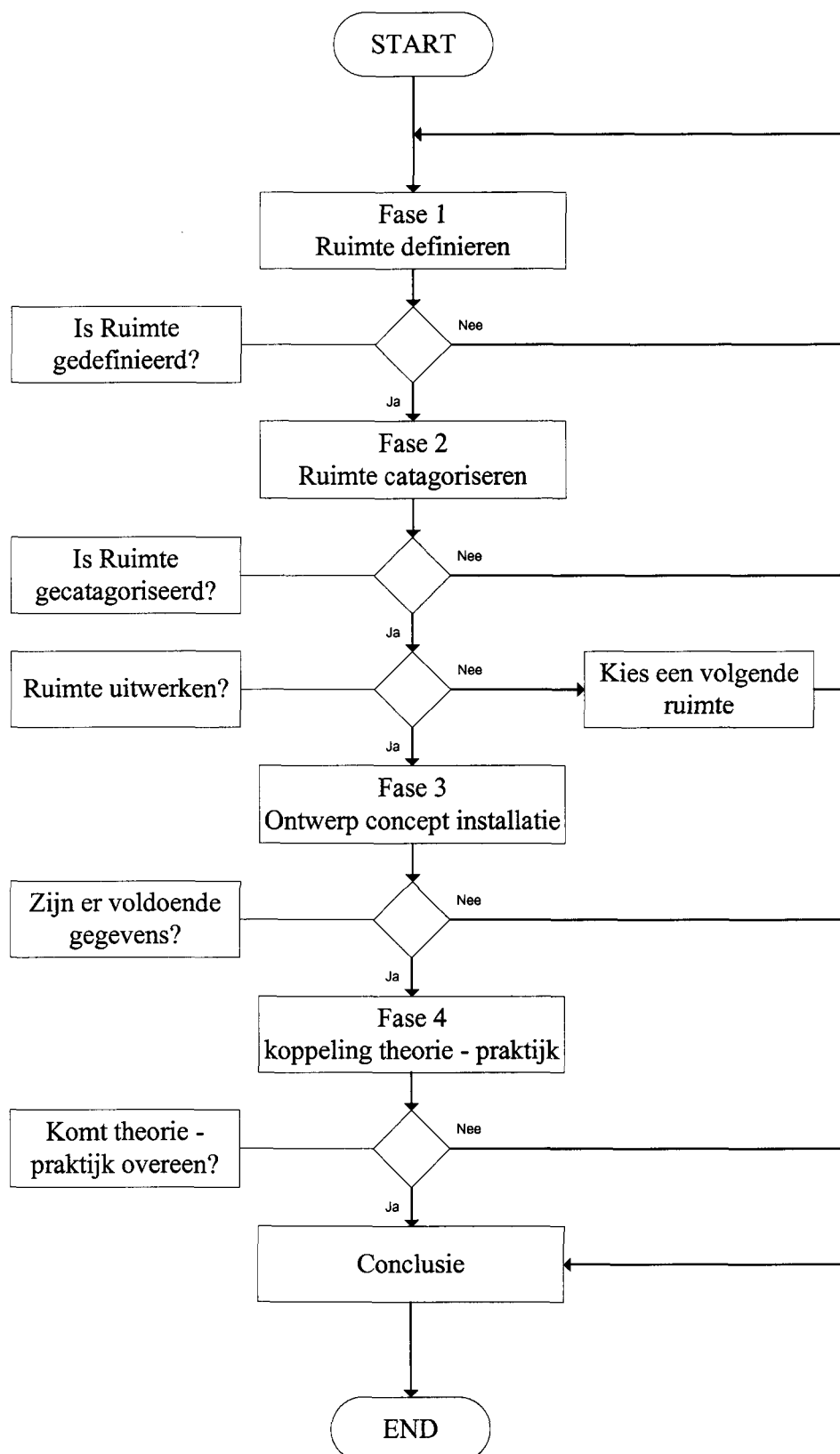
A		
-	Ar	Argon
C		
-	CBZ	College Bouw Ziekenhuisvoorzieningen
-	Cd	Cadmium
-	C.F.	Cross Flow
-	Cleanroom	schone ruimte, sterieleruimte
-	Clo	getal voor de warmte weerstand van bijv. kleding
-	CO	Koolmonoxide
-	CO ₂	Kooldioxide
-	CSA	Centrale Sterilisatie Afdeling
-	CT	Computertomografie
D		
-	D.F.	Down Flow
-	DO	Definitief ontwerp
E		
-	EPN	Energie Prestatie Norm
G		
-	GBS	Gebouw Beheer Systeem
H		
-	HC	High Care
-	He	Helium
-	HEPA	High Efficiency Particulate Air
I		
-	IC	Intensive Care
-	ICT	Informatie en Communicatie Technologie
-	ISSO	Instituut voor Studie en Stimulatie van Onderzoek op het gebied van gebouwinstallaties
L		
-	LAB	Laboratorium
-	LAF	Laminair Air Flow
-	LBK	Luchtbehandelingskast.
-	LK	Luchtkanaal
M		
-	MAC	Maximaal Aanvaardbare Concentratie
-	MC	Medium Care
-	MRSA	Methicilline Resistente Stafylococcus Aureus
-	MS	Multiple Sclerose
-	MRI	Kernspintomografie
N		
-	N ₂ O	Lachgas (=narcosegas)
-	N ₂ /O ₂	(Pers-) Lucht
-	NSA	Nood Stroom Aggregaat
O		
-	O ₂	Zuurstof
-	OK's	Operatiekamers

P	- Pb	Lood
	- PMV	Predicted Mean Vote
R	- RA LAB	Radionulciden laboratorium
	- rcv	recirculatievoud
	- RV	Relatieve Vochtigheid
S	- SARS	Severe Acute Respiratory Syndrome
	- SKAR	Stofvrije en KiemArme Ruimten
T	- T	Tesla: eenheid voor kracht van het magnetische veld in de MRI scanner
	- TBC	Tuberculose
U	- ULPA	Ultra Low Particulate Air
	- UMC	Universitair Medisch Centrum
V	- VA	Vacuüm
	- VO	Voorlopig ontwerp
	- vv	ventilatievoud
W	- W+KTW	Warm en Koud Tap Water
	- WKK	Warmte Kracht Koppeling
	- WP	Warmte Pomp
	- Wtw.	Warmteterugwinning
	- Ww	Warmtewisselaar

1.2. Symbolen

I	- Inh.	Inhoud in m^3	
M	- M_{zm}	Massa zware metalen in mg/h	
O	- OR	Overstroom Rooster	
P	- $P_{atm.}$	Atmosferische druk	(overdruk = (0))
	- P_{el}	Elektrisch vermogen	
	- $P_{onderdruk}$		
		lichte onderdruk -5 Pa	(-)
		onderdruk -10 Pa	(--)
		hoge onderdruk -15 Pa	(---)
	- $P_{overdruk}$		
		lichte overdruk +5Pa	(+)
		overdruk +10 Pa	(++)
		hoge overdruk +15 Pa	(+++)
R	- RK	Retour Klep	
T	- TK	Toevoer Klep	
V	- $V_{m.gas}$	Volumestroom medisch gas in m^3/h	
	- V_{omg}	Volumestroom uit de omgeving m^3/h	
	- V_{rcv}	Volumestroom recirculatievoud in m^3/h	
	- V_{vv}	Volumestroom ventilatievoud in m^3/h	
	- V_{vvg}	Volumestroom ventilatievoud van de gang in m^3/h	
	- $V_{vvr/p}$	Volumestroom ventilatievoud van de ruimte 100 m^3/h per persoon	
	- V_{vvs}	Volumestroom ventilatievoud van de sluis in m^3/h	
	- V_s	Volumestroom t.g.v. een storing in m^3/h	
Overig	- <	modulerend afnemen	
	- >	modulerend toenemen	

Bijlage 2. Flowchart van de faseringen



Bijlage 3. Planning

Bij het conceptopdracht van de Kropman B.V. staan een aantal faseringen beschreven. Deze zijn samengevat in de eerder beschreven aanpak. Vervolgens zijn deze faseringen in onderstaande planning vervat en in een tijdspad opgesteld.

Week nummer	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Stage weeknummer	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Doe een literatuurstudie naar de toepassing en de gebruiksfilosofieën																	
werkelijk doorlopen tijdspad																	
Bepaal een indeling van de diverse ruimtes in klasse of vergelijkbare types																	
werkelijk doorlopen tijdspad																	
Inventariseer div. mogelijkheden om installaties t.b.v. deze ruimtes te realiseren																	
werkelijk doorlopen tijdspad																	
Inventariseer de diverse binnen Kropman reeds uitgevoerde ziekenhuizen.																	
werkelijk doorlopen tijdspad																	
Kies een aantal typische ruimtes en concepten en beschrijf in ze detail																	
werkelijk doorlopen tijdspad																	
Bepaal de randvoorwaarden en selecteer selecteer de hoofdcomponenten																	
werkelijk doorlopen tijdspad																	
Afronden project en scriptie concept scriptie inleveren																	
werkelijk doorlopen tijdspad																	
Presenteer aan de engineers van Kropman																	
werkelijk doorlopen tijdspad																	
scriptie inleveren																	
werkelijk doorlopen tijdspad																	

-  behorend bij fase 1
-  behorend bij fase 2
-  behorend bij fase 3
-  behorend bij fase 4
-  slotfase

Zoals in de planning te zien is, is het werkelijk doorlopen tijdspad anders verlopen dan aanvankelijk verwacht. Met name de eerste fasen heeft meer tijd gevergd. Dit heeft er toe geleid dat er bij de literatuurstudie meer basis kennis is verworven waardoor deze kennis in de overige fasen al paraat was. Hiermee zijn overige fasen sneller voltooid. De presentatie voor de engineers van Kropman B.V. vindt na de stageperiode plaats.

Bijlage 4. Kropman B.V.

4.1. De geschiedenis van Kropman B.V.

In 1934 startte de heer Kropman zijn bedrijf aangezien zijn vader aannemer was, kon hij zijn bedrijf vestigen op het bedrijfsterrein van zijn vader. De activiteiten bestonden destijds vooral uit het aanleggen van centrale verwarmingsinstallaties. De installaties bestonden uit kolengestookte gietijzeren ketels en radiatoren met natuurlijke circulatie.

In de jaren vijftig werden er meerdere vestigingen geopend om van daaruit snelle service te bieden. Tevens ging men zich in deze periode meer richten op installaties voor de industrie, gezondheidszorg en utiliteitsbouw.

In de jaren zestig kwam de grote doorbraak. Men kreeg grote opdrachten voor onder andere UMC St. Radboud en voor het ziekenhuis Wezenlanden. Tevens ging men zich richten op meet- en regeltechniek.

In de jaren negentig kwam de uitbreiding met elektrotechniek. Vanaf dat tijdstip was Kropman B.V. in staat om een volledige installatie te leveren.

In de loop der tijd heeft Kropman B.V. zich kunnen ontwikkelen tot een bedrijf met een huidig aantal werknemers van ruim duizend.

4.2. De doelstellingen van Kropman B.V.

Kropman B.V. profileert zich als een betrouwbare partner die innoverend en kosteneffectief installaties realiseert en beheert met zorg voor mens en milieu.

Kropman B.V. staat voor “whole in one” (alles in één). Met dit motto is het bedrijf groot geworden.

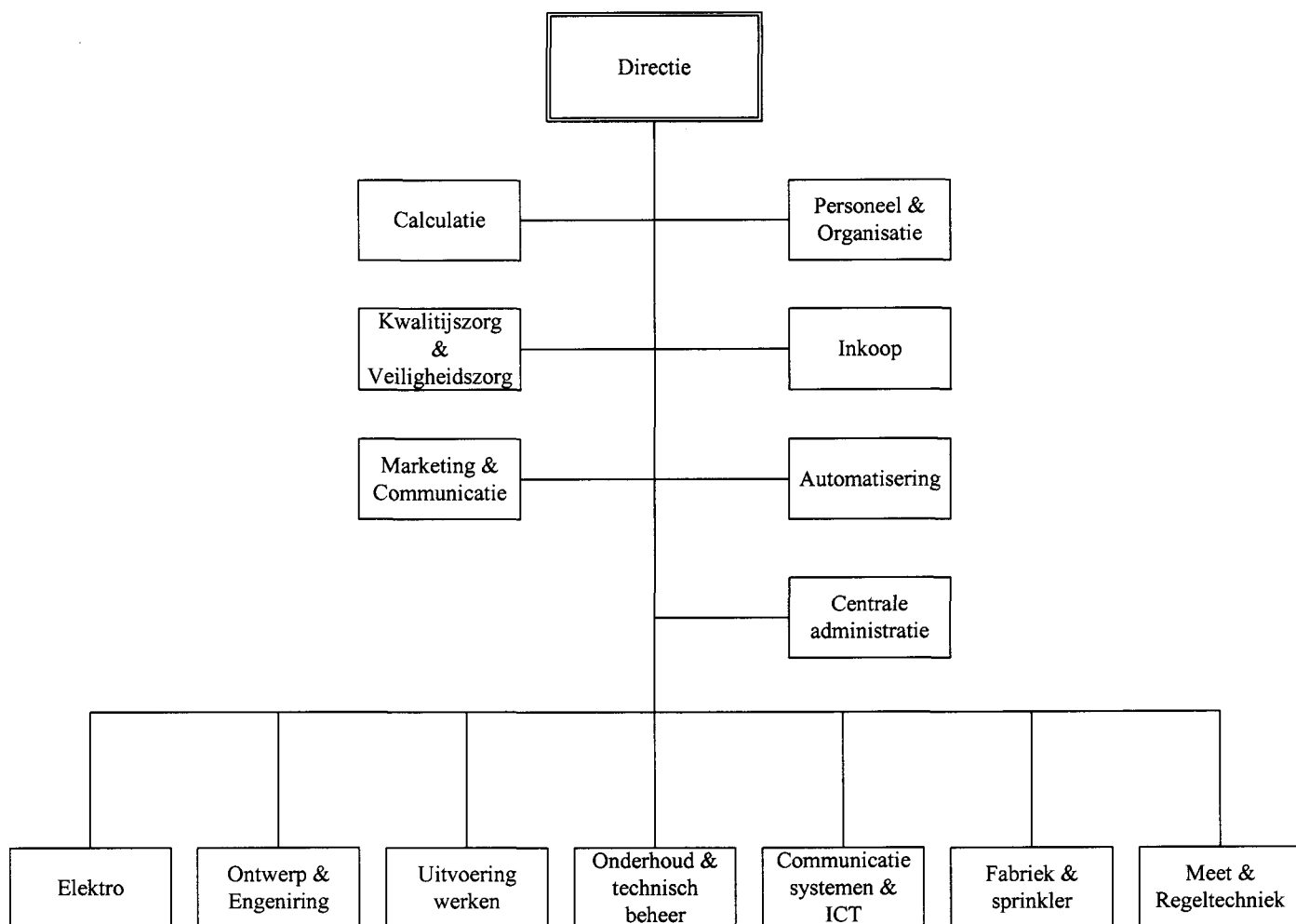
4.3. De organisatiestructuur van Kropman B.V.

Kropman B.V. heeft een landelijk netwerk van tien vestigingen. De hoofdvestiging bevindt zich in Nijmegen. Van de tien vestigingen zijn er negen die zich richten op de aanleg van werktuigbouw, elektrotechniek, meet- en regeltechniek en onderhoud en beheer van installaties. De vestiging in Assen richt zich op ICT.

In Nijmegen zijn twee vestigingen. Een van de bedrijven in Nijmegen houdt zich bezig met sprinkler installaties en heeft een productieafdeling die voor alle vestigingen produceert.

In juridisch opzicht zijn de vestigingen van Kropman B.V. niet zelfstandig. Ze maken allen deel uit van Kropman B.V. Men streeft ernaar om alle vestigingen maximaal te laten samen werken. Dit noemt men het “one-firm” concept.

Op de volgende pagina treft u een organogram aan van bedrijfsstructuur zoals Kropman B.V. die hanteert.



Bijlage 5. Stof

5.1. Definitie van stof

Volgens de “Dikke van Dale”: “Massa van zeer kleine deeltjes, van verschillende oorsprong, die gemakkelijk door de luchtstroom wordt meegevoerd”.

5.2. Meten van stofhoeveelheden

Het menselijk oog kan stofdeeltjes waarnemen vanaf 5-50µm. Gemiddeld is dit dus 30µm (“zichtbaar stof”). Voor het waarnemen van kleinere deeltjes wordt monochromatisch licht toegepast. Dit is éénkleurig licht waarmee met de juiste frequentie, afhankelijk van de stofgrootte, de stofdeeltjes waargenomen kunnen worden. De stofdeeltjes die kleiner zijn dan 5µm zijn erg schadelijk voor sommige processen. Dit komt omdat ze in grote schaal aanwezig zijn.

5.3. Beoordeling van stofproblematiek

In bijvoorbeeld de micro elektronica industrie waar onderdelen gevoelig zijn voor stof, wordt een steeds schonere ruimte noodzakelijk om de kwaliteit van de producten te verbeteren. Bij farmaceutische en medische instellingen is men niet verontrust over het stof zelf, maar wel over de micro-organismen die deze stofdeeltjes kunnen bevatten. Deze moeten geëlimineerd of geminimaliseerd worden.

5.4. Micro-organismen

Dit organisme lift mee op een stofdeeltje. Het organisme heeft een minimale grootte van 0,26µm. Om dit micro-organisme te kunnen vasthouden, is een stofdeeltje of aërosol nodig van minimaal zijn eigen grootte. Samen vormen ze dan een eenheid die groter is dan 0.5µm. Dit is dan ook de ondergrens die in veel toepassingen wordt gehandhaafd. Het micro-organisme voedt zich met voeding van het stofdeeltje en gasvormig H₂O dat gemeten wordt in RV (=relatieve vochtigheid).

Tevens moet men rekening houden met virussen welke nog vele malen kleiner zijn dan micro-organismen. Deze virussen kunnen niet overleven in een RV onder de 100%.

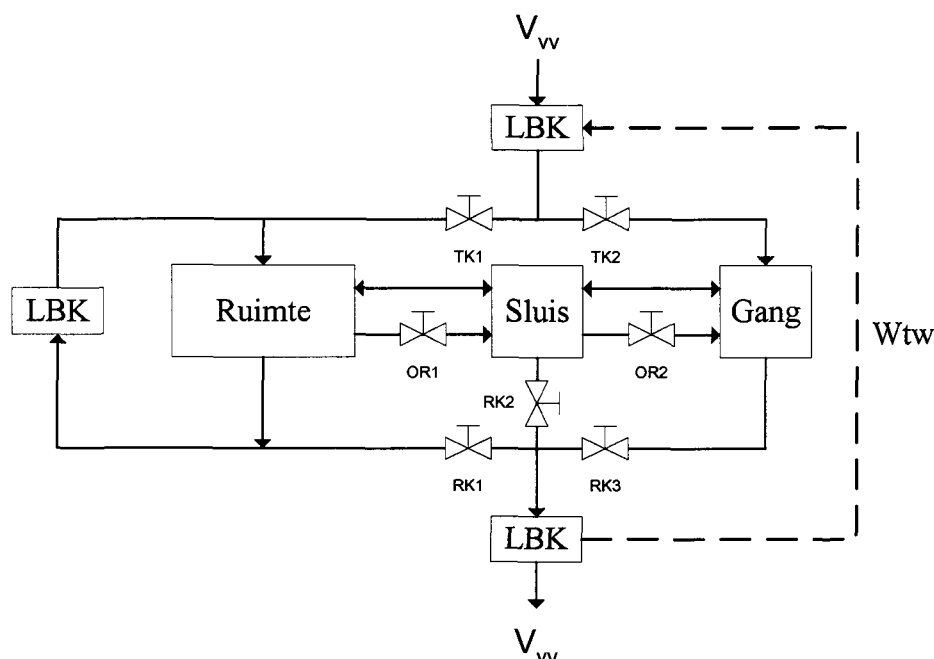
Als micro-organismen gedood worden, ontstaat er een ander probleem. Men houdt dan een “lijk” over. Dit “lijk” bevat giftige cellen. Als deze bij de mens in grote hoeveelheden binnendringt, kan dat dodelijk zijn. Alleen het doden van de bacteriën is dus niet voldoende. Ventilatie met gezuiverde lucht (vrij van micro-organismen) is veelal een betere oplossing dan de eliminatiemethode.

Bijlage 6. Luchtdruk en drukhiërarchie

6.1. Drukhiërarchie in een isolatieruimte

In een isolatieruimte kan men verschillende vormen van isolatie toepassen. Om in deze behoefte te kunnen voorzien, zijn er op een isolatieafdeling mogelijkheden om tussen de verschillende vormen te schakelen. Door het omschakelen van de klepsecties kan er een andere vorm van isoleren gekozen worden. Zie ter verduidelijking *afbeelding 11*. Als er omgeschakeld wordt van isolatie vorm zal er een bepaalde spoelprocedure moeten plaats vinden. Dit om te voorkomen dat besmettingen zich verspreiden.

De vormen van isoleren van een patiëntenkamer zijn hieronder nader toegelicht.



Afbeelding 11: flowchart, isolatie ruimte (bron: Handboek ziekenhuisventilatie)

6.1.1. Beschermende isolatie

Bij deze vorm van isolatie wordt de druk in de ruimte op een hoger niveau gehouden dan de omgeving. Dit voorkomt dat stof of besmettingen via naden en kieren ongecontroleerd binnenkomen. Hierbij zal TK2 licht gesmoord worden zodat er meer lucht beschikbaar is voor de ruimte. Bij de retourkleppen zal RK1 licht gesmoord zijn. Hierdoor wordt er meer lucht de ruimte ingeblazen dan dat er wordt afgezogen zodat de luchtdruk stijgt (++). Gevolg is, dat de overtollige lucht via kieren en naden, of via de overstroomroosters OR1 en OR2, de ruimte uit gestuwd wordt. Doordat in de gang c.q. omgeving een atmosferische luchtdruk heerst, zal de overtollige lucht via de sluis naar de omgeving stromen.

6.1.2. Bron isolatie

Het is ook mogelijk om bronisolatie toe te passen. Dit kan wanneer er bijvoorbeeld patiënten MRSA- of SARS- positief zijn. Nadere informatie over MRSA zijn vermeld in *bijlage 18.1*. Ook in gevallen van open TBC en dergelijke zal er voor bronisolatie gekozen worden. Deze besmettingen mogen zich niet verspreiden; hiervoor wordt strikte bronisolatie toegepast. De patiëntenkamer bevindt zich dan niet in een overdruksituatie maar in een onderdruksituatie (--). Hierbij zal TK1 licht gesmoord worden. Tevens zal de retour klep RK3 licht gesmoord zijn. Hierdoor zal er minder lucht de ruimte ingeblazen worden dan dat er afgezogen wordt, zodat de luchtdruk in de ruimte daalt. Gevolg is dat de lucht via kieren en naden de ruimte

ingestuwd wordt, zodat er geen besmettingen de ruimte uit kunnen. De lucht zal via de sluis(-) naar de ruimte gaan. Doordat er in de omgeving een atmosferische luchtdruk heerst, zal het luchttekort in de sluis door de omgeving gecompenseerd worden.

6.1.3. Universele isolatie

Universele isolatie is zinvol wanneer zowel de ruimte als de omgeving van elkaar beschermd moeten worden. Hierbij is een sluis noodzakelijk. In de ruimte heerst dan een lichte overdruk(+). Hierdoor kan er geen lucht van de omgeving naar de ruimte. Aangezien de omgeving een neutrale drukhiërarchie heeft, creëert men in de sluis een lichte onderdruk (-). Dit beschermt de omgeving voor de ruimte. Hierbij zal TK2 licht gesmoord worden zodat er meer lucht beschikbaar is voor de ruimte. Bij de retourkleppen zal RK1 licht gesmoord zijn. Er wordt meer lucht in de ruimte geblazen dan er wordt afgezogen zodat de luchtdruk stijgt. Gevolg is dat de overtollige lucht via kieren en naden de ruimte uitgestuwd wordt zodat er geen stofdeeltjes de ruimte in kunnen. Deze lucht zal naar de sluis gedreven worden. Ook zal er lucht vanuit de omgeving naar de sluis stromen. Dit wordt gerealiseerd als RK2 wordt geopend.

6.2. Overstroomroosters

Om te voorkomen dat openstaande deuren een groot effect hebben op de drukhiërarchie, wordt er in sommige situaties gewerkt met overstroomroosters. Dit zal toegepast worden als er veel deuren open en dicht gaan. Het principe is erop gebaseerd dat men in de “schoonste ruimte” inblaast en uit de “vuilste ruimte” afzuigt. Dit is overigens niet altijd gewenst, omdat het turbulentie bij de roosters zou kunnen veroorzaken.

Het werken met overstroomroosters heeft de volgende voordelen voor de installatie:

- men kan met een kleinere LBK (=luchtbehandelingskast) volstaan;
- het kanalenet is eenvoudiger;
- men kan volstaan met kleinere kanaaldoorsneden;
- het geheel is energiebesparend.

6.3. Installatie buiten bedrijf

Wanneer de ruimte buiten bedrijf is, in bijvoorbeeld nacht situaties, is het belangrijk dat de drukhiërarchie stand houdt. Het volledig uitschakelen van de installatie is geen optie. In geval van stroomstoring zal een NSA (=noodstroom aggregaat) moeten bijspringen. Bij een volledig uitgeschakelde installatie zal de drukhiërarchie verloren gaan. In een dergelijke situatie kunnen er deeltjes op ongecontroleerde wijze de ruimte binnentreden (via kieren of overstroomroosters). De stofdeeltjes kunnen dan op de “schone” kant van de filter neerdalen. Deze stofdeeltjes zullen zich verspreiden bij het inschakelen van de installatie, met alle gevolgen van dien.

Bijlage 7. Luchtstroom

7.1. Turbulente luchtstroom

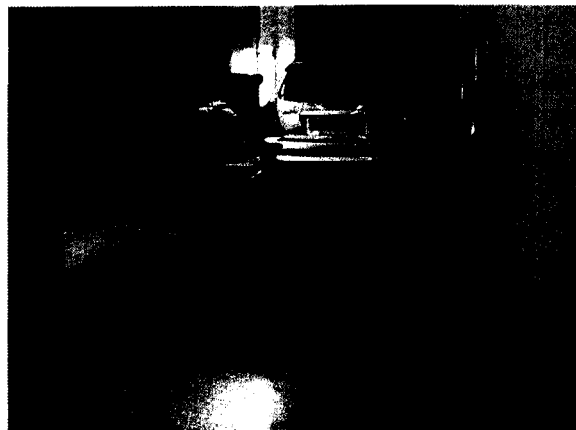
De cleanrooms kunnen onderverdeeld worden in classificaties: 1-8 (*afbeelding 12*). Hierbij is 1 de hoogste kwalificatie en 8 de minste. Bij een cleanroomclassificatie van zes of hoger mag de luchtstroom turbulent zijn. Bij deze luchtstroom accepteert men een hoger aantal stofdeeltjes in de lucht. Door de turbulente stroming mengt de “schone lucht” zich met de “vuile lucht”. De aanwezige stofdeeltjes worden door de ruimte verspreid. De ideale lichtsnelheid in cleanrooms ligt tussen de 0,15 en de 0,45 m/s. Dit is mede afhankelijk van het filteroppervlak en het aantal luchtbewegingen in de ruimte.

Cleanroom-klasse NEN EN ISO 14644-1	9	8	7	6	5	4	3	1 en 2
Cleanroom-klasse US Fed. Std. 209D	-	100.000	10.000	1.000	100	10	1	-
Patroon luchtstroom	Turbulente luchtstroom	Turbulente luchtstroom	Turbulente luchtstroom	Bijna laminaire luchtstroom	Laminaire luchtstroom	Laminaire luchtstroom	Laminaire luchtstroom	Laminaire luchtstroom
Overdruk in ruimte (Pa)	5-10	5-10	10-15	10-15	15	15	15	15
Minimale kledingvoorschrift	Lab. jas	Lab. jas	Lab. jas	Cleanroom- kleding	Cleanroom- kleding	Cleanroom- kleding	Cleanroom- kleding	Cleanroom- kleding
Aantal luchtwisselingen bij ruimtes van 3 m hoog	<20 ^h (per uur)	10-40 ^h (per uur)	20-60 ^h (per uur)	40-150 ^h (per uur)	100-500 ^h (per uur)	240-600 ^h (per uur)	240-600 ^h (per uur)	240-600 ^h (per uur)
Gemiddelde lichtsnelheid (m/s)	-	-	-	0,1-0,3	0,2-0,5	0,2-0,5	0,2-0,5	0,2-0,5
Toevoerlucht inlaten	Plafondwervel roosters of geperf.plafond	Plafondwervel roosters of geperf.plafond	Plafond-wervel roosters	Plafond-wervel roosters	Filter-plafond	Filter-plafond	Filter-plafond	Filter-plafond
Retourroosters	Zijwanden	Zijwanden	Zijwand laag niveau	Laag niveau zijwand of verhoogde vloer	Verhoogde vloer of wand	Verhoogde vloer	Verhoogde vloer	Verhoogde vloer
Voorfilter 1 ^e stap (EN 779)	G3	G4	G4	F7	F7	F7	F7	F7
Voorfilter 2 ^e stap (EN 779)	F9	F9	F9	H10	H10	H12	H12	H12
Eindfilter (EN 1822)	-	H13	H13	H14	H14	U16	U16	U17
Filteronderhoud	jaarlijks	jaarlijks	Halfjaarlijks	Per kwartaal	Per kwartaal	Maandelijks	Maandelijks	Maandelijks
Werkoppervlak per persoon (m ²)	5	5	10	20	30	60	100	100
Activiteiten in ruimte	Continue	Continue	Continue	Regelmatig	Regelmatig	Minimaal	Minimaal	Minimaal

Afbeelding 12: Cleanroom klasse (bron: interflow.)

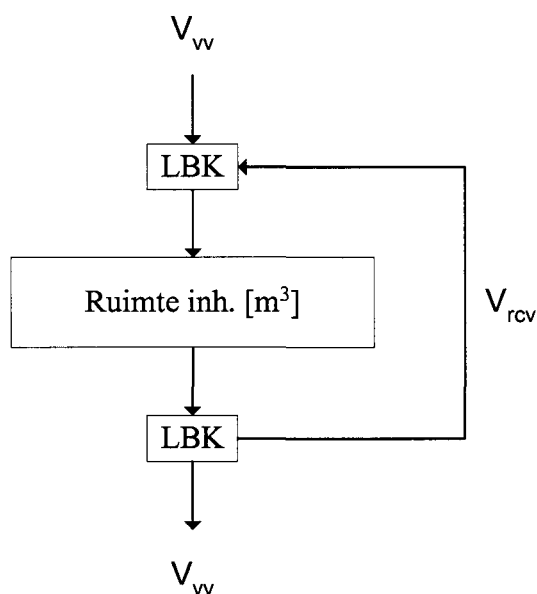
7.2. Laminaire luchtstroom (Down Flow)

Indien een turbulente luchtstroom in een cleanroom ongewenst is, zal men moeten kiezen voor een cleanroomclassificatie van vijf of lager. In deze cleanrooms zal men een laminaire luchtstroom aantreffen. Dergelijke cleanrooms hebben veelal een volledig filterplafond en een verhoogde sokkelvloer. *Afbeelding 13* toont hiervan een voorbeeld. Dit betreft een cleanroom die men toepast in de schade herstel van onder andere auto's.



Afbeelding 13: sokkelvloer in een spuitcabine (bron: Schilt Elpo B.V.)

Het gaat hierbij om het reduceren van het aantal aanwezige stofdeeltjes. Door over het gehele plafond lucht in te blazen wordt de vuile lucht naar de grond gestuwd. Door dit continue proces creëert men een schone werkomgeving. Aangezien er over het gehele plafond lucht ingeblazen wordt, is er een grote hoeveelheid lucht nodig. De kwaliteit van de lucht in de ruimte wordt bepaald door het aantal luchtwisselingen en het afvangpercentage van de filters. Een schematische weergave van een D.F.(=down flow) cleanroom is afgebeeld in afbeelding 14.



Afbeelding 14: flowchart, down flow principe

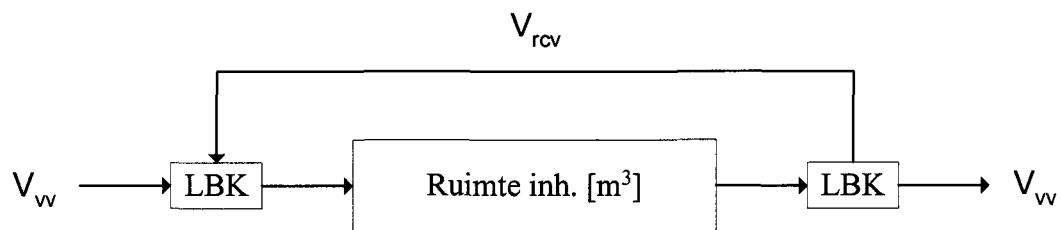
7.3. Laminaire luchtstroom (Cross Flow)

In tegenstelling tot down flow luchtstromen waarbij de “vuile” lucht direct via de vloer wordt afgezogen, wordt bij cross flow de lucht door de gehele ruimte “meegenomen”.

Een Cross Flow cleanroom valt in de classificatie van vijf of lager. In deze cleanrooms treft men een laminaire luchtstroom aan. Kenmerkend voor dergelijke cleanrooms is dat twee (meestal) tegenovergestelde wanden voorzien zijn van filters. Bouwkundig gezien is dit eenvoudiger dan down flow. Dure complexe vloervoorzieningen zijn in dit geval overbodig. Zelfs als men uitgaat van gelijke luchtsnelheden als down flow, is de luchthoeveelheid veelal minder. Het plafondoppervlak is namelijk in veel gevallen groter dan het muuroppervlak. Zeker als men de filters in de breedte van de ruimte plaatst. Bij een dergelijke toepassing

dient men de lengte van deze ruimte beperkt te houden, zodat de stofdeeltjes zo kort mogelijk in de ruimte aanwezig blijven.

Een schematische weergave van een cross flow cleanroom is zichtbaar in *afbeelding 15*.



Afbeelding 15: flowchart, cross flow principe

Bijlage 8. Medische gassen

8.1. Soorten gassen

Een aantal gassen kunnen voor medische doeleinden gebruikt worden, bijvoorbeeld bij verdoving en of pijnbestrijding. Voorbeelden hiervan zijn:

- lachgas (N_2O);
- Denitox® (een mengsel van zuurstof en lachgas).

Daarnaast zijn er gassen die de ademhaling ondersteunen:

- Carbogeen (mengsel van zuurstof en koolzuur);
- (Pers) lucht (N_2/O_2).

Andere gassen worden gebruikt voor operatieve doeleinden, zoals:

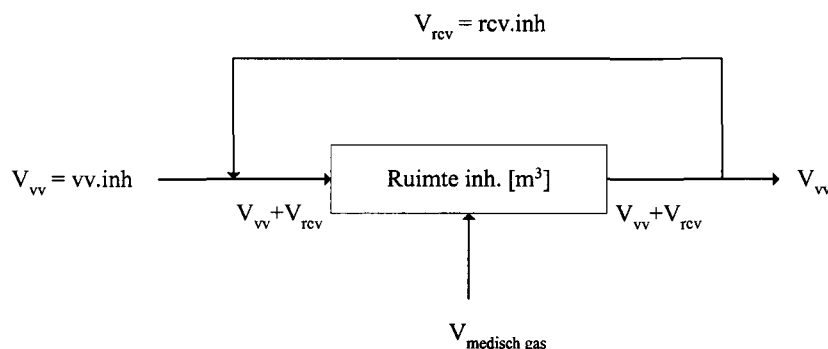
- Argon (Ar), voor niet snijdende operaties;
- Kooldioxide (CO_2), voor insufflatie.

Gasmengsels worden tevens gebruikt voor onderzoeken:

- Bloedgas analysemengsel (mengsel van stikstof, zuurstof en kooldioxide);
- Longdiffusie mengsel (mengsel van lucht, helium en koolmonoxide).

8.2. MAC waarde

Bij het vrijkomen van de medische gassen dient men rekening te houden met de MAC-waarde. Bij het ontwerpen van de installatie dient hier aandacht aan besteed te worden. Het is overigens niet van alle gassen vastgesteld wat de MAC- waarde is. In alle gevallen dient men de ruimten van een deugdelijke ventilatie te voorzien. De flowchart in *afbeelding 16* geeft schematisch weer hoe de volumestromen de ruimte in- en uitgaan. Aan de hand hiervan kan men bepalen hoeveel medische gas er per tijdseenheid in de ruimte gebruikt mag worden.



Afbeelding 16: flowchart, medisch gas

Met behulp van deze flowchart kan de toegestane volumestroom [m^3/h] van de medische gassen berekend worden. De berekening wordt dan als volgt:

$$V_{m.gas} = \left(\frac{(V_{vv} + V_{rcv})}{100\%} \right) \times MAC[\%] \times \left(\frac{V_{vv}}{(V_{vv} + V_{rcv})} \right)$$

Formule 1a

Deze formule is te vereenvoudigen tot:

$$V_{m.gas} = \left(\frac{MAC[\%] \times V_{vv}}{100\%} \right)$$

Formule 1b

In *tabel 6* staan de MAC- waarden gegeven van de medische gassen. In de eerste kolom staan de chemische afkortingen van de medische gassen. De volgende kolom staan de MAC- waarden gegeven die vermeld staan op de veiligheidsbladen van de firma Hoekloos. In de laatste kolom staat de MAC- waarde aangegeven in procenten. Deze waarden kunnen worden ingevuld in de *formule 1b*. Hieruit kan men bepalen hoeveel medisch gas de ruimte ingebracht mag worden.

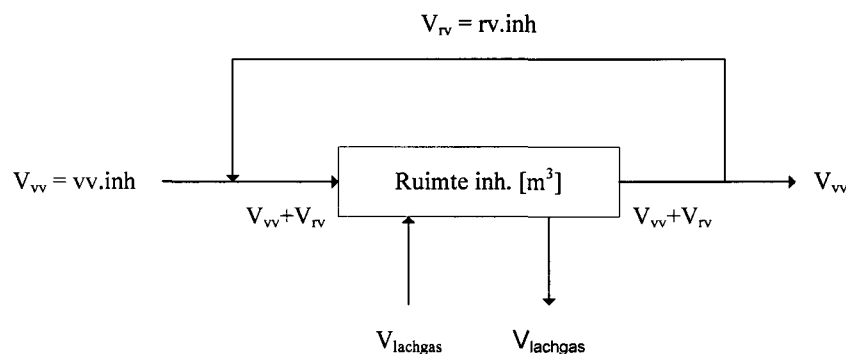
	MAC [ppm]	MAC [mg/m ³]	MAC [%]
(AR)	n.b.	n.b.	n.b.
(He)	n.b.	n.b.	n.b.
(CO ₂)	1000	1840	0,065
(CO)	25	29	0,0025
(N ₂ O)	80	152	0,008
(N ₂ /O ₂)	∞	∞	∞
(O ₂)	n.v.t.	n.v.t.	2
(Vacuüm)	∞	∞	∞

Tabel 6: MAC-waarde medische gassen (Bron: www.hoekloos.nl)

Enkele opmerkingen bij *tabel 6*:

- van argon en helium is geen MAC-waarde gedefinieerd.
- Om hygiënische redenen is bij CO₂ de MAC-waarde vastgesteld op 1000 ppm. De buitenlucht bevat 350 ppm (in sterk vervuilde gebieden zal dit hoger liggen). Hieruit volgt dat er maximaal 650 ppm toegevoerd mag worden. Dit komt overeen met 0,065%
- Bij N₂/O₂ en bij vacuüm staat het oneindig teken (∞) vermeld. Dit illustreert dat de extra ingeblazen lucht in gelijke hoeveelheden ook weer afgezogen zal moeten worden (of vice versa) om de drukhiërarchie te kunnen handhaven.
- Bij zuurstof moet worden voorkomen dat atmosferen ontstaan met > 23 % O₂. (gemiddeld is 21 % dus mag er 2 % van het totale ingeblazen luchtdebiet toegevoerd worden).

8.3. Narcosegas



Afbeelding 17: flowchart, narcosegas met een onbekende hoeveelheid narcosegas afvoer.

Bijlage 9. S- klasse voor medische ruimten

Om geleidende delen op het zelfde potentiaal te kunnen houden zijn er verschillende vereffeningssystemen. Deze dienen te worden verbonden met een aardpunt. Het betreft hier een:

- open ring
- ladder
- ster
- boom

9.1. Verschillende klassen

De aard van het galvanisch contact, bij het medisch handelen in medisch gebruikte ruimten, worden in de volgende klassen opgesplitst:

- S0 er is geen galvanisch contact.
- S1 er is allen uitwendig galvanisch contact
- S2 er is galvanisch contact tot in de lichaamsvloeistoffen, maar niet tot aan het hart
- S3 er is galvanisch contact tot in of aan het hart.

Onder lichaamsvloeistoffen wordt verstaan:

- Bloed
- Urine
- Hersenvocht
- Maagsappen
- Vruchtwater

9.2. S3 ruimten

In de S3 ruimten gelden de strengste eisen. Hierin zullen apparaten, die binnen het patiënt gebied komen, geïsoleerd opgesteld moeten staan. De installaties die zich binnen het patiëntgebied bevinden worden met isolatiekoppelingen uitgevoerd. Verder moeten deze apparatuur en installaties vereffend te worden. Het patiëntgebied omgrenst een straal van anderhalve meter rond het bed, met een hoogte van twee en een halve meter.

In een S3 ruimte dient men een relatieve vochtigheid aan te houden van 50%. Dit ter voorkoming van elektrostatische ladingen. Daarnaast wordt dit bereikt door een elektrische geleidende vloer toe te passen. Hierdoor ontstaat vereffening tussen de verschillende onderdelen en mensen. Deze maatregelen dienen te voorkomen dat een patiënt een schikreactie krijgt bij ongewenste vereffening. Bij ongewenste vereffening zou ontbranding kunnen ontstaan van in of bij de patiënt aanwezige (medische) gassen. Medische gassen zijn op zichzelf niet brandbaar maar kunnen echter wel brandbevorderend werken.

Ter voorkoming van statische elektriciteit via leidingen van naastgelegen ruimten past men isolatiefittingen toe. Deze fittingen zijn vervaardigd van kunststoffen en zijn voorzien van schroefdraad. Deze maatregelen zijn nodig om te voorkomen dat bij calamiteiten de leiding van de koppeling springt.

Bijlage 10. Bijkomende factoren

10.1. Inleiding

In deze bijlage worden factoren besproken die ook invloed kunnen hebben op de toegepaste installatie. Dit zijn randvoorwaarden waarmee men bij het ontwerp rekening mee dient te houden.

10.2. Naverwarming

Bij een ruimte met een hoge koellast en een lage ventilatievoud, is het van belang dat de inblaastemperatuur niet te laag wordt. Als dit wel gebeurt, kan dit onaangename tochtverschijnselen tot gevolg hebben. Een oplossing in dergelijke gevallen is de toepassing van een recirculatievoud. Helaas is dit niet altijd toegestaan en zal men in die gevallen voor een hogere ventilatievoud moeten kiezen.

In individuele ruimten heeft men met verschillende factoren te maken en is daardoor het toepassen van een naregeling onvermijdelijk. Naregeling zou men op de volgende wijze kunnen realiseren:

- Radiator of radiatorconvector (in ziekenhuizen niet wenselijk, zoals in *paragraaf 3.5* beschreven);
- Luchtnaverwarmer (bij all air systemen);
- Vloer- c.q. wandverwarming;
- Klimaatplafond;
- Betonkernactivering.

10.3. Relatieve vochtigheid

Ook zal de relatieve vochtigheid in de ruimten geregeld moeten worden. Zo kunnen er ruimten zijn die een hoge vochtbelasting hebben. In deze ruimten is dan ook een hogere relatieve vochtigheid geaccepteerd. Daarnaast zijn er ruimten die nauwelijks vochtbelasting hebben en tot de S3 klasse behoren. Deze ruimten dienen dan wel op een relatieve vochtigheid van 50% gehouden te worden. Aangezien lichte veranderingen in relatieve vochtigheid weinig invloed hebben op het comfort, is er in S3 ruimten een tolerantie in de relatieve vochtigheid toegestaan tussen de 50 en 65%. Bij standaard verpleegafdelingen mag de relatieve vochtigheid 40% (of hoger) zijn. In bijzondere gevallen waar een hoge vochtbelasting is, mag de relatieve vochtigheid oplopen tot 75%

10.4. Bedrijfszekerheid

In sommige ruimten is het noodzakelijk dat een bepaalde drukhiërarchie gehandhaafd blijft. Om dit te realiseren wordt de installatie van die ruimten aan een NSA (=noodstroom aggregaat) aangesloten. In geval van een spanningsuitval zal het NSA zekerheid bieden. Naast een stroomstoring is het ook mogelijk dat de installatie uitvalt of dat deze buiten werking is als gevolg van servicewerkzaamheden aan een LBK. In dergelijke gevallen moet er een standby installatie inspringen. Dit om besmettingen te voorkomen.

Om de problemen bij storingen aan de LBK op te vangen, zou men bij grote of gelijksoortige afdelingen voor meerdere, kleinere LBK's kunnen kiezen. Dit om de bedrijfszekerheid te vergroten. Elke LBK kan dan een bepaald percentage voor zijn rekening nemen, waarbij er rekening gehouden zal worden met een bepaalde overcapaciteit. Middels modulatie kunnen eventuele storingen zo opgevangen worden.

10.5. Energiebesparende maatregelen

De overheid stelt eisen bij jaarlijks gebruik boven de 25.000 m³ gas en 50.000 kWh. Dan is het noodzakelijk energiebesparende maatregelen te treffen. Indien de overheid deze maatregelen onvoldoende vindt, zullen er aanvullende maatregelen getroffen moeten worden. Hierbij wordt rekening gehouden met een terugverdientijd van vijf jaar of korter. Om tot deze energiebesparende maatregelen te kunnen komen, kunnen de volgende stappen doorlopen worden:

- **Stap 1**, Breng energieverbruik in kaart: verbruik, kosten, belangrijke verbruikers;
- **Stap 2**, Inventariseer energiebesparing door “good house keeping”: toepassen van eenvoudige technische maatregelen;
- **Stap 3**, Inventariseer betere energiebenutting door isoleren;
- **Stap 4**, Inventariseer hergebruik van energie zoals warmte terugwin systemen;
- **Stap 5**, Inventariseer waar men mogelijk apparatuur kan toepassen c.q. vervangen door high efficiëntie apparatuur.

Energiebesparende maatregelen staan in directie verbinding met het verlenen van een (ver)bouwvergunning. Bij aanvraag dient men aan de energieprestatie voorschriften te voldoen. Deze eis wordt uitgedrukt in een getal, de zogenaamde EPN, of terwijl de energieprestatie coëfficiënt.

De definitie van “good house keeping” is het uitvoeren van maatregelen die weinig kosten en veel op kunnen leveren. Voorbeelden hiervan zijn:

- Nachtventilatie in de zomer. Hierdoor koelt het gebouw af waardoor er overdag minder koeling nodig is. Dit vergt geen extra investering terwijl het wel een netto besparing oplevert op het elektrische vermogen;
- Tijd-/ aanwezigheidsschakelaar hiermee wordt naar behoefte geregeld.

Voorbeelden van thermische isolerende maatregelen (zie: stap 3) zijn de toepassing van dubbel glas en het gebruik van zonwering.

Als de stappen twee en drie onvoldoende effect opleveren, zou men in de stappen vier en vijf kunnen kiezen voor modulerende apparatuur. Hiermee kan men de klimaatkwaliteit naar behoefte regelen. Ook kan men besparingen realiseren door de volgende systemen toe te passen:

- **Wtw systemen**
 - o Via recirculatie
 - o Warmtewiel
 - o Kruisstroomwisselaar
 - o Twin coil
- **WKK systemen**
 - o Gasmotor, generator (NSA)
 - o Stoomketel, turbine, generator
 - o Stadsverwarming
- **Energie opslag systemen**
 - o warmtepompen
 - o wateropslag (buffering)
- **“Groene” energie**
 - o Wind energie
 - o Zonne-energie

10.6. Eenpersoonsskamers

Aangezien deuren niet volledig luchtdicht kunnen worden afgesloten, ontstaat lekkage. Dit bedraagt ongeveer 100 m³/h. Aangezien dit gelijk is met het benodigde ventilatievoud voor patiënten, is natuurlijke ventilatie voor een éénpersoonssruimte afdoende. De hoeveelheid weggelekte lucht zal wel aangevuld moeten worden met verse lucht. Toepassen van overstroomroosters is in dit geval niet interessant. Het recirculatievoud zou centraal of decentraal kunnen plaatsvinden.

10.7. Compartimentering

In het kader van brandveiligheid is het noodzakelijk delen van een ziekenhuis te compartimenteren. Dit heeft als doel het voorkomen van overslaan van brand naar andere delen van het gebouw. Hiermee tracht men het aantal slachtoffers en de schade te beperken. Als deze compartimenten worden doorkruist met kanalen, zullen er brandkleppen toegepast moeten worden

Bijlage 11. Klimaat- kwaliteitseisen

Op de volgende pagina staat het overzicht van de klimaat- kwaliteitseisen. Deze is per afdeling opgebouwd eerst worden de patiënten afdelingen besproken en later de ondersteunende afdelingen.

Overig

Ruimte		Omgeving							Ruimteparameters												Overig											
nr.	Omschrijving:	Temp. (Z): (°C)	Temp. (W): (°C)	RV.min (%)	RV.max (%)	r.v. (n/h)	v.v. (n/h)	v.v/p (m3/h/p)	aantal pers.	geluid niveau dB	Druk (+/- .Pa)	eind filter klasse	1) Debiet (m³/h)	2) Debiet (m³/h)	3) Debiet (m³/h)	Afzuig (m³/h)	v.v. Werkelijk	(AR) m3/h	(Hc) m3/h	CO m3/h	CO2 m3/h	(N2O) m3/h	N2O2 m3/h	O2 m3/h	VA m3/h	Pb mg/h	Cd mg/h	v.Lopp. /bed (m2)	Hoogte (m)	inh. (m3)	S klasse	
Patiëntgebonden voorzieningen waar patiënten zelf aanwezig (kunnen) zijn																																
Verpleging																																
	Intensive zorg en hartbewaking																															
	Intensive care	24	22	50	65	0	4	100	1	35	5	H13	270	100	270		4	-	-	-	-	-	∞	5,4	∞	-	-		25	2,7	67,50	S3
	High care	24	22	50	65	0	4	100	1	35	5	H13	270	100	270		4	-	-	-	-	-	∞	5,4	∞	-	-		25	2,7	67,50	S3
	Medium care	24	22	50	65	0	4	100	1	35	5	H13	270	100	270		4	-	-	-	-	-	∞	5,4	∞	-	-		25	2,7	67,50	S3
	Algemene verpleging	25,5	22	40	65	0	3	35	1	35	0	F9	203	35	203		3	-	-	-	-	-	∞	4,05	∞	-	-		25	2,7	67,50	S0
	Dagverpleging	25,5	22	40	65	0	3	35	1	35	0	F9	203	35	203		3	-	-	-	-	-	∞	4,05	∞	-	-		25	2,7	67,50	S0
	Kinderverpleging																															
	verpleeg afdeling	25,5	22	40	65	0	3	100	1	35	0	F9	203	100	203		3	-	-	-	-	-	∞	4,05	∞	-	-		25	2,7	67,50	S0
	Verloskamer	25,5	22	40	65	0	6	100	1	35	5	H13	405	100	405		6	-	-	-	-	0,0324	∞	8,1	∞	-	-		25	2,7	67,50	S2
	Couveuse kamer	28	26	50	65	0	6	100	1	35	5	H13	405	100	405		6	-	-	-	-	-	∞	8,1	∞	-	-		25	2,7	67,50	S3
	Wiegenkamer	22	20	50	65	0	6	100	1	35	5	H13	405	100	405		6	-	-	-	-	-	∞	8,1	∞	-	-		25	2,7	67,50	S3
	Warme wiegenkamer	28	26	50	65	0	6	100	1	35	5	H13	405	100	405		6	-	-	-	-	-	∞	8,1	∞	-	-		25	2,7	67,50	S3
Behandeling specifiek																																
	Beeldvormende diagnostiek																															
	Diagnostiekruimte mammografie	25,5	22	40	65	0	0	100	2	45	-10	F9	0	200	200		5	-	-	-	-	0,0160	∞	4	∞	0,79	0,03		14	2,7	37,80	S0
	Diagnostiekruimte echografie	25,5	22	40	65	0	0	100	2	45	-10	F9	0	200	200		4	-	-	-	-	0,0160	∞	4	∞	0,56	0,02		20	2,7	54,00	S0
	Diagnostiekruimte doorlichting, resp. bucky	25,5	22	40	65	0	0	100	2	45	-10	F9	0	200	200		3	-	-	-	-	0,0160	∞	4	∞	0,43	0,01		26	2,7	70,20	S0
	Diagnostiekruimte alg. resp. cardio-angiografie	25,5	22	40	65	0	0	100	2	45	-10	F9	0	200	200		3	-	-	-	-	0,0160	∞	4	∞	0,43	0,01		26	2,7	70,20	S0
	Diagnostiekruimte computertomografie (CT)	25,5	22	40	65	0	0	100	2	45	-10	F9	0	200	200		3	-	0	0,0050	-	0,0160	∞	4	∞	0,43	0,01		26	2,7	70,20	S0
	Diagnostiekruimte kernspintomografie (MRI)	25,5	22	40	65	0	0	100	2	45	-10	F9	0	200	200		3	-	0	-	-	0,0160	∞	4	∞	0,43	0,01		26	2,7	70,20	S0
	Voorbereidingsruimte	25,5	22	40	65	0	0	100	2	45	-10	F9	0	200	200		6	-	-	-	-	0,0160	∞	4	∞	0,93	0,03		12	2,7	32,40	S0
	Kleedruimte	-	22	40	65	0	0	100	1	45	-10	F9	0	100	100		9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		4	2,7	10,80	S0
	Röntgentoilet	-	22	40	65	0	0	100	1	45	-10	F9	0	100	100		7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		5	2,7	13,50	S0
	Nucleaire geneeskunde																															
	Voorbereidings-/toedieningsruimte	25,5	22	40	65	0	0	100	2	45	-10	F9	0	200	200		6	-	-	-	-	0,0160	∞	4	∞	0,93	0,03		12	2,7	32,40	S0
	Meetkamer met gammacamera	25,5	22	40	65	0	0	100	1	45	-10	F9	0	100	100		1	-	-	-	-	0,0080	∞	2	∞	0,22	0,01		25	2,7	67,50	S0
	Inspanningsruimte	22	16	40	65	0	0	100	2	45	-10	F9	0	200	200		3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		25	2,7	67,50	S0
	Patiënten douche	-	22	40	75	0	0	100	1	45	-10	F9	0	100	100		9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		4	2,7	10,80	S0
	Patiënten toilet	-	22	40	75	0	0	100	1	45	-10	F9	0	100	100		7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		5	2,7	13,50	S0
	Sluis met decontaminatiedouche	-	22	40	75	0	0	100	1	45	-5	F9	0	100	100		7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		5	2,7	13,50	S0
	Kleedcabine	-	22	40	65	0	0	100	1	45	-10	F9	0	100	100		9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		4	2,7	10,80	S0
	Radiotherapie																															
	Spreek- werkkamer	25,5	22	40	65	0	0	100	2	35	0	F9	0	200	200		5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		14	2,7	37,80	S0
	Onderzoekkamer	25,5	22	40	65	0	0	100	2	45	-5	F9	0	200	200		7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		10	2,7	27,00	S0
	Simulatorruimte	25,5	22	40	65	0	0	100	2	45	-10	F9	0	200	200		2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		40	2,7	108,00	S0
	Kleedcabines	-	22	40	65	0	0	100	1	45	-5	F9	0	100	100		5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		7	2,7	18,90	S0
	Toilet	-	22	40	65	0	0	100	1	45	-5	F9	0	100	100		9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		4	2,7	10,80	S0
	Bestralingskamer standaard	25,5	22	40	65	0	12	100	1	45	-10	F9	1296	100	1296		12	-	-	-	-	0,1037	∞	25,92	∞	1,80	0,06		40	2,7	108,00	S0
	Bestralingskamer specifiek	25,5	22	40	65	0	12	100	1	45	-10	F9	1944	100	1944		12	-	-	-	-	0,1555	∞	38,88	∞	0,00	0,06		60	2,7	162,00	S0
	Bedieningsruimte	25,5	22	40	65	0	3	100	1	45	-10	F9	122	100	122		3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		15	2,7	40,50	S0
	Wachtruimte onderzoek	-	22	40	65	0	3	100	2	45	-5	F9	81	200	200		7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		10	2,7	27,00	S0
	Wachtruimte behandeling	-	22	40	65	0	3	100	2	45	-5	F9	122	200	200		5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		15	2,7	40,50	S0
	Applicatiekamer brachytherapie	25,5	22	40	65	0	6	100	2	45	-5	F9	583	200	583		6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		36	2,7	97,20	S0
	Patiëntenkamer brachytherapie	25,5	22	40	65	0	6	100	2	45	-10	F9	583	200	583		6	-	-	-	-	0,0467	∞	11,664	∞	0,90	0,03		36	2,7	97,20	S0
	Paskamer bij moulageruimte	-	20	40	65	0	8	100	1	45	-5	F9	518	100	518		8	-	-	-	-	0,0415	∞	20,736	∞	1,20	0,04		24	2,7	64,80	S0
	Moulageruimte en loodafwerkruimte	-	20	40	65	0	10	100	1	45	-10	F9	378	100	378		10	-	-	-	-	-	∞	15,12	∞	1,50	0,05		14	2,7	37,80	S0
	Revalidatie centrum	22	16	40	65	0	3	35	1	35	10	F9	203	35	203		3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		25	2,7	67,50	S0
	Fysiotherapie	22	16	40	65	0	3	35	1	35	0	F9	486	35	486		3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		60	2,7	162,00	S0
	Dialyse	25,5	22	40	65	0	3	35	1	35	0	F9	122	35	122		3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		15	2,7	40,50	S2
	Operatieafdeling	25,5	22	50	65	10	20	50	1	35	10	H13	1944	50	1944		20	0	-	-	1,46	0,1555	∞	38,88	∞	-	-		36	2,7	97,20	S3
	Becannergtransplantatie afdeling	25,5	22	50	65	10	20	50	1	35	10	H13	1350	50	1350		20	0	-	-	1,01	0,1080	∞	27	∞	-	-		25	2,7	67,50	S3
Behandeling niet specifiek																																
	Algemene orgaan- functieonderzoek	25,5	22	40	65	0	3	100	1	35	0	F9	203	100	203		3	-	0	0,0051	-	0,0162	∞	4,05	∞	-	-		25	2,7	67,50	S0
	Spreekuur afdeling	25,5	22	40	65	0	3	100	1	35	0	F9	203	100	203		3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		25	2,7	67,50	S0
	Spoedeisende hulp (EHBO)																															
	Ambulancehal	25,5	22	40	65	0	6	100	1	50	0	F9	648	100	648		6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		40	2,7	108,00	S0
	Poliklinische behandelingen	25,5	22	40	65	0	6	100	1	45	0	F9	405	100	405		6	-	-	-	-	0,0324	∞	8,1	∞	-	-		25	2,7	67,50	S0
	Onderzoek/behandelruimte	25,5	22	40	65	0	6	100	1	45	0	F9	405	100	405		6	-	-	-	-	0,0324	∞	8,1	∞	-	-		25	2,7	67,50	S0
	Verblijfruimte	25,5	22	40	65	0	6	100	1	35	0	F9	405	100																		

Bijlage 12. Achtergrond IC

12.1. Inleiding

In deze bijlage wordt ingegaan op de achtergrond informatie welke van toepassing is op de afdeling intensive zorg.

12.2. Klimaat- kwaliteitseisen

Aangezien er in dergelijke ruimten, op de IC afdeling, vrijwel alle patiënten in galvanisch contact staan met diverse apparatuur, vallen deze in de S- klasse. Bij de hartbewaking moet men voldoen aan de S3 classificatie. Vereffening dient dan te geschieden volgens NEN 3134.

In deze ruimten hebben we te maken met patiënt met een lage lichaamsactiviteit en een lage clo- waarde. Hieruit volgt dat er een hogere temperatuur vereist is in de patiëntenkamers. Deze kamers hebben een temperatuur tussen de 22 en de 25.5 °C en een vereiste relatieve vochtigheid tussen de 50 en de 65%.

Het ventilatievoud in deze ruimten wordt bepaald aan de hand van het aantal personen dat in de ruimte aanwezig is. Per persoon wordt in dergelijke ruimten een ventilatievoud aangehouden van 100 m³/h. Warmteterugwinning via recirculatie is niet uitgesloten. Hierbij is vermenging van lucht uit andere ruimten niet wenselijk. In verband met ademhalingsondersteuning zal er zuurstof en perslucht toegepast worden. Hierbij zal het zuurstof percentage in de ruimte onder controle gehouden moeten worden

Deze ruimte wordt geclassificeerd als een cleanroom. Het eindfilter bij het inblaasplenum zal echter een HEPA- filter zijn.

Aangezien een patiënt continu in de ruimte aanwezig is zal het geluidsniveau niet al te hoog mogen zijn. Dit in verband met de benodigde nachtrust. Damping van geluid is dus noodzakelijk.

12.3. “What if..” analyse bij storingen

Het eerste scenario beschrijft wat er gebeurt als de overdruk wegvalt. Dit kan veroorzaakt worden door het ontstaan of het toepassen van een vacuüm. Er wordt dan een extra hoeveelheid lucht uit de ruimte onttrokken. We hebben al eerder geconstateerd dat er per uur ongeveer 100 m³ lucht weglekt via de kieren bij deuren. Extra storingen aan deuren kunnen eveneens leiden tot een daling van de druk. Om de hiërarchie in stand te houden zal dit gecompenseerd moeten worden. Dit kan op verschillende manieren geschieden:

1. de toevoer LBK modulerend in rotatiefrequentie laten toenemen;
2. de afvoer LBK modulerend in rotatiefrequentie laten afnemen in combinatie met modulerende overstroomroosters;
3. een stand-by LBK inschakelen
4. de afvoer LBK uitschakelen

In het tweede scenario gaat het om het wegvallen van de druk als gevolg van een storing bij de toevoer-LBK. De oplossing is dan om een tweede parallelstaande LBK in te schakelen. Deze kan dan de capaciteit van de uitgevallen LBK overnemen. Dit zou betekenen dat er voor elke LBK een stand-by LBK geïnstalleerd moet worden. Uiteraard is dit een kostbare aangelegenheid. Een mogelijk alternatief zou zijn om de installaties van bijvoorbeeld IC, HC en MC te combineren. Deze ruimten hebben namelijk gelijke kwaliteitseisen. Door te zorgen dat de verschillende installatiedelen een bepaalde overcapaciteit hebben is het mogelijk dat bij

uitval van de ene de anderen het kunnen overnemen. Dit is schematisch weergegeven in *afbeelding 4*. Om deze benodigde capaciteit te kunnen bepalen is *formule 3* samengesteld.

$$C_{\text{benodigd}} [\%] = \left(\frac{LBK_{\text{aantal}}}{LBK_{\text{werkend}}} \right) \times 100 [\%]$$

Formule 3: Capaciteit berekening aan de hand van geschakelde LBK's

Wanneer bijvoorbeeld een installatie bestaat uit drie LBK's en één valt in storing, is het nodig dat de overige twee de capaciteit op kunnen vangen. Onderstaande berekening geeft aan hoeveel overcapaciteit hiervoor noodzakelijk is:

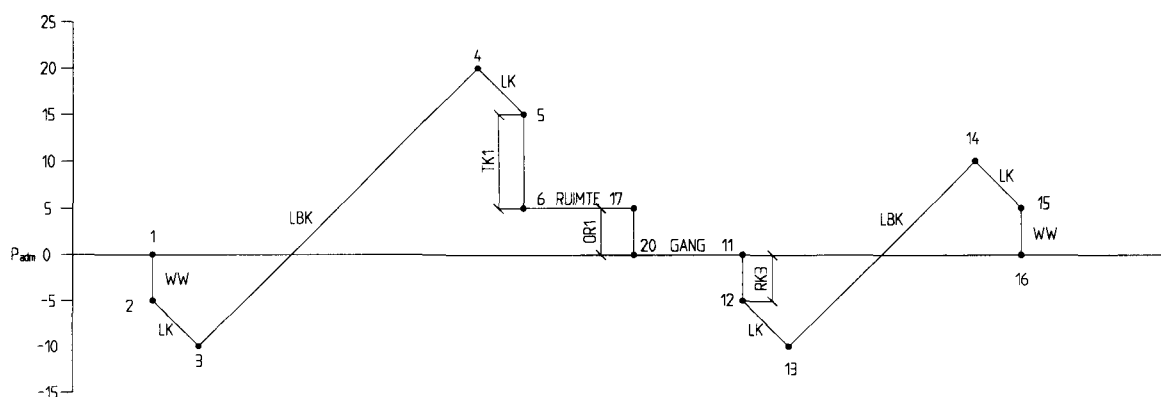
$$C_{\text{benodigd}} [\%] = \left(\frac{3}{2} \right) \times 100 [\%] = 150\%$$

Formule 3: Capaciteit berekening aan de hand van voorbeeld

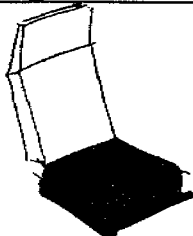
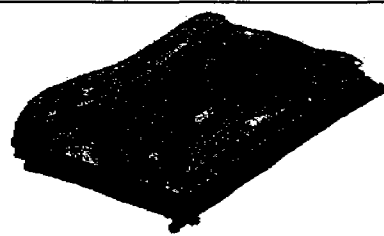
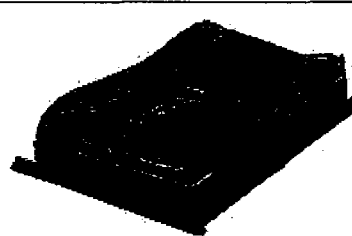
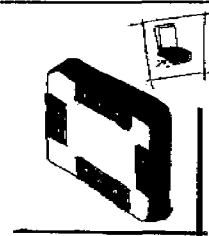
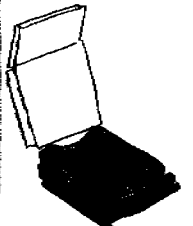
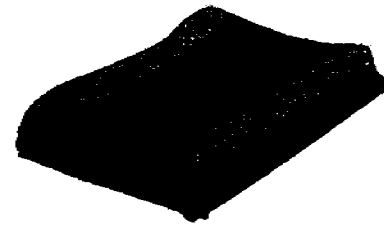
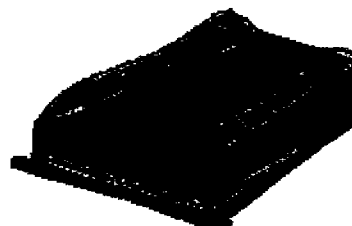
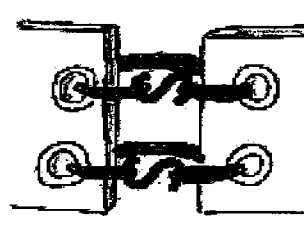
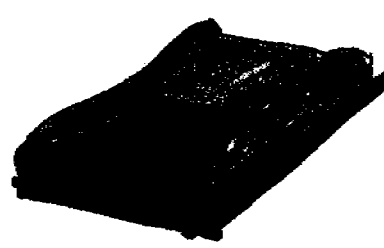
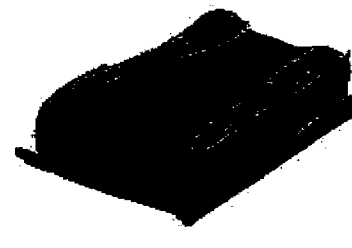
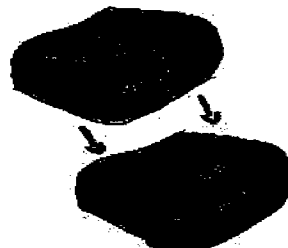
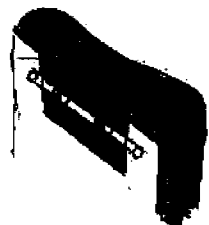
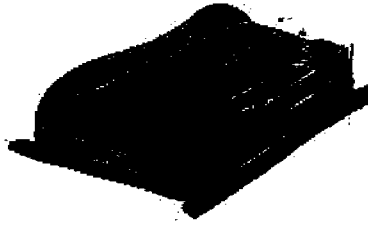
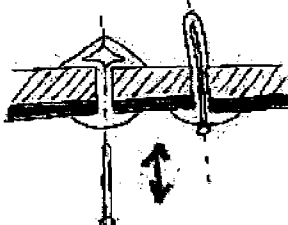
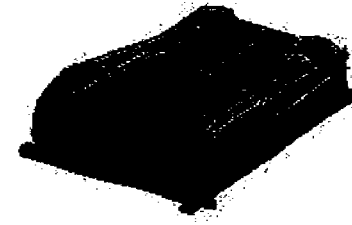
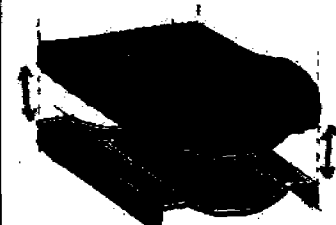
Het derde scenario beschrijft een stroomstoring. In dit geval zal de drukhiërarchie gehandhaafd moeten blijven. Dit kan door de overstroomroosters te sluiten, zodat de doorstroming van de ruimten minder wordt. Alleen de kieren en naden bij de deur veroorzaken dan nog lekkage. Hierdoor is er minder luchtaanbod nodig om de drukhiërarchie te handhaven. Dit bespaart energie zodat het NSA minimaal belast wordt.

12.4. Aanpassing MC

In de derde ruimte van *afbeelding 4*, dat in het verslag is weergegeven, is geen sluis in opgenomen. Dit zou bijvoorbeeld een MC kunnen voorstellen waar geen sluis noodzakelijk is. De druk in deze ruimte zal lager zijn omdat er een druktrap van de sluis vervalst (van 5 Pa drukverschil). Doordat deze ruimte gekoppeld staat met de IC en HC is het drukverloop hoofdzakelijk gelijk. De drukval over TK1 is hierbij groter. Dit om een gelijk drukverschil over de installatie te houden zoals bij de IC en HC. Dit is afgebeeld in *grafiek 4*.



Grafiek 4: Drukverloop in een beschermende isolatie ruimte voor MC

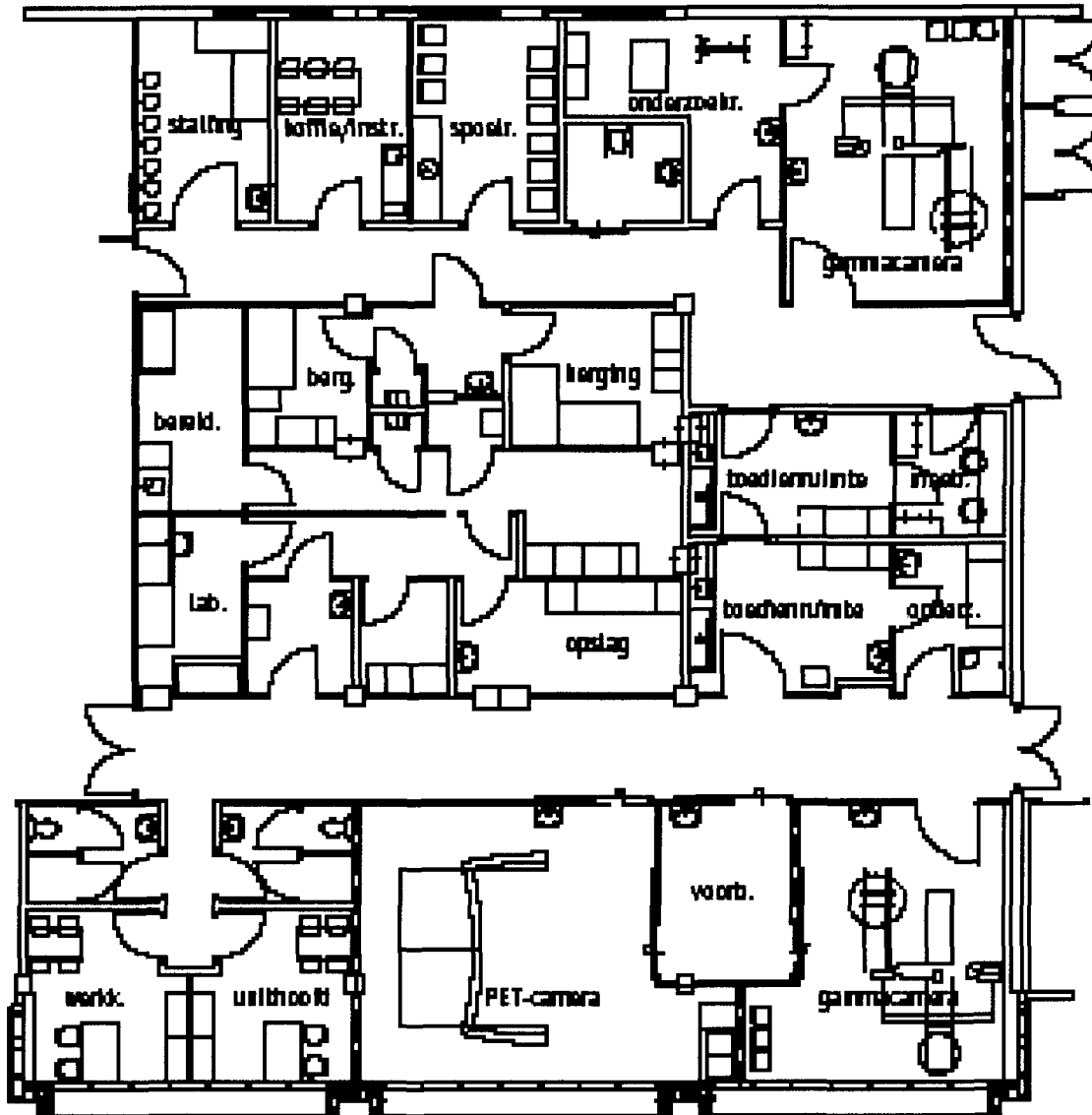
Vorm van de onderplaat			De schuimverdeling van de zitting, enkellaags		De schuimverdeling van de zitting, dubbellaags		Bevestiging van de skai	
1		Vlak.		Aileen een zachte schuimlaag.		Twee lagen schuim, waarbij de benen door een extra zacht stuk ondersteund worden.		Door middel van uitstekende stukken skai kan het kussen op het frame vastgezet worden.
2		Enkel gekromt.		Aileen een harde schuimlaag.		Twee lagen schuim over elkaar heen, waarbij het orange vlak zachter is en verder zal inzakken.		Haken en ogen.
3		Dubbel gekromt.		Een gecombineerde laag van zacht en hard schuim, zodat er ondersteuning is bij de benen.		Twee lagen schuim over elkaar heen, waarbij het zachte vlak onder de zitknobbels is geplaatst.		Een vooraf gemaakte hoes.
4						Twee lagen schuim over elkaar heen, waarbij enkel de benen extra ondersteund worden door een tweede laag.		Door ogen aan de onderplaat te lassen en daar doorheen een spiraal of staaf te trekken zit de bekleding goed strak.
5						Twee lagen schuim over elkaar heen, waardoor het schuim meer vering biedt en het zitten comfortabeler wordt.		Popnagel met grote kop om het skai goed vast te kunnen zetten.
6						Twee lagen schuim over elkaar heen. Het zachte schuim op het zitvlak maakt het zitten comfortabeler en biedt de benen een betere ondersteuning.		Met ogen of haken op het onderframe kan je de bekleding strak trekken.
7								Een in zijn geheel losneembaar kussen dat eventueel vastgezet kan worden met klittenband.

Bijlage 13. Achtergrond beeldvormende- en nucleaire technieken en radiotherapie

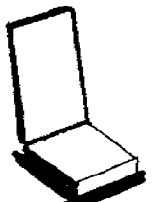
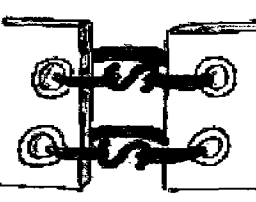
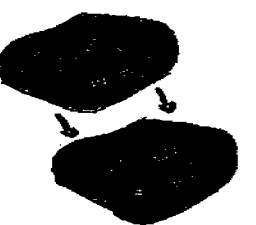
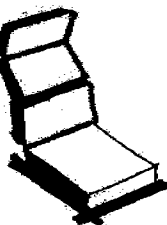
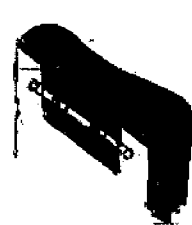
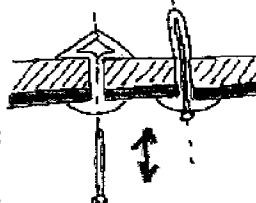
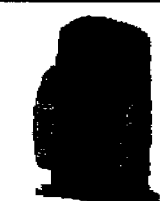
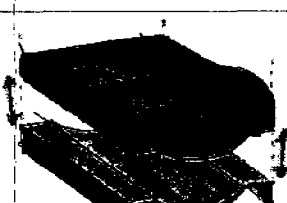
13.1. Inleiding

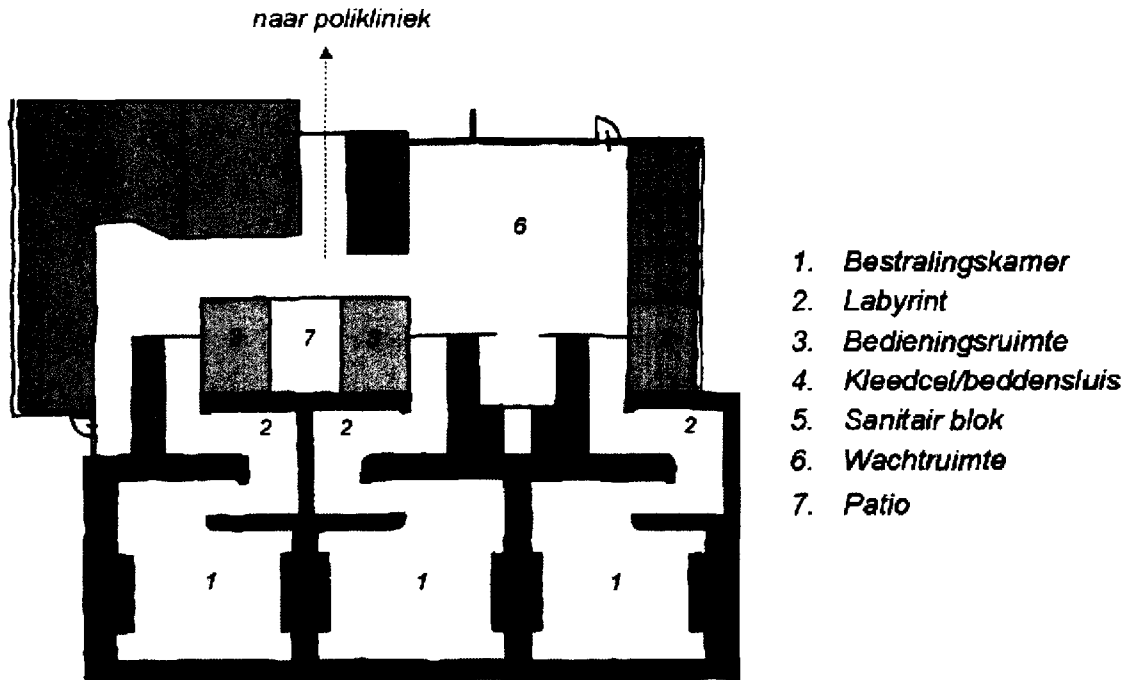
In deze bijlage wordt ingegaan op de achtergrond informatie welke van toepassing is op de afdelingen voor:

- afdeling voor beeldvormende diagnostiek;
- afdeling voor nucleaire geneeskunde;
- afdeling voor radiotherapie;



Afbeelding 18: Concept afdeling beeldvormende en nucleaire technieken (Bron CBZ)

Verdeling in segmenten		Vorm van de onderplaat		De schuimverdeling van de rugleuning, enkellaags		De schuimverdeling van de rugleuning, dubbellaags		Bevestiging van de skai		
1		Een kort vlak zoals het huidige model.		Vlak.		Eén stugge laag waardoor er veel ruimte bespaard wordt.		Dubbele laag schuim voor extra vering in de rug.		Door middel van uitstekende stukken skai kan het kussen op het frame vastgezet worden.
2		Een lang vlak voor betere ondersteuning in de rug.		Enkel gekromt.		Een harde laag gecombineerd met zachte stukken, waardoor er met één laag toch een lumbaalsteun zit.		Dubbele laag schuim, waarbij zachte stukken schuim zorgen voor een extra lumbale ondersteuning.		Haken en ogen.
3		Twee segmenten waardoor het hoofd beter ondersteund wordt.		Dubbel gekromt.		Harde en zachte stukken gecombineerd in één laag.		Dubbele laag schuim, waarbij de zachte stukken schuim zorgen voor een goede lumbale ondersteuning.		Een vooraf genaaide hoes.
4		Drie segmenten waardoor de lumbaal in de rug en het hoofd beter ondersteund worden				Harde en zachte stukken gecombineerd in één laag.		Veel zacht schuim dat goed veert, de lumbale ondersteuning ingebracht door middel van een stuk hard schuim in de bovenste laag.		Door ogen aan de onderplaat te lassen en daar doorheen een spiraal of staaf te trekken zit de bekleding goed strak.
5								Veel zacht schuim dat goed veert, de lumbale ondersteuning ingebracht door middel van een stuk hard schuim in de onderste laag.		Popnagel met grote kop om het skai goed vast te kunnen zetten.
6								Enkel hard schuim met toch de benodigde lumbale ondersteuning.		Met ogen of haken op het onderframe kan je de bekleding straktrekken.
7								Met het zachte schuim een lumbaalsteun gecreeerd op een laag hard schuim.		Een in zijn geheel losneembaar kussen dat eventueel vastgezet kan worden met klittenband.
8								Een dubbele laag schuim, met de zachte schuimlaag boven.		



Afbeelding 19: Concept afdeling radiotherapie (Bron CBZ)

13.2. Toepassingsgebied

Radiotherapie wordt toegepast om ongecontroleerde celdeling af te remmen of geheel tot stilstand te brengen. De intensiteit van de straling is afhankelijk van de aard en het stadium van de ziekte. Ongeveer 50% van de kankerpatiënten wordt tenminste één keer bestraald. Producten voor dergelijke behandelingen zijn in *Tabel 7* weergegeven. Doordat bepaalde stoffen aan je lichaam worden toegevoegd, zal het lichaam deze stoffen afscheiden. Na de toevoeging is het lichaam in principe radioactief besmet. Deze patiënten dienen dan ook onder bijzondere omstandigheden verpleegd te worden. De stoffen die door het lichaam afgescheiden zullen worden, verlaten het lichaam via urine, ontlasting, speeksel en zweet. Deze vormen van uitscheiding zijn radioactief besmet en dienen via een apart rioolsysteem te worden afgevoerd. Ook de maaginhoud bij het braken zal via dit rioolsysteem moeten worden afgevoerd. Het rioolsysteem is separaatsysteem aangesloten op halfwaardetanks. Hierin zal het afvalwater opgeslagen worden totdat de straling binnen een bepaalde tolerantie is afgenomen. Tenslotte zal het worden afgevoerd.

Isotroop	Halfwaardetijd	Toepassing	Bij/voor
Molybdeen-99/ Technetium-99m	2,75 dagen/ 0,25 dagen	Stellen van diagnose	Kanker/long- hersen- hart- schildklier- en nierfunctie/infecties/botziekten
Jodium-131	8,04 dagen	Behandeling/ therapie	Schildklieraandoening
Xenon-133	5,25 dagen	Stellen van diagnose	Longfunctie
Strontium-89	50,5 dagen	Pijnbestrijding	Uitzaaiingen in de botten.
Iridium-192	73,6 dagen	Behandeling/ therapie	Kanker: baarmoeder/ longen/ nek/ mond en tong. Preventie therapie na dotter operatie hartslagaderen
Samarium-153	1,95 dagen	Pijnbestrijding	Uitzaaiingen in de botten. Tevens in ontwikkeling voor nieuwe behandelingen
Rhenium-186	3,76 dagen	Pijnbestrijding	Uitzaaiingen in de botten.
Jodium-125	60,1 dagen	Behandeling/ therapie	Kanker: prostaat/ ogen
Yttrium-90	2,67 dagen	Pijnbestrijding	Arthritia
Erbium-169	9,4 dagen	Pijnbestrijding	Arthritia
Lutetium-177	6,71 dagen	Behandeling/ therapie	Bepaalde soorten kanker
holmium-166	1,12 dagen	Behandeling/ therapie	In ontwikkeling lever- en bloedkanker en andere nieuwe behandelingen

Tabel 7: gegevens van radioactieve stoffen voor medische handelingen (Bron: www.nrg-nl.com)

13.3. Klimaat- kwaliteitseisen

In deze bijlage genoemde ruimten, alsook de beeldvormende diagnostiek, waarin gewerkt wordt met radioactieve stoffen, hebben overeenkomstige ruimtecondities. Aangezien er vrijwel alleen behandelingen plaatsvinden met stralingstechnieken, zal de kans op galvanisch contact nihil zijn. Om deze reden volstaat een S0 classificatie. Vereffening met behulp van randaarding is dan voldoende.

In deze ruimten hebben we te maken met patiënten met een lage lichaamsactiviteit en een lage clo- waarde. Hieruit volgt dat er een hogere temperatuur vereist is in de patiëntenkamers. Deze kamers hebben een temperatuur tussen de 22 en de 25.5 °C en een relatieve vochtigheid tussen de 40 en de 65 %.

Het ventilatievoud in deze ruimten door de hand van het aantal personen dat in de ruimte aanwezig is. Per persoon wordt in dergelijke ruimten een ventilatievoud aangehouden van 100 m³/h. Warmteterugwinning via recirculatie is hierbij een mogelijkheid. Voorwaarde is dan wel dat er geen vluchtige stoffen toegepast mogen worden. Bij recirculatie is vermenging van lucht met andere ruimten niet wenselijk. Dit omdat dan alsnog radioactieve deeltjes in andere ruimten zoals de gang.

Een ander effect op deze afdelingen is het vrijkomen van lood- en cadmium-houdende stoffen. Deze stoffen behoren tot de categorie zware metalen en kunnen giftig zijn. Voor deze stoffen zijn MAC- waarden gedefinieerd:

- Voor Pb (lood) is de MAC- waarde 0,15 mg/m³;
- Voor Cd (cadmium) is de MAC- waarde 0,005 mg/m³.

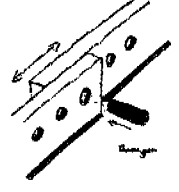
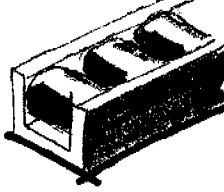
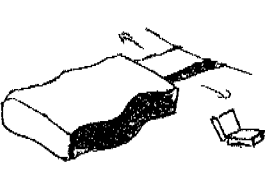
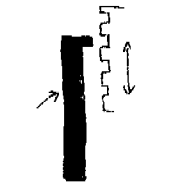
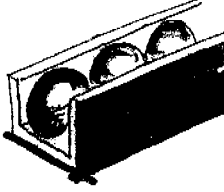
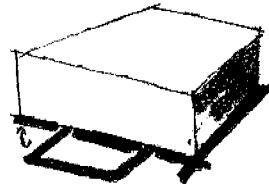
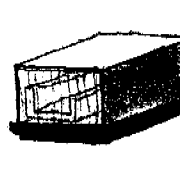
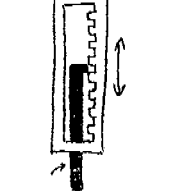
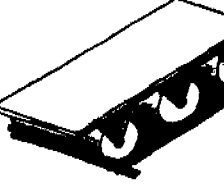
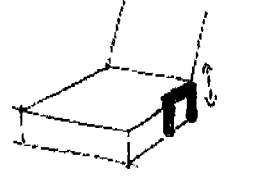
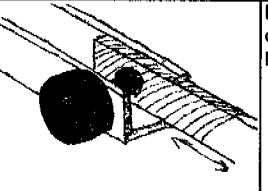
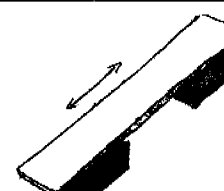
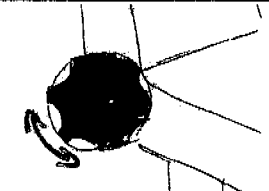
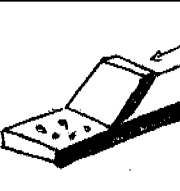
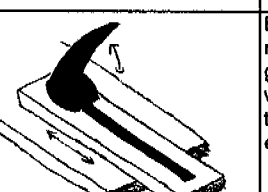
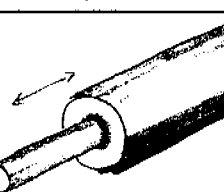
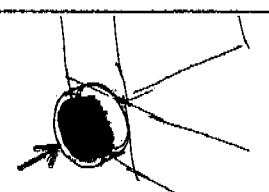
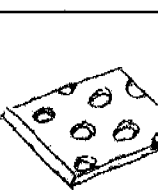
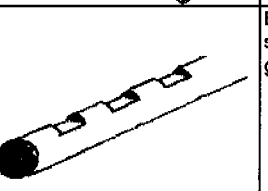
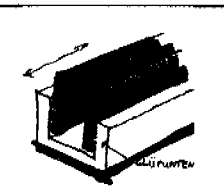
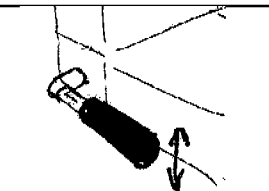
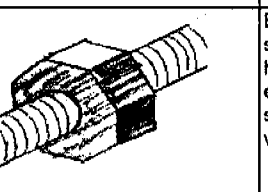
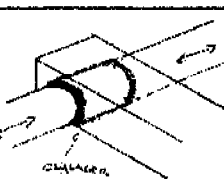
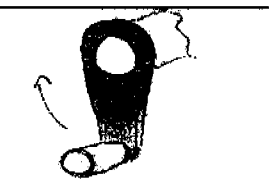
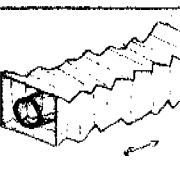
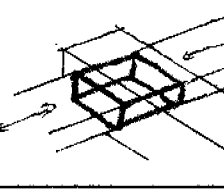
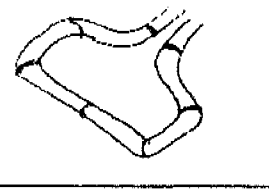
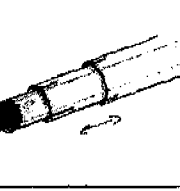
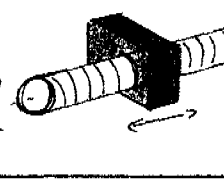
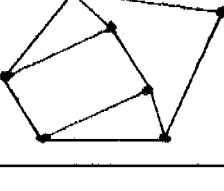
Op *afbeelding 20* is de situatie weergegeven zoals die voor de ontwikkeling van deze metalen geldt.

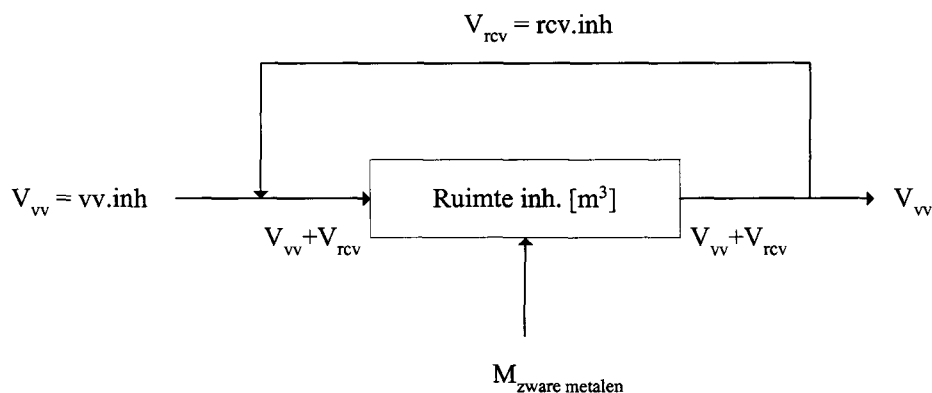
Vergrendeling van het schuifmechanisme

Het schuiven

Verschillende hendels

Het voorkomen van vuil

1		Een borgpen.		Een cilindrische lagering.		Een schuifhendel die in het horizontale vlak beweegt.		Borstels kunnen het vuil tegenhouden maar ook wegvegen indien het nodig is.
2		Een haak die in een kam valt, eventueel bekrachtigd door een veer.		Kogellager.		Een hendel die naar boven getrokken wordt.		Het compleet afsluiten van het systeem, bijvoorbeeld door een rubberse hoes.
3		Een haak die in een gesloten kam valt.		Wieltjes.		Een hendel aan de zijkant.		Het smeren van het schuifmechanisme kan zorgen voor een betere afvoer van het vuil, tevens geeft het betere glijeigenschappen.
4		Een draaiknop die het geheel klemt.		Glijblokken van bijvoorbeeld kunststof.		Een draaiknop.		Schaven, doormiddel van schaven kan een profiel schoon gehouden worden.
5		Een hendel die naar beneden gehaald moet worden en zo twee platen op elkaar klemt.		Cylinder die pneumatisch of hydraulisch kan zijn.		Een drukknop.		Door het ontwerp erg open en robuust te construeren heb je minder last van vuil.
6		Een as waarin sleuven zijn gefreest.		Twee profielen die over elkaar heen glijden.		Hendel.		Door te zorgen voor goede lucht circulatie blijft vuil minder goed liggen.
7		Een as met schroefdraad, hiermee kan je elk gewenste stand verkrijgen.		Glijlager, verkrijgbaar in verschillende materialen en maten.		Draaihendel.		Harmonikasysteem over de as heen, waardoor die compleet afgesloten wordt.
8				Een glijstuk, hierdoor maakt de vorm van het glijoppervlak niet uit.		Beugel.		Cilinders die over elkaar heen schuiven, waardoor er geen vuil op de as komt te liggen.
9				Schroefdraadas.			EXTRA	Gebruik maken van nauwkeurige passingen, zodat er geen vuil tussen de delen kan komen.
10				Een mechanisme met meerdere stangen.				
11			EXTRA	Inkoopsystemen, zie collage.				



Afbeelding 20: flowchart, vrijkomen van zware metalen

Met deze flowchart is het mogelijk om *formule 2* te bepalen, waarmee de deeltjesstroom M [mg/h] van de zware metalen berekend kan worden.

$$M_{zm} [mg/h] = MAC [mg/m^3] \times V_{vv} [m^3/h]$$

Formule 2

Afhankelijk van het ventilatievoud kan het aantal vrijkomende deeltjes bepaald worden, dat in de ruimte aanwezig mag zijn. De stoffen die in de ruimte kunnen vrijkomen en de stofdeeltjes die radioactief besmet kunnen zijn, maken het wenselijk dat de ruimte aan een lichte onderdruk onderworpen wordt. Dit om besmettingen van de omgeving te voorkomen.

Deze ruimte wordt niet geclassificeerd als een cleanroom. Het eindfilter van de LBK volstaat met een eind filterklasse F9. Deze heeft een filterend rendement van 99 %

Aangezien de apparatuur, in dergelijke ruimten, een relatief hoog geluidsniveau heeft is demping van het door de LBK geproduceerde geluid minder noodzakelijk. Dit in tegenstelling tot verpleegafdelingen waar men rekening moet houden met de nachtrust van de patiënten.

13.4. Voorbeeldberekening benodigde capaciteit

$$C_{benodigd} [\%] = \left(\frac{(V_{af} + V_s)}{V_{toe}} \right) \times 100 [\%]$$

Formule 4: Capaciteit berekenen aan de hand van stoorinvloeden.

Als voorbeeld: men heeft een ruimte die een ventilatievoud nodig heeft van 200 m³/h. Doordat de deur 30 m³/h meer lekt dan waarop men gerekend heeft, is er een benodigde ventilator capaciteit nodig van minimaal:

$$C_{benodigd} [\%] = \left(\frac{100 [\%] \times (200 + 30)}{200} \right) = 115\%$$

13.5. “What if..” analyse bij storingen

De eerste mogelijkheid is dat er verstoringen ontstaan door deuren die geopend worden. Daarnaast bestaat de mogelijkheid dat er voor ademhalingsondersteuning zuurstof of perslucht toegepast wordt.

De tweede mogelijkheid is dat de druk wegvalt doordat bijvoorbeeld de toevoer-LBK verzaakt. Storing in de luchttoevoer kan in dit geval voorkomen worden door de installaties van vergelijkbare ruimten aan elkaar te koppelen. Door de verschillende installaties te voorzien van een bepaalde overcapaciteit, wordt het mogelijk dat bij uitval de overige installaties de toevoer overnemen. Zie hiervoor ook *afbeelding 6*. Dit geldt eveneens voor de luchtafvoer.

Een derde scenario beschrijft de gevolgen in geval van een stroomstoring. De drukhiërarchie dient dan gehandhaafd te blijven. Dit kan gerealiseerd worden door de afvoer-LBK op het NSA aan te sluiten. Op deze wijze is het mogelijk, middels een lage rotatiefrequentie, de drukhiërarchie in stand te houden. Om deze drukhiërarchie in stand te kunnen houden zal er, in geval van een storing, door de klep RK1 ongeveer 100 m³/h stromen. De gang kan dan van lucht worden voorzien via ongecontroleerde luchtstromen vanuit de omgeving. In deze situatie, op *afbeelding 6*, zullen de volgende kleppen in principe gesloten zijn: TK1,2, en RK2,3.

13.6. RA LAB

Een RA LAB zal aan een aantal eisen moeten voldoen om een maximum aan stralingsbescherming te kunnen bewerkstelligen. Afhankelijk van het risico zijn er drie verschillende klassen: klasse B,C of D. Bij klasse B betreft het hoog radioactief werk en bij de D-klasse gaat het om laag radioactief werk.

Een RA LAB op C of D-niveau kent een afgesloten zone. Bij een LAB op B-niveau betreft het een gecontroleerde zone. De toegang tot een B-niveau LAB moet voorzien zijn van een sluis. De sluis moet verdeeld worden in een “schoon” gedeelte en een “besmet” gedeelte. De scheiding tussen deze gedeelten kan middels een bank of andere visuele aanduidingen gemarkeerd worden. Tevens moet de sluis voorzien zijn van omkleedfaciliteiten. Daarnaast zal er een spoelbak aanwezig moeten zijn om de handen te kunnen wassen. Verder zal er in elke RA LAB apparatuur aanwezig moeten zijn om te kunnen controleren of er nog besmettingen aanwezig zijn.

Bij de ventilatievoorziening in radioactieve laboratoria, is het van belang dat de luchtstroom van de werknemer of patiënt is afgekeerd. Daarbij mag de ventilatie niet geheel uit recirculatie bestaan. Als er met vluchtige stoffen gewerkt wordt, mag er in het geheel geen recirculatie plaatsvinden. Wanneer er niet met vluchtige stoffen gewerkt wordt, zal de verversingsgraad minimaal 20% moeten zijn. De recirculatielucht zal dan voor 99% gefilterd moeten worden. Hierbij volstaat een eindfilterklasse F9. De afgevoerde lucht zal dusdanig afgeblazen moeten worden dat deze gegarandeerd niet meer via een aanzuigkanaal kan terugkeren.

Het ventilatievoud op dergelijke afdelingen bedraagt acht. Indien de afdeling is afgesloten (bijvoorbeeld 's nachts) is een ventilatievoud van twee voldoende.

Enkele nadere specificaties zijn in *tabel 8* vermeld.

Voorziening	D-LAB	C-LAB	B-LAB
toegang	personen moeten bekend zijn met risico's kapstok bij ingang voor labjassen toegangsdeur afsluitbaar	personen moeten bekend zijn met risico's geen toegang voor onbevoegden, kapstok en besmettingscontrole bij ingang toegangsdeur afsluitbaar	gelijk aan C-LAB bovendien: alleen toegang via een sluis met ruimte om om te kleden en schoenen te wisselen
ramen	te openen ramen zijn toegestaan	te openen ramen zijn niet toegestaan	te openen ramen zijn niet toegestaan
Ventilatievoud	8	8	8
onderdruk	onderdruk	minimaal 5 Pa continu gemeten	minimaal 10 Pa continu gemeten
toevoer ventilatielucht	gezamenlijk met andere laboratoria	gezamenlijk met andere laboratoria en met een terugslagklep	gezamenlijk met andere laboratoria en met een terugslagklep
afvoer ventilatielucht	gezamenlijk met andere laboratoria	separaat via lokaal ventilatiesysteem	separaat via lokaal ventilatiesysteem

Tabel 8: eisen voor de verschillende RA LAB's (bron: Criteria stralingbescherming RA LAB mei 2002)

Om een RA LAB te kunnen classificeren zal er een risicoanalyse gemaakt moeten worden van het besmettingsgevaar. Wanneer er grote kans is op besmetting, zal de hoogste classificatie gehanteerd moeten worden. Dit zal grotendeels afhankelijk zijn van de toegepaste radioactieve stoffen. Wanneer er sprake is van een hoge stralingsintensiteit, dan zal de classificatie hoger zijn. Bij de afdeling radiotherapie is een B-classificatie onvermijdelijk. In geval van toepassing van MRI en CT apparatuur is dit niet altijd het geval. Dit hangt af van de toepassing van de apparatuur. Wanneer er uitsluitend contrastvloeistoffen en licht-radioactieve stoffen toegepast worden, kan bijvoorbeeld volstaan worden met een classificatie D.

Bijlage 14. Achtergrond afdeling algemene isolatie

14.1. Inleiding

In deze bijlage wordt ingegaan op de achtergrond informatie welke van toepassing is op de afdelingen algemene isolatie

14.2. Klimaat- kwaliteitseisen

Aangezien men op deze afdeling veelal te maken heeft met besmettingsgevaaren, wordt deze ruimte onderheven aan een onderdrukhiërarchie. Hierdoor voorkomt men dat micro-organismen naar buiten toe ontsnappen. Het gevolg is echter wel dat er stofdeeltjes van buiten naar binnen komen, welke bacteriën kunnen bevatten. Als men in deze ruimte geen maatregelen treft, zal de groei van micro-organismen explosief toenemen. Om dit een halt toe te roepen verlaagt men de relatieve vochtigheid. Deze zal beheerst worden tot maximaal 50 %. Dit betekent echter dat men niet kan voldoen aan de S3- classificatie. Daarnaast blijft het noodzakelijk om de statische elektriciteit te kunnen vereffenen. Dit blijft bij een relatieve vochtigheid van 50 % nog steeds mogelijk. De kans dat er statische elektriciteit opgewekt bij een relatieve vochtigheid lager dan 50 %, wordt echter steeds groter. Hiervoor is vooralsnog geen oplossing voor handen. Men neemt met deze concessie dus genoegen. Deze vorm van S3 wordt ook wel aangeduid met S2-S.

Het ventilatievoud in deze ruimten wordt bepaald aan de hand van het aantal personen dat in de ruimte aanwezig is. Per persoon wordt een ventilatievoud aangehouden van 100 m³/h. Vermenging van lucht uit andere ruimten is niet toegestaan. Dat betekent dat recirculatie alleen mogelijk zou zijn in de ruimte zelf. Dit is echter evenmin gewenst in verband met het ontstaan van een mogelijke besmettingshaard in de recirculatie-unit. Dit alles heeft tot gevolg dat de luchtbewegingen uit 100 % ventilatielucht bestaat.

Deze ruimte wordt geclassificeerd als een cleanroom. Als eindfilter bij het inblaasplenum wordt gebruikgemaakt van een HEPA- filter. Ook in het afvoerkanaal zullen deze filters worden toegepast om bacteriën preventief te elimineren.

Aangezien een patiënt continu in de ruimte aanwezig is, zal het geluidsniveau van de installatie beperkt moeten blijven. Dit in verband met de benodigde nachtrust voor de patiënten. Damping is dus noodzakelijk.

14.3. Isolatievormen

14.3.1. Beschermende isolatie

Bij beschermende (omgekeerde) isolatie zal de ruimte aan een overdrukhiërarchie onderhevig zijn. De sluis heeft een lichte overdruk. Toepassing van overstroomroosters OR1 en 2 zijn in deze situatie, net als bij de IC afdeling, wenselijk. Hierbij zullen de kleppen TK2 en 3 en RK1 en 2 in principe dicht zijn. Dit is in het eerste voorbeeld van *afbeelding 8* weergegeven. TK1 en RK3 zullen geopend zijn. Dit veroorzaakt een bepaalde luchtstroming. Een en ander wordt in de afbeelding weergegeven door middel van zwarte pijlen.

14.3.2. Bron isolatie

Bij bronisolatie heeft de ruimte een onderdrukhiërarchie en de sluis een lichte onderdruk. Het openstellen van de overstroomroosters is bij deze vorm van isolatie niet wenselijk. TK1 en RK3 zullen in principe afgesloten zijn. Dit is in het tweede voorbeeld van *afbeelding 8* weergegeven. Hierdoor verkrijgt men de gewenste hiërarchie. Doordat op deze afdelingen ook

patiënten verpleegd worden die een besmettinggevaar vormen, wordt er geen recirculatie toegepast. De kans op besmettingen wordt in dat geval te groot. Een oplossing is dan 100 % ventilatie.

14.3.3. Universele isolatie

Bij universele isolatie zal de ruimte aan een lichte overdrukhiërarchie onderworpen zijn en de sluis aan een lichte onderdruk. Hierbij is alleen toepassing van OR1 mogelijk. Bij opening van OR2 zal de sluis vuil aantrekken uit de omgeving, hetgeen niet wenselijk is.

RK1 en RK3 zullen hierbij in principe gesloten zijn. Dit is in het derde voorbeeld van *afbeelding 8* weergegeven. Ook om de gewenste hiërarchie te verkrijgen. In tegenstelling tot de beschermende (omgekeerde) bronisolatie, staat RK2 open.

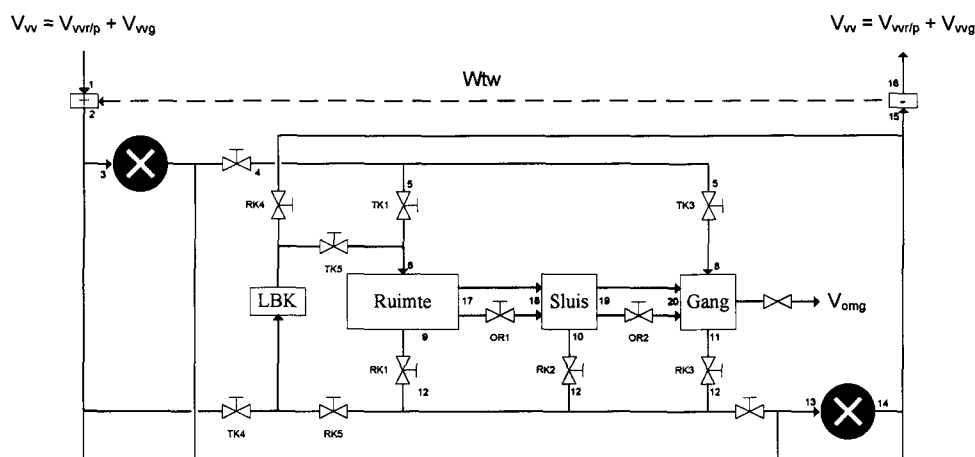
Bijlage 15. Achtergrond alternatief installatieconcept

15.1. “What if..” analyse bij storingen

In deze conceptinstallatie zijn verschillende storingen denkbaar. Voor de ruimte geldt dat er een over- en onderdrukregeling ontworpen moet worden. Deze situaties worden in de voorgaande storingsanalyses beschreven.

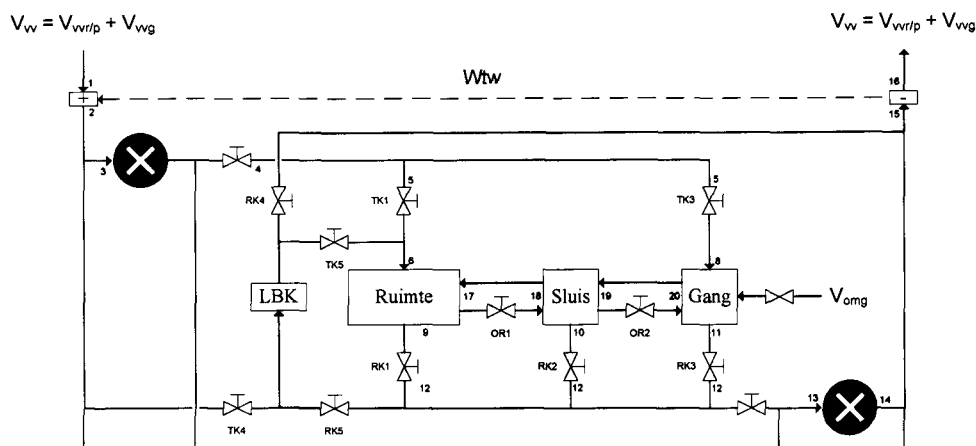
Door de recirculatie-LBK op deze wijze te situeren zijn de meeste storingen ondervangen. Op het moment dat deze LBK in storting raakt, vervalt de recirculatie. De installatie zal dan moeten controleren of de hiërarchie in stand blijft. Dit zal door de modulerende LBK's of modulerende kleppen gerealiseerd moeten worden. Dit zal afhankelijk zijn van de isolatievorm.

In *afbeelding 21* wordt de situatie geschetst in geval de toevoer- en afvoer-LBK uitvallen. Duidelijk wordt dat de overdrukhiërarchie in stand kan worden gehouden door de recirculatie-LBK. Deze instandhouding kan zonder besmettingsgevaar uitgevoerd worden. Omdat de afvoer-LBK niet functioneert, zal de lucht die naar de gang lekt op ongecontroleerde wijze naar de omgeving stromen. Bij deze vorm is het mogelijk om de installatie stand-alone te laten functioneren.



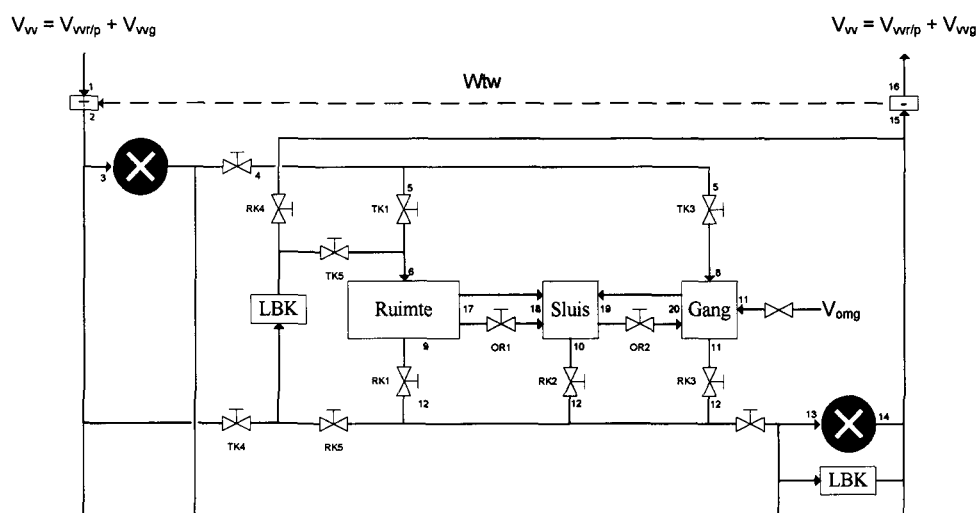
Afbeelding 21: flowchart, storsingssituatie bij beschermende isolatie

In *afbeelding 22* is een vergelijkbare situatie weergegeven als in *afbeelding 21*. Tevens wordt duidelijk dat de onderdrukhiërarchie in stand kan worden gehouden, zonder besmettingsgevaar voor de patiënt. Via de recirculatie kan echter wel een volgende patiënt worden besmet. Dit is het gevolg van het feit dat de recirculatie-LBK als besmettingsbron fungeert. Het is hierdoor niet verstandig dit principe toe te passen op de algemene isolatie afdeling. Dit concept is wel toepasbaar op de nucleaire afdeling. Hierbij vormt de patiënt namelijk niet de besmettingsbron. De luchtstroom die richting de ruimte beweegt, zal bij een storting op ongecontroleerde wijze van de omgeving naar de gang stromen. Bij deze vorm is stand-alone toepassing van deze installatie mogelijk.



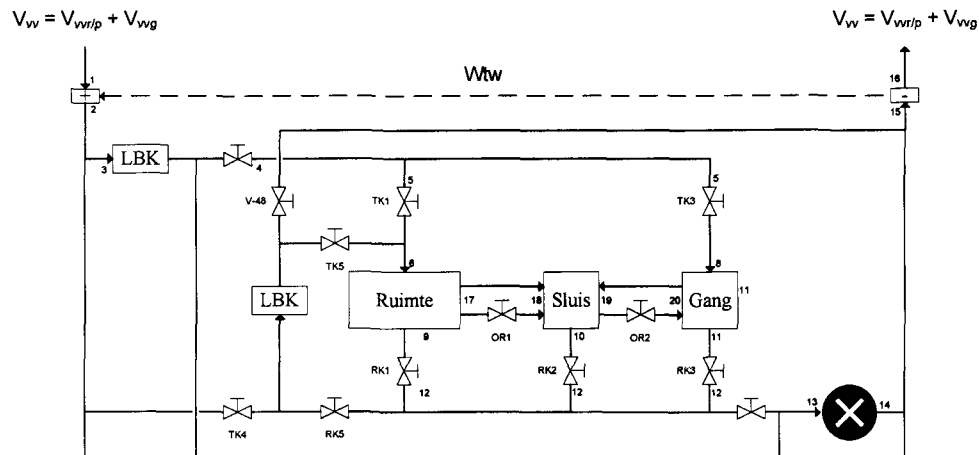
Afbeelding 22: flowchart, storsituatie bij bronisotatie

In afbeelding 23 is de situatie voor universele isolatie weergegeven. Hier ontstaat het probleem dat er in de ruimte lucht ingeblazen moet worden en uit de sluis afgezogen. Om dit te realiseren zijn minimaal twee LBK's nodig. Bij een dubbele storsituatie kan de hiërarchie niet in stand gehouden worden. Deze zal dan niet stand-alone kunnen functioneren. Om in deze situatie de hiërarchie toch in stand te houden zal er een extra afvoer-LBK geplaatst moeten worden. Daarnaast is een koppeling met gelijksoortige ruimten mogelijk.



Afbeelding 23: flowchart, storsituatie bij universele isolatie

De kans dat er twee LBK's tegelijk uitvallen is minimaal. Op het moment dat de toevoer-LBK uitvalt kan de recirculatie-LBK haar functie overnemen, zonder gevaar voor besmetting. Als alleen de afvoer-LBK uitvalt, is overname door de recirculatie-LBK niet mogelijk. Dit in verband met besmettingsgevaar. Afbeelding 24 laat zien dat de hiërarchie wel kan standhouden, maar dat besmettingsgevaar ontstaat op het moment dat de normale bedrijfssituatie weer hersteld is. Dit omdat de recirculatie-LBK besmet kan zijn door lucht uit de sluis. Een tweede LBK in de afvoer lijkt hierbij onvermijdelijk.



Afbeelding 24: flowchart, storingsituatie in afvoer bij universele isolatie

In geval van stroomstoring zal de recirculatie-LBK, bij de eerste twee vormen, de hiërarchie in stand kunnen houden. Dit kan door de kleppen TK4 en 5 en RK4 en 5 in de juiste verhouding tot elkaar te schakelen. De standen zijn afhankelijk van de te handhaven hiërarchie voor de verschillende ruimten. Bij de universele isolatie is het onvermijdelijk om, zoals eerder beschreven, met een tweede afvoer-LBK te werken of om met een vergelijkbare ruimte te koppelen.

Bijlage 16. Hydraulische installatie

16.1. Hydraulische installatie

De hydraulische installatie wordt toegepast om een bepaalde warmte c.q. koude over te brengen. Dit heeft tot doel het medium van de opwekker naar de gebruiker te transporteren. Als medium wordt er veelal water toegepast, een mengsel hiervan met glycol is ook veel voorkomend. Dit mengsel wordt gebruikt als het medium het risico heeft op bevriezingsverschijnselen. Dit wordt dan ook veel in koudwatersystemen en in zonnecelsystemen, waar geen terugloopsysteem aanwezig is, toegepast. Hiermee wordt voorkomen dat de zonnecel op een winterdag stuk vriest.

16.1.1. Warmte- en koude opwekking/ buffering

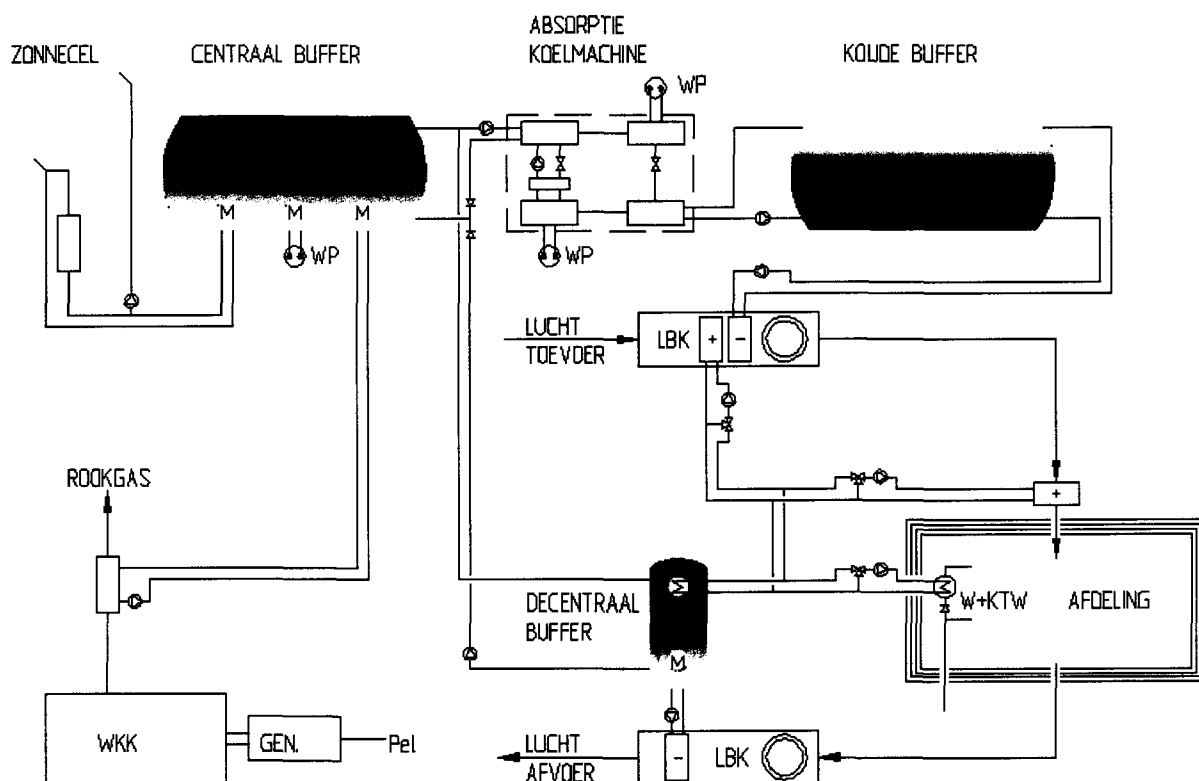
Om voor het hydraulische gedeelte te komen tot een installatieconcept, zal men zich moeten afvragen welke en hoeveel warmtebronnen er nodig zijn. Tevens zal men rekening moeten houden met de capaciteit die gebruikers nodig hebben. Aangezien ziekenhuizen onder de categorie grootverbruikers te categoriseren zijn, zullen er energiebesparende maatregelen getroffen moeten worden. Dit wordt beschreven in *bijlage 10*.

Door de verschillende energiebesparende systemen met elkaar te combineren, ontstaat er een bepaalde effectiviteit. Deze effectiviteit wordt bereikt door warmte centraal te bufferen en vandaar uit te verdelen door het gebouw. Een afbeelding van dit systeem is zichtbaar in *afbeelding 25*. Overtollige warmte (=restwarmte) kan gebruikt worden voor koeling. Dit kan middels het toepassen van een absorptie koelmachine. De werking van deze machine is in *bijlage 16.2* beschreven. Het is mogelijk om dan zomers een hoger rendement uit eventuele zonnecellen en/of WKK systemen te verkrijgen. Deze restwarmte kan dan nuttig gebruikt worden zonder dat het vernietigd hoeft te worden. In de zomersituatie komt warmtevernietiging in de regel veel voor. Dit omdat er dan veel elektrische energie nodig is voor koeling. Als de vraag naar elektriciteit groot is, zullen de WKK systemen ingeschakeld staan. De warmte die hierbij dan ontwikkeld wordt, kan meestal niet nuttig gebruikt worden en zal middels tafelkoelers vernietigd moeten worden.

Door toepassing van een absorptie koelmachine kan de WKK in zomersituaties ook nuttig draaien. Tevens zal er dan minder elektrisch vermogen nodig zijn omdat een deel van de koellast door de absorptie koelmachine wordt opgevangen. Daarnaast kan deze installatie gecombineerd worden met zonnecellen. Dit zal waarschijnlijk een besparing opleveren op het energieverbruik. In combinatie met een warmtepomp wordt het mogelijk dat overtollige restwarmte in de bodem opgeslagen wordt voor de langere termijn bodemopslag.

16.1.2. Gebruikers

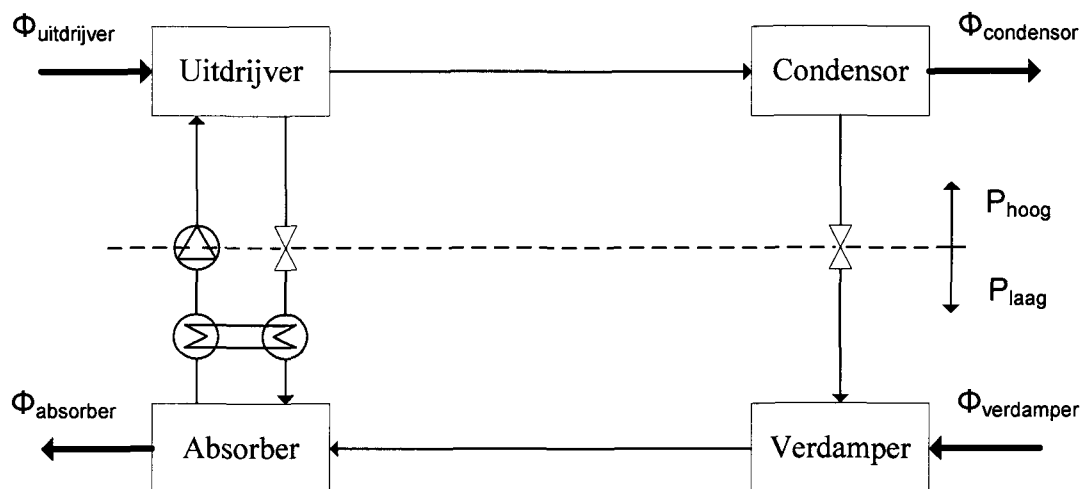
Door warmte decentraal te bufferen kunnen meerdere gebruikers, op bijvoorbeeld een afdeling, bediend worden van warmte. Tevens is dit systeem te combineren met een twin coil. Dit bespaart componenten in de primaire LBK en vermindert de weerstand. Op deze wijze is het ook mogelijk om tapwater te verwarmen. Dit multifunctionele concept wordt aangeduid in *afbeelding 25*. De benodigde koude kan middels een ringleiding de koelbatterijen bedienen.



Afbeelding 25: waterzijdige installatie

16.2. Absorptiekoelmachine

Het principe van een absorptiekoelmachine is er op gebaseerd, dat door het absorberen van het koelmedium in water dit mengsel eenvoudig is te verpompen. Dit in tegenstelling tot de veel bekendere compressiekoelmachine. Deze comprimeert het gasvormige koelmedium hetgeen in verhouding meer energie kost dan het verpompen van een vloeistof. Uit eindelijk is de compressiekoelmachine in principe rendabeler. Dit wordt veroorzaakt door het feit dat, bij de absorptiekoelmachine, het koelmedium uit het water verdampt moet worden. Toepassing van deze koelmachine is dan alleen rendabel wanneer er restwarmte beschikbaar is. Deze restwarmte wordt dan toegepast in de uitdrijver om het koelmedium te laten verdampen. Vervolgens zal het medium in de condensor worden gecondenseerd en het water zal terug naar de absorber gevoerd worden. Door het medium in de verdamper weer te laten verdampen wordt er warmte onttrokken aan het koutwatersysteem. Tot slot zal in de absorber het koelmedium weer in het water opgenomen worden. Dit door het medium in gedeelte te koelen. Een bekende toepassing van een degelijke koelmachine is de koelkas in de caravan. Deze koelmachine is instaat om op gas of middels elektrisch vermogen te koelen. Het principeschema is op *afbeelding 26* te zien.



Afbeelding 26: Principetekening absorptiekoelmachine

Het rendement van de koelmachine kan worden verbeterd door in het waterzijdige gedeelte een warmtewisselaar toe te passen. Feit is dat het mengsel opgewarmd moet worden en het water afgekoeld. Dit kan deels door de warmtewisselaar gerealiseerd worden.

Bijlage 17. Hoofdcomponenten

17.1. Inleiding

In deze bijlage wordt ingegaan op de achtergrond informatie over de hoofdcomponenten die in een installatie toegepast kunnen worden.

17.2. Ventilator

De ventilator heeft als functie de lucht door het systeem te transporteren. Deze luchtbeweging kost veel energie. Dit om luchtweerstand in kanalen en appendages te overwinnen. In het kader van energie terugwinning komt het voor dat LBK's uit vele componenten bestaat. Dit leidt tot grote luchtweerstand. Om deze weerstanden te overwinnen zijn grotere ventilatoren noodzakelijk. Hierdoor neemt het elektrisch vermogen drastisch toe. In sommige gevallen zal men zich moeten afvragen of al die maatregelen rendabel zijn.

Door het toepassen van een toerengeregelde modulerende ventilatoren, in combinatie met modulerende regelkleppen, kan men veel energie besparen. Dit wordt veroorzaakt door het feit dat er naar behoefte kan worden geventileerd. Hetgeen zal leiden tot bijvoorbeeld CO₂ gestuurde ventilatie. Ook is het mogelijk met behulp van een personenteller het ventilatie te bepalen.

17.3. Filters

Om een snelle vervuiling van het eindfilter te voorkomen zal er meertraps gefilterd worden. Afhankelijk van de classificatie van de ruimte worden er voorfilters, nafilters en in sommige situaties tussenfilters toegepast. Filters worden in vier hoofdgroepen gerangschikt:

- Grof filters (van G1 tot en met G4)
- Fijn filters (van F5 tot en met F9)
- HEPA filters (van H10 tot en met H14)
- ULPA filters (van U15 tot en met U17)

Bij cleanrooms zal, afhankelijk van de ruimteclassificatie, een absoluut filter geplaatst worden van H10 tot en met U17. De U17 heeft een gemiddeld fractioneel rendement van $\geq 99,999995\%$ bij een deeltjes grootte van $0,12\mu\text{m}$. Deze filters zal men in de gezondheidszorg niet veel toepassen. Hier zal men, indien noodzakelijk, HEPA filters toepassen. De meest toegepaste absoluutfilters in gezondheidsgebouwen zijn met name de H13 filters. Deze filters hebben een gemiddeld fractioneel rendement van $\geq 99,95\%$ bij een deeltjes grootte van $0,3\mu\text{m}$.

17.4. Lucht(na)verwarmer

Om aan de warmte last te kunnen voldoen wordt in een LBK een heater toegepast. Deze kunnen in de volgende hoofdgroepen worden ingedeeld:

- Open verbranding
- Direct gestookte ketel
- Indirect gestookte ketel met een warmtedrager (veelal water).

De openverbranding wordt niet vaak meer toegepast. In enkele spuitcabines komt het nog voor. Dit vanwege het hoge rendement en de snelle regelbaarheid. Risico op koolmonoxide vergiftiging is daarbij niet uitgesloten.

Met de direct gestookte ketel kan met wel snel regelen maar het rendement is drastisch lager.

De indirect gestookte ketel benaderd het rendement van een open verbranding. Daarbij komt dat de regelsnelheid aan de lage kant is, maar door met relatief lage temperaturen te werken wordt dit gecompenseerd. Dit maakt ook dat deze laatste optie veel toegepast wordt. Een daarbij komend voordeel is dat men met een centraal ketelhuis kan werken.

17.5. Koelbatterij

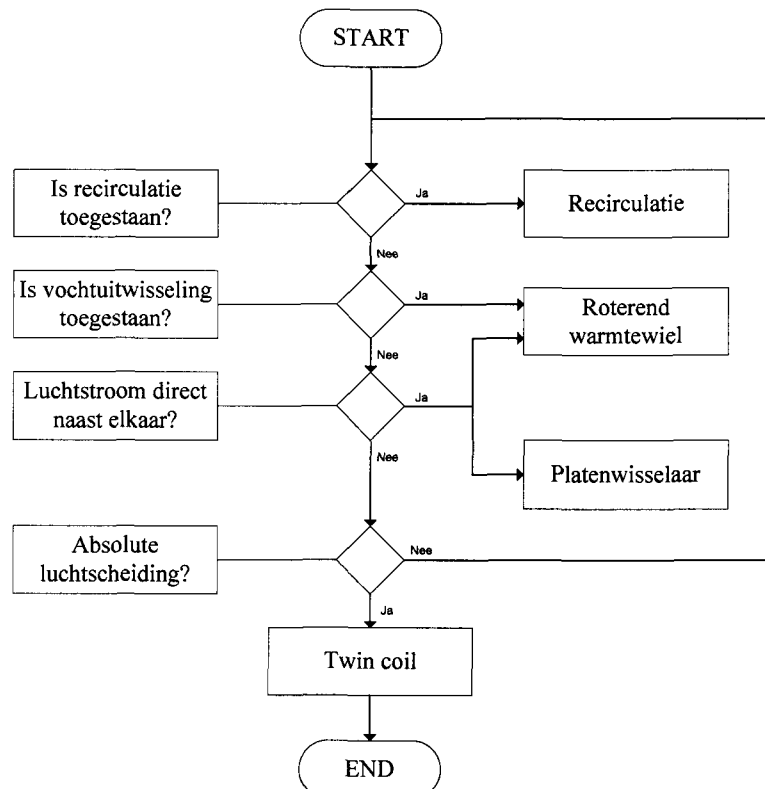
De koelbatterij, die de koellast op zich dient te nemen, wordt veelal toegepast met een warmte drager. De warmte drager bestaat meestal uit een water- glycol mengsel. Als hoofdfunctie van de koelbatterij is te voldoen aan de koellast. Daarbij komt dat deze ook als ontvochtiger kan fungeren. Door te koelen stijgt in het koelelement de relatieve vochtigheid. Als vervolgens het dauwpunt bereikt wordt, zal het vocht gaan condenseren. Dit condensaat moet worden afgevoerd. Door vervolgens de lucht na te verwarmen zal de relatieve vochtigheid in het gewenste niveau uit komen.

17.6. Warmteterugwinning

De rede om warmteterugwinning toe te passen is om energie te besparen. Hierdoor zijn de energiekosten lager en de uitstoot van onder andere CO₂ wordt beperkt. Effect van deze maatregelen is echter wel dat de luchtweerstand in de LBK toeneemt. Warmteterugwinning kan op verschillende manieren plaatsvinden:

- recirculatie
- warmtewiel
- kruisstroomwisselaar
- twin coil

In *afbeelding 27* is de flowchart weergegeven om een selectie te maken wanneer welk systeem toepasbaar is.



Afbeelding 27: flowchart, selectie van warmteterugwinsystemen (Bron: ISSO-publicatie 11)

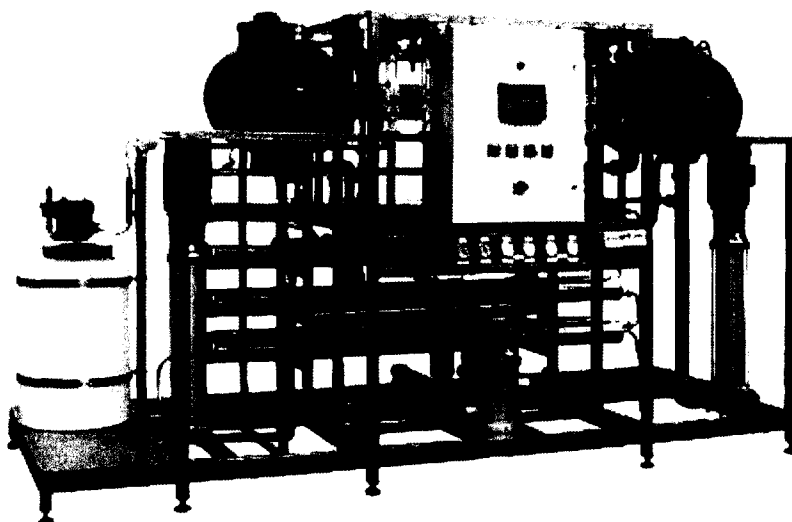
Als er in een luchtbehandelingsstelsel geen recirculatie toegepast mag worden, dan zijn de mogelijkheden voor een warmterugwinning beperkt. Dit omdat er veelal niet een absolute scheiding van de luchtstromen gegarandeerd kan worden. Het stelsel dat deze scheiding wel kan garanderen is het twin coil stelsel. Bij een warmtewiel bijvoorbeeld is er sprake van, dat vocht en warmte van de afvoerlucht in de aangezogen buitenlucht gebracht kan worden en daardoor ook besmettingen.

17.7. Bevochtiger

Om de lucht in goede conditie te houden op gebied van de relatieve vochtigheid is het noodzakelijk om een bevochtigingstelsel te installeren. Deze bevochtiging kan op verschillende manieren gerealiseerd worden, te weten met:

- Parketbevochtig
- Sproei-bevochtiging
- Stoombevochtiging
- Adiabatiese bevochtiging
 - o Ultrasonie bevochtiging
 - o Infrasonie bevochtiging
 - o Hybride bevochtiging
 - o Persluchtbevochtiging

In ziekenhuizen zullen hoofdzakelijk stoombevochtigers toegepast worden. Dit in verband met het feit dat er bij stoom geen bacteriën meer aanwezig zijn. Tevens beschikken de meeste ziekenhuizen over een stoominstallatie. Dit voor WKK systemen. Door gebruik van stoom zijn de gebruikskosten voor stoom relatief laag. Dit in tegenstelling tot de overige systemen. Hiervoor zal men dan osmosewater installatie moeten toepassen met een zilverionisator. Dit alles om bacterievorming te voorkomen. Een dergelijke installatie is afgebeeld op *afbeelding 28*



Afbeelding 28: waterbehandelingsinstallatie voor osmosewater (bron: www.lubronwaterbehandeling.nl)

17.8. Druppelvanger

De druppelvanger voorkomt dat niet opgenomen waterdeeltjes opgevangen wordt. Vervolgens is het mogelijk dat dit water wordt afgevoerd. Dit ter voorkoming dat er water in de LBK of kanalen komt te staan. Ook is het mogelijk dat er keramische druppelvangers toegepast worden. Deze druppelvangers absorberen dan de druppels, de geabsorbeerde waterdeeltjes

worden later weer afgegeven aan de lucht. Het opgenomen water zal door de luchtsnelheid van de lucht van het keramisch materiaal verdampen. In deze situatie fungeert de druppelvanger ook als na verdamper.

17.9. Geluiddemper

De installatie zal van geluiddempers moeten worden voorzien. Deze zal er enerzijds voor moeten zorgen dat de omgeving niet in aanraking komt met geluidsoverlast. Anderzijds zal het geluidniveau binnen in het gebouw beperkt moeten blijven. Zeker op patiënten afdelingen waar onder andere de nacht zal worden doorgebracht. Hierbij is beperkt geluidsniveau van ongeveer 35 dB noodzakelijk. In onderzoekskamers kan dat hoger liggen. De aanwezige apparatuur produceren daar ook een hoger geluidsniveau. Zie hiervoor ook *bijlage 11*.

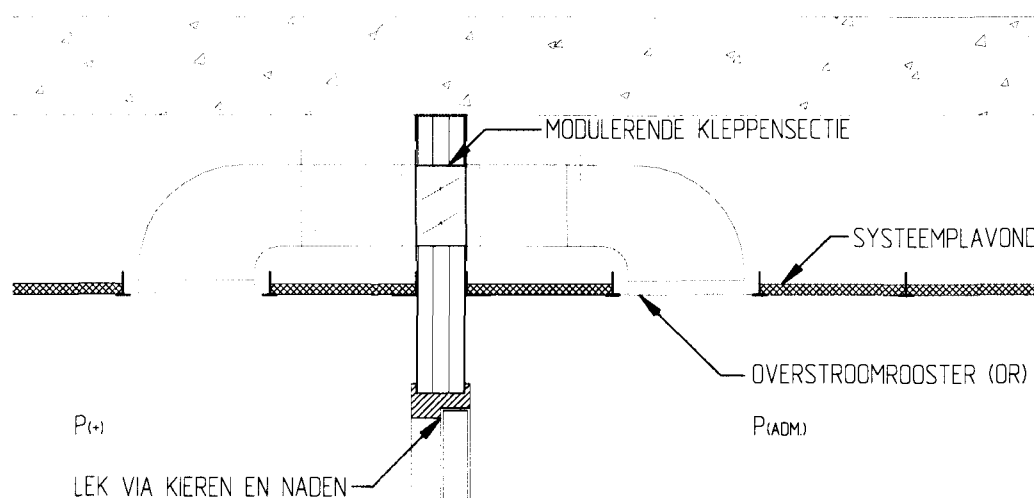
17.10. Kleppensecties

Eén van de redenen dat met in een installatie een kleppensectie inbouwt, is dat men hiermee de kanaal weerstand en luchthoeveelheid kan regelen die men per tijdseenheid nodig heeft. Deze kunnen eenmalig ingeregeld worden zodat een bepaalde luchthoeveelheid per sectie wordt afgestaan.

17.10.1. Modulerende kleppensecties

Ook is het mogelijk dit modulair met een modulerende kleppensectie te regelen. Dit als de vraag naar een bepaalde luchthoeveelheid varieert. Hierbij is het verstandig een modulerende ventilator te kiezen. Zodat niet een nieuwe balans gezocht hoeft te worden met de andere kleppensecties van de overige secties.

Een toepassing van modulerende kleppen is, zoals eerder vermeld, in combinaties met overstroomroosters. Het voordeel van deze combinatie is dat men, door met de klep te moduleren, de druk in de ruimte met de hoogste prioriteit kan regelen. Op het moment dat de kieren van de deur meer lucht lekken dan gecalculeerd is dit relatief eenvoudig met deze kleppen na te regelen. Op het moment dat de deur wordt geopend zal de klep sluiten. Gevolg is dat de drukval minder hevig is dan wanneer er niet met dergelijke roosters gewerkt wordt. Een doorsnede van deze installatie is afgebeeld op *afbeelding 29*.



Afbeelding 29: doorsnede van een toegepaste modulerende overstroomrooster.

17.10.2. Brandkleppen

In het kader van brandveiligheid is het zaak delen van een ziekenhuis te compartimenteren. Aangezien installaties vrijwel altijd een bepaald compartiment doorkruist zullen op deze

kruisingen brandkleppen toegepast moeten worden. Deze kleppen zullen worden ingemetseld of in geval van prefab zal deze aan de hand van sparingsopgave worden ingestort in de prefab wand. Hiermee wordt de compartimentering gewaarborgd. Afhankelijk van de gestelde eisen zal deze klep moeten voldoen aan een bepaalde brandbestendigheid en doorbrandtijd.

Bijlage 18. Artikel UMC-krant

18.1. Inleiding

In het informatieblad van het UMC Utrecht (UMC krant 16-03-2005) stonden artikelen over MRSA en toepassing van MRI apparatuur. In het artikel over MRSA is er een discussie over het wel of niet isoleren van een MRSA- patiënt. Dit zal van invloed kunnen zijn op het realiseren van isolatie ruimten. Daarna wordt er ingegaan op het toepassingsgebied van MRI-scanners. Aangezien de scanners meer toegepast zullen gaan worden, zal de installatietechniek branche hiermee vaker geconfronteerd worden.

18.2. MRSA

In Nederland wordt wat betreft MRSA een search en destroy beleid gevoerd. Rede hiervoor is dat deze MRSA (=ziekenhuisbacterie) zich gemakkelijk verspreid en resistent is voor antibiotica. Een search en destroy beleid betekent dat er bij iedere vorm van verdenking van een MRSA, maatregelen worden getroffen. Een patiënt wordt geïsoleerd, waarna diverse tests volgen om dragerschap van een MRSA vast te stellen. Er is discussie tussen neurologen en microbiologen over het nut van het isoleren van patiënten. Men is het nog niet met elkaar eens, maar wijzigingen in het MRSA- beleid worden niet uitgesloten.

De neurologie beweert dat het isoleren van patiënten het verspreiden van MRSA niet of nauwelijks tegengaat. Terwijl een patiënt wel geconfronteerd wordt met de gevolgen van isoleren. Zo is uit onderzoek gebleken dat patiënten gemiddeld minder doktersbezoek krijgen in verband met de gestelde procedures.

De biologen beweren dat het huidige beleid gehandhaafd moet blijven. Men ziet het als de deltawerken waar men trots op behoort te zijn. Tevens vreest men dat, als dit beleid wordt losgelaten, het aantal MRSA patiënten zal stijgen en dientengevolge ook de behandelkosten. Ook vreest men voor een toenemend aantal dodelijke slachtoffers.

18.3. Meer met MRI

MRI- scanners worden steeds geavanceerder. Als gevolg hiervan wordt ook het toepassingsgebied steeds breder. Het wordt niet alleen meer toegepast voor beeldvormende diagnostiek, maar ook bij operaties. Deze techniek staat bekend als de zogenaamde "sleutelgatchirurgie". Hiervoor is namelijk 3D beeld noodzakelijk.

Tevens is het mogelijk om een MRI- scanner toe te passen als thermometer. Hiermee kan men dan het temperatuurverloop van het lichaam in beeld brengen. Vervolgens kan men met gefocusseerd ultrageluid de temperatuur plaatselijk beïnvloeden. Op deze wijze kunnen bijvoorbeeld tumoren behandeld worden zonder ingrijpende operaties.

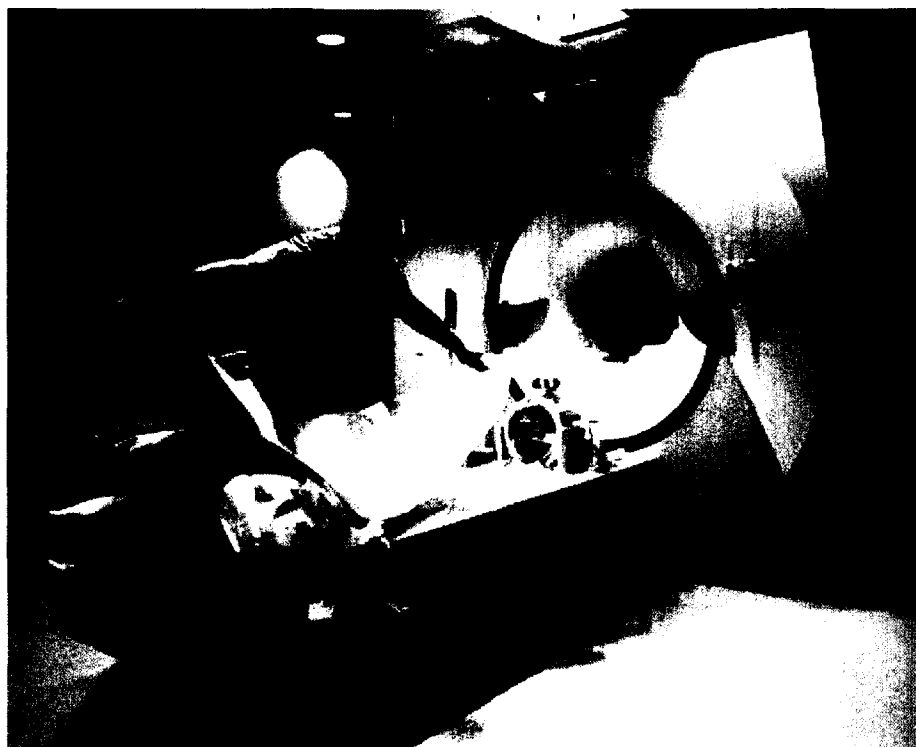
Bij traditionele operaties wordt ook gezond weefsel uit voorzorg verwijderd. Bij een MRI behandeling wordt de aantasting van gezond weefsel aanmerkelijk beperkt. Het wordt dan ook mogelijk om op niet-opereerbare plekken tumoren te behandelen. Een voorbeeld hiervan staat vermeld op *afbeelding 30*. Na toediening van radioactief jodium is er middels een CT afbeelding een tumor waar te nemen bij de pijn.



Afbeelding 30: MRI foto van een lever met een tumor (bron: Het Ingenieursblad 5-2001)

De kwaliteit van het beeld dat door een MRI gegenereerd wordt, is afhankelijk van de veldsterkte van het apparaat. Een veelgebruikte veldsterkte in Nederland is ongeveer 3 Tesla. Als men ook andere behandelingen wil uitvoeren met behulp van MRI-apparatuur zal de kwaliteit van het beeld verbeterd moeten worden. Om dergelijke behandelingen te kunnen uitvoeren zal men MRI scanners in huis moeten hebben van minimaal 7 Tesla.

Met deze hoge beeld kwaliteit kan men ziekten en ziekteprocessen eerder opsporen. Zo kan men sneller ziekten zoals Alzheimer en MS vaststellen. Het wordt dan ook mogelijk om de biochemische samenstelling van weefsel te kunnen meten. Dit is van belang bij borsttumoren en prostaatkanker. Een volgende ontwikkeling in deze techniek zou kunnen zijn het opsporen van stamcellen. Hiermee zou men de bron van ziekten kunnen opsporen en op termijn wellicht zelfs kunnen voorkomen.



Afbeelding 31: MRI opstelling in een ruimte (bron: the sky factory)

Bijlage 19. Ruimte omschrijving

De afdeling, waarmee het vergelijk gemaakt word, is ook weer onder te verdelen in verschillende deelafdelingen:

- MRI deelafdeling;
- CT deelafdeling;
- Echo Deelafdeling;
- Mammo deelafdeling.

De MRI deelafdeling heeft drie MRI scanners die opgesteld staan in verschillende ruimten. Daarnaast zijn er nog twee bedieningsruimten om de apparatuur aan te sturen. Ook is er nog een toedieningruimte waar een contrastvloeistof toegediend word. In deze ruimten kan ook gips toegepast worden om bepaalde lichaamsdelen te positioneren. De ruimte is tevens voorzien van kleed hokjes en rolstoeltoilet waar een mindervalide persoon zich ook kan omkleden. Ook heeft deze deelafdeling twee techniek ruimten waar diverse onderdelen opgesteld zullen staan.

De CT deelafdeling beschikt over twee CT scanners deze zijn in afzonderlijke ruimten opgesteld. Ook deze deelafdeling is voorzien van een bedienings-, een voorbereidings- en een techniekruimte.

De echo- en Mammografie zijn in één deelafdeling geïntegreerd. Hierbij is de voorbereiding minder ingrijpend. Hiervoor is dan ook geen aparte ruimte nodig en zullen de behandelingen in dezelfde behandelruimte plaatsvinden. Er zijn wel kleedruimten waar patiënten voor (en na) de behandeling zich kunnen omkleden. Dit gedeelte bevat vier echografische behandelruimten en twee mammografische. Hierbij is er voor met name de mammografische behandelingen een techniekruimte

Centraal voor deze deelafdelingen zijn er wachtruimten met daarbij sanitaire voorzieningen. Buiten deze deelafdelingen zijn er ruimten die niet voor patiënten bestemd zijn, zoals berg ruimten koffiekamers en laboratoria waar eenvoudig onderzoek gedaan kan worden.