

Isolatieboxen met of zonder sluis?



Ing. Ph.J. Ham*

Modelonderzoek naar het risico voor kruisinfecties bij verschillende bouwkundige ontwerpen voor een medium-care verpleegafdeling in het Wilhelmina Kinderziekenhuis te Utrecht

ISOLATION ROOMS WITH OR WITHOUT AIRLOCKS?

A model survey on the risk of cross contamination in various architectural designs for a medium-care nursing department in the Wilhelmina Child Hospital, Utrecht, The Netherlands.



Ir. A.D. Lemaire*

Inleiding

In de nieuwbouw van het Wilhelmina Kinderziekenhuis (WKZ) te Utrecht zullen 3 medium care verpleegafdelingen worden ingericht met elk 12 isolatiekamers voor normale isolatie. Het betreft hierbij patiënten met een (mogelijk) verhoogd infectierisico of (mogelijk) infectueuze patiënten. Volgens het Programma van Eisen (PVE) Academische Ziekenhuizen dienen zulke boxen te worden uitgevoerd met sluisen. Het WKZ vraagt zich af of het uit oogpunt van besmettingsrisico is toegestaan de boxen zonder sluis uit te voeren en welke extra luchttechnische maatregelen daarvoor nodig zijn. De argumenten om bij voorkeur geen sluis toe te passen zijn:

- Er wordt een aanzienlijke ruimtebesparing bereikt;
- De bouwkosten worden gereduceerd;
- Alle boxen zijn uniform;
- De patiënt zal zich minder geïsoleerd voelen;
- Een sluis vormt een optische barrière;
- Met dit systeem dat in het huidige gebouw wordt toegepast zijn goede ervaringen opgedaan waarbij vrijwel geen kruisinfecties worden geconstateerd.

Om een vergelijking mogelijk te maken van het infectierisico bij het al of niet toepassen van een sluis werd door de afd. Binnenmilieu, Bouwfysica en Installaties van TNO-BOUW in opdracht van het WKZ een vooronderzoek uitgevoerd met behulp van een ventilatiemodel. In dit model werd voor de beide plattegronden nagegaan hoe de verspreiding van kiemen plaatsvindt wanneer een zekere routing van een nieuwe patiënt en van het personeel door de afdeling wordt aangenomen.

Later vond een aanvullend onderzoek plaats om te komen tot een concreet ontwerp van het luchtsysteem. Gebruik makend van een tweedimensionaal stromingsmodel werd bepaald dat het besmettingsrisico nog verder kan worden verkleind door toepassing van lijnroosters in de gangen voor de toevoer van verse lucht.

Samenvatting

Voor de nieuwbouw van het Wilhelmina Kinderziekenhuis te Utrecht werd een onderzoek gedaan naar het besmettingsrisico in een medium-care verpleegafdeling bij het al of niet toepassen van sluisen. Met behulp van een ventilatiemodel en een tweedimensionaal stromingsmodel werd aangetoond dat dit zonder sluis voldoende kan worden beperkt door in de gang het ventilatievoud te verhogen, de verblijfsduur van de patiënt te beperken en de lucht via lijnroosters boven de deuren toe te voeren.

Summary

For a medium-care nursing department in a new childrens hospital in Utrecht, The Netherlands, an investigation was carried out to compare the infection risks with and without air locks. Computer simulation pointed out that using no air lock is acceptable by raising the ventilation rate and limiting the remaining time of the patient in the corridor. Further reduction can be brought out by using line grids above the room doors for the supply of air in the corridor.

Het vooronderzoek

Het vooronderzoek met het ventilatiemodel voor kiemconcentraties werd in twee fasen uitgevoerd:

Fase 1:

Als eerste oriëntatie werd een vergelijkend onderzoek uitgevoerd naar een

plattegrond met en zonder toepassing van een sluis. De uitgangspunten hierbij zijn vrij ongunstig gekozen om aan te tonen welke factoren sterk van invloed zijn op de verspreiding van kiemen.

Fase 2:

Hierbij werd voor de situatie zonder sluis aangetoond dat de verspreiding van kiemen laag gehouden kan worden door een aantal extra maatregelen. De te nemen maatregelen werden in overleg met het WKZ gekozen.

* TNO-BOUW, afdeling Binnenmilieu, Bouwfysica en installaties

Uitgangspunten bij de modelvorming

Doordat dit deel van het onderzoek plaatsvond in een stadium dat nog geen concrete bouwkundige gegevens bekend waren werd uitgegaan van de bouwkundige voorzieningen zoals deze in het Programma van Eisen (PVE) voor Academische Ziekenhuizen [1], (Kinder- verpleging code 1.11) zijn aangegeven:

Isolatiekamer

afmetingen lxbxh 4,6 x 2,6 x 2,7 = 32 m³
klimaatcode: 5Ua d.w.z.: ventileren met 100% buitenlucht, ventilatievoud 5, één niveau onderdruk.

luchtoevoer 160 m³/h
deurbreedte 1,20 m

sluis

afmetingen lxbxh 1,4 x 2,6 x 2,7 = 10 m³
klimaatcode 8Xaa d.w.z.: ventileren met 100% retourlucht (uit andere vertrekken), ventilatievoud 8, twee drukniveaus onderdruk

deurbreedte 1,20 m

Gang

De gang wordt niet behandeld in het PVE. In verband met het bedden-transport wordt uitgegaan van een breedte van de gang van 2,4 m.

afmetingen over drie kamers lxbxh = 2,6 x 2,4 x 2,7 = 17 m³

Overige uitgangspunten

- Wanneer een patiënt met een infectieuze ziekte naar één van de boxen wordt gebracht zal de concentratie van kiemdragende deeltjes niet overal in de gang gelijk zijn omdat zich over de gehele ganglengte afwisselend toe- en eventueel afvoerroosters zullen bevinden. Bij de modelvorming is er daarom vanuit gegaan dat voor de berekening van de concentratie in de gang slechts een gangdeel moet worden beschouwd ter lengte van 3 boxen (inhoud 3 x 17 = 51 m³). In het model wordt verder aangenomen dat er in dit gangdeel volledige menging van lucht plaatsvindt.
- Om een bewuste stromingsrichting door de deurkieren te handhaven moet bij toepassing van een sluis worden uitgegaan van een luchttransport van minimaal 90 m³/h per deur. Hieruit volgt dat het ventilatievoud in de gang niet lager gekozen kan worden dan: $3 \times 90 / 51 = 5,3$. In de situatie zonder sluisen wordt een ventilatievoud van 10 aangehouden.

- Bij de concentratieberekeningen is uitgegaan van een afgifte van kiemdragende deeltjes door de patiënt van 2000 KVE per minuut. Dit getal is wellicht discutabel maar voor de berekeningsresultaten is deze aanname niet van groot belang omdat de te berekenen verdunning in feite onafhankelijk is van de bronsterkte. Nader gegevens over de afgifte van kiem-

blijft 30 sec. open, daarna gaat deur kamer 1 gedurende 30 sec. open

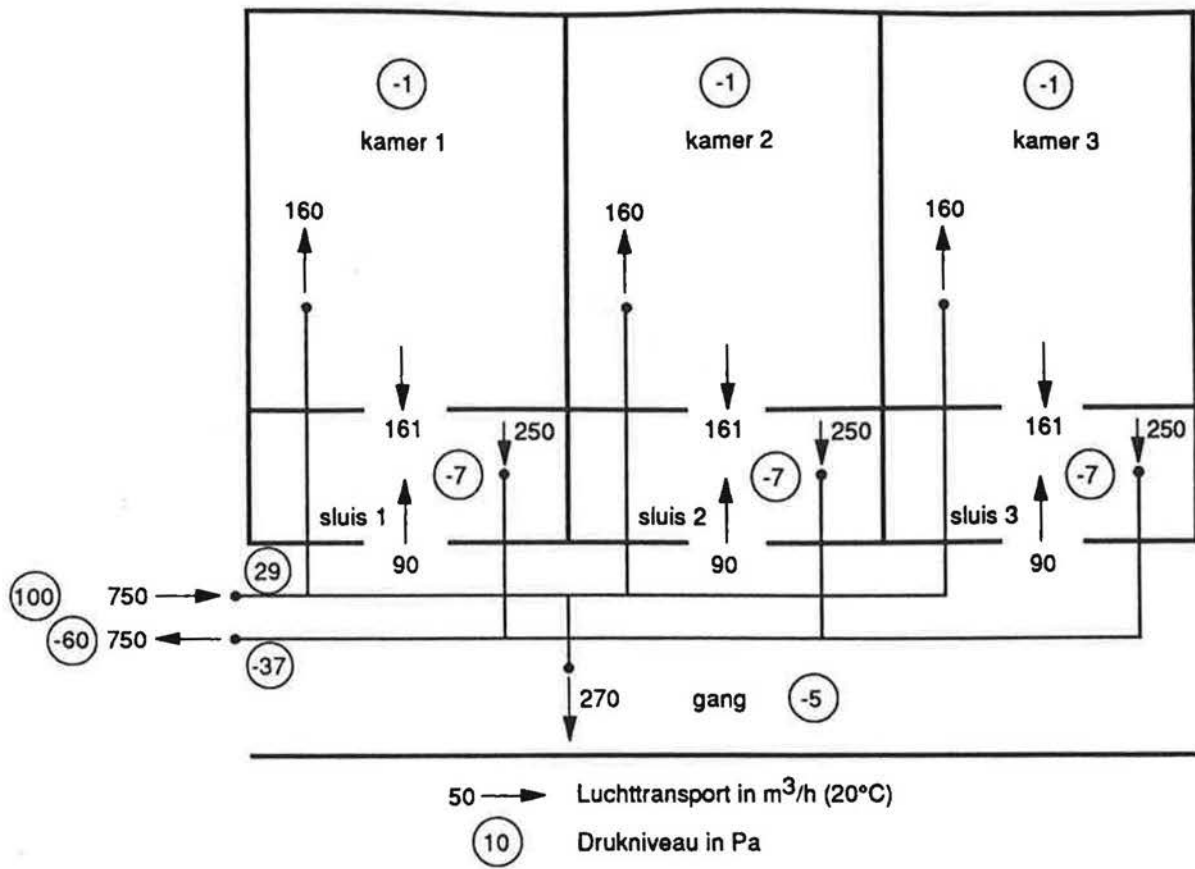
- zonder sluis (zie figuur 2)
tijd activiteit
- 12.00 patiënt komt de gang in, overige deuren dicht
- 12.05 deur kamer 2 wordt geopend en blijft 30 sec. open
- 12.06 deur kamer 1 wordt geopend en patiënt wordt binnen gebracht; deur blijft 30 sec open
- 12.07 deur kamer 2 wordt geopend en blijft 30 sec. open
- 12.30 deur kamer 1 wordt geopend en blijft 30 sec. open

Berekeningsresultaten

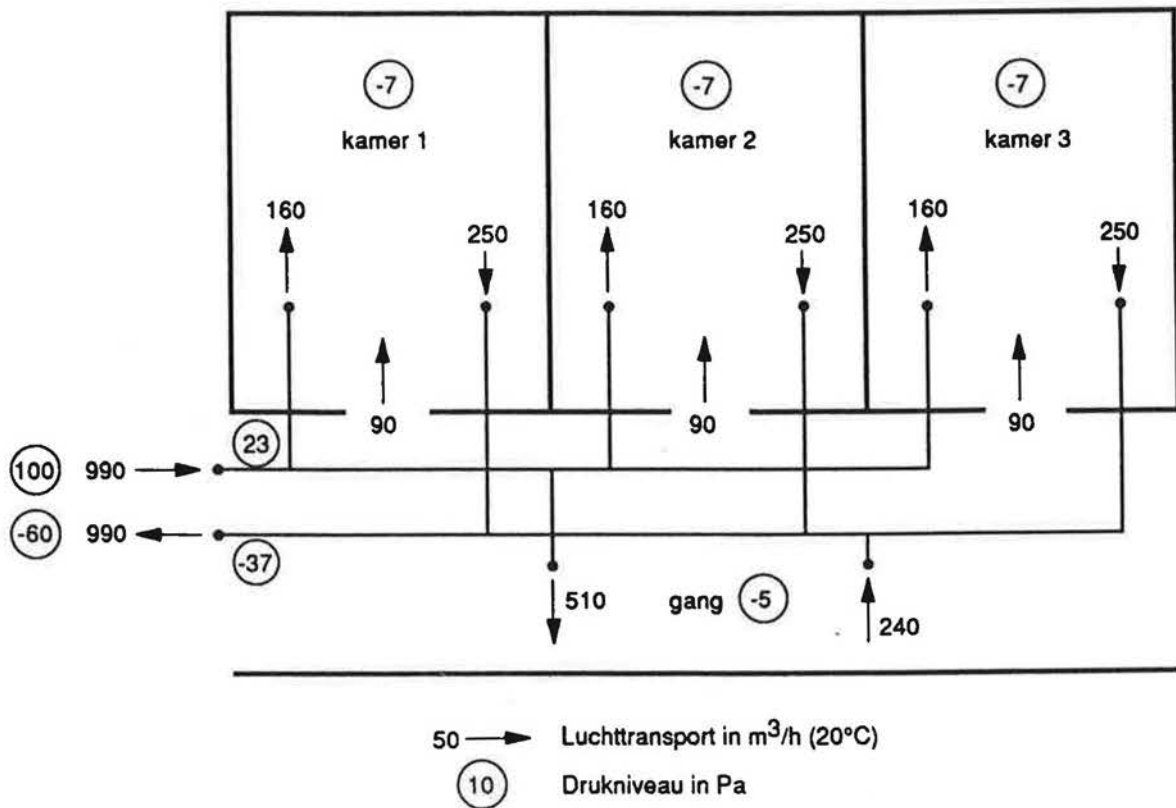
Fase 1

In de figuren 1 en 2 zijn de ontwerpcondities voor de beide varianten van de plattegrond weergegeven. Via een gemeenschappelijk leidingnet wordt per kamer 160 m³/h toegevoerd. Bij het systeem met sluis (figuur 1) wordt deze lucht tezamen met de uit de gang overstromende lucht (90 m³/h) via de sluis afgevoerd die hierdoor zowel ten opzichte van de gang als ten opzichte van de kamer een onderdruk verkrijgt. In de gang wordt per 3 kamers 270 m³/h toegevoerd. Het drukniveau in de gang is lager gesteld dan in de rest van het ziekenhuis. Hiermee wordt een extra beveiliging verkregen tegen het verspreiden van lucht vanuit de isolatie-afdeling naar andere delen van het ziekenhuis. Het vanuit het ziekenhuis naar de gang overstromende luchtdebiet kan in mindering worden gebracht op de toevoer in de gang. Bij het systeem zonder sluis (figuur 2) wordt per kamer 250 m³/h afgezogen om een onderdruk van de kamer ten opzichte van de gang te bewerkstelligen. In de gang is een hoger ventilatievoud (het aantal luchtwisselingen per uur) bewerkstelligd door ten opzichte van de situatie met sluis extra lucht toe- en af te voeren. Hierdoor wordt een sterkere verdunning van eventueel aanwezige kiemen in de gang nagestreefd. Voor het drukniveau in de gang geldt hetzelfde als voor de situatie met sluis. Het vanuit het ziekenhuis overstromende luchtdebiet kan in mindering worden gebracht op de luchttoevoer in de gang met behoud van hetzelfde ventilatievoud.

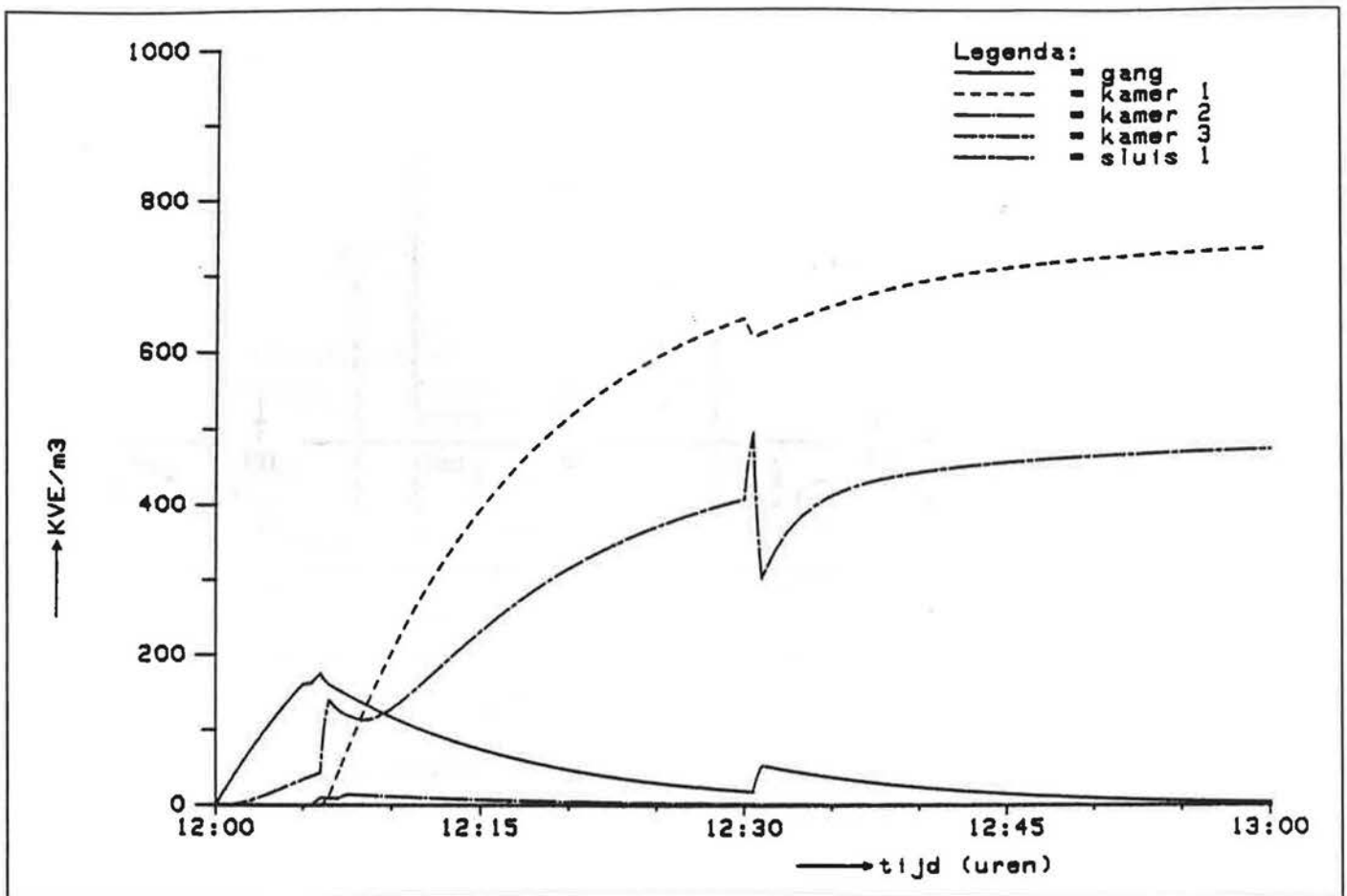
Uit de figuren 1 en 2 is af te leiden dat bij het systeem zonder sluisen in totaal meer lucht (990 m³/h) wordt verbruikt



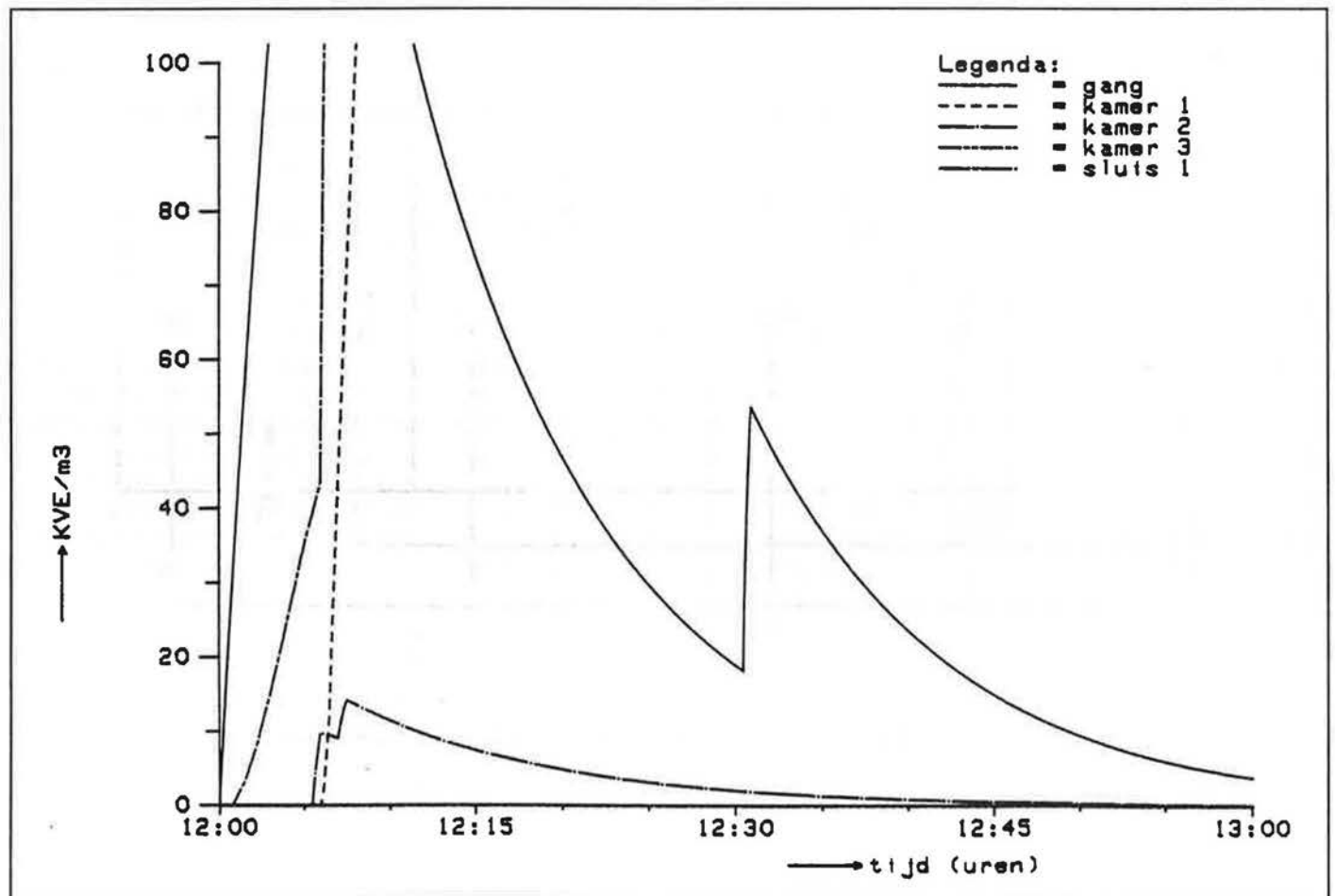
Figuur 1. Ontwerpsituatie met sluisen (fase 1)



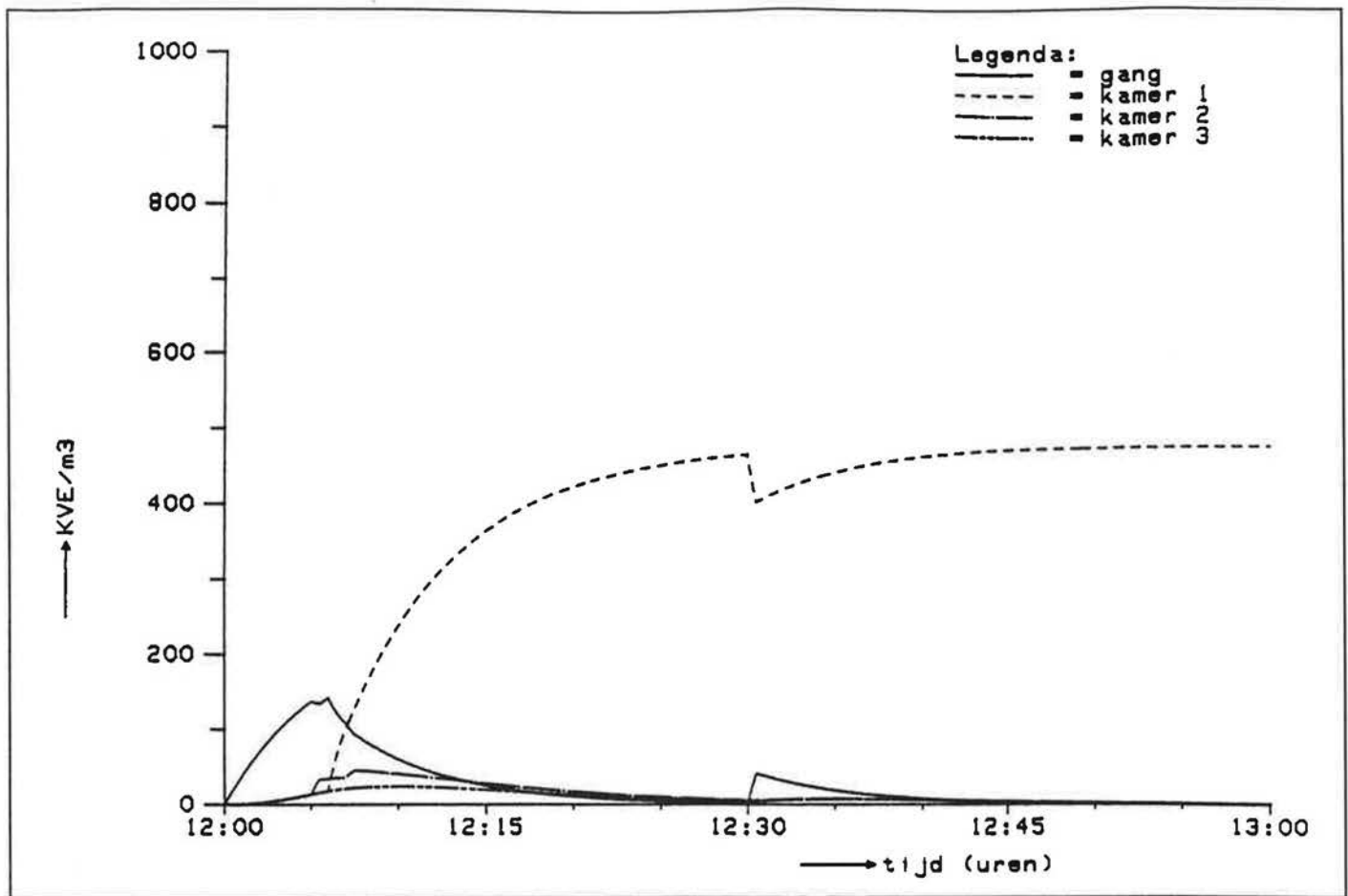
Figuur 2. Ontwerpsituatie zonder sluisen (fase 1)



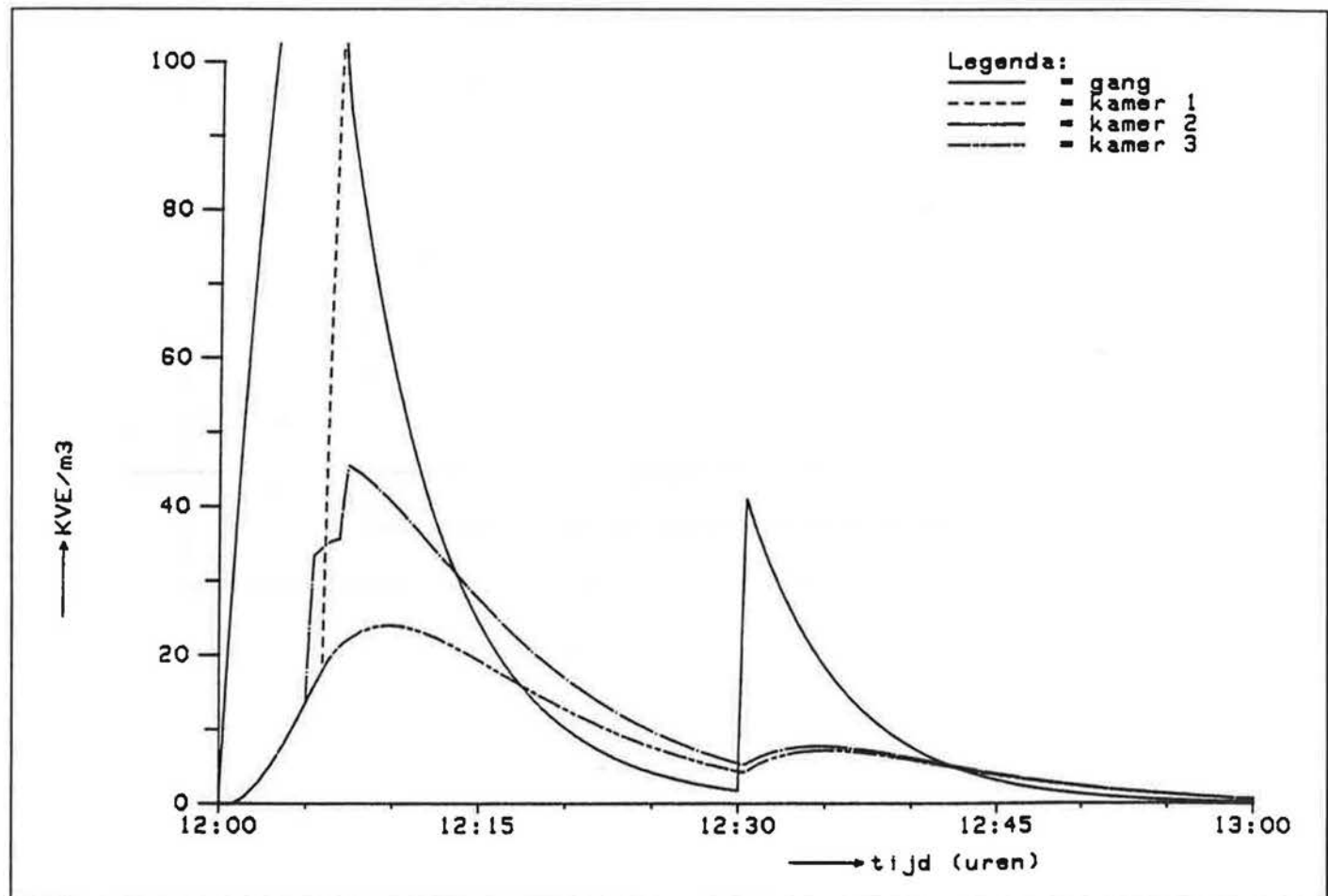
Figuur 3a. Berekend concentratieverloop voor ontwerp met sluis (fase 1)



Figuur 3b. Als figuur 3a, met andere schaal



Figuur 4a. Berekend concentratieverloop voor ontwerp zonder sluis (fase 1)



Figuur 4b. Als figuur 4a, met andere schaal

dan bij het systeem met sluisen (750 m³/h), hetgeen consequenties heeft voor de kanaalafmetingen en het energiegebruik.

In de figuren 3a en 4a zijn de berekende kiemconcentratieverlopen weergegeven voor de situaties met en zonder sluis. In de figuren 3b en 4b zijn dezelfde resultaten weergegeven met een andere schaal voor de y-as.

Er blijkt het volgende:

- Door het lagere ventilatievoud in de gang bereikt de gangconcentratie een hogere waarde bij toepassing van sluisen.
- Bij toepassing van sluisen dringen geen kiemen door tot in kamer 3 waar de deuren steeds gesloten blijven. Bij het systeem zonder sluisen treedt dit wel op.
- In kamer 1, waar de besmette patiënt wordt verpleegd, bereikt de kiemconcentratie door het hogere ventilatievoud bij het systeem zonder sluisen een lagere waarde dan bij het systeem met sluisen. Ook wordt hierbij de eindwaarde sneller bereikt.
- Wanneer het personeel zich naar kamer 2 begeeft terwijl een nieuwe patiënt zich in de gang bevindt, zullen bij beide systemen kiemen vanuit de gang in deze kamer doordringen. De

concentratie bij toepassing van sluisen blijft echter ongeveer 3 maal zo laag als bij het systeem zonder sluisen.

- Wanneer om 12.30 u het personeel kamer 1 verlaat zal in beide gevallen de concentratie in de gang opnieuw toenemen. Bij het systeem zonder sluisen resulteert dit tevens in een concentratiestijging in de overige patiëntenkamers. Bij het systeem zonder sluisen treedt geen uitwisseling op zolang de deuren gesloten blijven.

Fase 2

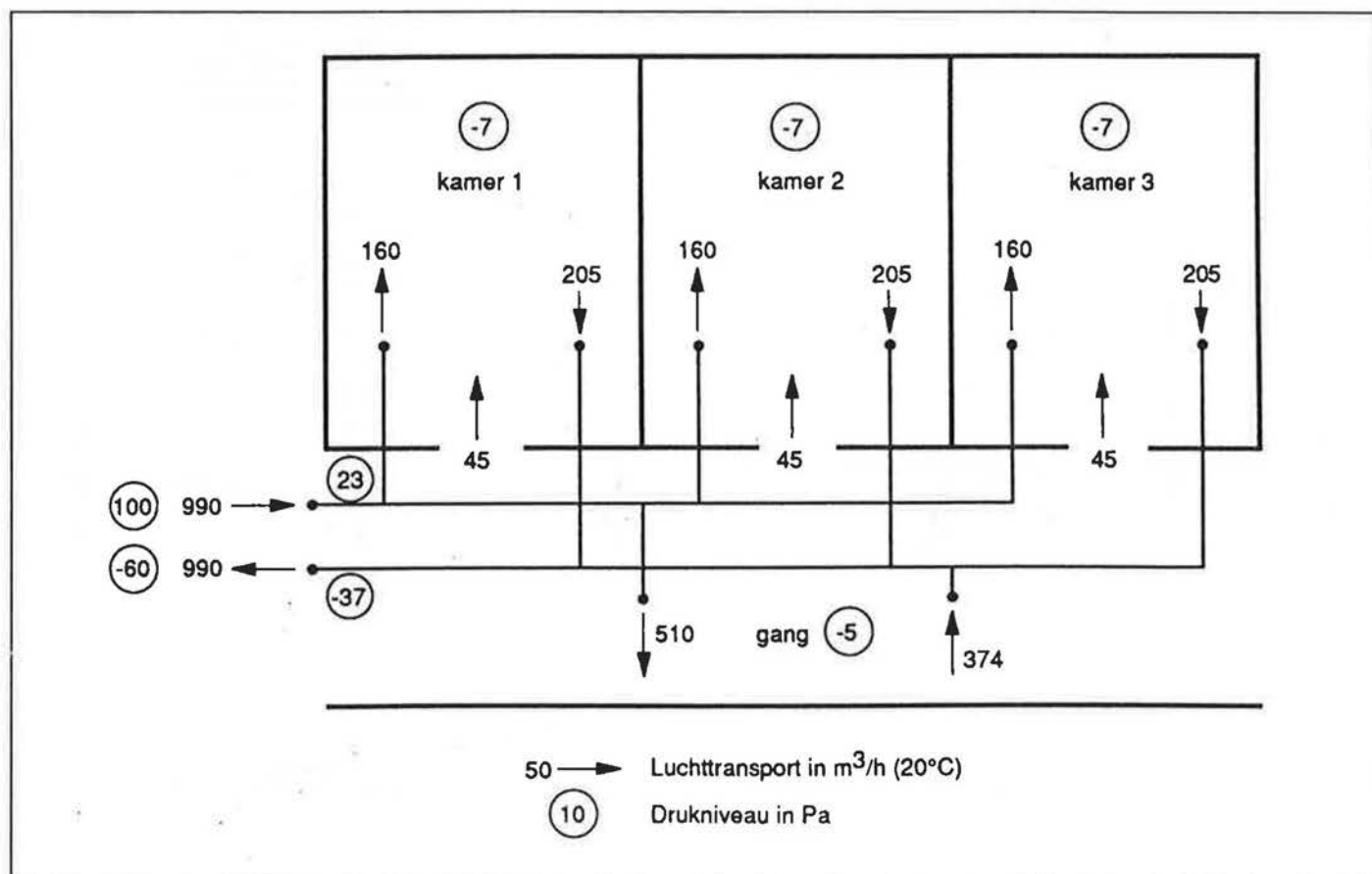
In figuur 5 is de ontwerpsituatie gegeven van het systeem zonder sluisen, waarbij is uitgegaan van beter sluitende kamerdeuren. Doordat nu minder lucht vanuit de gang naar de kamers overstroomt moet in de gang meer lucht worden afgevoerd voor handhaving van hetzelfde ventilatievoud. Het ventilatievoud in de kamers neemt af doordat er minder lucht wordt afgevoerd. Bij de concentratieberekeningen is tevens uitgegaan van een ander tijdschema voor de routing waarbij wordt aangenomen dat de verblijfsduur van de patiënt in de gang en de tijdsduur dat deuren geopend blijven door een goede discipline sterk kunnen worden bekort:

| tijd | activiteit |
|----------|--|
| 12.00 | patiënt komt de gang in, overige deuren dicht |
| 12.00.40 | deur kamer 2 wordt geopend en blijft 10 sec. open |
| 12.01 | deur kamer 1 wordt geopend en patiënt wordt binnen gebracht; deur blijft 10 sec open |
| 12.01.10 | deur kamer 2 wordt geopend en blijft 10 sec. open |
| 12.30 | deur kamer 1 wordt geopend en blijft 10 sec. open |

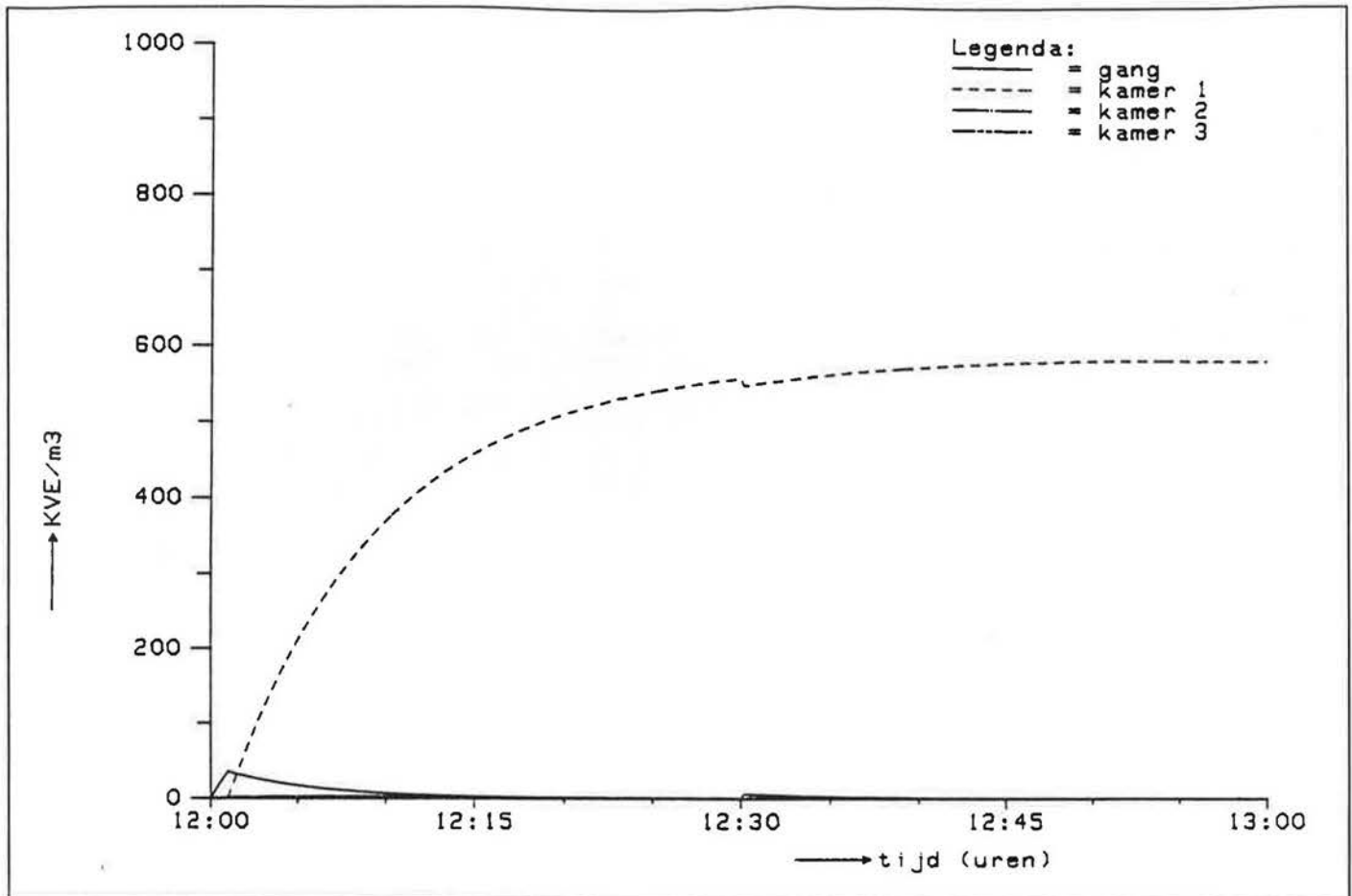
In de figuren 6a en 6b zijn de berekeningsresultaten voor deze situatie weergegeven.

Vergelijking met de figuren 4a en 4b leert het volgende:

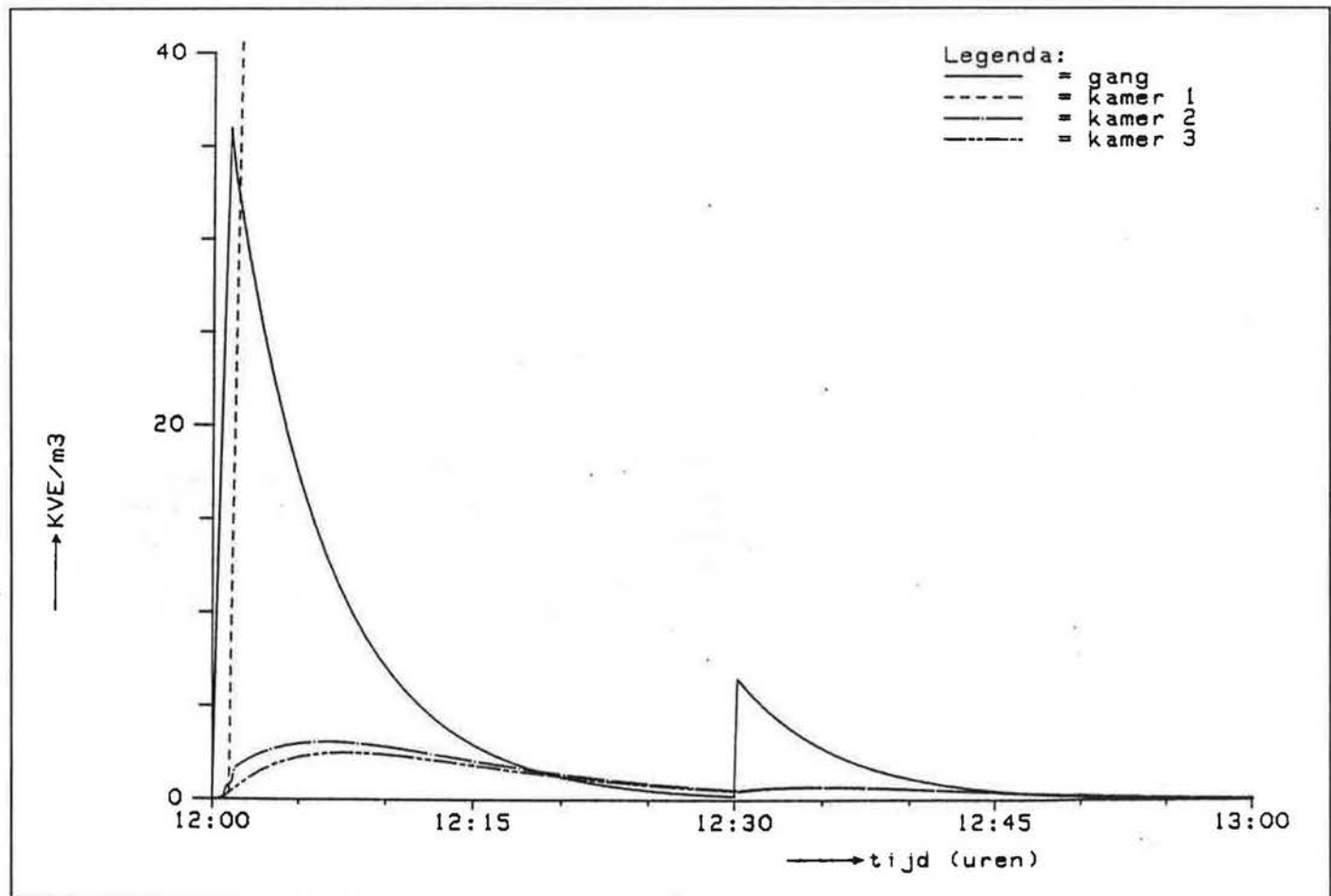
- De kortere verblijfsduur van de patiënt in de gang heeft tot gevolg dat de concentratie in de gang aanzienlijk lager blijft.
- De concentratie in kamer 3, waar de deur steeds gesloten blijft, loopt bij de aangenomen uitgangspunten slechts op tot ruim 2 KVE/m³ wanneer een nieuwe patiënt over de gang wordt vervoerd.
- De concentratie in kamer 2 waar de deur twee maal wordt geopend terwijl



Figuur 5. Ontwerpsituatie zonder sluisen met beter sluitende deuren (fase 2)



Figuur 6a. Berekend concentratieverloop voor ontwerp zonder sluis (fase 2)



Figuur 6b. Als figuur 6a, met andere schaal

de patiënt nog op de gang verblijft, stijgt niet verder dan tot 3 KVE/m³. Deze waarde is lager dan in figuur 3b waar deze concentratie ondanks de aanwezigheid van sluisen, door een nonchalanter gebruikspatruon oploopt tot ca 15 KVE/m³.

Conclusies uit het vooronderzoek

Uit het vooronderzoek blijkt dat een systeem zonder sluisen acceptabel is wanneer aan de volgende criteria wordt voldaan:

- Er dient grote aandacht te worden geschonken aan de luchtdichtheid van de gevels en de scheidingswanden tussen de isolatiekamers. Indien de scheidingswanden met dubbele glaspanelen worden uitgevoerd wordt een extra bescherming verkregen door de spouw tussen de ramen op het drukniveau van de gang te brengen.
- Verhoging van het ventilatievoud in de gang betekent een verlaging van de kiemconcentratie in de gang en dus van de uit de gang naar de patiëntenkamers overstromende lucht. Verhoging van het ventilatievoud betekent tevens dat de concentratie sneller afneemt.
- De verblijfsduur van een besmette patiënt in de gang dient tot een minimum beperkt te blijven, de deur dient zo snel mogelijk na het binnenbrengen in de isolatiekamer te worden

gesloten.

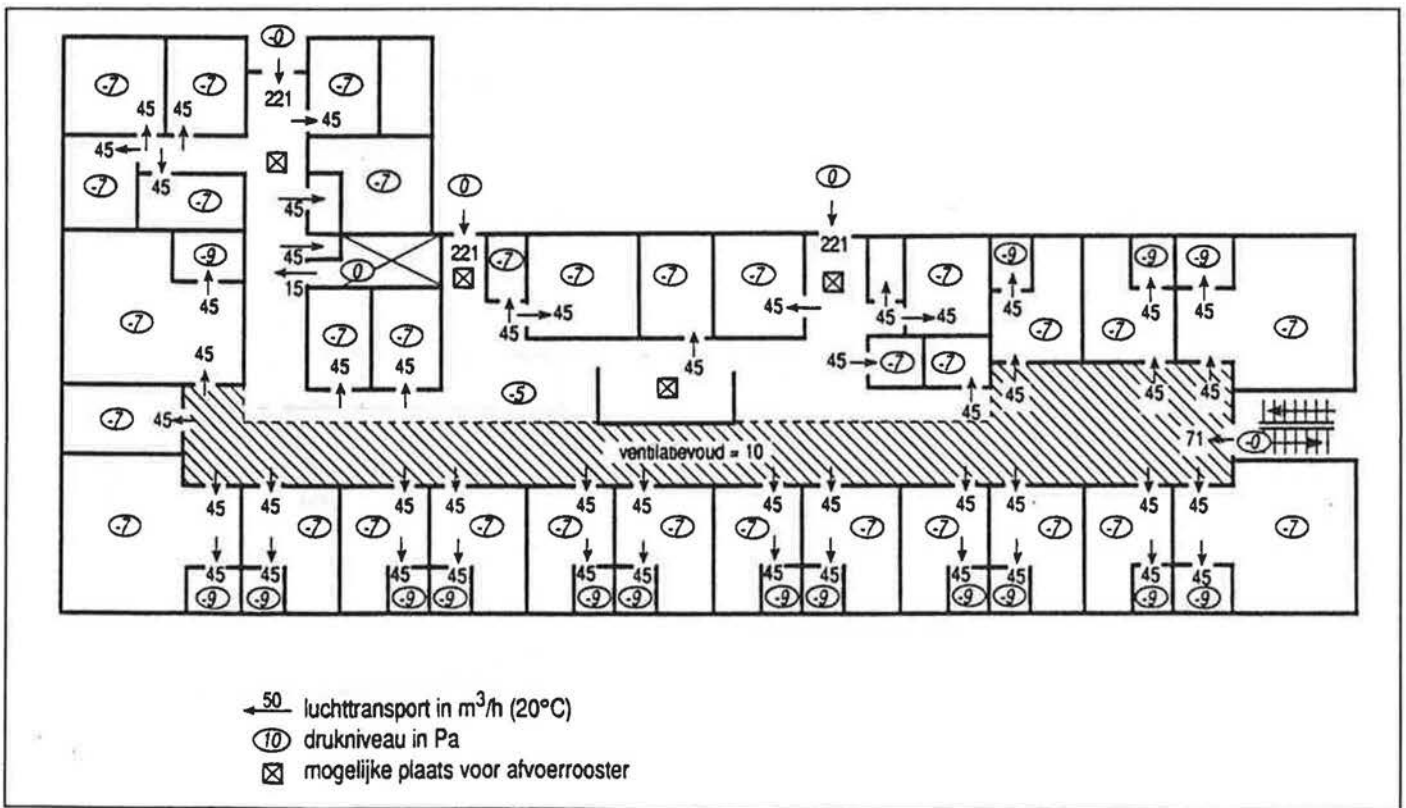
- Ook bij het betreden of verlaten van de overige isolatiekamers dienen de deuren zo kort mogelijk geopend te blijven omdat er ook dan luchtuitwisseling met de gang plaatsvindt.
- Het beter sluitend maken van de deuren verlaagt de luchtuitwisseling tussen de gang en de patiëntenkamers, althans bij gesloten deuren. Aangezien bij het openen van de deuren toch een zekere uitwisseling van lucht met de gang zal plaatsvinden is het niet nodig uit te gaan van zeer goed sluitende deuren. Toepassing van zeer goed sluitende deuren verhoogt tevens het risico van luchtuitwisseling via eventueel aanwezige kieren in de scheidingswanden omdat de drukverschillen tussen de kamers onderling sterk kunnen variëren tijdens het openen van de deuren. Luchtuitwisseling via het gemeenschappelijk kanalsysteem is dan ook niet ondenkbaar.
- De luchtuitwisseling bij geopende deur is o.a. afhankelijk van het optredende temperatuurverschil over de deur. Een goede temperatuurregeling is daarom een vereiste.

Aanvullend onderzoek naar de gangventilatie

In figuur 7 is de plattegrond van één der medium-care-afdelingen weergegeven zoals deze definitief zal worden uitgevoerd. De maatvoering stemt niet

geheel overeen met de uitgangspunten in het vooronderzoek; zo is de deurbreedte vastgesteld op 1,10 m, terwijl hiervoor in het vooronderzoek 1,20 m was aangehouden. Met behulp van een ventilatiemodel werd de gewenste drukhiërarchie hiervoor bepaald zoals in de plattegrond is aangegeven. Er valt af te leiden dat de gang niet overal dezelfde breedte heeft en ook niet alleen langs patiëntenkamers is gesitueerd. Het gevolg hiervan is dat het handhaven van een ventilatievoud van 10 in de gehele gang tot een totale luchttoevoer van 6700 m³/h zou leiden. Het is echter niet noodzakelijk het vereiste ventilatievoud van 10 voor de gehele gang te laten gelden waarvoor de volgende argumenten gelden:

- In het voorgaande werd reeds gesteld dat bij de modelberekeningen werd uitgegaan van een plaatselijk verhoogde concentratie in de omgeving waar de patiënt zich bevindt en dat daar dan ook plaatselijk het hoge ventilatievoud moet heersen. In verband met vermindering van het infectiegevaar kan ervan worden uitgegaan dat steeds slechts één patiënt (zo snel mogelijk) naar de isolatiebox zal worden getransporteerd. De te verwachten kiemconcentratie zal daarom steeds lager zijn naarmate de afstand tot deze patiënt groter wordt.
- Verder is aangenomen dat alleen besmettingsgevaar voor andere



Figuur 7. Plattegrond met drukhiërarchie

patiënten en niet voor het verplegend personeel of bezoekers aanwezig is, zodat dezelfde eis niet hoeft te worden gesteld voor ganggedeelten die verder van de boxen zijn verwijderd. Er kan dan ook worden volstaan met handhaving van het hoge ventilatievoud alleen in die ganggedeelten waar zich de één- en vierbedskamers bevinden.

Door nu de luchttoevoer alleen te laten plaatsvinden in deze ganggedeelten en de afvoer alleen in de zijgangen wordt bovendien een dwarsventilatie bewerkstelligd waardoor het besmettingsrisico verder wordt verminderd. Ook voor de zijgangen kan dan worden gesteld dat het ventilatievoud hoog is omdat de aangevoerde lucht, wanneer de patiënt zich in de zijgang bevindt, geen kiemen bevat en derhalve als schoon kan worden opgevat. In figuur 7 is aangegeven in welk ganggedeelte de luchttoevoer kan plaatsvinden.

den. Uitgaande van een plafondhoogte van 2,4 m en een ventilatievoud van 10 komt men op een totale luchttoevoer van ca 3200 m³/h voor 16 patiëntenkamers. Voor een ganggedeelte per 3 patiëntenkamers komt dit neer op 600 m³/h, terwijl hiervoor in het vooronderzoek 510 m³/h was aangehouden. Het werd niet nodig geacht hiervoor de concentratieberekeningen opnieuw uit te voeren.

Als uitkomst van de drukhiërarchieberekening is in figuur 7 tevens aangegeven welke luchttransporten door deurkieren in rekening moeten worden gebracht. Voor de totale luchtafvoer in de zijgangen komt men dan op 2372 m³/h.

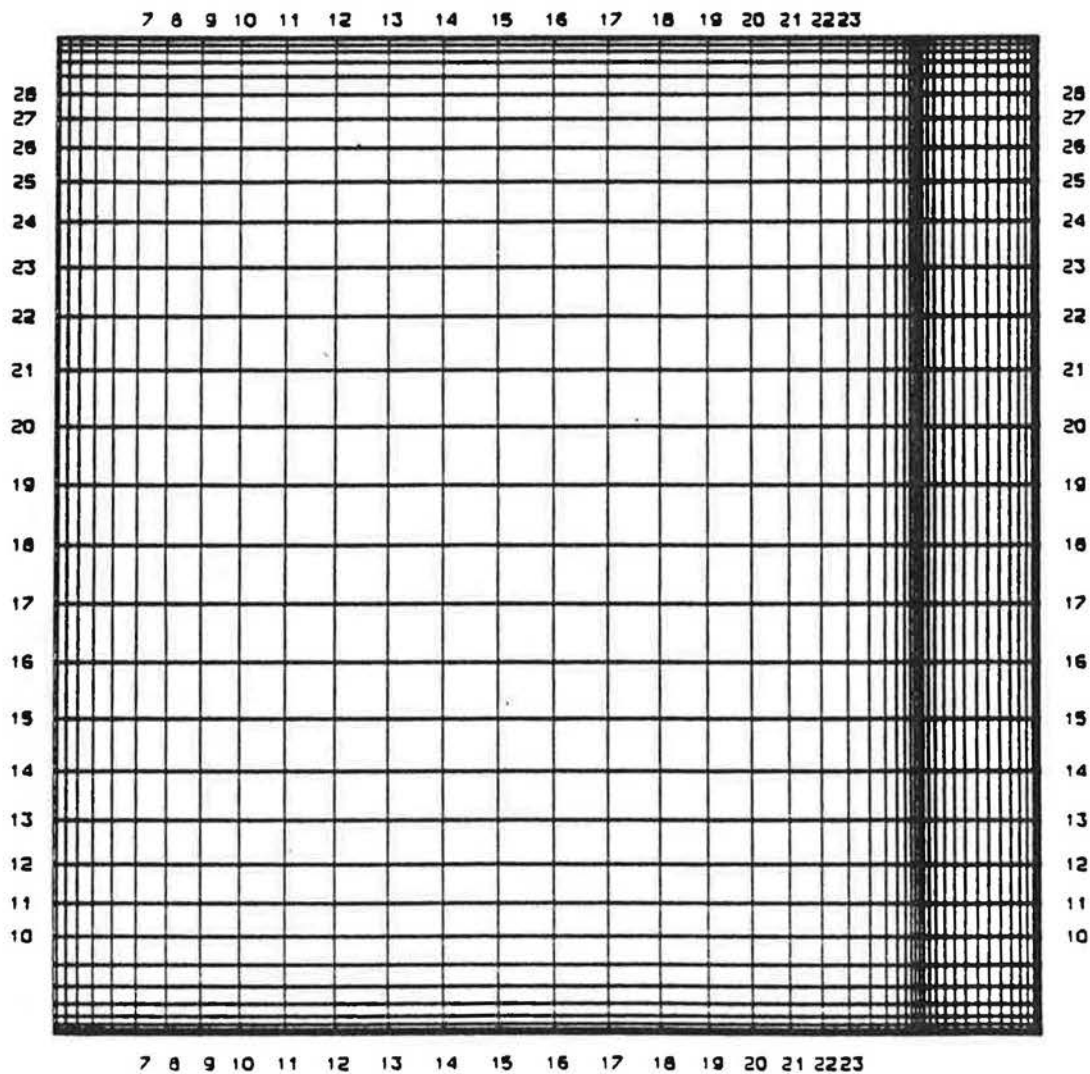
Onderzoek naar de wijze van luchttoevoer in de gang

Algemeen

Een andere maatregel die nog kan worden overwogen om het besmettingsrisi-

co verder te verkleinen is de wijze waarop de lucht in de gang bij de verpleegkamers wordt toegevoerd. Bij de modelberekeningen is van volledige menging van lucht in het beschouwde ganggedeelte uitgegaan. Via de aanwezige deurkier stroomt deze gemengde ganglucht langs de vloer gedeeltelijk over naar de patiëntenkamers.

Door de luchttoevoer echter gericht langs de deur te laten plaatsvinden kan wellicht een grotere verdunning worden verkregen waardoor de naar de patiëntenkamer overstromende lucht nog minder kiemen bevat. In dit verband wordt gedacht aan een boven de deur aangebrachte spleetvormige luchttoevoeropening (lijnrooster) ter plaatse van de deur. Om het effect hiervan te onderzoeken werd gebruik gemaakt van het stromingsprogramma WISH3D. Met dit programma is het mogelijk een driedimensionaal stromingspatroon in een ruimte te berekenen.



Figuur 8. Rekenrooster met 43 x 31 cellen

In dit geval werd echter besloten ter oriëntatie slechts een vereenvoudigde berekeningswijze toe te passen waarbij de stroming in een twee-dimensionale doorsnede van de gang werd bekeken.

Geometrie en randvoorwaarden

Bij de 2D-benadering wordt een gang-doorsnede beschouwd ter breedte van een deur (1,10 m). De linkerzijde van de gang wordt begrensd door een muur en aan de rechterzijde bevindt zich de deur van de isolatiekamer. In het plafond bevindt zich over de gehele breedte een lijnrooster met een kierbreedte van 10 mm op een afstand van 0,30 m vanaf de deur. Vanuit dit lijnrooster wordt 100 m³/h verse lucht schuin omlaag in de richting van de deur toegevoerd. Hiervan wordt 55 m³/h elders in de gang afgevoerd terwijl er 45 m³/h via de deurkier naar de patiëntenkamer overstroomt.

De kiemconcentratie wordt berekend voor een besmettingsbron die zich op 1,05 m hoogte in het midden van de gang bevindt. De uitblaassnelheid in het lijnrooster bedraagt 2,4 m/s. Tussen de deur en de vloer bevindt zich een kier van 5 mm.

Door de lijnroosters te verlengen tot 2 maal de deurbreedte wordt aan de eis voor toevoer van 200 m³/h per kamer voldaan. Er is aangenomen dat de verspreiding van KVE's uitsluitend plaatsvindt door luchtbewegingen.

Resultaten

Figuur 8 toont het rekenrooster van 43 x 31 cellen zoals dit bij de berekeningen werd gehanteerd. Er is een verfijning nabij de toevoeropening en de kier aangebracht.

Figuur 9 toont het berekende snelheidspatroon en figuur 10 de bijbehorende iso-vellen (lijnen van constante snelheid). De toevoerde lucht stroomt langs de deur omlaag als een 'wandjet'. Nabij de deur treden snelheden op tussen 0,2 en 0,4 m/s. Dit zal bij het binnengaan door de deur niet als hinderlijk worden ervaren doordat de loopsnelheid hoger is.

Figuur 11 toont de genormeerde kiemconcentratie. De beschouwde verontreinigingsbron is zodanig gekozen dat er bij volledige menging van de lucht in de gang een genormeerde kiemconcentratie zou ontstaan van 1. Deze waarde komt overeen met de berekende concentraties in de gang zoals bepaald tijdens het vooronderzoek. De hoogste concentraties treden op nabij de verontreinigingsbron. De gemiddelde genormeerde concentratie in de gehele gang

blijkt 1,76 te bedragen. Dat deze waarde hoger dan 1 uitvalt is te verklaren uit het feit dat de inhouden van de gebieden met hoge concentratie door het verschil in optredende luchtsnelheden groter zijn dan de gebieden met lage concentratie. In de toevoer en afvoer treden de volgende gemiddelde genormeerde concentraties op:

- toevoer opening: 0,0 100 m³/h
- afvoer via gang: 1,11 55 m³/h
- afvoer via kier: 0,86 45 m³/h

Dat de gemiddelde concentratie bij volledige menging 1 bedraagt kan worden gecontroleerd door deze waarden te relateren aan de beschouwde luchtdebieten:

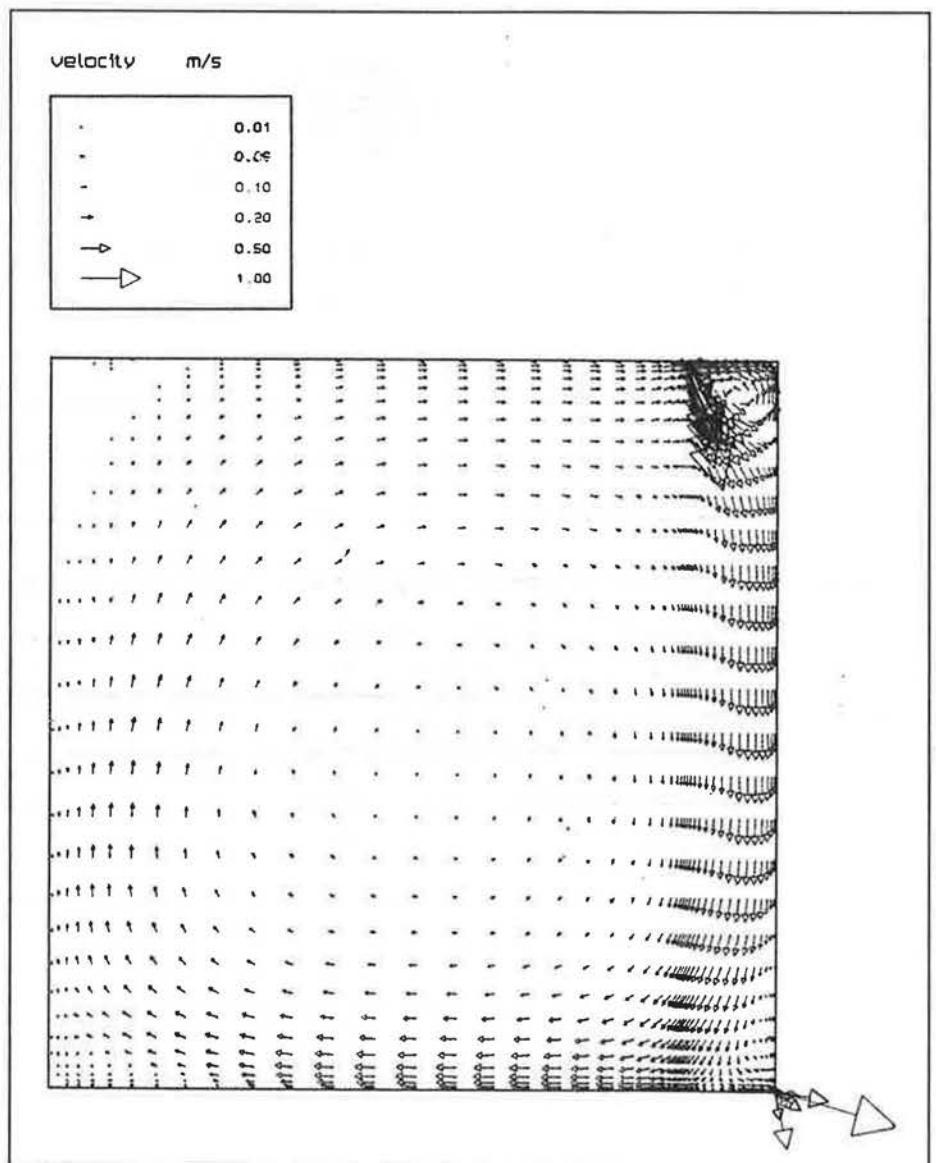
$$55 \times 1,11 + 45 \times 0,86 = 1$$

Het transport van ziektekiemen naar de isolatiekamer is dus een factor 0,86 minder ten opzichte van de volledig

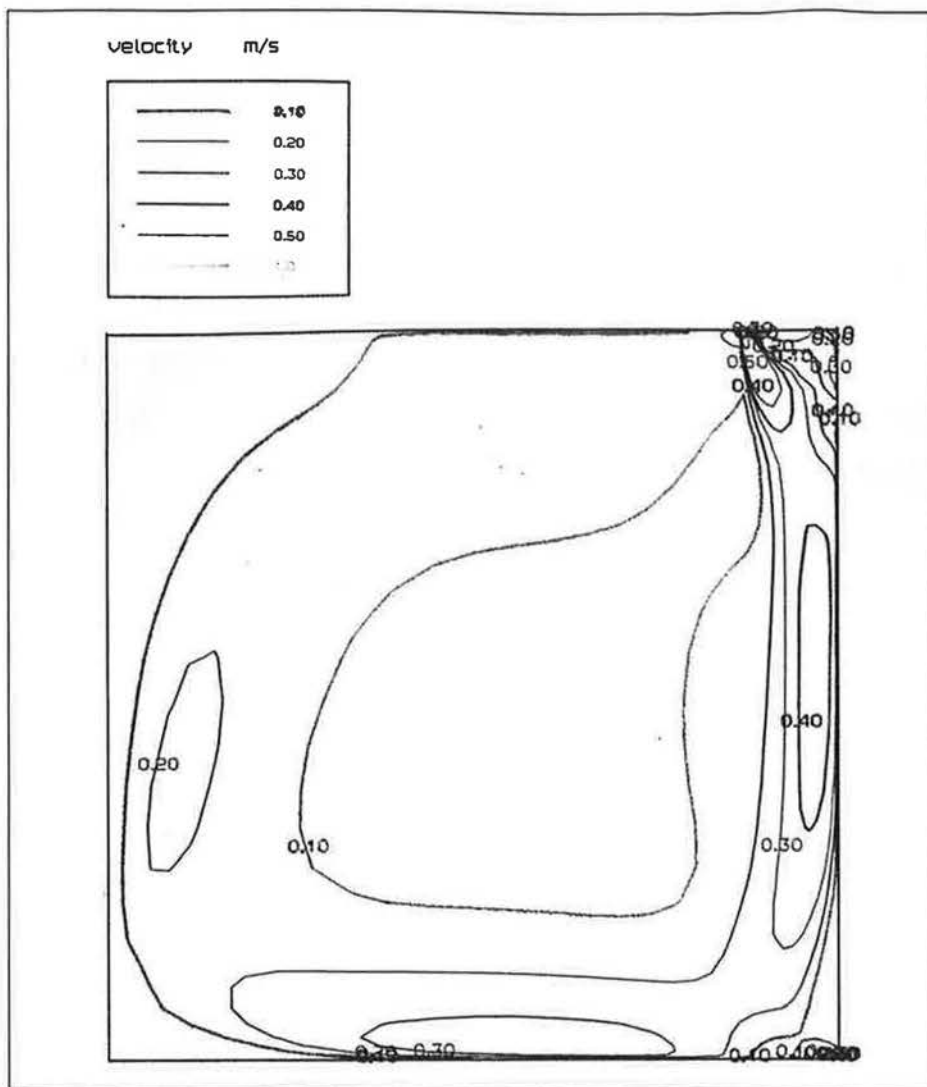
gemengde situatie. Men kan echter ook stellen dat de concentratie in de kier onder de deur ten opzichte van de gemiddelde concentratie in de gang is teruggebracht van 1,76 tot 0,86, een reductie met 51%. Betreft men de concentratie in de kier op de afvoerlucht in de gang dan bedraagt de reductie 23%. Welk percentage men ook hanteert, zeker is dat het systeem zorgt voor een goede afscherming tegen de plaatselijk hoge concentraties die in de gang kunnen optreden (zie figuur 11).

Conclusies over gerichte luchttoevoer

Het betreft hier een eerste oriëntatie naar het effect van gerichte luchttoevoer. De onderzochte methode geeft een vermindering van het transport van ziektekiemen naar de isolatiekamer. De berekende reductiefactoren zijn zeker afhankelijk van de plaatsing van de bron van



Figuur 9. Berekend snelheidspatroon



Figuur 10. Berekende 'iso-vellen'

ziektekiemen. Naar verwachting zal er echter onder praktische omstandigheden altijd vermindering van het transport van ziektekiemen naar de isolatiekamer plaatsvinden.

Tegelijkertijd stijgt de gemiddelde concentratie in de gang echter met een factor 1,76 t.o.v. de situatie bij volledige menging. Een dergelijke stijging valt ook te verwachten bij een willekeurig ander systeem van luchttoevoer. De mogelijkheid bestaat ook dat de deurkier zich dan weleens in een gebied met hogere dan gemiddelde concentratie zou kunnen bevinden.

Nader onderzoek naar deze nieuwe manier van luchttoevoer is wenselijk, waarbij vergelijking met een andere wijze van luchttoevoer tot een beter vergelijk leidt. Om de effecten die aan de uiteinden van de lijnroosters optreden mede in beschouwing te nemen is het tevens gewenst bij eventueel vervolgonderzoek gebruik te maken van de mogelijkheden van een drie-

dimensionale benadering. Wellicht behoort verlaging van het ventilatievoud in de gang bij toepassing van dit systeem ook tot de mogelijkheden.

Eindconclusies

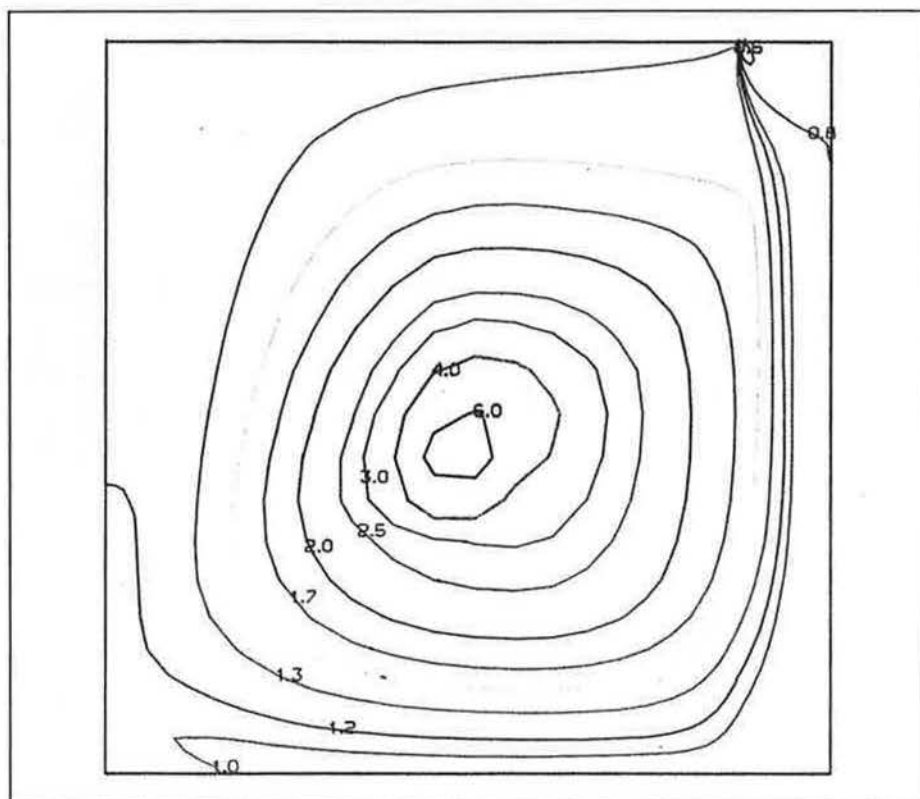
- Het blijkt verantwoord de sluisen in de medium-care afdeling, met behoud van een minimaal infectierisico, achterwege te laten door de volgende maatregelen:
 - verhoging van het ventilatievoud in de gang,
 - dwarsventilatie in de gangen door afvoer in de zijgangen,
 - minimale verblijfsduur van de patiënt in de gang.

- Een verdere verbetering is nog te bereiken door de luchttoevoer in de gangen te laten plaatsvinden d.m.v. lijnroosters bij de toegangsdeuren tot de isolatiekamers.

- Uit het onderzoek is gebleken dat het met behulp van geavanceerde modeltechnieken mogelijk is te komen tot goed onderbouwde beslissingen wanneer het gaat om het risico voor kruisinfecties bij verschillende bouwkundige ontwerpen.

Literatuur

[1]Standaard programmering Academische Ziekenhuizen, Ministerie van Onderwijs en Wetenschappen, 1976



Figuur 11. Berekende genormeerde kiemconcentratieverlopen