

Mexicaanse Griep, installatiedeskundig

De Mexicaanse griep epidemie ligt inmiddels achter ons. Gedragsmaatregelen als handen wassen en gebruik van papieren zakdoeken zijn veel gecommuniceerd. Maar ook gebouw- en installatiemaatregelen zullen zinvol zijn; daarmee kan de overdracht van het virus via lucht worden teruggedrongen; een grove schatting levert op dat het influenza virus voor 15 tot 30 % via de lucht wordt verspreid. Met het doorspoelen van ruimten, meer ventileren, bevochtigen en UV-C-bestraling kan die verspreiding worden verminderd. Deze bijdrage betreft de effectiviteit van die maatregelen, waarbij onder andere de uitgebreide Wells-Riley vergelijking wordt toegepast.

Dr.ir. Francesco Franchimon, innovatie manager BAM Techniek, ir. Cor E.E. Pernot, adviseur Cor Pernot Consulting, dr. Jaap J. Maas, Senior expert infectieziekte ArboUnie, drs. Jos van den Eijnde, onderzoeker TU Delft, prof.dr. Annelies J.E.M.H. van Bronswijk, hoogleraar 'Gezondheidstechniek voor de gebouwde omgeving' TU Eindhoven

■ INLEIDING

De Nieuwe influenza (H1N1), of in de volksmond Mexicaanse Griep, heeft de samenleving behoorlijk beziggehouden, en heeft geleid tot een uitgebreid maatschappelijk debat over de zin en onzin van de diverse maatregelen. Nu de epidemie voorbij is, kunnen we vaststellen wat de ernst daadwerkelijk was. De statistieken, uitgebracht door het RIVM (tot 18 december 2009) geven daar een helder beeld van [1]. Door de Mexicaanse Griep zijn 53 mensen overleden waarvan 90 % een onderliggende ziekte hadden. Een veel gehoorde opvatting was dat het jaarlijkse seizoensgriepvirus ook voor sterfte zorgde. In 2008 was dat 166 gevallen. Echter, in tegenstelling tot de reguliere seizoensgriep was slechts 24 % van de sterfgevallen door het Mexicaanse Griepvirus was ouder dan 60 jaar. Bij een seizoensgriep is

dit 97 % [2].

In totaal zijn 2.156 patiënten opgenomen geweest in ziekenhuizen waarvan 53 % een onderliggende aandoening had. In 27 % van die opnames betrof het kinderen in de leeftijdscategorie van 0 tot 4 jaar, terwijl de leeftijdsgroep 60+ veel minder ziekenhuisopnames kende, namelijk 12 %. Vergeleken met de Mexicaanse Griep epidemie was er dus sprake van een afwijkende leeftijdsopbouw, waarbij vooral ouderen kwetsbaar zijn voor het influenza-achtige ziektebeeld (IAZ), gemiddeld 27 %, en kinderen relatief worden gespaard (12 %) [2].

Een ander verschil tussen de Mexicaanse Griep en de seizoensgriep is het aantal burgers dat met een influenza-achtig ziektebeeld naar een huisarts gaat. Het piekmoment tijdens de Mexicaanse Griep bedroeg ongeveer 19

huisartsconsulten voor griep per 100.000 inwoners terwijl dit voor een seizoensgriep veelal onder de grens van 5,1 consulten per 100.000 inwoners blijft, de grens van een milde epidemie. Alleen in 2003 en 2008 werd deze grens overschreden.

Het patroon van de Mexicaanse Griep week dus sterk af van dat van de seizoensgriep. Terugkijkend is er dus sprake geweest van een relatieve milde epidemie, en vertoont deze epidemie veel overeenkomsten met de Aziatische Griep uit 1957. Echter, de kans op een meer ernstig verlopende nieuwe pandemie, met percentages ziekte mensen van ca. 10-30 %, is in de toekomst niet uitgesloten. Het doorvoeren van preventieve maatregelen en het advies om bedrijfscontinuïteitsplannen te ontwikkelen blijft dan ook noodzakelijk. In de door de Overheid ontwikkelde draaiboeken

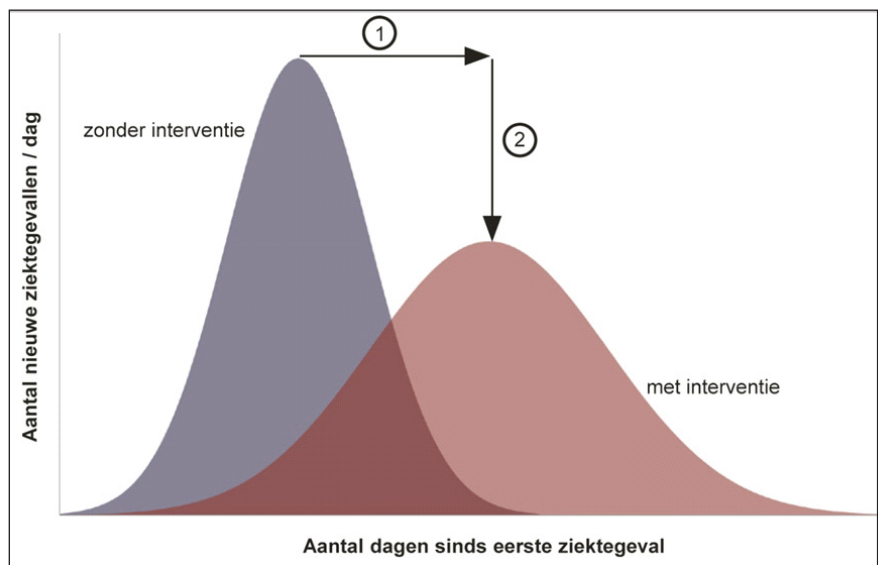
wat kunnen en hieraan doen?

wordt hieraan aandacht besteed [3] maar ook door de Wereldgezondheidsorganisatie [4]. De preventieve maatregelen waren bedoeld om de piek te verlagen en de griepperiode uit te smeren over een langere periode zodat niet iedereen tegelijk ziek zou worden (figuur 1).

Wat heeft de Mexicaanse Griep, of een ander toekomstig pandemisch griepvirus, met het binnenmilieu te maken? De relatie met het binnenmilieu ligt besloten in het feit dat één van de transmissiemogelijkheden de lucht is. De bestaande draaiboeken zijn hier niet op afgestemd. Op basis van simulaties heeft men geschat dat ongeveer 15 à 30 % van de infecties via de lucht wordt opgedaan. Natuurlijk spelen hierin veel factoren een rol, waaronder de plaats waar het virus in ons lichaam zich vermenigvuldigt, bijvoorbeeld neusholte of longen [5].

Gebouwinstallaties zijn bedoeld voor een comfortabel en gezond binnenmilieu. Het zoveel mogelijk voorkomen van het ziek worden door aanwezige virusdeeltjes, verdient aandacht. Het fenomeen Sick building syndrome en microbiologische agentia in het binnenmilieu passeren de revue nog weleens tijdens het ontwerp van gebouwinstallaties, maar weinig aandacht is er voor de verspreiding van virussen. Ook het rhinovirus van de verkoudheid verbreidt zich via de lucht. Het toevoeren van meer ventilatielucht verlaagt de concentratie rhinovirus in een ruimte [6].

Het virus kan in het binnenmilieu worden geïnactiveerd. Het influenzavirus is niet goed bestand tegen een luchtvochtigheid boven de 50 % RV [7] en tegen UV-C-bestraling [8]. Daarnaast kan het luchten van ruimten, het zogenaamde schoonspoelen, een zinnige maatregel zijn. De maatregelen die op dit moment worden geadviseerd, zoals het wassen van handen, het vermijden van direct contact en het gebruik van papieren zakdoekjes, zijn sterk gedragsafhankelijk. Voor het inactiveren van virusdeeltjes door bevochtiging of UV-C-bestraling en het verwijderen van deeltjes door meer te ventileren, geldt deze gedragsafhankelijkheid niet.



-Figuur 1- Het beoogde effect van maatregelen bij een aanstormende Mexicaanse griep; De oppervlakte van beide curven = het totale aantal griepgevallen, is met en zonder maatregelen gelijk; 1 = Vertraging van de piek van nieuwe ziektegevallen; 2 = Vermindering van de piekbelasting van ziekenhuizen en de zorginfrastructuur; Maatregelen blijken alleen zinvol aan het begin, als de pandemie nog niet op of over haar hoogtepunt heen is.

In deze bijdrage behandelen wij het effect van (i) meer ventileren, (ii) bevochtigen en (iii) UV-C-bestraling op de besmettingskans met influenza virus.

METHODE

Er zijn verschillende mogelijkheden om de verspreiding van het influenza virus te verminderen. De relatieve vochtigheid heeft invloed op de levensvatbaarheid van het influenza virus [7,9-12]: de virusdeeltjes overleven langer in droge lucht dan in vochtige lucht. Om te bepalen hoeveel vocht er moet worden toegevoegd om een bepaalde relatieve vochtigheid in het binnenmilieu te halen, wordt gebruik gemaakt van fysische modellen.

$$P_v = e^{\frac{65,8094 - 7066,27}{T+273,15} - 5,97 \cdot \ln(T+273,15)}$$

$P_v = e$: Verzadigingsdampdruk Pa
 T : Luchttemperatuur °C

$$P_d = P_v - \frac{RV}{100}$$

P_d : Partiële waterdampdruk Pa

RV : Relatieve vochtigheid %

$$X = \frac{M_w \cdot P_d}{M_l \cdot P_b - P_d}$$

X : Absolute vochtigheid kg/kg

M_w : Moleculaire massa waterdamp kg/kmol

M_l : Moleculaire massa droge lucht kg/kmol

$$Q_w = \Delta x \cdot N \cdot V \cdot \rho$$

P_b : Barometerdruk Pa

Q_w : Vochttoevoer kg waterdamp/h

Δ_x : Absolute vochtigheidsverschil tussen binnen en buiten kg/kg

N : Ventilatievoud h^{-1}

V : Volume van de ruimte m^3

ρ : Dichtheid van het water kg/m^3

De geldigheid van dit model ligt tussen een luchttemperatuur van -20 °C en 60 °C [13]. Voor de berekening van de benodigde vochttoevoer per tijdseenheid is het 30-jaars gemiddelden van temperatuur en absolute vochtigheid in de buitenlucht van De Bilt gebruikt (zie tabel 1, op de volgende pagina)

Maand	Temperatuur °C	Absolute vochtigheid g/kg droge lucht
Januari	2,8	4,1
Februari	3,0	4,0
Maart	5,8	4,6
April	8,3	5,1
Mei	12,7	6,7
Juni	15,2	8,3
Juli	17,4	9,5
Augustus	17,2	9,5
September	14,2	8,5
Oktober	10,3	6,7
November	6,2	5,2
December	4,0	4,5

-Tabel 1- 30-jaars gemiddelden van temperatuur en vochtigheid in de buitenlucht te De Bilt [14]; de absolute vochtigheid is berekend uit de gemiddelde temperatuur en gemiddelde relatieve luchtvochtigheid

[14]. T

Het uitgebreide Wells-Riley model van Nazaroff e.a. [15] is gebruikt om de effectiviteit van het verschillende anti-virus-maatregelen door te rekenen. Het oorspronkelijke model is gebaseerd op een e-macht met daarin een balans van de vervuiling door een besmet persoon in de tijd, evenals de consumptie van lucht door een ander persoon die kan worden geïnfecteerd. De kans dat dit gebeurt, is het resultaat van het model.

$$P = 1 - e^{\left(\frac{-I \cdot q \cdot p \cdot t}{Q}\right)}$$

P : Kans op besmetting van een niet geïnfecteerd persoon

I : Aantal besmette personen in een ruimte

q : Quantum (eenheid van virusdeeltjes waarmee iemand besmet kan raken h⁻¹)

p : Inhalatievoud van een persoon m³/h

t : Tijd van blootstelling h

Q : Hoeveelheid geventileerde lucht m³/h bij mengventilatie

Het model gaat uit van een homogene menging van de lucht. Voor gebouwen met verdringingsventilatie is het model niet toepasbaar. Uit simulatiestudies blijkt dat de virusdeeltjes zich niet homogeen verdelen over de ruimte met verdringingsventilatie. Sommige gebieden in de ruimte hebben een lagere concentratie dan andere, nadat een besmet persoon heeft gehoest [16,17]. Nazaroff e.a. voerde twee wijzigingen door in het Wells-Riley model. Zij versimpelde het model onder bepaalde voorwaarden. Zodra de exponent << 1 is, dan mag het Wells-Riley model als lineair worden beschouwd. Echter,

in het geval van het influenza-virus, waar de quanta hoog zijn ten opzichte van bijvoorbeeld de quanta van tuberculose, dan is deze vereenvoudiging niet mogelijk. Een tweede aanpassing is het uitbreiden van de noemer in de exponent. Niet alleen meer ventileren kan leiden tot een lagere kans op besmetting maar ook het inactief maken van de organismen (bevochtigen en UV-C-bestraling) en het plaatselijk weghalen van de virusdeeltjes (mobiele luchtreinigingsapparatuur). Het uitgebreide model voor onze berekening bevat alleen deze laatste aanpassing.

$$P = 1 - e^{\left(\frac{-I \cdot q \cdot p \cdot t}{Q_r \cdot \eta_r + \lambda \cdot V + Q}\right)}$$

λ : Afname van infectieuze virusdeeltjes door inactivering (bevochtigen of UV-C-bestraling) h⁻¹

V : Volume van de ruimte m³

Q_r : Hoeveelheid door de luchtbehandeling gerecirculeerde lucht m³/h

η_r : Rendement van de luchtbehandeling

In deze berekening is de kans op besmetting van 1 nog niet besmet persoon bepaald met behulp van de volgende constante waarden in een ruimte:

- 1 besmet persoon
- 1 niet-besmet persoon
- 2-persoons kamer, vloeroppervlak (A) 20 m², inhoud (V) 54 m³
- Quantum (q) voor influenza, de eenheid waarbij 63 % van de blootgestelden ziek wordt 66,9/h [18]
- Geinhaleerde lucht per persoon (p) 0,6 m³/h [19]
- De tijd van blootstelling (t) 10 uur (08.00-18.00 uur)

Het uitgebreide model kan wel voor een onderschatting zorgen. Een virusdeeltje dat is afgevoerd met het ventilatiesysteem, kan geen bewoners meer infecteren terwijl in dit model hetzelfde deeltje kan worden geïnactiveerd door middel van bevochtiging of UV-C. Alle maatregelen worden in de noemer tenslotte opgeteld.

Het griepvirus kan in een ruimte dus worden geïnactiveerd door bevochtigen of UV-C-bestraling. Het virusdeeltje blijft dan wel in de lucht aanwezig (de lucht is niet gereinigd), maar het is niet meer in staat om een mens te besmetten. In een ruimte met levensvatbare griepvirusdeeltjes kan een reductie van 90% van de besmettelijke virusdeeltjes worden bereikt door deze ruimte 4 uur lang aan een relatieve vochtigheid van 50 % bloot te stellen [9]. In geval van UV-C-bestraling kan dit niveau in 1 uur worden bereikt [20,21]. Beide luchtbehandelingen behoeven extra maatregelen om mogelijke schade aan longen (microbiële groei na bevochtiging), huid of ogen (UV-C-bestraling) te voorkomen.

De hoeveelheid geventileerde lucht bij mengventilatie (Q), de afname door inactivering (λ), de recirculatiehoeveelheid en het rendement hangen in de berekening af van het gekozen regime:

- Ventilatiehoeveelheid van 25 m³/h en 50 m³/h per persoon.
- Bevochtiging tot 50 % RV (λ = 5,1) [9].
- UV-C ruimte-bestraling (λ = 10) [20,21].
- Mobiele UV-C-bestralingsinstallatie (η_r = 0,99; Q_r = 400 [22], λ is berekend op basis van lampvermogen en de k-waarde (gevoeligheid) die geldt voor influenzavirus.

De afgeleide waarden worden uitvoerig besproken in het informatiemagazine van FMN [23].

RESULTATEN

Het maximum aan vochttoevoeging, berekend met de fysische modellen is een maat voor de minimale capaciteit die het bevochtigingssysteem dient te hebben. Bij een kamertemperatuur van 22 °C en een RV van 50 % is de absolute vochtigheid van de binnenlucht 8,2 g/kg. Het verschil tussen deze waarde en de absolute vochtigheid van de buitenlucht moet door middel van verdamping van water worden aangevuld. Uitgangspunt is dat ruimten 24 uur/dag, 7 dagen/week worden geventileerd, niet alleen om virusdeeltjes te verwijderen, maar ook om extra microbiële verontreiniging kwijt te raken die kan zijn ontstaan door de hogere vochtigheid. De meest droge maanden, zoals verwacht, vragen om de meeste bevochtigingscapaciteit (tabel 2). Voor de effectiviteitsvergelijking zetten we de kans op luchtblootstelling die tot besmetting

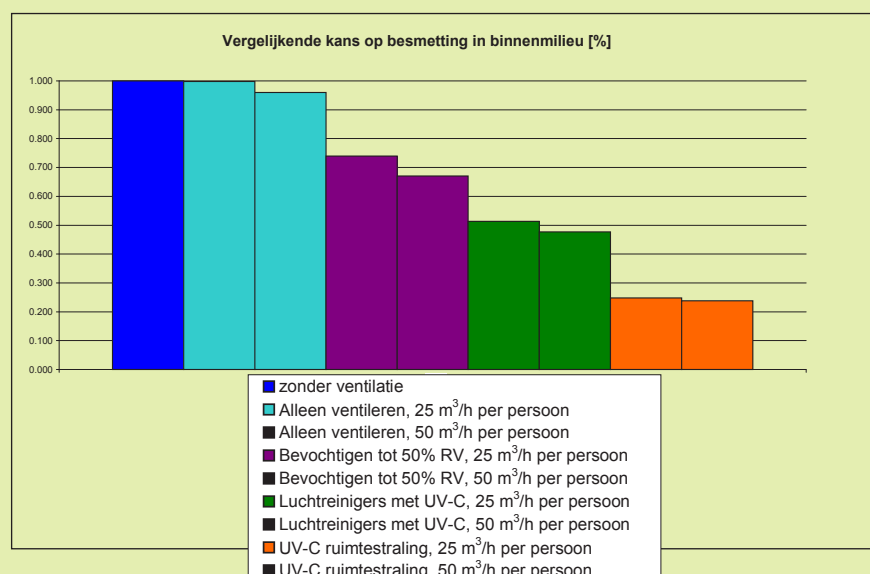
Maandag	Ventilatievoud h ⁻¹	Vochttoevoer l waterdamp/h
Oktober	1	0,08
	2	0,16
	3	0,24
November	1	0,16
	2	0,33
	3	0,49
December	1	0,20
	2	0,40
	3	0,60
Januari	1	0,22
	2	0,44
	3	0,67
Februari	1	0,23
	2	0,45
	3	0,68
Maart	1	0,19
	2	0,38
	3	0,58
April	1	0,16
	2	0,33
	3	0,49
Mei	1	0,08
	2	0,16
	3	0,23

-Tabel 2- Benodigde gemiddelde bevochtigingscapaciteit voor het op 50 % RV houden van een ruimte van 20 m² vloeroppervlak en een plafondhoogte van 2,7m bij verschillende ventilatievoud en gebaseerd op de 30-jaars gemiddelden te De Bilt van de buitencondities

leidt zonder ventilatie op 100 %. Hiermee zijn de resultaten uit berekening alleen vergelijkend van aard en kan dus niet worden geconcludeerd dat een maatregel de kans op infectie met een bepaald percentage verkleint (figuur 2).

Vanwege het grote aantal invloedsfactoren die lang niet altijd staan vermeld in de gepubliceerde onderzoeken, is het niet mogelijk om de effectiviteit van de diverse maatregelen in kantoorachtige gebouwen te vergelijken. Alleen voor de veel voorkomende mengventilatie kan een schatting worden gemaakt. In de berekening zijn een aantal effecten niet meegenomen: (i) directe besmetting door aanhoesten, aanniezen, of aanademen, (ii) handinfecties via besmette personen of oppervlakken, (iii) afvangen van virusdeeltjes door horizontale en verticale oppervlakken en (iv) het virusbeschermende effect van vuile lucht bij geringe ventilatie. Daarbij hebben de variaties in kamergrootte, ander type ventilatiesysteem, meer dan één besmet persoon in de kamer, etc. alle direct invloed op de effectiviteit van maatregelen.

Met ventilatie geeft een ventilatievoud van 1 nauwelijks verbetering. Dit wordt verklaard door het feit dat de besmette persoon veel virusdeeltjes uitstoot en dat het vermogen van het afvoeren bij dit ventilatievoud tekortschiet. De besmettingskans is namelijk nog steeds 99,8 %! Pas bij een verdubbeling van dit 'normale' ventilatievoud daalt de besmettingskans tot 95 %. Het bevochtigen geeft een extra winst van rond 30 %. Met mobiele UV-C-bestraling is 50 % besmettingsreductie te bereiken en met ruimtebestraling met UV-C zelfs nog meer (ca. 75 %), maar helaas is dat



-Figuur 2- Gesimuleerde kans op besmetting door middel van inademen van de kamerlucht door een werknemer bij mengventilatie gedurende 1 werkdag onder verschillende binnenlucht regimes in een 2-persoonskamer van 20 m² (inhoud 54 m³), die de werknemer deelt met een besmet persoon, berekend volgens de aangepast Wells-Riley vergelijking [15]; Niet meegenomen zijn de effecten van aanhoesten, aanniezen, aanademen, handcontact en contact met besmette oppervlakken; Ook het effect van ventileren op het verwijderen van deeltjes die de viruspartikels kunnen beschaduwen en zo beschermen tegen UV-C is niet in de berekening betrokken.

alleen mogelijk nadat de ruimtegebruikers zijn vertrokken.

De onderschatting die in het model zit vanwege het optellen van de maatregelen in de noemer van het model, hebben geen grote invloed op het resultaat. Het resultaat van alleen ventileren is slechts 0,2 en 5 % en weegt daardoor maar beperkt mee in combinatie met de andere maatregel (bevochtigen of UV-C-bestraling). We vinden de onderschatting op dit punt acceptabel.

De beste scenario's zijn combinaties die met de bestaande formules niet konden worden uitgerekend: bevochtigen 24 uur/dag, 7 dagen/week, in combinatie met (i) spoelen gedurende de pauzes en buiten de bedrijfstijd, óf (ii) als er geen grote te openen ramen aanwezig zijn: ruimtebestraling met UV-C buiten bedrijfstijden van 18.00-8.00 uur.

Op de vraag of recirculatie van binnenlucht aan te bevelen is, is een tweede reeks berekeningen gemaakt. Bij een gebalanceerd ventilatiesysteem op basis van mengventilatie zijn vier onderdelen van belang: (i) warmtewiel, (ii) recirculatie van de binnenlucht, (iii) bevochtiging, en (iv) bedrijfstijden.

De constante bedrijfstijd van 10 uur en het effect van ventilatievoud en bevochtiging is hiervoor al berekend. Het gaat nu om het effect van recirculatie als bewuste instelling of lekeffect van het warmtewiel. Recirculatie is ingevoerd in stappen van 10 % tot 50 %. Hierdoor bleek het effect van meer ventileren, bevochtigen en bestralen met UV-C 1-5 % minder effectief te zijn. Gezien de vele onzekerheden in de berekeningen is het niet mogelijk om een uitspraak te doen over het wel of niet toelaten van recirculatie gedurende een pandemie. Zo is het effect van extra deeltjes (huidschilfers en geïnactiveerde virusdeeltjes) in de lucht bij recirculatie niet meegenomen. Het stoppen van recirculatie en warmteterugwinning kan een additionele maatregel zijn, maar daarvan is de effectiviteit niet bekend.

DISCUSSIE

Bij het doorrekenen van de verlaging van de kans op besmetting is uitgegaan van een tijdsduur van 10 uur, de tijd dat bewoners in het kantoorgebouw kunnen worden blootgesteld aan het virus. Het is verstandig om 's nachts door te ventileren zodat achtergebleven virusdeeltjes in de lucht alsnog worden afgevoerd. In kantoorachtige en semipublieke gebouwen is het ventilatiesysteem meestal alleen in bedrijf tijdens kantooruren om het energiegebruik van het gebouw zo laag mogelijk te houden. Na afzetten of afschalen van de ventilatie blijft een groter deel van de vervuiling in de ruimte aanwezig en krijgen de virusdeeltjes een grotere kans om zich aan horizontale en

verticale oppervlakken te hechten waar ze nog lang besmettelijk blijven voor wie er vervolgens handcontact mee heeft. Ook kunnen de virusdeeltjes weer loslaten van de oppervlakken en terugkeren in de lucht. Beter is het dan ook om 24 uur/dag gedurende 7 dagen/week te ventileren.

Het tijdelijk doorspoelen van een gebouw door het openen van ramen en deuren kon niet worden doorgerekend met het gekozen model. Het uitgebreide Wells-Riley model is een model waarin alleen maatregelen worden doorgerekend die een continu verloop hebben, zoals het continue bevochtigen of continue UV-C-bestraling. Het tijdelijk doorspoelen is een dynamisch verloop.

In een simulatiestudie is het ventilatievoud voor het openzetten van die ramen en alle binnendeuren van 17-40 maal per uur berekend [24]. Deze waarde is behalve van de grootte van de ramen ook afhankelijk van winddruk en windrichting. Vanwege tocht en koude in het stookseizoen is dit alleen acceptabel bij afwezigheid van de gebruikers van de ruimte, bijvoorbeeld tijdens lunchtijd. Zelfs van een kwartiertje doorspoelen wordt de lucht schoon, maar daarna blijven de vervuilde oppervlakken een onbekend aantal virusdeeltjes afgeven.

Ook het recirculeren van lucht is een punt van discussie. Van ventilatiesystemen met recirculatie in gebouwen en vliegtuigen is gerapporteerd dat zij een bron van infectie werden [25-27]. In het geval van een 4,5 uur gestrand vliegtuig, bijvoorbeeld, kreeg 72 % van de passagiers en bemanningsleden die geen direct contact gehad hadden met de grieppatiënt toch binnen 83 uur griep. Gedurende die 4,5 uur was het ventilatiesysteem wel 2-3 uur helemaal uitgeschakeld [25].

Overigens is er één natuurlijk experiment uit een vliegtuig bekend waarin het virus van de Mexicaanse Griep NIET via de gerecirculeerde lucht besmettingen veroorzaakte [28]. Onbedoelde recirculatie komt voor bij toepassing van een warmtewiel om warmte uit de vuile afvoerlucht te halen en daarmee de koude invoerlucht te verwarmen, zoals bij gebalanceerde ventilatie. Tijdens dit proces treedt een lek op van ongeveer 7 % van de doorgevoerde lucht [29]. Het lijkt dus veiliger om van recirculatie van de binnenlucht af te zien, hoewel het aandeel van recirculatie in de besmettingskans vermoedelijk klein is.

Aan het voordeel van vertraging van de griepoverdracht door luchtbevochtiging zijn ook enkele nadelen verbonden. Voor alle bevochtigingsprocedures geldt dat in stilstaand water Legionella aanwezig is. De bevochtigingsapparaten moeten regelmatig worden gereinigd en dagelijks voorzien van schoon en koud vers

drinkwater, vooral als de leiding of het reservoir van kunststof is.

Bevochtiging van de binnenlucht in de winter tot 50 % RV kan op koude plaatsen in het gebouw of ventilatiesysteem leiden tot groei van mijten (voornamelijk in woningen) schimmels en bacteriën. Uitgaande van een luchttemperatuur van 22 °C met 50 % RV, groeien mijten op oppervlakken van 21,3°C of kouder (grenswaarde RV=52 %), schimmels op oppervlakken van 17°C of kouder (grenswaarde 68 %RV) en bacteriën op oppervlakken van 13,5 °C of kouder (grenswaarde 85 %RV) [30]. Als groei van genoemde organismen optreedt, raakt de binnenlucht vervuult met allergenen, antigenen en toxinen die de oorzaak kunnen zijn van allergische aandoeningen (zoals astma), luchtbevochtigingsziekte en het zogenaamde Sick building syndrome. Deze vergroting van de luchtvervuiling wordt normaliter binnen gebouwen ingeperkt door de langzaam inzettende winterdroogte. Niet moet worden vergeten dat bij een snelle daling van de RV de aanwezige schimmels en bacteriën worden aangezet tot sporulatie [30]. De RV moet dus zoveel mogelijk constant worden gehouden tijdens de pandemie, door ook 's nachts het bevochtigingsregime door te zetten. Om de door bevochtiging veroorzaakte kans op het Sick building syndrome, de luchtbevochtigerkoorts en allergische klachten verder in te perken, wordt na beëindiging van de (extra) bevochtiging de bevochtigungssectie van het ventilatiesysteem gereinigd en de 24 uur/7 dagen in de week ventilatie volgehouden tot de volgende winter, wanneer de droogte van de binnenlucht haar werk weer kan doen [31-33]. Een microbiologisch- of arbeidsgeneeskundig surveillanceonderzoek gedurende deze periode door arbeidshygiënist of bedrijfsarts kan worden overwogen als een extra veiligheidsmaatregel.

Ook aan UV-C-bestraling zijn nadelen verbonden. Deze straling veroorzaakt oog- en huidschade bij mensen en leidt tot de vorming van ozon dat schadelijk is voor de longen. De grenswaarde voor bestraling met UV-C is volgens Amerikaanse en Europese norm 6 mJ/cm² bij een golflengte van 254 nm [34,35]. Gebruikers van de ruimten mogen over 8 uur niet worden blootgesteld aan meer dan 0,2 µW/cm². Bij ruimtebestraling wordt dit probleem opgelost door de lampen alleen in te schakelen bij afwezigheid van de gebruikers. In mobiele installaties zijn de UV-lampen zodanig afgeschermd dat de gebruikers van de ruimte niet aan UV-C-bestraling worden blootgesteld. UV-C-bestraling heeft nog een tweede nadeel, het produceert ozon; een irriterende stof voor gezonde personen, die bovendien mensen met astma, chronische bronchitis of longemfyseem

ook beneden MAC-waarde of geurgrens gevoeliger kan maken voor andere verontreinigingen, waaronder allergenen [35,37]. Dit is een reden te meer om geen UV-C ruimtebestraling toe te passen als er mensen in een ruimte aanwezig zijn en maximaal te ventileren voordat er weer personen in de ruimte worden toegelaten. Houdt er ook rekening mee dat sommige kunststoffen verbrossen onder invloed van UV-C-bestraling [38]. Hoeveel ozon mobiele apparaten uitstoten is niet bekend. Verwacht wordt dat het niet veel is, maar de mobiele apparatuur in de handel heeft geen ozonfilter en ozon metingen zijn niet gerapporteerd in de internationale wetenschappelijke literatuur. Het ALARA (As Low As Reasonably Achievable) [39] principe uit de arbopraktijk betreffende schadelijke blootstellingen noopt hier tot voorzichtigheid. Het lijkt voorsnog verstandig ook mobiele UV-C-apparaten alleen in te zetten bij afwezigheid van mensen om daarna goed te ventileren voordat de ruimten weer worden betreden. UV-C-bestraling blijft een behandeling met haken en ogen, net als bevochtiging.

AANBEVELINGEN

1. Alle ruimten in het kantoorgebouw na ieder dagdeel een half uur spoelen door het openen van ramen en deuren bij afwezigheid van bewoners.
2. Heeft het ventilatiesysteem een bevochtigingsunit, deze laten inspecteren op correcte werking en bevochtigingscapaciteit, en vóór de extra bevochtiging grondig laten reinigen.
3. De continue 50 % RV in ruimten moet kunnen worden bereikt met behulp van schone waterdamp, ook bij lage buitentemperaturen.
4. Meteen nadat het eerste ziektegeval in het bedrijf is vastgesteld of vermoed, het centrale ventilatie- en bevochtigingssysteem of de gebalanceerde ventilatie 24 uur per dag en 7 dagen in de week laten draaien tot op het moment dat het aantal nieuwe ziektegevallen daalt; als extra bevochtiging is toegepast tot de volgende winterperiode.
5. In geval het ventilatiesysteem niet voorziet in centrale bevochtiging, lokale bevochtiging toepassen in ruimten met extra risico vanwege personen met longproblemen, of personeelsleden die de kritische werkzaamheden uitvoeren, of ruimten waar veel verschillende personen komen (bezoekers- en publieksruimten).
6. In kritische ruimten buiten kantooruren UV-C-bestraling toepassen.
7. Indien noch bevochtiging, noch UV-C-bestraling systematisch wordt toegepast bij het begin van de stortvloed aan ziektegeval-

len, ruimten die besmet zijn geraakt door een geïnfecteerd persoon minstens 5 uur blootstellen aan 50 % RV of 2 uur aan UV-C-bestraling om het in de lucht aanwezige virus te inactiveren.

8. Aanvullend kunnen recirculatie en de warmteterugwinunit met regeneratie van vocht worden uitgezet tijdens de pandemie, voor zover dit niet leidt tot aanvoer van te koude inblaasluft
9. Als bevochtiging is toegepast, de bevochtigingsunit van het ventilatiesysteem, na de periode van extra bevochtiging, grondig reinigen en dit herhalen bij iedere filterwisseling. Bovendien ruim blijven ventileren tot de volgende winter. Dit alles om de mogelijke extra vervuiling tegen te gaan door micro-organismen (producten van toxinen, antigenen en allergenen) die vanwege het extra vocht kunnen zijn gestimuleerd.
10. Werknemers die bekend zijn met longproblemen (als bevochtiging is toegepast) en degenen met huid- of oogproblemen (in geval van UV-C-bestraling) er op wijzen dat zij contact kunnen opnemen met de bedrijfsarts bij toename van de klachten en de bedrijfsarts laten weten dat er bij het periodiek medisch onderzoek (PMO) extra aandacht moet zijn voor longproblemen c.q. huid- en oogproblemen.

CONCLUSIES

De gebouwgerelateerde maatregelen bieden een toevoeging voor de al bestaande maatregelen in geval van een (dreigende) influenza epidemie en dragen zo bij aan de vertraging van de verspreiding van het (Mexicaanse) pandemie griepvirus zodat minder mensen gelijktijdig ziek worden.

NAWOORD

De inhoud van dit artikel is grotendeels gebaseerd op een informatiemagazine dat uitgegeven is door Facility Management Nederland. Het doel was om facility managers houvast te geven en aanbevelingen te doen over gebouwgerelateerde maatregelen (kader 1), als aanvulling op het bedrijfscontinuïteitsplan van een organisatie.

REFERENTIES

1. RIVM-Cib, 2009. Overzicht verspreiding Nieuwe Influenza A (H1N1) van 28 december 2009. <http://www.rivm.nl/cib/themas/nieuwe-influenza/stand-van-zaken.jsp>. Benaderd op 11 februari 2010.
2. Poos M.J.J.C., Gommer A.M., 2005. Incidentie en sterfte naar leeftijd en geslacht. In: Volksgezondheid Toekomst



-Kader 1- Dit informatiemagazine is uitgegeven door Facility Management Nederland (FMN) en had tot doel facility managers te informeren over de mogelijkheden van gebouwgerelateerde maatregelen tegen de verspreiding van de Mexicaanse Griep. Het informatiemagazine is te downloaden via www.fmn.nl.

Verkenning, Nationaal Kompas Volksgezondheid. Bilthoven: RIVM. www.nationaalkompas.nl > Gezondheid en ziekte\ Ziekten en aandoeningen\ Ademhalingswegen\ Influenza. Benaderd op 11 februari 2010.

3. LCI, 2009. Operationeel deeldraaiboek 2. Incidentele introductie nieuw humaan influenzavirus in Nederland. LCI. Bilthoven: LCI.
4. WHO, 2005. WHO global preparedness plan, The role of WHO and the recommendations for national measures before and during pandemics. Report WHO/CDS/CSR/GIP/2005.4. Geneve, Zwitserland: WHO.
5. Franchimon F., Pernot C.E.E., Maas J.J., Eijnde J. van den, Bronswijk J.E.M.H. van den, 2009. Gebouwaanvulling op het bedrijfscontinuïteitsplan bij Mexicaanse griep. Naarden: Facility Management Nederland.
6. Myatt T.A., Johnston S.L., Zuo Z., Wand M., Kebabze T., Rudnick S., Milton D.K., 2004. Detection of Airborne Rhinovirus and Its Relation to Outdoor Air Supply in Office Environments. American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine 169(11):1187-1190.