



# Verspreiding van het vogelgriepvirus via water

JACK SCHIJVEN, RIJKSINSTITUUT VOOR VOLKSGEZONDHEID EN MILIEU

ANA MARIA DE RODA HUSMAN, RIJKSINSTITUUT VOOR VOLKSGEZONDHEID EN MILIEU

FRANS WETSTEYN, MINISTERIE VAN VROM

WENNEMAR CRAMER, MINISTERIE VAN VROM

Eenden die geïnfecteerd zijn met het H<sub>5</sub>N<sub>1</sub>-vogelgriepvirus kunnen oppervlaktewater besmetten. Het infectierisico voor mensen en kippen door consumptie van ongekookt drinkwater (bereid uit dit besmette oppervlaktewater) hangt vooral af van de virusinfectie in het water, de zuiveringsefficiëntie en de virusinfectiviteit. In het geval van één eend die virus uitscheidt en voldoende drinkwaterzuivering (8<sup>10</sup>log) is het infectierisico voor individuele kippen en mensen verwaarloosbaar. Het infectierisico voor de mens door direct contact met recreatiewater is ook laag. Maar een zeer infectieus virus en minder goede zuivering (kleiner dan 10<sup>10</sup>log) kunnen voor pluimveebedrijven met meer dan 10.000 kippen leiden tot een hoog infectierisico (groter dan één procent). Hoewel dit virus voor mensen vermoedelijk minder infectieus is dan voor kippen, is efficiënte en robuuste drinkwaterzuivering ook voor de mens van groot belang, hetgeen kan worden vastgesteld volgens de in Nederland wettelijk verplichte risicoanalyse voor microbiologische veiligheid en in waterveiligheidsplannen.

Vanwege de aanwezigheid van vogelgriepvirus in de ons omringende landen bestaat een reële mogelijkheid dat wij in Nederland ook met de vogelgriep geconfronteerd worden. Het vogelgriepvirus (H<sub>5</sub>N<sub>1</sub>) behoort tot de influenza A-virussen en kan van vogel op vogel worden overgedragen via feces, water, direct en indirect contact. Vooral pluimvee en watervogels kunnen ziekteverschijnselen en sterfte vertonen. Bij intensief contact met besmette vogels is vogelgriep ook overdraagbaar naar de mens, maar de mens is geen gevoelige gastheer. Gezien de potentiële bedreiging voor de gezondheid van pluimvee en mogelijk ook voor de mens en gegeven het feit dat wilde watervogels dit virus in water uitscheiden is bij de ministeries van VROM en LNV de vraag gerezen of het H<sub>5</sub>N<sub>1</sub>-vogelgriepvirus via water naar mensen en pluimvee kan worden overgedragen.

Het RIVM heeft op grond van literatuurgegevens voor kippen en mensen dagelijkse infectierisico's door H<sub>5</sub>N<sub>1</sub>-vogelgriepvirus door consumptie van besmet drinkwater geschat voor Nederland<sup>1)</sup>. Aangenomen werd dat een enkele geïnfecteerde eend H<sub>5</sub>N<sub>1</sub>-virus uitscheidde in oppervlaktewater, dat werd ingenomen voor drinkwaterproductie en leidde tot consumptie van besmet drinkwater

door een kip of mens. Het virus dat wordt uitgescheiden in het innamewater, wordt verdund en de aantallen nemen langzaam af ten gevolge van inactivatie van het virus. In het algemeen geldt dat virussen bij lagere temperaturen langer in het water kunnen overleven.

Tijdens drinkwaterzuivering zullen de meeste virusdeeltjes worden verwijderd, maar die virusdeeltjes die toch de zuivering weten te passeren kunnen in het drinkwater van pluimveebedrijven terecht komen. Kippen drinken ongekookt water en kunnen op deze manier door het virus geïnfecteerd raken. Volgens kan het virus zich snel verspreiden door direct contact tussen kippen. Ook mensen drinken ongekookt drinkwater en kunnen derhalve aan dit virus worden blootgesteld.

De volgende vergelijkingen<sup>4)</sup> beschrijven de blootstelling (ingeslikt aantal virussen), het exponentiële dosis-responsmodel (1) voor de infectiekans van individuele mensen en kippen (2) en voor de infectiekans van tenminste één kip in een bedrijf (3):

$$D = \frac{N}{W} 10^{-R} V \quad (1)$$

Hierin is D het aantal ingeslikte virussen per dag, N het aantal uitgescheiden virussen in het oppervlaktewater per dag, W het volume van het innamewater (liter), R de log<sub>10</sub>-verwijdering van het virus door drinkwaterzuivering en V het dagelijkse geconsumeerde volume ongekookt drinkwater door kippen of mensen (liter).

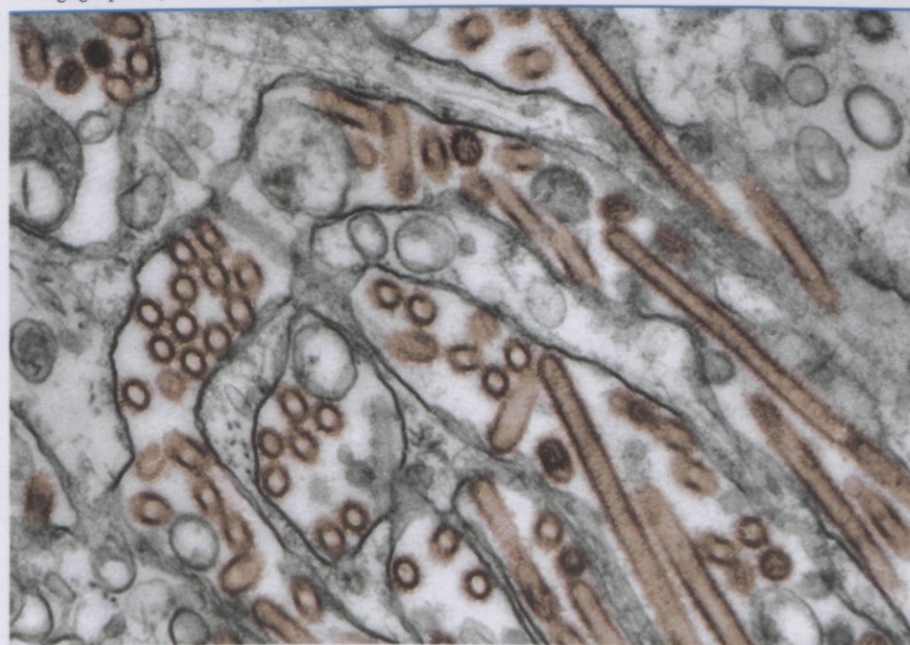
$$p_i = 1 - e^{-rD} \quad (2)$$

Hierin is p<sub>i</sub> het dagelijks individuele infectierisico per kip of mens en r de infectiviteit van het virus.

$$p_F = 1 - (1 - (1 - e^{-rD})^F) \quad (3)$$

Hierin is p<sub>F</sub> het infectierisico van tenminste één kip in een bedrijf met F kippen.

Het vogelgriepvirus (bron: Courtesy of Centers for Disease Control and Prevention, Atlanta).





- Voor de risicoschatting werden de volgende literatuurgegevens verzameld:
- aantal vogelgriepvirusdeeltjes uitgescheiden door een eend (N)
  - volume van het besmette innamewater (W)
  - afstervingsnelheid van vogelgriepvirussen in oppervlaktewater ( $\mu$ )
  - decimale reductie door drinkwaterzuivering (R)
  - grootte van pluimveebedrijven (F)
  - ingeslikte volume water door pluimvee of mensen (V)
  - infectiviteit van het vogelgriepvirus voor kippen of mensen (r)

Van elk van deze modelparameters werden verdelingen geconstrueerd door Monte Carlo simulatie in Mathematica 5.1. Voor details van deze analyse wordt verwezen naar Schijven et al.<sup>1)</sup>

### Vogelgriepvirus in oppervlaktewater

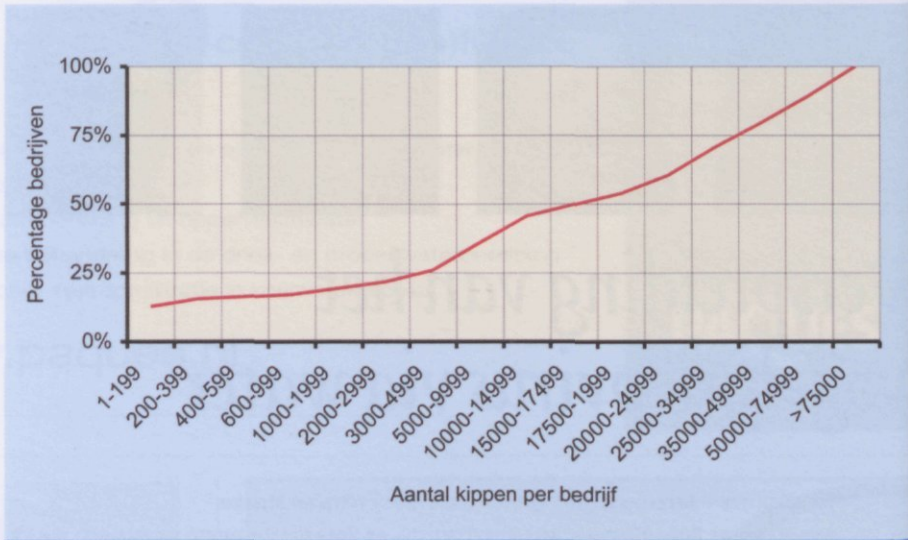
Aangenomen werd dat virusuitscheiding per gram feces door de geïnfecteerde eend log-normaal verdeeld is ( $\mu = 3$  en  $\sigma = 1$ ) en dat per uur 6,4 gram feces wordt uitgescheiden. Dit betekent dat  $2,0 \times 10^6$  virussen per dag werden uitgescheiden (95%-interval  $1,8 \times 10^3 - 1,4 \times 10^7$ ). Voor verdunning werd uitgegaan van drie oppervlaktewateren van verschillende grootten. Tabel 1 laat de berekende concentraties in die oppervlaktewateren zien na één dag uitscheiding, aangenomen dat volledige menging plaatsvond.

Uit de literatuur werden afstervingsgegevens van verschillende vogelgriepvirustypen verzameld. Gevonden werd dat de virusafsterving tussen 0,004 en  $0,13 \cdot 10^{\log}$  per dag lag bij een temperatuur van 4°C. Voor de risicoschattingen over de periode van een dag werd derhalve virusafsterving in het oppervlaktewater verwaarloosbaar geacht.

### Drinkwaterzuivering

Uit literatuurgegevens kon worden afgeleid dat vogelgriepvirussen waarschijnlijk elektrisch neutraal zijn bij een pH van 6 tot 7. Dat houdt in dat ze bij zuiveringsprocessen waarbij hechting aan vaste oppervlakken (zoals bij zandfiltratie) efficiënt verwijderd kunnen worden. Bij lage pH worden ze snel geïnactiveerd. Op grond hiervan, maar ook omdat ze toch goed kunnen overleven in oppervlaktewater bij lage temperatuur, werd aangenomen dat ze even goed of beter worden verwijderd door drinkwaterzuivering dan enterovirussen. Om het belang van de mate van drinkwaterzuivering te demonstreren, werden scenario's doorgerekend waarbij de drinkwaterzuivering varieerde van 0 tot  $12 \cdot 10^{\log}$ -verwijdering.

Gegevens met betrekking tot de aantallen en grootten van pluimveebedrijven werden



Afb. 1: Cumulatieve verdeling van het aantal kippen per Nederlands pluimveebedrijf.

Tabel 1: Vogelgriepvirusconcentraties in oppervlaktewater.

| oppervlaktewater | volume (l)           | gemiddelde virusconcentratie (N/l) | 95%-interval                              |
|------------------|----------------------|------------------------------------|-------------------------------------------|
| klein            | $8,6 \times 10^7$    | $2,3 \times 10^{-2}$               | $2,1 \times 10^{-5} - 1,6 \times 10^{-1}$ |
| gemiddeld        | $2,2 \times 10^9$    | $9,1 \times 10^{-4}$               | $8,3 \times 10^{-7} - 6,4 \times 10^{-3}$ |
| groot            | $2,3 \times 10^{10}$ | $8,8 \times 10^{-5}$               | $8,0 \times 10^{-8} - 6,2 \times 10^{-4}$ |

ontleend aan het CBS voor het jaar 2004. Dit betreft leghennen en mestkuikens tezamen (afbeelding 1). In Nederland zijn 2000 pluimveebedrijven met meer dan 10.000 kippen (ongeveer driekwart van alle Nederlands pluimveebedrijven).

Op grond van literatuurgegevens werd aangenomen dat kippen 0,15 tot 0,45 liter ongekookt drinkwater per dag drinken en dat dit volume uniform verdeeld is. Voor de consumptie van ongekookt drinkwater door mensen werd uitgegaan van gemiddeld 0,27 liter met een 95%-interval van 0,017 - 1,27 liter per dag.

### Infectiviteit van het vogelgriepvirus

Het is onbekend hoe infectieus het H5N1-vogelgriepvirus werkelijk is. Dosis-reponsgegevens bij muizen toonde een grote variatie in infectiviteit ( $r = 10^{-5} - 1$ ). Voor kippen werden derhalve scenarioberekeningen uitgevoerd, waarbij over dit grote bereik werd gevarieerd. Het is aannemelijk dat virus voor mensen veel minder infectieus, derhalve werd voor mensen een lage infectiviteit aangenomen ( $r = 10^{-5}$ ).

Afbeelding 2 laat voor het scenario met uitscheiding in klein oppervlaktewater zien wat de infectiekans is voor kippen, afhankelijk van bedrijfsgrootte (F), de verwijdering door drinkwaterzuivering (R) en de infectiviteit van het virus (r). Deze infectiekansen voor de scena-

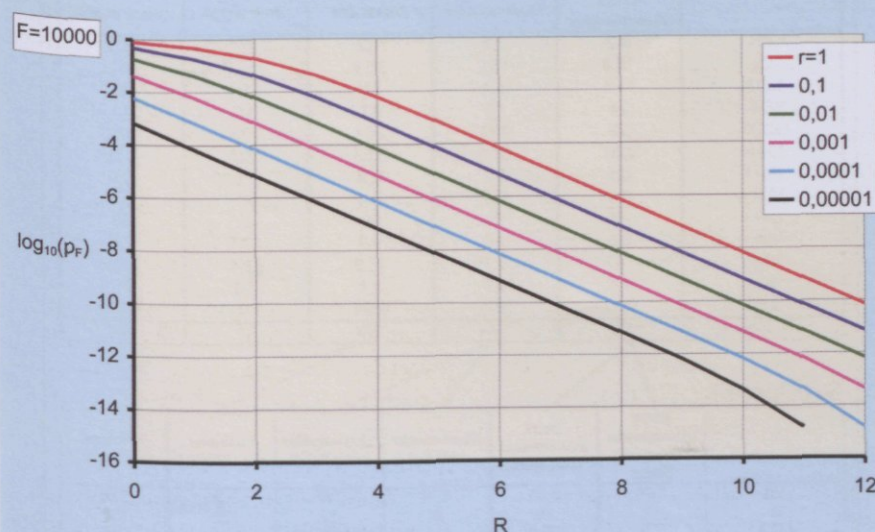
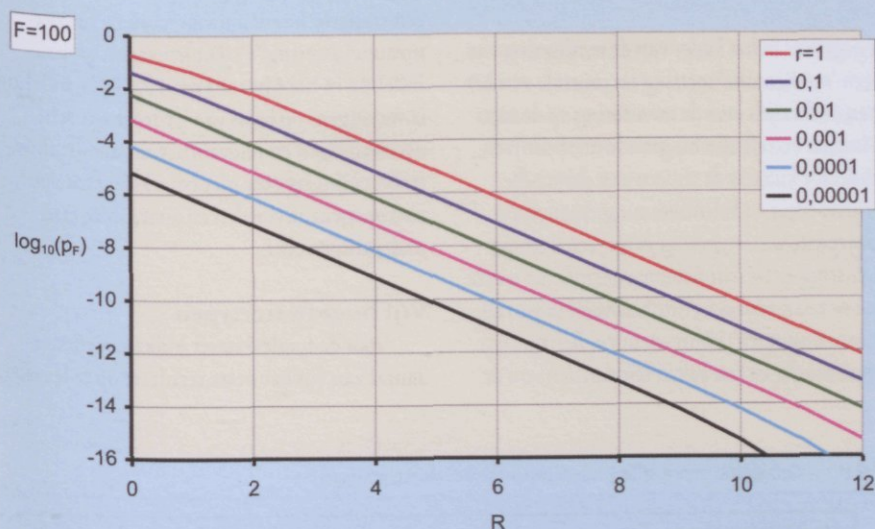
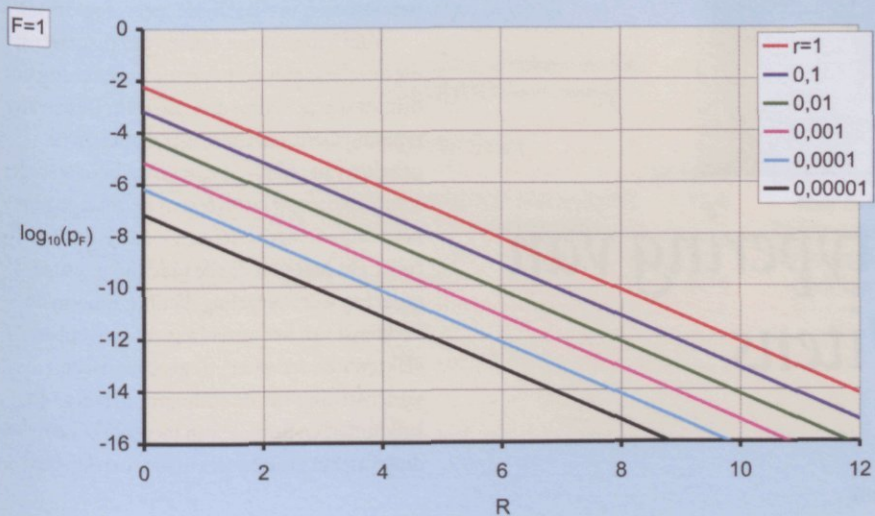
rio's met uitscheiding in de andere grotere oppervlaktewateren liggen lager (evenredig met de extra verdunning).

Bij  $8 \cdot 10^{\log}$  drinkwaterzuivering is het geschatte dagelijkse infectierisico voor een individuele kip laag, namelijk  $10^{-15} - 10^{-10}$ . Dit grote bereik weerspiegelt de grote onzekerheden in virusuitscheiding en infectiviteit ( $10^{-5} - 1$ ). Desondanks kunnen pluimveebedrijven met meer dan tienduizend kippen een hoog risico van meer dan één procent lopen indien het virus zeer infectieus en de drinkwaterzuivering minder dan  $4 \cdot 10^{\log}$  is. Uitgaande van een lage virusinfectiviteit ( $10^{-5}$ ) werd het gemiddelde dagelijkse infectierisico voor de mens door drinkwaterconsumptie geschat op twee maal  $10^{-12}$ , wat zeer laag is.

### Infectierisico via zwemwater

In het voorjaar, nog buiten het zwemseizoen, wordt al geroeid, gesurft en gedoken in oppervlaktewater, waardoor directe blootstelling aan met vogelgriepvirus besmet oppervlaktewater mogelijk is. Het virus raakt geleidelijk geïnactiveerd in het water en dit verloopt sneller naarmate het water warmer is. Na enkele maanden (in het zwemseizoen) kan het water nog besmet zijn, maar de aantallen virussen zijn dan waarschijnlijk ordes van grootte lager. In de studies van Schijven en de Roda Husman<sup>2),3)</sup> werd geschat dat beroeps-





Afb. 2: Risico op infectie van tenminste één kip in een bedrijf met een drinkwaterzuivering van  $10^6$  log en een bepaalde virusinfectiviteit (bij  $r=1$  is elk virusdeeltje infectieus). Scenario met verdunning in klein oppervlaktewater.

duikers per duik 4,8 tot 6 ml oppervlaktewater kunnen inslikken en sportduikers 11 ml. Bij een virusinfectiviteit van  $10^{-5}$  zou dan het infectierisico per duik in besmet water in de

orde van grootte van  $10^{-8}$  zijn, hetgeen nog zeer laag is. Een zwemmer, surfer of kanovaarder zou met het inslikken van 10 ml besmet oppervlaktewater een soortgelijk risico lopen.

## Publiek in waterwingebieden

Vooralsnog bestaat geen aanleiding om andere voorschriften te verstrekken aan publiek alsmede personeel van waterleiding-bedrijven in de waterwingebieden dan de algemene verstrekte adviezen ([www.rivm.nl/gezondheid/infectieziekten/vogelgriep/](http://www.rivm.nl/gezondheid/infectieziekten/vogelgriep/)).

In ons omringende landen zijn dode wilde vogels met vogelgriep gevonden. Het risico dat wilde vogels het virus verspreiden, is groot. Daarom is er onder meer een afschermplicht van pluimvee, zowel voor particulieren als voor commerciële pluimveehouders.

Als u een dode vogel aantreft, betekent dat niet direct dat er vogelgriep in het spel is. In het voorjaar sterven veel vogels, verzwakt door de winter. Als u één of enkele dode tuinvogels (zoals mus, spreeuw, roodborstje) vindt, dan kunt u ervan uitgaan dat er niets bijzonders aan de hand is. Laat ze gewoon liggen. Gewonde tuinvogels mogen naar een vogelasiel worden gebracht. Draag handschoenen, uit hygiënisch oogpunt. Sommige vogels zijn extra gevoelig voor vogelgriep.

Als u een dode zwaan, reiger, gans, eend, meeuw of roofvogel tegenkomt, dan heeft u te maken met 'verdachte vogels'. Raak het dier niet aan en meld uw vondst bij de meldkamer van de Algemene Inspectiedienst (AID): (045) 546 62 30. Dit geldt ook voor gewonde exemplaren van deze soorten. Een dergelijk advies is al eerder in H<sub>2</sub>O gepubliceerd (nr. 4, pag. 6-7).

## LITERATUUR

- 1) Schijven J., P. Teunis en A.M. de Roda Husman (2006). Quantitative risk assessment of avian influenza virus infection via water. RIVM-rapport 703719012.
- 2) Schijven J. en A.M. de Roda Husman (2004). Schatting van de blootstelling van beroepsduikers aan micro-organismen in water. RIVM-rapport 330000 006.
- 3) Schijven J. en A.M. de Roda Husman (2005). Schatting van de blootstelling van sportduikers aan micro-organismen in water. RIVM-rapport 330000 009.
- 4) Teunis P. en A. Havelaar (2000). The Beta Poisson dose-response model is not a single-hit model. Risk Analysis nr. 20, pag. 513-520.
- 5) VROM-Inspectie (2005). Inspectierichtlijn - Analyse microbiologische veiligheid drinkwater. Artikelcode 5318.