



RIVM rapport 250911008/2005

**Kosten en baten van Campylobacter  
bestrijding in Nederland**

Integratie van risico-analyse, epidemiologie en  
economie

A.H. Havelaar<sup>1\*</sup>, M.J. Nauta<sup>1</sup>, M.-J.J. Mangel<sup>1,2</sup>,  
A. de Koeijer<sup>3</sup>, M.-J. Bogaardt<sup>2</sup>, E.G. Evers<sup>1</sup>, W.F.  
Jacobs-Reitsma<sup>3,4</sup>, W. van Pelt<sup>1</sup>, J.A. Wagenaar<sup>3</sup>,  
G.A. de Wit<sup>1</sup>, H. van der Zee<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Postbus 1, 3720 BA Bilthoven,

<sup>2</sup> Wageningen UR, Landbouw Economisch Instituut, Postbus 29703, 2502 LS Den Haag,

<sup>3</sup> Wageningen UR, Animal Sciences Group, Postbus 65, 8200 AB Lelystad,

<sup>4</sup> Wageningen UR, RIKILT, Postbus 230, 6700 AE Wageningen

<sup>5</sup> Voedsel en Waren Autoriteit/Keuringsdienst van Waren, Postbus 202, 7200 AE Zutphen

\*Contact: A.H. Havelaar

Microbiologisch Laboratorium voor Gezondheidsbescherming

e-mail [arie.havelaar@rivm.nl](mailto:arie.havelaar@rivm.nl)

Dit onderzoek werd verricht in opdracht en ten laste van het Ministerie van Volksgezondheid, Welzijn en Sport, het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, en de Voedsel en Waren Autoriteit in het kader van project 250911, CARMA, Campylobacter Risk Management and Assessment.

## Het rapport in het kort

### **Kosten en baten van Campylobacter bestrijding in Nederland – integratie van risico-analyse, epidemiologie en economie**

Een combinatie van decontaminatie met een middel als melkzuur en technische maatregelen om de verspreiding van mest tijdens het slachten tegen te gaan, lijkt volgens modelberekeningen de meest economische methode om de microbiologische veiligheid van kippenvlees te verbeteren. Campylobacter-bacteriën zijn de belangrijkste bacteriële veroorzakers van voedselinfecties in Nederland, met ongeveer 80.000 gevallen van gastro-enteritis per jaar. Onder de vele verschillende routes waarlangs de mens aan Campylobacter kan worden blootgesteld nemen consumptie van kippenvlees, direct contact met dieren en rauw geconsumeerde producten een belangrijke plaats in. Genoemde resultaten zijn verkregen in een multidisciplinair onderzoek naar de kosten en baten van maatregelen om de besmetting van kippenvlees terug te dringen. Aanvullende hygiënemaatregelen op de boerderij zouden volgens modelberekeningen in theorie de besmetting bij het pluimvee sterk terug kunnen brengen, maar het is nog niet duidelijk welke maatregelen precies genomen moeten worden. Op korte termijn is meer effect te verwachten van aanvullende maatregelen op het slachthuis om de besmettingsgraad van het vlees te verminderen. Volgens modelberekeningen kunnen alleen al daardoor in Nederland ongeveer 12.000 gevallen per jaar van gastro-enteritis worden voorkomen. Om deze maatregelen succesvol te kunnen invoeren is nog wel aanvullend praktijkonderzoek nodig. Door onbekendheid met de maatregelen en de additionele kosten is het draagvlak bij de consument en ketenpartijen gering zodat actieve communicatie van groot belang is.

Trefwoorden: Campylobacter, blootstellingsroutes, preventie, kippenvlees, kosten-utiliteit, maatschappelijk draagvlak

## **Abstract**

### **Costs and benefits of controlling Campylobacter in the Netherlands – integrating risk analysis, epidemiology and economics.**

A combination of decontamination with a chemical such as lactic acid and technical measures to reduce leakage of feces during slaughtering have been shown by model calculations in a Netherlands study to be the most economic method to improve the safety of broiler meat. Campylobacter bacteria form the most common bacterial cause of foodborne infections in the Netherlands, with approximately 80,000 cases of gastroenteritis per year. Of the many different routes by which humans can be exposed to Campylobacter, the most important are the consumption of broiler meat and other raw food products, and direct contact with animals. Results above are derived from a multidisciplinary study on the costs and benefits of measures to reduce the contamination of broiler meat. Model calculations also showed additional hygienic measures to theoretically reduce the contamination on broiler farms, but it is not yet clear what exact measures should be taken. In the short term, more effect can be expected from additional measures in the processing plant to reduce the level of contamination of meat. Model calculations indicate that in the Netherlands alone, this would result in the prevention of 12,000 cases of gastrointestinal illness per year. Successful implementation of these measures will require additional studies on a practical scale. Because of unfamiliarity and additional costs, there is little support for measures among consumers and industry. Therefore active communication will be paramount.

Keywords: Campylobacter, exposure routes, prevention, broiler chicken meat, cost-utility ratio, societal support

## Voorwoord

Het CARMA (**C**ampylobacter **R**isk **M**anagement and **A**ssessment) project, dat is uitgevoerd in de jaren 2001-2004, is een samenwerkingsverband tussen het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM), de Animal Sciences Group (ASG), het Landbouw Economisch Instituut (LEI), de Voeding en Waren Autoriteit/Keuringsdienst van Waren (VWA/KvW) en het RIKILT. De volledige resultaten van het project zijn vastgelegd in een aantal rapporten en publicaties. Bijlage 1 bevat een overzicht van deze documenten, die ook toegankelijk zijn via de website [www.rivm.nl/carma](http://www.rivm.nl/carma). Naar deze rapporten wordt in de tekst niet verder verwezen. Wel zijn verwijzingen naar andere bronnen in de tekst opgenomen. De rapporten en publicaties bevatten een overzicht van alle medewerkers aan het project en een verantwoording van de resultaten.

Dit rapport is een samenvatting van de belangrijkste resultaten van het project, geschreven voor een breder publiek dan de onderliggende technische rapportages. Het bouwt dan ook voort op de bijdragen van alle projectmedewerkers. Naast de auteurs van het rapport werd ook bijgedragen aan de onderliggende rapportages door Elly Katsma, Egil Fisher, Mart de Jong en Fimme-Jan van der Wal (ASG, Lelystad), Krijn Poppe, Peter van Horne, Hans-Peter Folbert, Sandra van der Kroon, Marjolijn Smit en Hubert Sengers (LEI, Den Haag), Roger Cooke en Louis Goossens (Technische Universiteit Delft), Rinske van Koningsveld (Erasmus Medisch Centrum, Rotterdam), Rob Bernsen (Jeroen Bosch Ziekenhuis, 's Hertogenbosch), Trudy Wassenaar (Molecular Microbiology and Genomics Consultants, Zotzenheim, Duitsland), Hans van de Kerkhof (GGD Zuid Holland Zuid, Dordrecht), Wilfrid van Pelt, Sido Mylius, Ine van der Fels-Klerx, Peter Teunis, Ardine de Wit en Winette van den Brandhof (RIVM). Aan de redactie van dit samenvattende rapport werd een adviserende bijdrage geleverd door Harry Verkleij (RIVM).

Bij de opzet van het project is Ton van Gaasbeek van het LEI sterk betrokken geweest. Ton is ons helaas kort daarna plotseling overleden.

In bijlage 2 is een overzicht gegeven van de leden van de Stuurgroep en het Industrieforum. Daarnaast werden vele deskundigen geraadpleegd. Hun bijdrage wordt vermeld in de technische rapportages.

In bijlage 3 worden definities gegeven van een aantal in dit rapport gehanteerde begrippen en worden de afkortingen verklaard.

# Inhoud

## Samenvatting 6

1. Inleiding 9
2. Blootstellingsroutes 12
3. Berekeningsmethoden 15
4. De betekenis van import en export 18
5. Interventies op de boerderij en tijdens transport 20
6. Interventies in het slachthuis 26
7. Interventies tijdens bewaren en bereiden van kippenvlees 35
8. Maatschappelijk draagvlak 37
9. Discussie 39
10. Conclusies 45
11. Aanbevelingen voor het beleid 48
12. Aanbevelingen voor verder onderzoek 50

## Literatuur 52

### Bijlage 1. CARMA: rapporten en publicaties 53

### Bijlage 2. Leden van de stuurgroep en industrieforum CARMA (anno 2004) 56

### Bijlage 3. Definities en afkortingen 57

## Samenvatting

Campylobacter-bacteriën nemen onder de voedselinfecties een belangrijke plaats in. Ieder jaar leiden zij in Nederland tot ongeveer 80.000 gevallen van gastro-enteritis, maar ook ernstiger ziektebeelden en ongeveer dertig sterfgevallen. Er zijn veel verschillende besmettingsroutes. Eén van de belangrijkste besmettingsroutes loopt via de consumptie van kippenvlees (20-40% van alle ziektegevallen, ofwel 16.000-32.000 gevallen van gastro-enteritis). Daarnaast zijn ook direct contact met dieren en rauw geconsumeerde producten belangrijke besmettingsroutes. In het CARMA-project is specifiek aandacht besteed aan kippenvlees als besmettingsroute. Er is een schatting gemaakt van de mogelijke kosten en baten van een groot aantal mogelijke interventies om besmetting met Campylobacter door consumptie van kippenvlees te verminderen. De kosten van de interventies zijn in euro's uitgerekend, de baten in de vermindering van ongezonde levensjaren (DALY's) en van ziektegebonden kosten in euro's. Het accent lag op interventies op de boerderij en in het slachthuis. Ook werd aandacht besteed aan voorlichting van de consument. Bij de berekeningen is gebruik gemaakt van epidemiologische, microbiologische en economische kennis, en van wiskundige modellen. Ook werden enquêtes onder vertegenwoordigers van betrokken maatschappelijke groeperingen gehouden.

Een aantal potentiële interventies zijn interessant, gezien hun (theoretische) effectiviteit en doelmatigheid. Er is geen enkele beoordeelde interventie die direct of zonder nadere voorwaarden in te voeren is. Er is sprake van intensieve import en export van zowel levende dieren als kippenvlees. Het is niet duidelijk wat precies de herkomst is van in Nederland geconsumeerd kippenvlees. Zowel uit volksgezondheidsoogpunt als ten aanzien van de concurrentiepositie van het Nederlandse bedrijfsleven is het van belang om maatregelen op Europees niveau te nemen, rekening houdend met import uit derde landen.

Reductie van besmetting op de boerderij zou in theorie zeer effectief kunnen zijn. Het is echter onduidelijk welke maatregelen genomen moeten worden omdat de besmettingsroutes op de boerderij nog onduidelijk zijn. De kosten van hygiënemaatregelen zouden heel hoog kunnen zijn. Het wordt aanbevolen *stapsgewijs* de hygiëne op de boerderij te verbeteren, beginnend met het op alle bedrijven implementeren van bestaande standaarden voor hygiënevoorzieningen en het bevorderen van het consistent gebruik daarvan. Het behandelen van geïnfecteerde koppels kuikens met bacteriofagen is experimenteel effectief gebleken en kan ook kosteneffectief zijn. De effectiviteit dient echter in de praktijk nog te worden bevestigd.

Omdat er op korte termijn geen aanzienlijke daling van de besmetting op de boerderij verwacht wordt, zullen er ook maatregelen in het slachthuis nodig zijn. Het eventueel volledig verbieden van de verkoop (als vers vlees) van vlees uit besmette koppels zou in de zomer tot een tekort aan vers vlees en tot grote economische verliezen voor de sector leiden. Dit onderstreept de noodzaak tot het terugdringen van de besmetting op de boerderij. Op dit moment is het gegarandeerd Campylobacter-vrij maken van alle kippenvlees in de winkel niet haalbaar. Doorstraling van al het geproduceerde vlees zou veel te duur zijn. De meest veelbelovende methoden in het slachthuis zijn: het beperken van de hoeveelheid mest die tijdens het broeien en de ontvedering vrij komt en het scheiden van besmette en niet-besmette groepen/koppels kippen/kuikens (kanalisatie), gevolgd door het behandelen van de besmette groep met behulp van een decontaminatiemiddel zoals melkzuur. Nieuwe (snellere en gevoeligere) testmethoden om een Campylobacter besmetting in een koppel vleeskuikens aan te tonen zijn een voorwaarde voor een succesvol kanalisatiescenario. Methoden zijn in ontwikkeling maar een gevalideerde test is nog niet direct beschikbaar. Bovendien zijn er ook nog enkele andere vragen en twijfels rond de effectiviteit van decontaminatiemethoden onder praktijkomstandigheden en rond het effect op het uiterlijk van de producten waardoor ze

moeilijk(er) verkoopbaar kunnen zijn. Andere methoden om de besmetting van vlees uit besmette koppels te verminderen zoals aanvriezen, invriezen en hittebehandeling zijn duurder en/of minder effectief dan decontaminatie.

Er is in de Nederlandse samenleving een gering draagvlak voor extra maatregelen ter bestrijding van *Campylobacter* in de kippenveesketen. Ketenpartijen houden elkaar verantwoordelijk. Pluimveehouders en slachterijen zijn er niet van overtuigd dat extra maatregelen een gunstig effect zullen hebben en vrezen extra kosten en problemen met de afzet. Consumenten maken zich in meerderheid weinig zorgen over de besmetting van kippenvlees met *Campylobacter*. Zij hebben nog geen standpunt bepaald ten opzichte van de aanbevolen maatregelen vanwege een gebrek aan informatie. Er lijkt een groeiende acceptatie van doorstraling te zijn. Goede communicatie met alle partijen tijdens zowel de besluitvorming als de uiteindelijke invoering van maatregelen is noodzakelijk om verder draagvlak te creëren.





# 1. Inleiding

***Terugdringen van voedselinfecties en –intoxicaties is een speerpunt van het nationale en internationale volksgezondheidsbeleid. Daarbij wordt de aandacht met name gericht op Salmonella en Campylobacter uit voedingsmiddelen van dierlijke oorsprong. Ondanks beleidsmatige aandacht en inspanningen van de sector was bij aanvang van het project in 2001 de besmetting van pluimveevlees met Campylobacter nog onveranderd hoog en was in de voorgaande vijf jaar de incidentie van ziektegevallen bij de mens niet wezenlijk veranderd. Dit in tegenstelling tot Salmonella, waar wel een daling van de besmetting van pluimveevlees werd gezien. Ook de incidentie van humane salmonellose (tengevolge van besmet pluimveevlees en andere bronnen) daalt steeds verder [17].***

- In 1995 heeft de toenmalige staatssecretaris van Volksgezondheid, Welzijn en Cultuur (VWS) het voornemen aangekondigd maatregelen te nemen die in vijf jaar zouden moeten leiden tot een reductie met 50% van het aantal gevallen van gastro-enteritis bij de mens ten gevolge van besmette voedingsmiddelen van dierlijke oorsprong.
- Dit beleidsvoornemen heeft in 1997 geleid tot een door de Productschappen voor Pluimvee, Vlees en Eieren (PVE) opgesteld “Plan van Aanpak Salmonella en Campylobacter in de pluimveevleessector”. Het bedrijfsleven accepteerde een resultaatverplichting tot het terugdringen van de besmettingsgraad met Salmonella en Campylobacter van kippenvlees direct na slacht / uitsnijderij tot minder dan 15% op koppelniveau op uiterlijk 1 november 1999.
- In 2000 is geconstateerd dat deze doelstelling niet is bereikt. Mede naar aanleiding van het advies “Voedselinfecties” van de Gezondheidsraad hebben zowel het Ministerie van VWS als het Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij (LNV) nadere maatregelen aangekondigd.
- Op 1 augustus 2001 is een tijdelijke maatregel vastgelegd in het “Warenwetbesluit Bereiding en Behandeling van Levensmiddelen”. Deze maatregel verplicht het bedrijfsleven om vers pluimveevlees dat wordt geleverd aan de consument te voorzien van een etiket dat waarschuwt tegen ziekteverwekkende bacteriën.
- Door de PVE is in 2001 een “Actieplan Salmonella en Campylobacter 2000+” gepubliceerd waarin de sector aangeeft hoe de eerder overeengekomen doelstellingen alsnog gehaald zouden kunnen worden. In tegenstelling tot Salmonella werden voor Campylobacter geen doelstellingen gepubliceerd. De voornaamste reden was dat er onvoldoende inzicht bestond in de mogelijkheden om Campylobacter in de primaire sector terug te dringen. Om deze reden werd nader onderzoek aanbevolen, ook naar mogelijkheden de besmetting verder in de keten te beheersen. Deze onderzoeksvragen waren onder andere aanleiding tot het CARMA (Campylobacter Risk Management and Assessment) project.
- Momenteel denkt de Nederlandse overheid na over een verbod op Salmonella en Campylobacter op vers pluimveevlees bij aflevering aan de consument. Dit verbod, dat op 1 januari 2007 zou moeten ingaan, zou moeten gelden voor zowel geïmporteerd als in Nederland geproduceerd vlees [1]. Omdat ziektekiemen op vers vlees nooit helemaal te vermijden zijn wordt gedacht aan “aanwezigheid op een laag niveau (nul+)”. Over een notificatie van dit voornemen aan de Europese Commissie is (begin 2005) nog geen beslissing genomen.

***De doelstelling van het CARMA-project is de Nederlandse overheid te adviseren over de effectiviteit en doelmatigheid van maatregelen gericht op het terugdringen van campylobacteriose in de Nederlandse bevolking. Daartoe worden twee kernvragen bestudeerd:***

- Wat zijn de belangrijkste routes waarlangs de Nederlandse bevolking wordt blootgesteld aan Campylobacter, en kan de bijdrage van deze routes worden gekwantificeerd?
- Welke maatregelen kunnen worden genomen om de blootstelling aan Campylobacter te reduceren, wat is hun verwachte doelmatigheid en draagvlak in de samenleving?

***Campylobacter infecties leiden jaarlijks tot een aanzienlijk gezondheidsverlies en ziektegebonden kosten in de Nederlandse bevolking.***

- Naar schatting treden in Nederland jaarlijks 300.000-750.000 gevallen van voedselinfecties met bekende verwekker op. Vier typen micro-organismen zijn gezamenlijk verantwoordelijk voor de helft van deze gevallen: *Campylobacter* spp., *Salmonella* spp., *Clostridium perfringens* en norovirussen [17].
- Op grond van een grootschalig populatieonderzoek in 1999 (Sensor [7]) wordt geschat dat er jaarlijks ten gevolge van infecties met Campylobacter 80.000 gevallen van gastro-enteritis zijn, waarvan 18.000 patiënten hun huisarts bezoeken [6]. Naar schatting vinden er jaarlijks meer dan 600 ziekenhuisopnamen plaats en overlijden er 30, vooral oudere, patiënten.
- Campylobacter infecties leiden naast gastro-enteritis ook tot andere, vaak ernstige ziektebeelden. Er zijn naar schatting jaarlijks 60 gevallen van het Guillain-Barré syndroom (GBS, een ernstige verlamming) die worden veroorzaakt door de afweer tegen Campylobacter. Deze afweer induceert ook ongeveer 1400 gevallen van gewrichtsontsteking (reactieve artritis). Er zijn aanwijzingen dat Campylobacter infecties kunnen leiden tot inflammatoire darmontstekingen (IBD) met naar schatting 10 patiënten per jaar.
- De meeste ziektegevallen worden gezien in de zomerperiode en bij kinderen onder vijf jaar evenals bij jongvolwassenen (18-29 jaar). Er is geen verschil in optreden van ziekte tussen mannen en vrouwen. De incidentie is in grote steden lager dan op het platteland en in middelgrote steden.
- Op grond van laboratoriumsurveillance wordt geconcludeerd dat er in de afgelopen acht jaar een daling in de incidentie van campylobacteriose is opgetreden met ongeveer 30% [18]. Ook in ons omringende landen zoals het Verenigd Koninkrijk en Denemarken wordt sinds enkele jaren een daling in de incidentie van campylobacteriose gezien. In sommige landen (België, Spanje, Frankrijk [5]) wordt een toename gerapporteerd maar dat kan ook liggen aan een betere diagnostiek. Wel zijn er schommelingen per jaar te zien. Zo waren er in 2003 aanzienlijk minder ziektegevallen dan verwacht op basis van de gemiddelde trend. Dit zou kunnen samenhangen met de vogelgriep crisis waardoor de consumptie van kippenvlees tijdelijk lager is geweest [19].
- De ziektelast van Campylobacter infecties worden geschat op ongeveer 1200 Disability Adjusted Life Years (DALY's) per jaar, en is vergelijkbaar met die van tuberculose en bacteriële meningitis (hersenvliesontsteking), zie Tabel 1. De belangrijkste bijdragen aan de ziektelast zijn sterfte ten gevolge van gastro-enteritis en verlies van kwaliteit van leven ten gevolge van gastro-enteritis en de restverschijnselen van GBS.
- De ziektegebonden kosten van campylobacteriose worden geschat op ongeveer 21 miljoen euro per jaar, waarvan ongeveer driekwart ten gevolge van arbeidsverzuim door gastro-enteritis.

Tabel 1. Gezondheidsverlies door campylobacteriose in vergelijking met andere (infectie)ziekten

<b>Aantal verloren DALY's per jaar</b>	<b>Infectieziekten</b>	<b>Niet infectieuze ziekten</b>
> 100.000		Hart- en vaatziekten, Kanker, Depressie, Diabetes, Alcoholafhankelijkheid
30.000-100.000	Longontsteking en acute bronchi(oli)tis	Verkeersongevallen Borstkanker Suicide
10.000-30.000	Influenza	Epilepsie Multiple sclerose
3.000-10.000	HIV/AIDS Bovenste luchtweginfecties Maagzweren	Zweren van de maag en twaalfvingerige darm
1.000-3.000	<b>CAMPYLOBACTERIOSE</b> Bacteriële meningitis Bacteriële SOA Tuberculose	Heupfracturen
< 1.000	Shiga-toxine producerende <i>Escherichia coli</i> O157	

Bron: RIVM

## 2. Blootstellingsroutes

*De reservoirs van Campylobacter zijn te vinden in de dierenwereld, zowel (landbouw)huisdieren als in het wild levende dieren en in de omgeving (water). Er zijn veel verschillende routes waarlangs de mens aan Campylobacter kan worden blootgesteld. De belangrijkste routes in Nederland zijn voedsel (vooral kippenvlees en rauw geconsumeerde voedingsmiddelen) en direct contact met dieren. Ook buitenlandse reizen zijn een risicofactor. De precieze bijdrage van verschillende besmettingsroutes is moeilijk te kwantificeren. In Nederland speelt drinkwater een ondergeschikte rol, dit in tegenstelling tot wat gevonden wordt in sommige internationale studies.*

- Er zijn twee methoden gebruikt om de relatieve bijdrage van kippenvlees te schatten. De ene methode was gebaseerd op epidemiologisch onderzoek (een patiënt-controle onderzoek) en de tweede methode was gebaseerd op risicoschattingen (berekening en vergelijking van blootstelling). De resultaten van deze twee benaderingen kwamen deels met elkaar overeen maar er waren ook verschillen.
- In een grootschalig patiënt-controle onderzoek (CaSa [8]) waren de volgende factoren geassocieerd met een hoger risico op campylobacteriose: consumptie van kippenvlees, niet goed doorbakken vlees en vlees bereid op de barbecue of in de grill of magnetron, eten in een restaurant, het hebben van jonge honden en katten, consumptie van rauwe schelpdieren, beroepsmatig contact met rauw vlees en contact met personen met gastro-enteritis klachten. Mensen die maagzuurremmers gebruiken werden vaker ziek dan anderen.
- Ook reizen naar het buitenland was geassocieerd met een verhoogd risico, maar dit beeld kan vertekend zijn door de manier waarop de patiënten geselecteerd zijn. Er is een neiging bij artsen om eerder een fecesmonster voor onderzoek in te sturen als de patiënt recent in het buitenland is geweest.
- Er zijn ook diverse beschermende factoren gevonden, hoewel over de interpretatie daarvan grote twijfels bestaan. Consumptie van diverse voedingsmiddelen (deegwaren met vlees (bijvoorbeeld kroket, saucijzenbroodje), vis, hardgekookt ei, zuivelproducten (anders dan melk en kaas), salade, fruit met schil, chocola en noten); contact met ontlasting van dieren en het bezoeken van andere huishoudens met huisdieren was geassocieerd met een kleinere kans op campylobacteriose. In hoeverre deze factoren werkelijk beschermend zijn is onduidelijk. Zij kunnen ook samenhangen met andere (eet)gewoontes en leefstijlfactoren, zoals eenzijdige voeding.
- De blootstelling van de Nederlandse bevolking via verschillende routes is berekend op basis van het voorkomen van Campylobacter in diverse (voedsel)bronnen en de mate waarmee de bevolking met besmette bronnen in aanraking komt. Omdat veel benodigde gegevens ontbreken of erg beperkt zijn, is er een grote onzekerheid in deze berekeningen. Desondanks kan worden geconcludeerd dat vooral direct contact met besmette dieren en consumptie van onverhitte voedingsmiddelen (zoals groente en fruit, rauwe vis en ongepasteuriseerde melk) belangrijke blootstellingroutes zijn.

***De op grond van blootstellings- en dosis-respons modellen berekende incidentie van ziektegevallen door Campylobacter is veel hoger dan de in epidemiologisch onderzoek gemeten incidentie. Deze verschillen kunnen nog niet goed verklaard worden. De epidemiologische gegevens worden betrouwbaarder geacht en zijn in deze studie gebruikt als basis voor de berekeningen van de ziektelast en de ziektegebonden kosten.***

- Hoewel er onzekerheden zijn in zowel de risicoschattingen als de epidemiologische schattingen, zijn de geconstateerde verschillen zo groot dat ze als van wezenlijk belang kunnen worden beschouwd en uitnodigen tot nader onderzoek.
- Er zijn verschillende verklaringen mogelijk voor de overschatting van de risicomodellen: verschillen tussen Campylobacter stammen, verschillen tussen blootgestelde populaties, effecten van het voedsel waarin de bacteriën voorkomen, clustering van de blootstelling of bescherming van een deel van de blootgestelde personen door specifieke afweer (immunititeit).
- De dosis-respons relatie kan het risico op infectie overschatten omdat er een sterk verschil is tussen Campylobacter-stammen qua infectiviteit en ziekmakend vermogen. Er is aangenomen dat er één dosis-responsrelatie is, die geldig is voor alle Campylobacter-stammen. De gegevens die voor dit dosis-respons model wordt gebruikt kunnen het effect van zeer virulente Campylobacter-stammen voorstellen. Ondanks de beschikbaarheid van een groot aantal typeringsmethoden is het nog steeds niet mogelijk om Campylobacter-stammen te groeperen naar hun virulentie. Dit komt omdat het nog niet duidelijk is hoe Campylobacter de mens ziek maakt, en ook omdat het genoom van Campylobacter instabiel is, met als gevolg een grote genetische diversiteit.
- Blootstelling en infectie kunnen leiden tot een immuunrespons, die mogelijk tijdelijke bescherming biedt tegen herinfectie en/of ziekte. Oriënterend modelleringswerk heeft laten zien dat de berekende incidentie veel lager wordt als rekening wordt gehouden met een dergelijke bescherming. Ook is gebleken dat de resultaten van patiënt-controle onderzoek sterk verstoord worden tengevolge van immunititeit. Het effect van immunititeit kan vooral een rol spelen bij bevolkingsgroepen die relatief vaak aan Campylobacter worden blootgesteld, bijvoorbeeld via beroepsmatig contact. Maar ook de algemene bevolking zou immunititeit een zekere mate van bescherming tegen ziekte kunnen bieden. Anderzijds kunnen verschillen tussen Campylobacter-stammen onderling er de oorzaak van zijn dat immunologische bescherming maar gedeeltelijk is.
- Een beter begrip van de dynamische interactie tussen bacteriën en hun gastheren is nodig om betere risicoschattingen te kunnen maken en om de resultaten van epidemiologisch onderzoek beter te kunnen interpreteren.

***Besmet kippenvlees is een belangrijke besmettingsbron van de mens in Nederland. Geschat wordt dat minimaal 20% (met een maximum van 40%) van alle gevallen van campylobacteriose direct of indirect wordt veroorzaakt door besmet kippenvlees.***

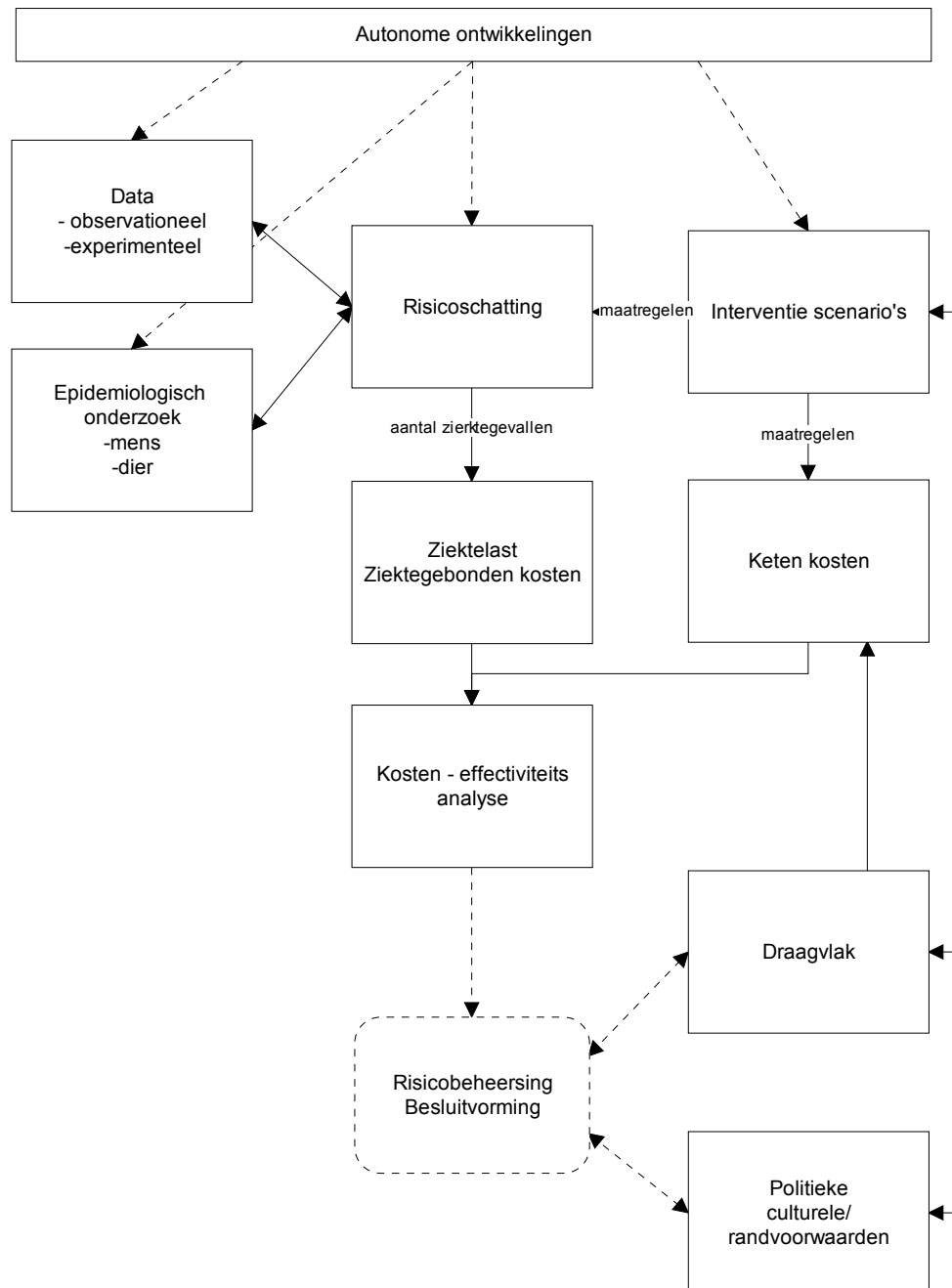
- In het CaSa patiënt-controle onderzoek werd 16% van de ziektegevallen toegeschreven aan recent bezoek aan het buitenland.
- Van de in Nederland opgelopen infecties (84% van het totaal) werd 23% toegeschreven aan consumptie van kippenvlees. Dit komt overeen met 19% van alle gevallen van campylobacteriose. Deze schatting is waarschijnlijk te laag omdat de bijdrage van buitenlandse reizen is overschat.
- Van alle door Campylobacter veroorzaakte ziektegevallen in Nederland is dus ten minste 20% toe te schrijven aan consumptie van besmet kippenvlees. Dat zijn dus jaarlijks ten minste 16.000 gevallen van gastro-enteritis, 12 gevallen van GBS,

280 gevallen van reactieve artritis en 2 gevallen van IBD. De met besmet kippenvlees samenhangende ziektelast is ten minste 240 DALY's per jaar en de ziektegebonden kosten bedragen ten minste 4,2 miljoen euro per jaar.

- De bovengrens van het aan besmet kippenvlees toe te schrijven deel van alle gevallen van campylobacteriose is afgeleid uit een Belgisch onderzoek [20]. Tijdens de dioxine crisis van 1999 werd gedurende een periode van vier weken alle kippenvlees uit de verkoop gehaald. In deze periode was de incidentie van campylobacteriose 40% lager dan verwacht op grond van voorgaande jaren, om daarna weer terug te keren op het normale niveau. Dit percentage wordt beschouwd als de bovengrens van het aan kippenvlees toe te schrijven deel in Nederland. De genoemde incidentie, ziektelast en ziektegebonden kosten kunnen dus ook twee maal hoger zijn dan genoemd.

### 3. Berekeningsmethoden

*In overleg met vertegenwoordigers van de Ministeries van VWS en LNV, van de VWA en van de industrie is een aantal interventies in de kippenvleesketen bestudeerd die mogelijk kunnen leiden tot een verlaging van het gezondheidsrisico voor de consument. Met behulp van wiskundige en economische modellen zijn de mogelijke kosten en baten geschat. Ook is aandacht besteed aan het draagvlak voor deze maatregelen bij consumenten en de industrie. Deze informatie is bedoeld ter ondersteuning van de politiek-bestuurlijke besluitvorming (zie Figuur 1).*



Figuur 1. Onderdelen van het CARMA-project.

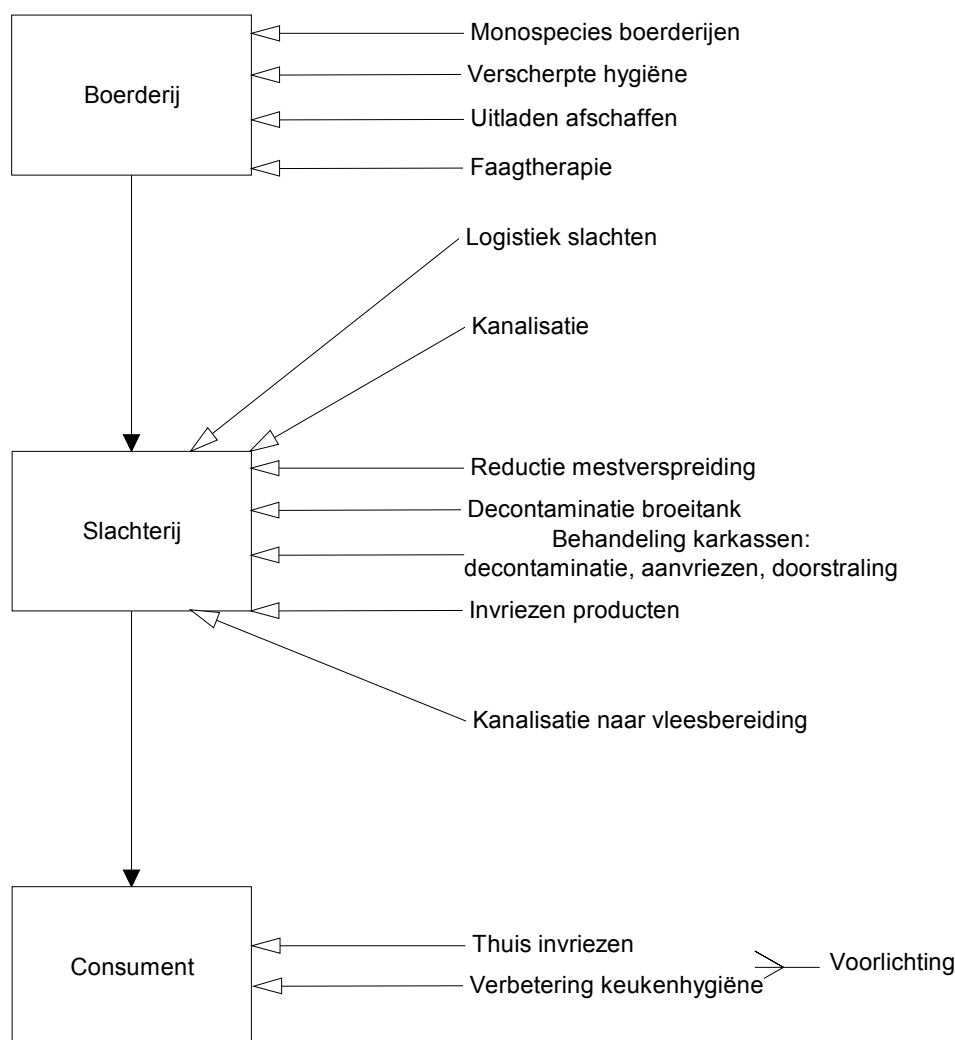
***Het wiskundig model voor de risicoschattingen bestaat uit een aantal modules: boerderij, slachterij, consumptie en ziekte.***

- De gekozen interventies grijpen in op de besmetting met *Campylobacter* in verschillende stadia van de kippenvleesketen, zie Figuur 2. Deze komen overeen met de modules in het wiskundige model.
- De boerderijmodule beschrijft de snelheid waarmee een infectie zich verspreid in een stal met vleeskuikens, het verband tussen de kans op infectie van de dieren met *Campylobacter* en het aantal stallen op een bedrijf, en in hoeverre er een verband bestaat tussen de kans op infectie van kuikens in opeenvolgende mest ronden.
- De slachterijmodule beschrijft de veranderingen in de aantallen *Campylobacter* op een kippenkarkas als gevolg van verspreiding van besmettingen via de slachtomgeving. Het model onderscheidt de volgende fasen: broeien, ontvederen, evisceratie, wassen, koelen en uitsnijden. De berekeningen richten zich op de besmetting van kipfilet omdat dit product in Nederland veel gegeten wordt en in de keuken vaak zo wordt behandeld, dat kruisbesmetting naar salades en dergelijke kan optreden.
- De distributiemodule beschrijft de afsterving van *Campylobacter* tijdens transport en bewaren in de detailhandel.
- De bereidingsmodule betreft uitsluitend de kruisbesmetting tussen een kipfilet en een bij dezelfde maaltijd geconsumeerde salade. Deze route wordt representatief geacht voor een groot deel van de met kippenvlees samenhangende besmettingen.
- De consumptiemodule beschrijft de blootstelling van de consument aan *Campylobacter* door kruisbesmetting van salades en houdt rekening met consumptiegegevens. Daarbij wordt aangenomen dat onvoldoende verhitting van kippenvlees een minder belangrijke rol speelt dan kruisbesmetting.
- De ziektemodule voorspelt op grond van een dosis-respons relatie het aantal ziektegevallen tengevolge van het consumeren van kruisbesmette salades.
- Het model wordt allereerst doorgerekend voor de situatie in Nederland in het jaar 2000. Dit jaar is bij aanvang van het project gekozen als basisjaar voor de berekeningen omdat de gegevens van dat jaar representatief worden geacht voor de situatie in Nederland. Er was in 2000 geen verstoring van de markt door voedselcrises of uitbraken van besmettelijke dierziekten.
- Vervolgens wordt het model gebruikt om de te verwachten effecten van ieder van de gekozen interventies te schatten, door de waarde van relevante parameters in het model te veranderen.
- De verhouding tussen het aantal voorspelde ziektegevallen in een interventie scenario ten opzicht van dat in het basis scenario is een maat voor de effectiviteit van de interventie. Deze heeft betrekking op consumenten van kippenvlees dat in Nederland is geproduceerd vanuit in Nederland gehouden kuikens. Aangenomen wordt dat de voor de besmettingsroute kipfilet → salade berekende effecten kunnen worden geëxtrapoleerd naar alle met consumptie van kippenvlees samenhangende ziektegevallen.
- Op grond van de voorspelde reductie in ziekte-incidentie worden ook de reductie in ziektelast (vermeden DALY's) en in ziektegebonden kosten berekend. Deze waarden worden later vergeleken met de kosten die het invoeren van een interventie met zich mee brengen. Om de kosten van een interventie te berekenen worden investeringen, zoals gebruikelijk in het bedrijfsleven, gediscoteerd met een rentevoet van 4%. Omwille van de vergelijkbaarheid worden ook de ziektelast en de ziektegebonden kosten in een gediscoteerde versie gebruikt (resp. 170 DALY's en 3,9 miljoen euro ten gevolge van consumptie van kippenvlees). Discontering van ziektelast weerspiegelt dat mensen in het algemeen hun huidige gezondheidstoestand hoger



waarden dan dezelfde toestand in de toekomst omdat er onzekerheid is over toekomstige mogelijkheden om ziekten (beter) te behandelen.

- De kosten-utiliteitsverhouding van een interventie wordt berekend als de verhouding tussen de netto kosten van een interventie (dat wil zeggen de kosten van invoering verminderd met de vermeden ziektegebonden kosten) en de vermeden ziektelast in DALY's.
- De resultaten van deze berekeningen zijn samengevat in Tabel 3 (zie pag. 44), en worden in de hierna volgende tekst toegelicht. Voor veel berekeningen ontbraken voldoende gegevens, zodat ze gebaseerd moesten worden op schattingen van experts of van de onderzoekers. Daarom zijn gevoeligheidsanalyses uitgevoerd. Daarbij wordt voor de belangrijkste onzekerheden naast de meest waarschijnlijke waarde ook een optimistische en een pessimistische schatting gegeven en worden de effecten daarvan doorgerekend. De resultaten van de berekeningen in de tekst zijn meestal het resultaat van de meest waarschijnlijke schattingen. Daarnaast worden de belangrijkste resultaten van de gevoeligheidsanalyses toegelicht.

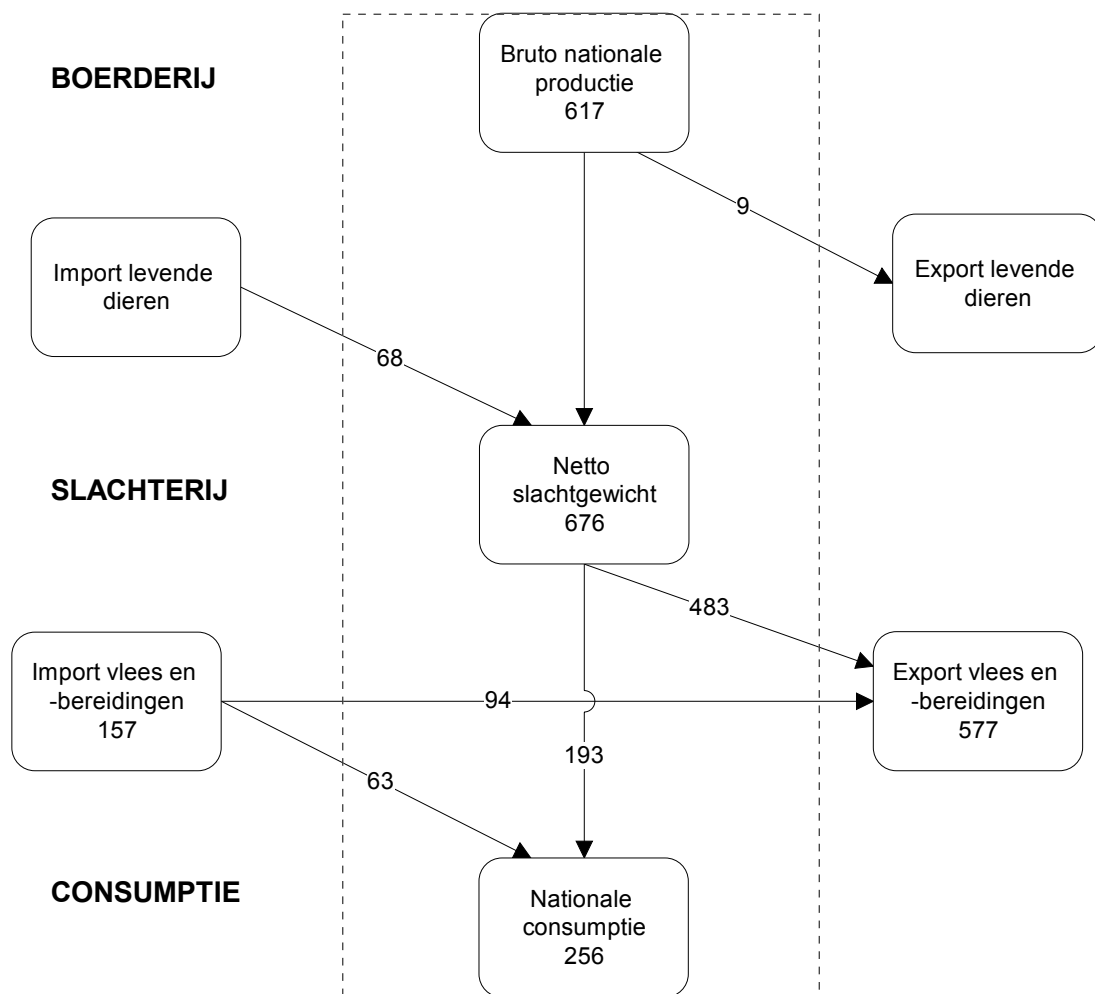


Figuur 2. Onderzochte interventies in de kippenvleesketen

## 4. De betekenis van import en export

*Slechts een deel van het in Nederland geconsumeerde kippenvlees is afkomstig van in Nederland gehouden of geslachte kuikens. Dit betekent dat maatregelen op de boerderij of in het slachthuis minder effect hebben op de Nederlandse volksgezondheid als ze niet ook in exporterende landen worden genomen. Een groot deel van het in Nederland geproduceerde kippenvlees wordt geëxporteerd. Maatregelen in Nederland zullen ook in andere landen kunnen leiden tot minder ziektegevallen. Het blijkt niet mogelijk om een kwantitatief inzicht te verkrijgen in de betreffende handelsstromen, met name in hoeverre geïmporteerd vlees ook weer wordt geëxporteerd. Dit leidt tot onzekerheid over de gevolgen van maatregelen. Ook de vergelijking van kosten en baten van maatregelen wordt lastiger.*

- Volgens gegevens van de Productschappen Vee, Vlees en Eieren (PVE) werd in het basisjaar 2000 in Nederland 617.000 ton vleeskuikens (omgerekend als netto slachtgewicht) geproduceerd. Daarvan werd 9.000 ton als levende dieren geëxporteerd maar er werd ook 68.000 ton levende dieren geïmporteerd. Netto werd er dus 676.000 ton geslacht, waarvan 90% afkomstig van in Nederland gehouden dieren (zie Figuur 3).
- In 2000 werd 577.000 ton kippenvlees geëxporteerd maar er werd ook 157.000 ton ingevoerd. In Nederland werd dus 256.000 ton kippenvlees geconsumeerd. Het is onbekend welk deel van het ingevoerde kippenvlees ook weer wordt uitgevoerd (de doorvoerfactor), en dus niet op de Nederlandse markt terecht komt. Er is ook sprake van grensoverschrijdend verkeer binnen één bedrijf, bijvoorbeeld van net over de grens gemeste kuikens die in Nederland worden geslacht en vermarkt.
- Veronderstellen we dat alle vers geïmporteerde vlees (40%) ook op de Nederlandse versmarkt terecht komt, dan is 68% van het in Nederland geconsumeerde vlees afkomstig van in Nederland gemeste en geslachte kuikens. 7% is afkomstig van in het buitenland gemeste maar in Nederland geslachte dieren. Maatregelen op Nederlandse boerderijen hebben geen effect op de besmetting van dit vlees, maar maatregelen in Nederlandse slachterijen wel. 25% is afkomstig van buiten Nederland gemeste en geslachte dieren. Maatregelen in Nederlandse slachterijen hebben geen effect op de besmetting van dit vlees. Maatregelen die zijn gericht op de consument hebben effect op alle vlees, ongeacht de herkomst.
- Het maximaal haalbare effect van interventies op Nederlandse boerderijen is dus 68% van alle 16.000 aan consumptie van kippenvlees toegeschreven gevallen van gastro-enteritis, ofwel een reductie van ongeveer 11.000 gevallen.
- Met maatregelen op Nederlandse slachthuizen kan maximaal 75% ofwel 12.000 gevallen van gastro-enteritis worden vermeden. De overige gevallen kunnen alleen vermeden worden als in Nederland genomen maatregelen ook gelden voor de producenten van geïmporteerd vlees of door maatregelen die zijn gericht op de consument.
- Maatregelen op Nederlandse boerderijen en slachthuizen zijn niet alleen gunstig voor de Nederlandse consument maar ook voor buitenlandse consumenten van in Nederland geproduceerd vlees. Indien rekening gehouden wordt met alle consumenten van in Nederland geproduceerd kippenvlees, dan is de kosten-utiliteit van in Nederland genomen maatregelen veel gunstiger.



*Figuur 3. Import en export van vleeskuikens en kippenvlees in Nederland in het jaar 2000.*

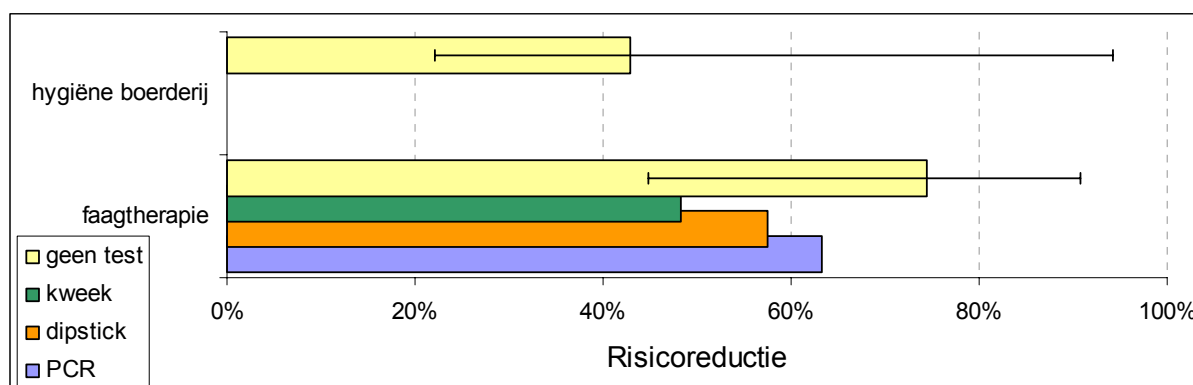
Bron: PVE. Alle getallen in 1000 ton (levend) slachtgewicht. Aangenomen is dat 40% van het geïmporteerde kippenvlees (het verse deel) op de Nederlandse markt komt.

## 5. Interventies op de boerderij en tijdens transport

*Vleeskuikens raken op de boerderij besmet met Campylobacter. Het is nog steeds niet duidelijk welke factoren daarbij precies een rol spelen. Wel is duidelijk dat zeer strikte hygiënemaatregelen nodig zijn om de kans op besmetting zo klein mogelijk te houden, maar dat zelfs strikte toepassing van bekende hygiënemaatregelen geen garantie geeft op het Campylobacter-vrij houden van koppels vleeskuikens.*

- In Nederland werd volgens gegevens van het PVE in het basisjaar 2000, bij aflevering op het slachthuis, bij gemiddeld 36% van de slachtkoppels vleeskuikens een besmetting met Campylobacter geconstateerd. In 2003 was dit gedaald tot 29% [16]. Binnen deze koppels is de prevalentie van besmette dieren vrijwel altijd groter dan 90%. Daarnaast is er een aantal koppels waarin de besmetting kort voor aflevering aan het slachthuis is geïntroduceerd, en waarin minder dan 10% van de dieren geïnfecteerd is. Deze koppels geven bij bacteriologisch onderzoek meestal geen positief resultaat. Volgens voorspellingen van de wiskundige modellen betrof dit in 2000 8% van de koppels. In totaal was dus 44% van de koppels besmet met Campylobacter. In de zomermaanden kan het gemeten besmettingspercentage zelfs oplopen tot boven de 60%.
- In een epidemiologisch onderzoek [3] bleek besmetting van koppels vleeskuikens toe te nemen met de leeftijd van de dieren, met het aantal stallen op een bedrijf, de aanwezigheid van andere landbouwhuisdieren op de boerderij of in de directe omgeving, en de toegang van kinderen in de stallen als er geen stal-eigen kleding werd gedragen. Er was een sterke seizoensvariatie met de piek van de besmetting in de zomer. De oorzaak van deze seizoensvariatie is nog niet opgehelderd.
- Modelleren van gegevens uit besmettingsproeven van experimentele koppels vleeskuikens toonde aan dat pas meer dan een week na de introductie van een besmetting de prevalentie zodanig is gestegen dat deze aantoonbaar wordt. Na ongeveer twee weken zijn vrijwel alle dieren besmet. De dieren blijven besmet tot op de slachtleeftijd ( $\pm 42$  dagen).
- Modelleren van gegevens uit intensieve monitoring van een tiental vleeskuikenbedrijven toonde aan dat hoe meer stallen er op een bedrijf zijn, hoe groter de kans is dat een stal besmet wordt met Campylobacter. De kans op Campylobacter besmetting van een koppel is ook hoger als het voorgaande koppel besmet was. Deze statistische associatie wijst niet per sé op overleving in de stal van campylobacters tussen twee mest rondes. Er kunnen ook andere oorzaken aan ten grondslag liggen zoals de mate van bedrijfshygiëne en insleep.

*Er zijn mogelijkheden om de besmetting op de boerderij terug te dringen. In het CARMA-project zijn de volgende mogelijkheden onderzocht: stoppen met uitladen, stoppen met het houden van meerdere soorten landbouwhuisdieren op één bedrijf, verbeterde hygiëne en faagtherapie, zie Figuur 4 en Tabel 3. De eerste twee mogelijkheden dragen – bij gelijkblijvende productie – niet bij tot het reduceren van het risico voor de consument. Verbeterde hygiëne is potentieel een zeer effectieve maatregel, maar het is nog onduidelijk welke maatregelen in de praktijk uitvoerbaar en effectief zijn. Daarom zijn de kosten ook nog niet goed in te schatten. Faagtherapie is een experimentele methode die tegen relatief lage kosten in een wezenlijke reductie van het risico voor de consument zou kunnen resulteren.*



*Figuur 4. Risicoreductie voor de consument door interventies op de boerderij.*

De balken geven de voorspelde reductie van het aantal ziektegevallen ten gevolge van een interventie als percentage van de incidentie in het basismodel. De reductie heeft betrekking op Nederlandse consumenten van kippenvlees uit de Nederlandse productieketen. De streepjes geven de resultaten aan van gevoeligheidsanalyses. Deze gevoeligheidsanalyses zijn alleen uitgevoerd voor de interventies zonder kanalisatie (geen test). De effecten van stoppen met uitladen en van monospecies bedrijven zijn verwaarloosbaar en daarom niet afgebeeld.

***Om de kosten van interventies op de boerderij te kunnen berekenen is een basismodel opgesteld van de economische situatie van de vleeskuikenhouderij in Nederland.***

- Er waren in het jaar 2000 in Nederland ongeveer 1100 vleeskuikenbedrijven met een gemiddelde bezetting van 58.000 dieren. In totaal werden 420 miljoen dieren (840 miljoen kilo levend gewicht) geproduceerd. Gemiddeld waren er 2,2 stallen per bedrijf. Een ronde duurt circa zes weken, gevolgd door een week leegstand, dus er zijn ongeveer zeven rondes per jaar. Door de vogelgriep en de slechte economische situatie (buitenlandse concurrentie, mestwetgeving) loopt de pluimveestapel en het aantal pluimveebedrijven de laatste jaren terug.
- Het geschatte gemiddelde arbeidsinkomen van een vleeskuikenbedrijf over de jaren 1993-2003 was 11.400 euro per bedrijf per jaar. Het gemiddelde arbeidsinkomen van alle Nederlandse vleeskuikenbedrijven was rond 11,5 miljoen euro per jaar. Er zijn grote verschillen tussen de jaren, van een negatieve opbrengst van 31 miljoen euro tot een positieve opbrengst van 47 miljoen euro. Deze verschillen hangen samen met schommelingen in de prijs die de boer ontvangt bij aflevering aan het slachthuis.

***Het UITLADEN van een koppel vleeskuikens is geassocieerd met een duidelijk grotere kans op besmetting van de overblijvende dieren met Campylobacter. Er is een significant hoger percentage besmette slachtkoppels na uitladen. Maar het is niet duidelijk of dit effect afdoende kan worden verklaard uit de gemiddeld hogere leeftijd van de dieren of dat er sprake is van een additioneel risico ten gevolge van uitladen. Zelfs als tijdens uitladen altijd een besmetting zou worden geïntroduceerd is volgens modelvoorspellingen het risico voor de consument verwaarloosbaar omdat in de relatief korte tijd tussen uitladen en wegladen maar een klein deel van de dieren geïnfecteerd wordt.***

- Pluimveehouders in Nederland passen een all-in all-out systeem toe. Dat wil zeggen dat alle stallen op hetzelfde moment worden bevolkt met eendagskuikens die ook tegelijk worden afgevoerd naar het slachthuis. Dit afvoeren kan echter over meerdere tijdstippen worden verspreid, zodat één stalkoppel tot meerdere slachtkoppels leidt. Men spreekt dan van uitladen. Hiervoor kunnen verschillende redenen bestaan. De markt vraagt om dieren van verschillend gewicht. Of de dichtheid van kuikens in de stal wordt te groot.
- In het basisjaar 2000 werd in ongeveer 40% van de gevallen een stalkoppel als geheel naar de slachterij vervoerd. In de andere gevallen vond dit proces in twee of meer fasen plaats. Bij het uitladen werd gemiddeld 22% van het stalkoppel naar de slachterij vervoerd, na ongeveer een week gevolgd door het wegladen van de resterende dieren.
- Bij het uitladen betreden veel mensen en materialen een stal. Er is daardoor een verhoogde kans op besmetting van de stal met Campylobacter. Met (moleculair)-microbiologisch onderzoek is aangetoond [9][Viv Allen, University of Bristol, UK; pers. comm.] dat na uitladen in een koppel vleeskuikens vaker een besmetting met nieuwe Campylobacter types kan worden aangetroffen die soms ook werden gevonden op materiaal dat in de stal werd gebracht zoals kratten en laarzen.
- In epidemiologisch onderzoek worden tegenstrijdige resultaten gevonden met betrekking tot het risico van uitladen. Meestal wordt een significant verhoogd risico gevonden, maar soms kan dat verhoogde risico geheel worden toegeschreven aan het ouder worden van de dieren en is er geen onafhankelijke bijdrage van uitladen.
- Volgens het wiskundige verspreidingsmodel duurt het ongeveer twee weken voor een besmetting van enkele kippen in een koppel zich heeft verspreid over de meerderheid van de dieren. Zelfs als wordt aangenomen dat bij uitladen altijd een besmetting in de stal wordt geïntroduceerd (het meest ongunstige scenario), dan is na een week nog maar een klein percentage van de dieren (circa 1%) uit deze stallen besmet met Campylobacter. Het daarmee samenhangende risico voor de consument is verwaarloosbaar. Ook zal bij een gelijkblijvende productie het aantal stallen moeten toenemen. Indien deze op dezelfde locatie worden gebouwd neemt ook het risico op besmetting per stal toe.
- Gezien de – zelfs in het meest ongunstige scenario – geringe bijdrage van uitladen aan het gezondheidsrisico van de consument is stoppen met uitladen een weinig doelmatige maatregel.

***Het hebben van MEERDERE SOORTEN LANDBOUWHUISDIEREN op één bedrijf blijkt in epidemiologisch onderzoek geassocieerd te zijn met een verhoogd risico op Campylobacter besmetting van vleeskuikens. Echter, uit het boerderijmodel blijkt dat het stoppen met deze gemengde bedrijven en overgaan op monospecies bedrijven bij een gelijkblijvende productie geen bijdrage zou leveren aan de verlaging van de prevalentie van besmette koppels.***

- Bij meerdere soorten landbouwhuisdieren op één bedrijf is het risico op Campylobacter besmetting van de vleeskuikens 1,8 maal hoger dan bij bedrijven met alleen kuikens [3]. Gemengde bedrijven hebben meestal 1 of 2 stallen met kuikens.
- In een hypothetisch uitruilscenario zouden bedrijven met andere landbouwhuisdieren stoppen met het houden van 1 of 2 (gemiddeld 1,6) stallen vleeskuikens, en zouden gespecialiseerde vleeskuikenbedrijven deze productie overnemen.
- Ten gevolge van deze uitruil blijft de productie van slachtkuikens ongeveer gelijk. Het aantal bedrijven met vleeskuikens zou afnemen van circa 1100 naar circa 800, maar de gemiddelde grootte van de betrokken bedrijven neemt toe van 1,6 naar 3,6 stallen per bedrijf.
- Het risico op een met Campylobacter besmet koppel neemt toe naarmate er meer stallen op een bedrijf zijn. Door de toename van de gemiddelde bedrijfsgrootte leidt dit ertoe dat de verwachte prevalentie van met Campylobacter besmette koppels niet zal afnemen maar juist iets zal toenemen.

***Het verbeteren van de HYGIËNE op een bedrijf wordt gezien als een in theorie belangrijke mogelijkheid om de besmetting met Campylobacter terug te dringen. Echter, het is nog steeds niet duidelijk op welke manier een koppel kuikens besmet raakt. Het is dus ook nog niet duidelijk welke maatregelen precies genomen moeten worden en welke effecten zulke maatregelen zullen hebben. Hygiënemaatregelen kunnen zeer effectief zijn als ze een aanmerkelijke reductie van de insleep van Campylobacter teweeg brengen. Welk percentage in de praktijk haalbaar is, is onbekend. De kosten zijn moeilijk in te schatten maar kunnen variëren tussen 8 en 63 miljoen euro per jaar.***

- Het effect van hygiënemaatregelen op de insleep van Campylobacter in een stal is onduidelijk. Daarom is gekozen voor een gevoeligheidsanalyse. Daarbij wordt in theorie uitgerekend wat het effect van een ingreep zou kunnen zijn, hoewel dat in de praktijk nog niet bekend is. Er wordt uitgegaan van een afname van de kans op insleep (zowel tussen rondes als tussen stallen) met 5, 10 en 25%. Opvallend is dat een reductie van de insleep met 25% voldoende lijkt te zijn om de infectie bijna volledig uit de stallen te laten verdwijnen ten gevolge van niet-lineaire terugkoppelingen. Een kleinere reductie van de insleepkans met 5 of 10% reduceert de berekende prevalentie van hoogbesmette koppels van circa 25% naar circa 19 resp. 14%.
- Tengevolge van de voorspelde lagere prevalentie van besmette koppels daalt het risico voor de consument van in Nederland geproduceerd kippenvlees met 22-94% (als de insleep met 5-25% daalt). Rekening houdend met import komt dat neer op een reductie van 2.300-10.000 ziektegevallen in Nederland.
- De kosten van extra hygiënemaatregelen zijn moeilijk in te schatten. Voor de bestrijding van *Salmonella* Java (waar 2-3% van alle bedrijven mee te maken heeft) is een protocol ontwikkeld waarvan verwacht werd dat sommige elementen ook effect zouden hebben op Campylobacter. Het betreft dan vooral het dichtkitten van kieren en naden en extra schoonmaken en desinfecteren tussen rondes. De kosten van deze maatregelen kunnen variëren tussen 6 en ruim 60 miljoen euro per jaar, nog los van de extra arbeids-inspanningen van

de boer. De kosten hangen met name af van de frequentie waarmee de maatregelen moeten worden herhaald. Ook zijn de kosten lager wanneer maatregelen alleen worden toegepast op bedrijven waarop een besmet koppel is aangetroffen

- De kosten-utiliteit van hygiënemaatregelen hangen sterk af van de gemaakte aannames. In het meest gunstige geval (reductie insleep 25% en kosten 8 miljoen euro per jaar) is de kosten-utiliteitsverhouding 48.000 euro per vermeden DALY. Bij minder gunstige aannames is de kosten-utiliteitsverhouding veel ongunstiger.

***FAAGTHERAPIE is een experimentele methode waarbij de dieren twee dagen voor het slachten worden behandeld met specifieke bacteriofagen, dat zijn bacterievirussen die selectief Campylobacter inactiveren maar niet gevaarlijk zijn voor de mens. Als de effecten van kleinschalige proeven in de praktijk bevestigd zouden worden, dan zou faagtherapie een relatief goedkope methode kunnen zijn om de risico's voor de consument te reduceren. De efficiëntie is het grootst wanneer faagtherapie wordt gecombineerd met een gevoelige methode om geïnfecteerde koppels op te sporen. Een dergelijke methode is momenteel in ontwikkeling, maar nog niet voor toepassing in de praktijk beschikbaar.***

- In experimenten met faagtherapie bleek de concentratie Campylobacter in de mest op het moment van slachten ongeveer 2 log-eenheden (100 maal) lager te zijn dan in mest van onbehandelde dieren. Het is niet bekend of de uitwendige besmetting van de dieren door de faagtherapie verandert.
- Uitgaande van een reductie van de concentratie in de mest met 2 log-eenheden zou volgens modelvoorspellingen het risico voor de consument van Nederlands vlees met ongeveer 75% worden gereduceerd. Rekening houdend met import leidt dit tot ongeveer 7.000 vermeden gevallen van gastro-enteritis.
- Wanneer wordt aangenomen dat de reductie van de concentratie in de mest slechts 1 log-eenheid is, dan is de risicoreductie beperkt tot ongeveer 45%. Wordt echter aangenomen dat er ook een reductie van de besmetting van het uitwendige van de kippen met 1 log-eenheid optreedt, dan zou de risicoreductie voor de consument ongeveer 90% kunnen zijn (zie Figuur 4).
- De kosten van faagtherapie zijn niet bekend omdat er nog geen producten op de markt zijn. Uitgaande van de prijs van bestaande behandelingen met antimicrobiële middelen worden zij geschat op een bedrag tussen 0,0025 en 0,035 euro per behandeld dier met een meest waarschijnlijke waarde van 0,02 euro. Als alle te slachten koppels zouden worden behandeld, dan zouden de geschatte kosten tussen 1 en 13 miljoen euro per jaar bedragen met een meest waarschijnlijke waarde van ruim 7 miljoen euro per jaar.
- Het is ook mogelijk alleen de met Campylobacter besmette koppels te behandelen. Er moet dan een onderzoek naar de Campylobacter status van de slachtkoppels worden uitgevoerd. De kosten van dat onderzoek worden geschat op 0,6 - 1 miljoen euro per jaar, maar de kosten van faagtherapie dalen met een factor drie. De totale kosten dalen dan tot ruim 4,0 miljoen euro per jaar, dat is meer dan de helft goedkoper dan wanneer alle koppels worden behandeld. Echter, omdat niet alle geïnfecteerde koppels als zodanig worden herkend, daalt de effectiviteit. Afhankelijk van de gekozen testmethode daalt volgens modelvoorspellingen het risico voor de consument met ongeveer 50 - 70%, zie Figuur 4.
- De kosten van faagtherapie worden geschat op ongeveer 60.000 euro per vermeden DALY, wanneer alle dieren behandeld worden. Bij behandeling van alleen positief geteste dieren worden de kosten 35.000 - 50.000 euro per vermeden DALY, bij de



aanname dat de kosten 0,03 euro per behandeld kuiken bedragen. Deze kosten zijn echter erg onzeker.

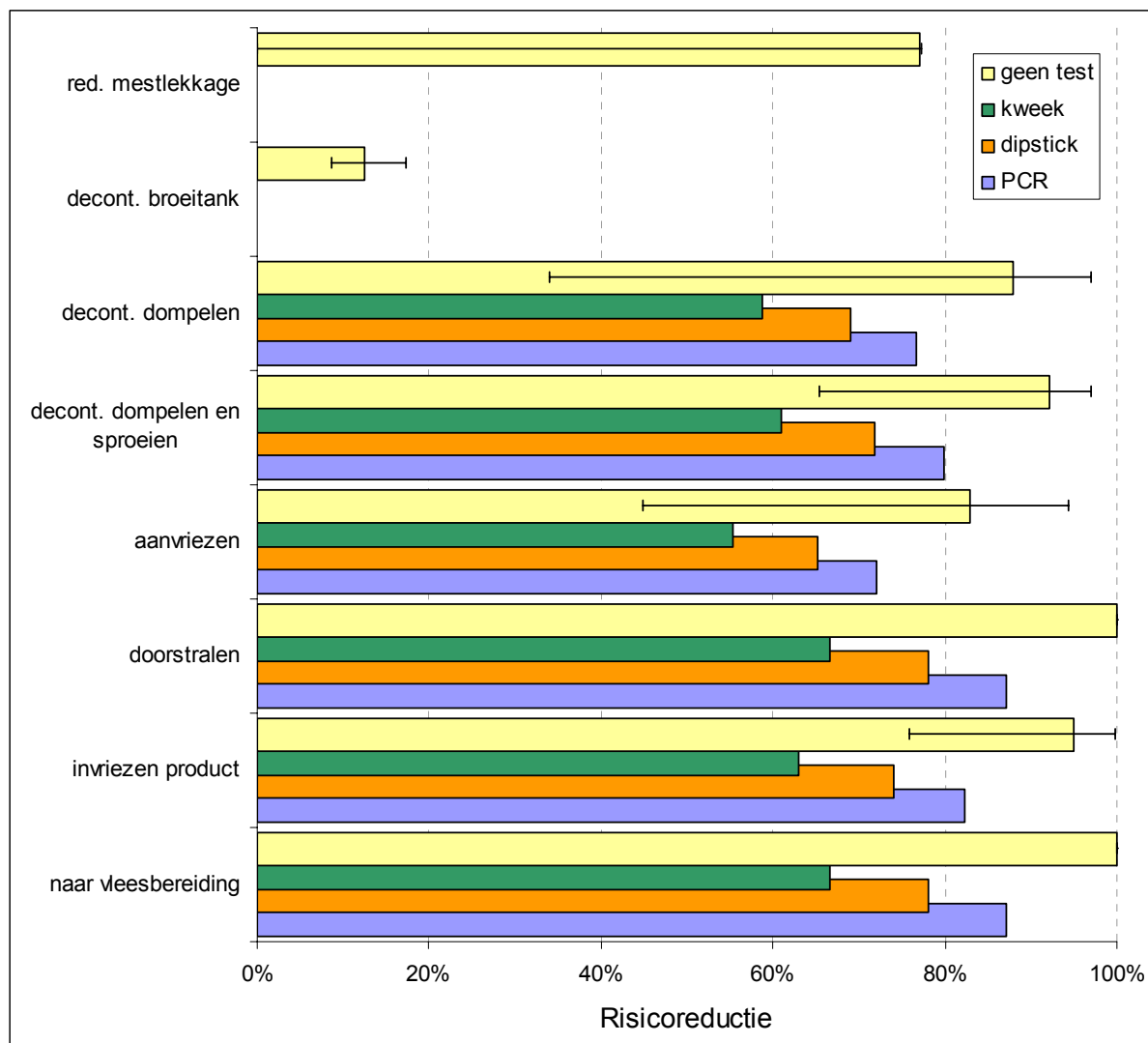
- Het is nog niet duidelijk of langdurig gebruik van faagtherapie zal leiden tot selectie van resistente campylobacters. Ook is de effectiviteit in de praktijk nog niet bewezen.

*Tijdens TRANSPORT van de dieren van de boerderij naar het slachthuis kan besmetting optreden ten gevolge van gecontamineerde kratten, vrachtwagens en dergelijke. Echter, de tijd tussen besmetting en slacht is zo kort dat slechts enkele dieren besmet kunnen raken, en dan ook nog met relatief lage aantallen. Het risico voor de consument is derhalve verwaarloosbaar. De transportfase is daarom verder niet in de berekeningen opgenomen.*

## 6. Interventies in het slachthuis

***Omdat besmetting van vleeskuikens met Campylobacter in de boerderijfase niet volledig kan worden voorkomen kunnen aanvullende maatregelen overwogen worden om de besmetting van kippenvlees terug te dringen. Hierbij kan worden gedacht aan maatregelen ten aanzien van het beperken van kruiscontaminatie tijdens het slachtproces, aan het gescheiden behandelen van besmette en onbesmette dieren en aan het terugdringen van de besmetting van vlees uit besmette koppels. Van deze mogelijkheden blijken reductie van mestlekkage tijdens het slachten en een combinatie van kanalisatie en decontaminatie van karkassen met chemische middelen de meest kosten-effectieve opties te zijn, zie Figuur 5 en Tabel 3. Er dient dan wel een betrouwbare en snelle test beschikbaar te zijn om besmette koppels op te sporen, en de decontaminatie dient nog technologisch te worden geoptimaliseerd.***

- Dieren uit een geïnfecteerd koppel zijn meestal zwaar besmet met Campylobacter. Bijna alle dieren dragen de besmetting mee in het maagdarmkanaal. Een uitzondering vormen dieren uit een koppel dat kort voor het slachten besmet raakte. Daarin kan volgens het boerderijmodel de prevalentie van besmette dieren (veel) lager zijn dan 10%. Dergelijke koppels worden bij het gebruikelijke onderzoek niet als besmet herkend.
- Metingen bij aflevering op het slachthuis tonen in besmette koppels een mediane concentratie Campylobacter van  $10^6$  kolonievormende eenheden (kve) per gram mest aan. Ook blijken alle dieren uitwendig besmet te zijn (mediaan  $8 \times 10^6$  kve per dier).
- Om de verspreiding van Campylobacter tijdens het slachtproces te kwantificeren is een wiskundig model opgesteld. Dit model beschrijft de dynamiek van de Campylobacter besmetting in een “typische” slachterij in het basisjaar 2000. Interventies in de slachtfase kunnen worden gesimuleerd door in het model één of meer parameterwaarden te veranderen. De parameterwaarden voor het basismodel zijn gebaseerd op gestructureerde interviews met experts omdat geschikte meetgegevens niet of nauwelijks beschikbaar waren.
- Volgens het slachtmodel neemt de uitwendige besmetting van een karkas uit een besmet koppel tijdens het gehele slachtproces af van  $8 \times 10^6$  kve per karkas tot  $3 \times 10^4$  kve per karkas (mediane waarden). De grootste daling vindt plaats tijdens het broeien.
- Er is ook een model gemaakt van de overdracht van besmetting van het uitwendige van een karkas naar borstfilets tijdens het uitsnijden. Dit model voorspelt dat er ongeveer 100 kve (mediaan) op een besmette kipfilet aanwezig zullen zijn. Er is grote variatie in de besmetting van individuele filets, tussen 0 en  $10^4$  kve per filet. De voorspelde besmetting is lager dan werd gevonden in praktijkmetingen in de zomer van 2004, met een mediaan van 2000 kve per filet.
- De uiteindelijke besmetting van een kipfilet is in ongeveer gelijke mate afhankelijk van de prevalentie van besmette dieren binnen een koppel, de concentratie van Campylobacter in de mest en de aantallen op het uitwendige van een dier.



Figuur 5. Risicoreductie voor de consument door interventies in het slachthuis.

De balken geven de voorspelde reductie van het aantal ziektegevallen ten gevolge van een interventie als percentage van de incidentie in het basismodel. De reductie heeft betrekking op Nederlandse consumenten van kippenvlees uit de Nederlandse productieketen. De streepjes geven de resultaten aan van gevoeligheidsanalyses. De gevoeligheidsanalyses zijn alleen uitgevoerd voor de interventies zonder kanalisatie (geen test).

***Nieuw ontwikkelde en gepatenteerde apparatuur heeft tot doel door middel van druk op de buikholte een kleine hoeveelheid mest uit de cloaca te drukken en vervolgens met een puls water weg te spuiten. Het doel is de LEKKAGE VAN MEST tijdens broeien en ontvederen te beperken. Berekeningen geven aan dat deze methode zeer kosten-effectief kan zijn.***

- Het is niet precies bekend wat het effect van deze methode is op de lekkage van mest uit het karkas in de volgende processtappen. Het blijkt echter voor de modeluitkomsten niet veel uit te maken wat daarvoor wordt aangenomen. Het slachtmodel voorspelt dat het aantal campylobacters op een kippenkarkas na koeling met een factor 3 tot 10 zal dalen.
- Oriënterende metingen in de praktijk (in opdracht van een fabrikant) ondersteunen de modelvoorspellingen.
- Reductie van de mestlekkage zou volgens modelvoorspellingen leiden tot maximaal 80% reductie van het risico voor de consument van Nederlands vlees. Dit komt overeen met ongeveer 9.000 vermeden gevallen van gastro-enteritis per jaar, rekening houdend met import.

- De jaarlijkse kosten van deze interventie bedragen ongeveer 1 miljoen euro. Indien de maximale risicoreductie wordt bereikt zal de kosten-utiliteitsverhouding -15.000 euro per vermeden DALY zijn. Met andere woorden, beschouwd vanuit de hele Nederlandse samenleving brengt deze interventie netto geld op. Er is echter onvermijdelijk een verschil tussen diegenen die de kosten moeten maken en diegenen die van de baten profiteren, zie verder Hoofdstuk 9.
- Er zijn nog maar weinig praktijkgegevens over de effectiviteit van deze techniek, en er bestaan twijfels of de methode onder alle omstandigheden succesvol zal zijn. Nader onderzoek in de praktijk is derhalve noodzakelijk om de modelvoorspellingen te evalueren. Hierbij zou aandacht moeten worden besteed aan de consistentie van de mest, en aan het effect van nuchter zetten van de dieren. Ook andere mogelijkheden om nestlekkage te beperken verdienen de aandacht.

***DECONTAMINATIE VAN HET WATER IN DE BROEIBAK heeft tot doel kruisbesmetting tussen karkassen tijdens het broeiproces te voorkomen. Deze maatregel levert een geringe bijdrage aan de reductie van het risico en is relatief duur.***

- Een kuiken uit een besmet koppel is uitwendig besmet met (mediaan)  $8 \times 10^6$  kve Campylobacter. Ten gevolge van het broeiproces neemt dit aantal af met gemiddeld een factor twee.
- Indien aan het broeiwater een chemisch decontaminatiemiddel wordt toegevoegd (bijvoorbeeld melkzuur in een concentratie van 2,5%), dan daalt volgens de literatuur de uitwendige besmetting van een karkas na broeien met een factor 2-100.
- Echter, bij de ontvedering neemt de uitwendige besmetting van een karkas weer toe. Ten opzichte van deze stijging is de afname van de uitwendige besmetting in de broeibak verwaarloosbaar. Deze interventie heeft dan ook slechts weinig effect op het risico voor de consument. De kosten (ongeveer 13 miljoen euro per jaar) zijn relatief hoog. Er is dus sprake van een ongunstige kosten-utiliteitverhouding (810.000 euro per vermeden DALY).

***Het opsporen van besmette dieren vóór het slachten, en het nemen van aanvullende maatregelen ten aanzien van besmette koppels kan een bijdrage leveren aan het reduceren van de besmetting van kippenvlees met Campylobacter. Bij LOGISTIEK SLACHTEN worden positief geteste koppels aan het einde van de dag of op een aparte locatie geslacht met als doel kruisbesmetting tussen besmette en niet-besmette koppels te voorkomen. Indien logistiek slachten als enige maatregel ingevoerd zou worden blijft het berekende risico voor de consument ongeveer gelijk.***

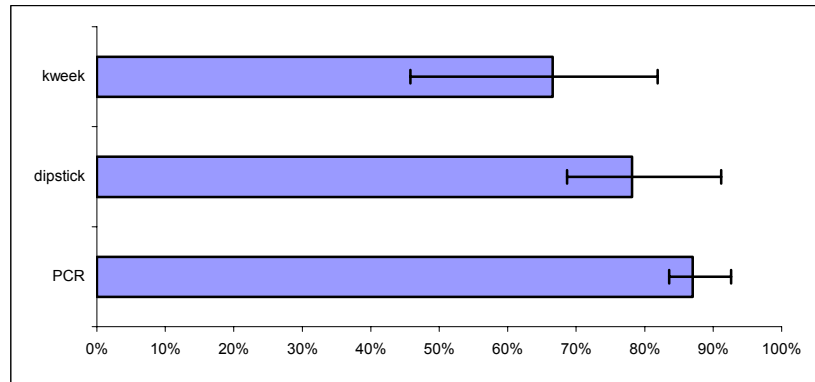
- Met het slachtmodel wordt voorspeld dat meestal slechts een klein aantal karkassen uit een onbesmet koppel door kruisbesmetting positief wordt. Ook zullen de aantallen campylobacters op deze karkassen aanzienlijk lager zijn dan op karkassen van een koppel dat bij aanvoer op het slachthuis al besmet is.
- Omdat de kans op humane infectie direct samenhangt met de aantallen campylobacters waaraan de consument wordt blootgesteld impliceren de lage aantallen op kruisbesmette karkassen dat het voorkómen van kruiscontaminatie in het slachthuis door logistiek slachten weinig bijdraagt aan reductie van het volksgezondheidsrisico.
- In IJsland is het verplicht om het vlees in te vriezen als bekend is dat het koppel besmet was met Campylobacter<sup>1</sup>, gebaseerd op onderzoek van feces op de boerderij. Ook wordt ter verificatie onderzoek uitgevoerd van monster coecum voor slachten en monsters nekvel na slachten. Soms wordt een koppel gevonden waarvan de coecum monsters negatief zijn maar de nekvelmonsters positief. Waarschijnlijk is er in deze

<sup>1</sup> Regulatie no. 688/2002, amendement op regulatie no. 260/1980.

koppels sprake van kruisbesmetting in het slachthuis. Metingen aan deze koppels bevestigden de modelvoorspellingen van lage aantallen besmette karkassen, waarop dan slechts lage aantallen campylobacters voorkomen (1-2 log cfu/karkas). De IJslandse autoriteiten hebben besloten dat aanvullende maatregelen voor deze koppels niet noodzakelijk zijn [Jarle Reiersen, Chief Veterinary Office of Iceland, pers. comm.].

***Bij KANALISATIE worden positief geteste koppels niet bestemd voor de productie van vers vlees. De producten kunnen naar de vleesverwerkende industrie worden geleid, waar ze bijvoorbeeld een hittebehandeling of anderszins ondergaan om de aanwezige besmetting te verminderen. Deze effectiviteit van deze maatregel hangt sterk samen met de betrouwbaarheid waarmee besmette koppels worden opgespoord. De protocollen op basis van de kweekmethode die nu wordt gebruikt om besmetting van vleeskuikens met Campylobacter op te sporen is niet gevoelig genoeg om kanalisatie succesvol te maken.***

- De kans om een geïnfecteerd koppel daadwerkelijk op te sporen hangt af van de tijd tussen infectie van het koppel (de eerste kip) en het moment van bemonstering, van het aantal monsters en van de sensitiviteit van de laboratorium methode.
- Als een koppel twee weken of meer voor de monsternamen besmet raakte is meer dan 50% van de kuikens geïnfecteerd. In dat geval is de gebruikelijke steekproef van 10 monsters ruim voldoende om de infectie te detecteren. Als een koppel korter voor de monsternamen besmet raakte is minder dan 10% van de kuikens geïnfecteerd. In dat geval is de kans op detectie kleiner dan 5% en zelfs met een steekproef van 100 monsters is de kans op detectie nog kleiner dan 40%.
- De kweekmethode kan alleen worden uitgevoerd in gespecialiseerde laboratoria, waarheen de monsters vervoerd moeten worden. Campylobacters zijn erg kwetsbare bacteriën die tijdens transport gemakkelijk beschadigd raken. Op grond van ervaringen in het buitenland (Noorwegen) schatten we dat slechts 50-75% van alle besmette monsters als zodanig wordt herkend, indien de monsternamen een week voor het slachten plaatsvindt.
- De tijd die nodig is voor het vervoer van monsters (met de reguliere post), voor het kweken en voor het plannen van het slachtproces is bij gebruik van de kweekmethode minstens een week. In deze week kunnen koppels alsnog besmet raken, maar het belang daarvan lijkt vrij klein te zijn. Immers, in een tijdsbestek van enkele dagen zal het percentage besmette kippen binnen een koppel nog klein zijn. Wel is het mogelijk dat een koppel op het moment van monsternamen al besmet is, maar nog niet detecteerbaar omdat het percentage geïnfecteerde kippen nog te klein is. Een week later zijn echter alle kippen in dit koppel besmet.
- Zouden producten afkomstig uit met de kweekmethode positief geteste koppels geheel Campylobacter-vrij kunnen worden gemaakt, dan zou het risico voor de consument met 67% (onzekerheidsmarge 46-82%) afnemen, zie Figuur 6.
- De gevoeligheid van een op kweekmethoden gebaseerd testprotocol kan met vervoer via een koerier en eventueel onder koeling waarschijnlijk verbeterd worden. In hoeverre dit echt het geval is, is onbekend. We schatten dat de gevoeligheid kan verbeteren tot 90%.
- Zelfs met deze gevoeligheid zal nog steeds 1% van de besmette koppels niet herkend worden en dus in het kanaal voor vers vlees terecht komen. Kanalisatie met deze detectiemethode reduceert het risico voor de consument van in Nederland geproduceerd vlees met maximaal 87%.



*Figuur 6. Theoretische risicoreductie (beste schatting en onzekerheidsmarge) van kanalisatie met drie verschillende testprotocollen.*

De figuur geeft aan wat de maximaal haalbare reductie is van het risico voor de consument bij het toepassen van kanalisatie op basis van onderzoek van monsters op de boerderij met een kweekmethode, een dipstick methode en een PCR methode. Er is steeds uitgegaan van 10 monsters per stal, die worden gepoold tot één testmonster. De balken geven de meest waarschijnlijke schattingen aan, de streepjes de resultaten van de gevoeligheidsanalyses.

***Alternatieven voor de kweekmethode zijn in ontwikkeling, maar nog niet gevalideerd en nog niet algemeen beschikbaar. Zij zouden binnen één tot twee jaar beschikbaar kunnen zijn. Als hun gevoeligheid voldoet aan de verwachtingen kunnen zij een goede basis vormen voor kanalisatie.***

- In Nederland is een dipstick methode in ontwikkeling die door de boer zelf uitgevoerd kan worden om de *Campylobacter* status van het levende koppel vast te stellen. Omdat er geen transport van monsters nodig is, en het testresultaat onmiddellijk verkregen wordt, kan de test op slechts 2 dagen voor de slacht worden uitgevoerd. Hierdoor daalt de kans dat een koppel tussen het moment van monsternamen en het moment van slachten nog zwaar besmet raakt. Geschat wordt dat met deze methode 70-95% van alle besmette monsters als zodanig herkend wordt. Er zijn echter nog geen praktijkervaringen. Indien de resultaten in de praktijk bevestigd worden zou door kanalisatie naar de verwerkende industrie op geleide van deze methode het risico voor de consument met maximaal 70-90% gereduceerd kunnen worden, zie Figuur 6.
- In Denemarken is een moleculaire (PCR) methode in gebruik door een aantal bedrijven. Deze methode moet worden uitgevoerd door een gespecialiseerd laboratorium. Er is uitgegaan van monsternamen vijf dagen voor slachten. Praktijkgegevens zijn nog niet beschikbaar. Op grond van de literatuur [11] wordt verwacht dat 90-100% van de besmette monsters als zodanig herkend zal kunnen worden. Het risico voor de consument daalt dan met maximaal 84-93%, zie Figuur 6. Het risico wordt nooit helemaal geëlimineerd omdat er altijd een aantal licht besmette koppels aan de test zal ontsnappen.

***Er kan bij kanalisatie naar de vleesverwerkende industrie sprake zijn van een aanzienlijke daling van de inkomsten van de kippenvleessector, want vers vlees levert meer op. Ook is er een risico van blijvend marktverlies. Bij de huidige prevalentie is er 's zomers niet voldoende aanbod van negatief geteste koppels om aan de vraag naar vers vlees te kunnen voldoen.***

- Kanalisatie kan het voor de sector moeilijker maken om de gewenste producten tijdig te leveren. Ook kunnen extra transportkosten en minder efficiënte benutting van slachtlijnen het gevolg zijn. Het is niet duidelijk in hoeverre deze effecten in werkelijkheid zullen optreden, maar de potentiële economische schade is groot.

- In de zomerperiode wordt tot 60% van de koppels besmet gevonden met de kweekmethode. De werkelijke prevalentie ligt nog hoger. Van de totale productie van kippenvlees in Nederland is circa 2/3 vers vlees. Er is dus in de zomer onvoldoende aanbod van negatief geteste koppels.

***Om grote verliezen te voorkomen en ook 's zomers voldoende aanvoer te hebben kan overwogen worden om vlees uit positief geteste koppels na een kiemreducerende behandeling alsnog als vers vlees aan de consument te verkopen. Er zijn verschillende mogelijkheden om het vlees zodanig te behandelen dat er een aanzienlijke reductie van de besmetting optreedt. In het CARMA-project is op basis van beschikbare literatuurgegevens en modellering aandacht besteed aan DECONTAMINATIE MET CHEMISCHE MIDDELEN, aan het OPPERVLAKKIG VERHITTEN of AANVRIEZEN van de karkassen, aan DOORSTRALING, en aan INVRIEZEN van de producten. Van deze mogelijkheden heeft doorstraling het grootste effect. Echter, de kosten van doorstraling zijn relatief hoog. Decontaminatie met een middel als melkzuur lijkt de beste kosten-utiliteitsverhouding te hebben, met name als nadere optimalisatie zou uitwijzen dat met een lagere concentratie kan worden volstaan. Invriezen van besmette producten, zoals in sommige Scandinavische landen gebeurt, heeft volgens modelberekeningen ongeveer hetzelfde effect als decontaminatie, maar is wel duurder. Er zijn risico's op opbrengstverliezen als het vlees niet meer als vers beschouwd kan worden of tengevolge van logistieke problemen. Deze kunnen aanzienlijk hoger zijn dan de directe kosten van de interventies.***

- Bij doorstralen of verhitting van vlees uit alle positief geteste koppels worden vrijwel alle aanwezige Campylobacter bacteriën gedood. Omdat niet alle besmette koppels als zodanig worden herkend zal er toch nog besmet vlees op de markt komen. De hoeveelheid daarvan hangt af van de gebruikte testmethode. In theorie kan de PCR methode de beste resultaten bieden, zowel wat betreft het aantal vermeden ziektegevallen als wat betreft de kosten-utiliteit. Het verschil met de dipstick methode is gering.
- Gebruik makend van de PCR methode worden volgens modelberekeningen ongeveer 10.000 gevallen van gastro-enteritis voorkomen, zowel bij doorstraling als bij kanalisatie naar de vleesbereiding, waar de bacteriën worden geïnactiveerd door bijvoorbeeld verhitting. De kosten van doorstraling zijn in de orde van 20 miljoen euro per jaar, vooral omdat er onvoldoende gekoelde opslagcapaciteit is bij doorstralingsfaciliteiten en daarom koelwagens ingezet moeten worden. Vlees dat is bestemd voor de verwerkende industrie zal aanzienlijk minder opbrengen dan vers vlees, de daarmee samenhangende verliezen worden geschat op ongeveer 80 miljoen euro per jaar. De kosten-utiliteitsverhouding van doorstraling en verhitting, in combinatie met kanalisatie via de PCR-methode, zijn respectievelijk 150.000 en 680.000 euro per DALY.
- Behandeling van de karkassen met een oplossing van 2,5% melkzuur leidt volgens beperkt beschikbare literatuurgegevens tot een daling van de gemiddelde besmetting met Campylobacter na koelen met een factor 6-300, met een meest waarschijnlijke waarde van 60. Het risico voor de consument van op deze wijze behandeld vlees daalt volgens modelvoorspellingen dan met ongeveer 90%. Als alleen de met een PCR-test positief geteste koppels worden behandeld, dan worden naar schatting 9.000-10.000 gevallen van gastro-enteritis voorkomen. De aanbevelingen voor toepassing van melkzuur zijn niet eenduidig. Sommige auteurs [13] bevelen een eenmalige onderdompeling van de karkassen aan, net voor de koeling. In dat geval worden de kosten op ongeveer 5 miljoen euro per jaar geschat en is de kosten-utiliteitsverhouding relatief gunstig: ongeveer 30.000 euro per DALY. Andere auteurs [12] raden een onderdompeling direct na de ontvedering aan, gevolgd door besproeien

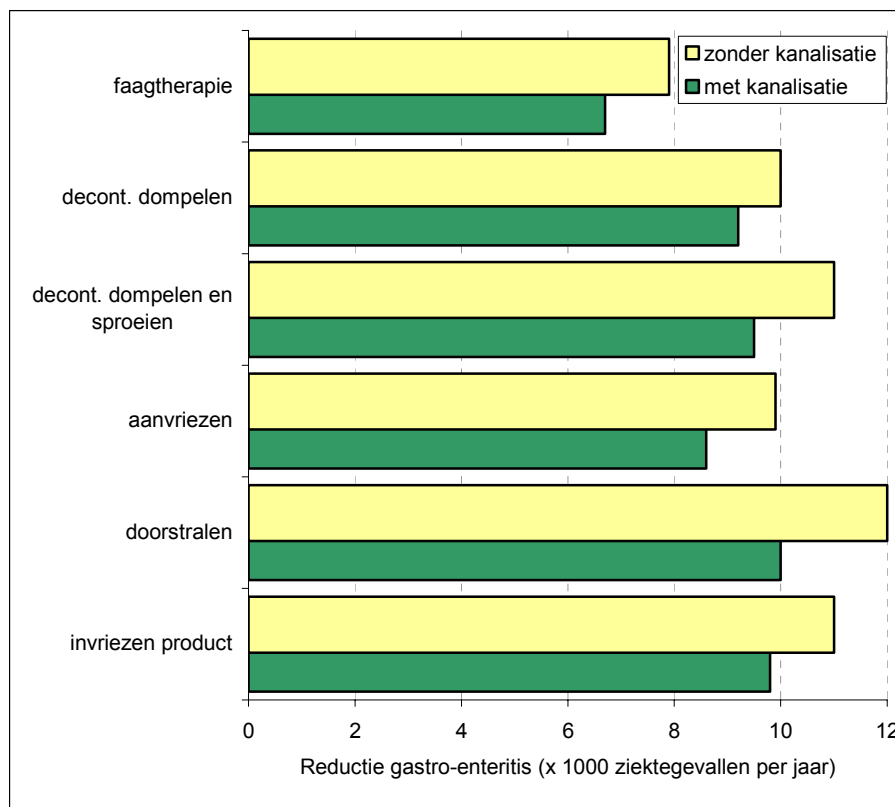
tijdens het wassen en voor de koeling. In dat geval zijn de kosten ongeveer twee maal zo hoog.

- De kosten van decontaminatie worden vooral bepaald door het verbruik van melkzuur. Indien, zoals door sommige deskundigen wordt gesuggereerd, met een lagere concentratie melkzuur kan worden volstaan, eventueel in combinatie met een hogere temperatuur bij de behandeling, zullen de kosten van de behandeling ook lager zijn, en ontstaat een zeer goede kosten-utiliteitsverhouding.
- Behandelingen met melkzuur kan een negatief effect hebben op de kwaliteit van het vlees (met name verkleuring van het vet). Het product kan mogelijk niet meer als vers vlees worden verkocht. Dit kan tot grote verliezen in de opbrengst leiden. Deze zijn niet meegerekend in de bovenstaande schatting van de kosten. Optimalisatie van de decontaminatie is dan ook een economische randvoorwaarde voor invoering.
- Er zijn verschillende alternatieven voor melkzuur als chemisch decontaminatiemiddel. Van middelen als trinitriumfosfaat (TSP) wordt aangegeven dat zij minder negatieve effecten hebben op het uiterlijk van het vlees. Gegevens over de kosten ontbreken echter, zodat een evaluatie van de kosten-utiliteit niet mogelijk is. Verwacht wordt dat de meeste chemische decontaminatiemiddelen ongeveer hetzelfde effect zullen hebben zodat selectie van het optimale middel op andere gronden kan plaatsvinden: kosten, neveneffecten en toxiciteit.
- Bij oppervlakkig aanvriezen van de karkassen met een stroom koude lucht kunnen volgens metingen op laboratoriumschaal de aantallen campylobacters met een factor tussen 3 en 60 worden gereduceerd. Omdat de kosten van deze methode (ongeveer 13 miljoen euro per jaar) vrij hoog zijn, is de kosten-utiliteitsverhouding minder gunstig dan die van decontaminatie.
- In een aantal Scandinavische landen (Noorwegen, IJsland Denemarken) worden karkassen of delen uit positief geteste koppels gedurende enkele weken ingevroren. Daarmee wordt volgens laboratoriumexperimenten een reductie van de aantallen campylobacters tussen 10-100 bereikt. In combinatie met kanalisatie op basis van een PCR-test leidt invriezen volgens modelberekeningen tot bijna 10.000 vermeden gevallen van gastro-enteritis. De kosten zijn ongeveer 12 miljoen euro per jaar, zodat de kosten-utiliteitsverhouding vrij ongunstig is: ongeveer 87.000 euro per DALY. Hierbij is alleen rekening gehouden met de kosten van het invriezen. Er is geen rekening gehouden met het feit dat ingevroren vlees minder opbrengt dan vers vlees. Afhankelijk van het opbrengstverlies kunnen de jaarlijkse kosten sterk oplopen: van ongeveer 40 miljoen euro per jaar bij een verlies van 0,20 euro per kg tot ongeveer 140 miljoen euro per jaar bij een verlies van 0,70 euro per kg.
- De industrie vreest dat kanalisatie logistieke problemen veroorzaakt die kunnen leiden tot productinefficiëntie en problemen ten aanzien van tijdige levering bij de uitvoer. Concrete schattingen zijn niet mogelijk. Mogelijke verliezen zouden kunnen variëren tussen 0,05 en 0,20 euro per kg, ofwel 30-160 miljoen euro per jaar. Ook wordt gevreesd dat gedecontamineerd vlees door de consument als van mindere kwaliteit zal worden beschouwd, wat kan leiden tot hoge opbrengstverliezen.
- Een effectieve oppervlakkige hittebehandeling leidt, zoals blijkt uit ervaringen in het Verenigd Koninkrijk en in Italië, tot een niet verkoopbaar product. Het uiterlijk en de textuur van het vlees worden sterk aangetast en omdat het vlees aan de oppervlakte vochtiger wordt is de houdbaarheid slecht. Daarom is deze mogelijkheid niet verder geëvalueerd.



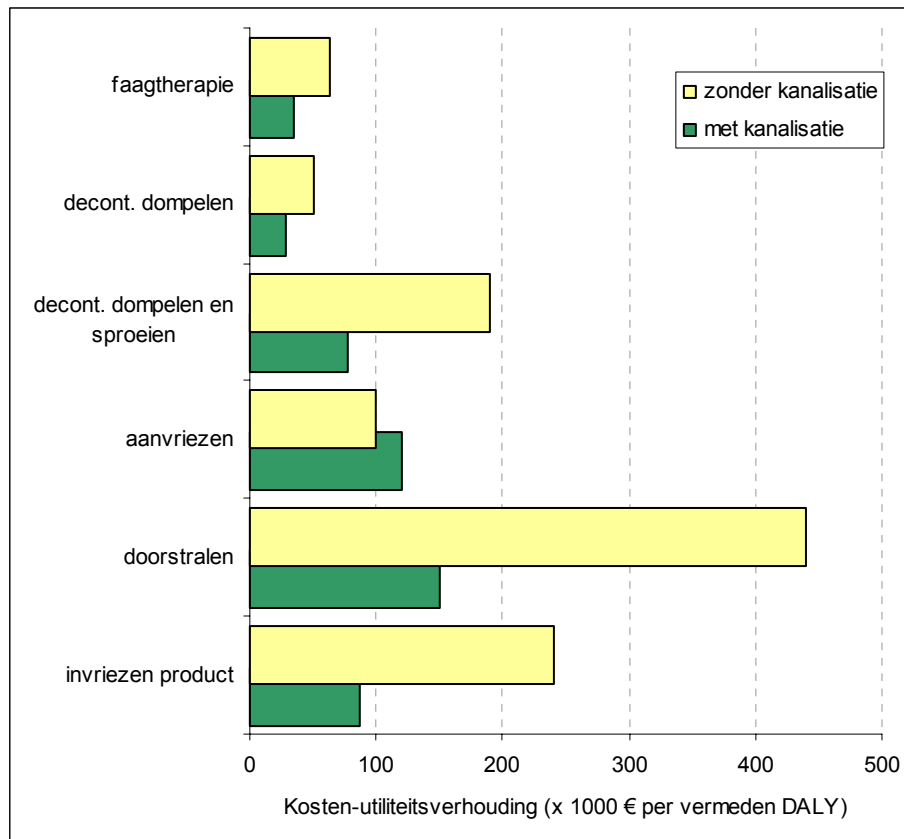
**KIEMREDUCERENDE BEHANDELINGEN kunnen ook op ALLE KOPPELS worden toegepast in plaats van alleen op positief geteste koppels.**

- Dit voorkomt de noodzaak tot testen op besmetting met *Campylobacter* spp., en dus ook de kans dat vals-negatieve koppels worden gebruikt voor het produceren van vers vlees. Dientengevolge is de te behalen gezondheidswinst groter, zie Figuur 7. Ook zijn er lagere kosten voor testen en minder ingewikkelde procedures. Echter, er zijn wel extra kosten verbonden aan het behandelen van alle koppels in plaats van een geselecteerd deel, en een eventuele negatieve beïnvloeding van de productkwaliteit treft de volledige productie. Investeringskosten worden over een kleinere hoeveelheid producten omgeslagen.



*Figuur 7. Gezondheidswinst van interventies op de boerderij en in het slachthuis met en zonder kanalisatie van positief geteste koppels (PCR-methode)*

- Doorstralen van alle geproduceerde vlees is de enige theoretische mogelijkheid om *Campylobacter*-vrij vlees op de markt te brengen. De effecten op de volksgezondheid zijn iets beter dan doorstraling in combinatie met kanalisatie (12.000 vs. 10.000 vermeden gevallen van gastro-enteritis) maar de kosten zijn veel hoger, ongeveer 60 miljoen euro per jaar. De kosten-utiliteitsverhouding is dan ook zeer ongunstig: meer dan 400.000 euro per DALY, zie Figuur 8.
- Ook voor alle andere onderzochte kiemreducerende behandelingen blijkt ten opzichte van scenario's met kanalisatie de gezondheidswinst van scenario's zonder kanalisatie relatief gering te zijn, terwijl de kosten-utiliteitsverhouding aanzienlijk ongunstiger is, zie Figuur 8. De enige uitzondering is aanvriezen, waarvan de kosten-utiliteitsverhouding juist gunstiger is bij behandelen van alle koppels. De grootste kostenpost bij aanvriezen is de investering in apparatuur, terwijl de extra kosten van electriciteit (zonder kanalisatie) en testen (met kanalisatie) elkaar opheffen.

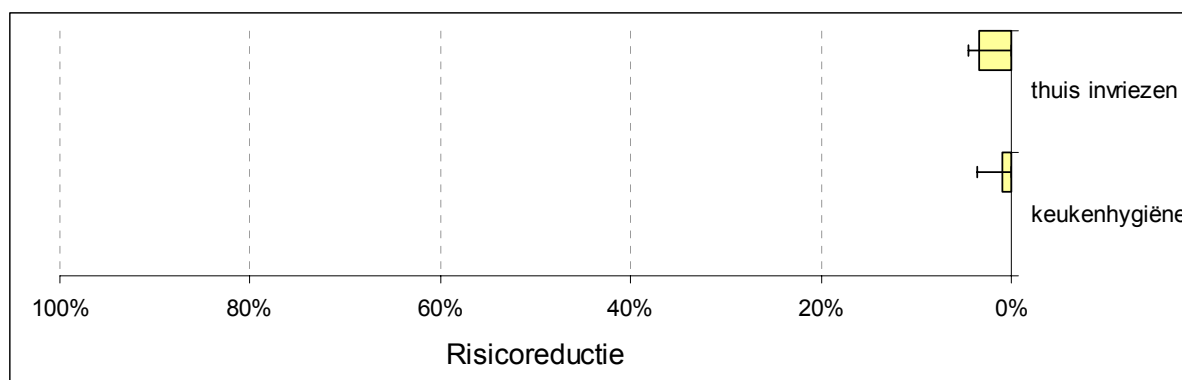


*Figuur 8. Kosten-utiliteitsverhouding van interventies op de boerderij en in het slachthuis met en zonder kanalisatie van positief geteste koppels.*

## 7. Interventies tijdens bewaren en bereiden van kippenvlees

*De bereiding van maaltijden waarin kippenvlees wordt verwerkt is een belangrijke fase. Aangenomen wordt dat kippenvlees meestal voldoende wordt verhit om aanwezige campylobacters te inactiveren. Blootstelling van de consument vindt vooral plaats door middel van kruisbesmetting van nog niet verhit kippenvlees naar rauw geconsumeerde voedingsmiddelen zoals salades.*

- Om de verspreiding van Campylobacter tijdens de bereiding van een maaltijd te kwantificeren is een wiskundig model opgesteld. Dit model beschrijft de kruisbesmetting van Campylobacter-bacteriën vanaf kipfilet naar een salade via handen, snijplanken en keukenkranen. De parameters in het model betreffen zowel de overdracht van bacteriën van het ene oppervlak naar het andere als de frequentie waarmee bepaalde handelingen worden verricht (bijvoorbeeld het snijden van een salade op een snijplank die eerder voor kipfilet is gebruikt). Voor de schatting van een aantal parameters was recente, deels Nederlandse literatuur beschikbaar maar de meeste zijn desondanks vrij onzeker.
- Volgens het basismodel wordt in iets minder dan 1% van alle maaltijden een consument blootgesteld aan Campylobacter via salade. De ingeslikte dosis is meestal erg laag (1-2 kve) maar kan ook groter zijn dan 100 kve.
- Het basismodel voorspelt dat er ruim 12.000 ziektegevallen per jaar optreden tengevolge van consumptie van met Campylobacter besmette salades. Omdat deze route zeker niet de enige is waarlangs Campylobacter van kippenvlees naar de mens kan komen, lijkt deze voorspelling aan de hoge kant, zie ook pag. 13.



*Figuur 9. Risicoreductie voor de consument door interventies in de consumentenfase.*

De balken geven de voorspelde reductie van het aantal ziektegevallen ten gevolge van een interventie als percentage van de incidentie in het basismodel. De reductie heeft betrekking op Nederlandse consumenten. De streepjes geven de resultaten aan van gevoeligheidsanalyses.

***Reductie van het risico op kruisbesmetting is alleen mogelijk door het gedrag van diegenen die voedsel bereiden te veranderen. Een mogelijkheid om dit te bereiken is VOORLICHTING. Het te verwachten effect van voorlichtingscampagnes is niet groot.***

- Er is nog weinig bekend over de effectiviteit van voorlichtingscampagnes op duurzame gedragsverandering van consumenten. Op grond van beperkte literatuurgegevens wordt geschat dat na een eenmalige voorlichtingscampagne 3% (met een marge tussen 0 en 7%) van alle niet hygiënisch werkende voedselbereiders hun gedrag blijvend zullen verbeteren.

- In dat geval wordt berekend dat het risico voor de consument met 3% (met een marge van 0-5%) zal afnemen. Dit leidt tot ongeveer 500 vermeden gevallen van gastro-enteritis.
- De kosten van voorlichtingscampagnes worden geschat op 1 miljoen euro per jaar, waarmee de kosten-utiliteitsverhouding uitkomt op ongeveer 190.000 euro per vermeden DALY.

***Indien kipfilets na aankoop gedurende enkele dagen in de VRIEZER worden bewaard zal afsterving van Campylobacter optreden. Aan deze maatregel zijn nauwelijks kosten verbonden. Wel zal een voorlichtingscampagne nodig zijn waarvan het te verwachten effect niet groot is.***

- Naar analogie van een voorlichtingscampagne over hygiënisch werken bij de voedselbereiding wordt geschat dat een eenmalige voorlichtingscampagne tot gedragsverandering zal leiden in 3 (0-7)% van de consumenten.
- De ingevroren filets zullen gedurende enkele dagen tot maximaal een week in de vriezer bewaard worden. De geschatte afsterving gedurende deze periode bedraagt 25-70%, wat resulteert in een zeer geringe daling van het risico voor de gemiddelde consument (1% oftewel 200 vermeden gevallen van gastro-enteritis).
- Onder dezelfde aanname over de kosten van een voorlichtingscampagne is de kosten-utiliteitsverhouding zeer hoog: ruim 600.000 euro per vermeden DALY.
- Overigens blijkt dat een aanzienlijk deel van de consumenten aangeeft vers gekochte kip al in te vriezen (zie pag. 37).

## 8. Maatschappelijk draagvlak

*Bij aanvang van het CARMA-project, in 2001, is een onderzoek uitgevoerd naar de mening van verschillende maatschappelijke groeperingen (overheid, bedrijfsleven, consumenten) over de besmetting van kippenvlees met Campylobacter en over mogelijke oplossingen. De overheid streeft naar maximale veiligheid van voedsel, maar realiseert zich dat 100% veiligheid niet haalbaar is [17]. Het bedrijfsleven onderkent het belang van veilig voedsel maar wijst op behoud van de arbeidsmarkt en de internationale concurrentiepositie als randvoorwaarden. Supermarkten stellen de (veronderstelde) eisen van consumenten centraal. Deze eisen betreffen het brede gebied van maatschappelijk verantwoord produceren, waaronder voldoende garanties voor de veiligheid van het voedsel. Er is overeenstemming over de verantwoordelijkheid die de keten heeft om het probleem op te lossen, hoewel er verschil van mening bestaat over de eigen verantwoordelijkheid van de consument.*

- Er bestond in 2001 consensus over het feit dat 100% Campylobacter-vrij kippenvlees niet mogelijk is, maar dat wel gestreefd moet worden naar een zo veilig mogelijk product.
- Bij aanvang van het project werd geconstateerd dat er onvoldoende kennis was om beslissingen ten aanzien van de reductie van Campylobacter besmettingen te nemen en daarvoor voldoende draagvlak te creëren.

*In 2004 is uit onderzoek gebleken dat er weinig draagvlak is bij het bedrijfsleven voor extra maatregelen die men zelf zou moeten nemen om de besmetting van kippenvlees met Campylobacter terug te dringen. Bij consumenten is voor sommige extra maatregelen wel veel draagvlak maar voor andere maatregelen betrekkelijk weinig. Door onvoldoende kennis over de maatregelen en de mogelijke effecten daarvan nemen veel consumenten (nog) geen standpunt in.*

- Per saldo verwachten pluimveehouders in Nederland weinig effect van extra hygiënemaatregelen op het bedrijf. Desondanks hebben ze veel suggesties voor het verbeteren van de hygiëne op het pluimveebedrijf en zien zij van sommige maatregelen zelfs voordelen op het terrein van dierenwelzijn.
- Ook ten aanzien van de interventie “stoppen met uitladen” op het pluimveebedrijf is er een gedifferentieerd beeld bij de pluimveehouders. Naast twijfels over de effectiviteit voeren pluimveehouders met een negatieve houding ten opzichte van het stoppen met uitladen vooral financieel-economische argumenten aan. Pluimveehouders met een positieve houding zien bijkomende voordelen zoals dierenwelzijn.
- In de steekproef onder pluimveehouders waren de leeftijdscategorieën jonger dan 40 jaar en tussen de 40 en 55 jaar, hoog opgeleiden en grote pluimveehouderijen (met meer dan 75.000 vleeskuikens) enigszins oververtegenwoordigd.
- Van de 15 pluimveeslachterijen in Nederland hebben 5 slachterij(locaties) de enquête beantwoord. Gezien dat aantal en de afwezigheid van kleine pluimveeslachterijen (aanvoer van minder dan 20.000 ton vleeskuikens per jaar) in de steekproef, is van deze gegevens alleen een kwalitatieve analyse verricht. Door deze lage respons en de verschillen in strategie tussen de slachterijen is er geen eenduidig beeld van de mate van acceptatie van de mogelijk te nemen interventie maatregelen.
- De respondenten zijn van mening dat sommige maatregelen niet tot nauwelijks effectief zijn, of vrezes dat ze kostenverhogend zijn en kunnen leiden tot problemen bij de afzet van kippenvlees. Slachterijen geven aan zich wel enige zorgen te maken over de besmetting van kippenvlees met Campylobacter.

- Verwacht mag worden dat de houding van pluimveeslachterijen in Nederland ten opzichte van mogelijk te nemen maatregelen in de slachterij inclusief kanalisatie, sterk bepaald wordt door de kosten en baten voor het specifieke bedrijf.
- Consumenten in Nederland vinden dat alle betrokken partijen verantwoordelijk zijn voor het nemen van maatregelen, maar vooral de pluimveehouders en slachterijen.
- Consumenten zeggen positief te staan tegenover maatregelen die men zelf zou kunnen nemen, namelijk hygiënisch bereiden van kip en thuis invriezen van vers gekochte kip, om besmetting met *Campylobacter* te verminderen. Dat hoeft overigens nog niet te betekenen dat men het ook daadwerkelijk zou gaan doen. Wel zegt een ruime meerderheid al in meer of mindere mate vers gekochte kip thuis in te vriezen.
- Gemiddeld genomen staan consumenten positief tegenover het idee om extra hygiënemaatregelen op het pluimveebedrijf in te voeren als daarmee de besmetting van kip met *Campylobacter* kan worden teruggedrongen, en in mindere mate positief tegenover het mechanisch verwijderen van mest uit de endeldarm van gedode kippen in de slachterij.
- Gemiddeld genomen zijn consumenten sceptisch over faagtherapie en decontaminatie met melkzuur. In vergelijking van faagtherapie en decontaminatie met melkzuur zijn consumenten minder sceptisch over het behandelen van kippenvlees met ioniserende straling, maar een groot deel van de consumenten geeft aan het niet te weten. En van een kwart tot de helft van de consumenten heeft ook nog geen houding bepaald ten opzichte van het idee om respectievelijk faagtherapie en decontaminatie met melkzuur in te voeren, waarschijnlijk vanwege een gebrek aan kennis over deze maatregelen.
- Ondanks dat de steekproef onder consumenten zowel mannen als vrouwen, verschillende leeftijdscategorieën, opleidingsniveaus als huishoudens met en zonder jonge kinderen bevatte, is de steekproef niet geheel representatief voor de Nederlandse bevolking. De leeftijdscategorie van 65 jaar en ouder en consumenten met alleen basisschool als hoogst voltooide opleiding waren sterk ondervertegenwoordigd.

## 9. Discussie

***Met behulp van een geïntegreerde benadering vanuit de risico-analyse, de epidemiologie en de economie is een inschatting gemaakt van de doelmatigheid van mogelijke interventies die tot doel hebben de incidentie van campylobacteriose in Nederland te reduceren. Het is voor het eerst dat een dergelijke integrale benadering is toegepast op een probleem in het domein van de voedselveiligheid. Ondanks veel onzekerheden is het mogelijk gebleken een aantal kosten-effectieve interventies te identificeren in een belangrijke blootstellingsketen, te weten die via kippenvlees. Deze bestaan uit een combinatie van de verlaging van de prevalentie op de boerderij door strenge hygiënemaatregelen, reductie van de mestlekkage tijdens het slachten en het verlagen van de aantallen campylobacters op de eindproducten. Chemische decontaminatie lijkt voor dit laatste de meest aangewezen methode. Ook faagtherapie van de levende dieren net voor slachten is een interessante mogelijkheid. In veel voor de berekeningen gebruikte gegevens bestaan aanzienlijke onzekerheden. Desondanks lijken de belangrijkste conclusies wel robuust te zijn.***

- De onzekerheid in het risicomodel wordt voor een belangrijk deel veroorzaakt door de complexiteit van het productiesysteem van kippenvlees. Er is sprake van veel vormen van variatie in de besmetting van vlees en dieren met campylobacters (binnen een koppel, tussen koppels), die moeilijk in een wiskundig model is te vangen. Daarnaast is er sprake van statistische onzekerheid in de modelparameters en zijn er slechts weinig meetgegevens die voldoende representatief zijn voor de praktijksituatie. Met name deze laatste onzekerheid is van groot belang. In de gepresenteerde analyses is het effect daarvan onderzocht met behulp van gevoeligheidsanalyses. De belangrijkste conclusie daarvan is dat niet zonder meer kan worden overgegaan tot de invoering van de meest kosten-effectieve interventies, maar dat eerst middels praktijkonderzoek moet worden nagegaan of de theoretische effectiviteit ook werkelijk gehaald kan worden.
- De complexiteit van het systeem betekent ook dat veel van de beschikbare meetgegevens niet goed geïnterpreteerd kunnen worden omdat de voorgeschiedenis van de monsters onvoldoende bekend is. De risicomodellen zijn een waardevol hulpmiddel bij het ontwerpen van meer gerichte meetprogramma's.
- Modelvalidatie door vergelijking van modelvoorspellingen en meetgegevens is derhalve maar beperkt mogelijk. Bij een vergelijking van de voorspellingen en de gegevens ontstaat de indruk dat het model de besmetting van kippenvlees in de winkel onderschat, maar het daarmee samenhangende gezondheidsrisico overschat. Over mogelijke oorzaken voor de overschatting van het gezondheidsrisico is reeds ingegaan in Hoofdstuk 2. Uit de enquêtes onder consumenten is gebleken dat relatief vaak vers vlees in de vriezer wordt bewaard. Met de afsterving die daarbij optreedt is geen rekening gehouden. Mogelijke oorzaken voor de onderschatting van de besmetting kunnen vooral te maken hebben met het feit dat deze vooral wordt bepaald door de mate waarin extreme gebeurtenissen optreden (bijvoorbeeld een dier dat een erg hoge concentratie Campylobacter in de mest heeft, het beschadigen van een darmpakket tijdens de evisceratie etc.). Het kwantificeren van de invloed van dergelijke gebeurtenissen vraagt gerichte meetstrategieën.
- Een belangrijke onzekerheid in de resultaten van het risicomodel betreft de extrapolatie van de risico's die samenhangen met kruisbesmetting van kipfilet naar salade tot het risico dat samenhangt met alle consumptie van kippenvlees. Om deze onzekerheid te verkleinen zou specifieke aandacht besteed moeten worden aan andere routes waarbij er een grote kans op kruisbesmetting is, zoals barbecuen.

- Voor de uiteindelijke conclusies is vooral de verhouding van het risico in een interventiescenario in vergelijking met het basismodel van belang. Oriënterende berekeningen geven aan dat de onzekerheid in het relatieve risico minder groot is dan die in de uitkomsten van het basismodel. Dit hangt waarschijnlijk samen met het feit dat veel van de modelonzekerheden elkaar bij het berekenen van het relatieve risico min of meer opheffen. Een formele kwantificering van de mate van onzekerheid van de relatieve risico's is complex en kon met de beschikbare middelen niet worden gemaakt.
- De schatting van de incidentie van aan besmet kippenvlees toe te schrijven ziektegevallen is vooral gebaseerd op epidemiologische gegevens. Ondanks onzekerheden in de interpretatie ervan worden deze als het meest betrouwbaar gezien om de omvang van het probleem te schatten. Alle berekeningen zijn gemaakt op basis van de gemiddelde situatie in een jaar. Met seizoensvariatie is geen rekening gehouden.

***Het terugdringen van de besmetting op de boerderij is in theorie een effectieve maatregel maar het is niet duidelijk welke maatregelen precies genomen moeten worden.***

- Het transmissiemodel op de boerderij suggereert dat de kans op besmetting met *Campylobacter* groter is als er in de vorige ronde een besmetting is opgetreden. Om deze reden zijn de kostenberekeningen voor hygiënemaatregelen gebaseerd op een protocol met intensieve reiniging tussen ronden, zoals dat is ontwikkeld voor de bestrijding van *Salmonella* Java. Inmiddels is echter gebleken dat ook op bedrijven waarbij deze maatregelen zijn toegepast, en waar *S. Java* succesvol is bestreden, nog steeds regelmatig besmetting met *Campylobacter* wordt gevonden (Jaap Obdam, Plukon Poultry, Wezep, persoonlijke mededeling). Deze bevinding is in lijn met de literatuur die ook suggereert dat transmissie van *Campylobacter* tussen ronden niet belangrijk is. Het is niet duidelijk welk mechanisme aan de gevonden statistische associatie ten grondslag ligt. Nader onderzoek hiernaar kan mogelijk belangrijke inzichten verschaffen.
- Uit tussen 1997 en 1999 afgenomen enquêtes [3] is gebleken dat de meeste Nederlandse vleeskuikenbedrijven beschikken over adequate voorzieningen voor een hygiënische bedrijfsvoering, zoals voorportalen, specifieke kleding en gereedschap. Echter, desinfectiebakken voor laarzen waren meestal niet aanwezig of werden onregelmatig ververs. Inmiddels zijn er vorderingen gemaakt met het invoeren van hygiënestandaarden in het kader van de IKB-erkenning van vleeskuikenbedrijven. Via inspecties bij de boer, eenmaal per jaar, wordt ten tijde van de controle een indruk verkregen van de hygiënestatus van het bedrijf en de wijze waarop hygiëne maatregelen worden toegepast. Echter, het is niet controleerbaar in hoeverre de boer gedurende het jaar de maatregelen nauwkeurig toepast (Inge Stoelhorst, PVE, persoonlijke mededeling).
- De ervaring in Scandinavische landen leert dat gerichte hygiënevoorlichting kan leiden tot een lagere prevalentie van *Campylobacter* (Merete Hofshagen, Norwegian Zoonosis Center, Oslo, Noorwegen en Ingrid Hansson, National Veterinary Institute, Uppsala, Zweden, persoonlijke mededelingen).

***De kosten-utiliteitsverhouding van de meest doelmatige interventies ligt tussen -15.000 en 50.000 euro per vermeden DALY. Dit is in dezelfde orde van grootte als interventies die in andere domeinen van de (preventieve) gezondheidszorg worden uitgevoerd, zie Tabel 2.***

- In Nederland bestaat er geen vaste grens voor de kosten-utiliteitsverhouding waaraan getoetst wordt of een interventie al dan niet wordt uitgevoerd.



- De grens van 20.000 euro per QALY<sup>2</sup> is in Nederland gebruikt om te bepalen welke doelgroepen wel en niet in aanmerking kwamen voor gebruik van statines (cholesterol verlagere) ter preventie van hart- en vaatziekten [4].
- In hun onderzoek naar kosten-effectiviteit van 500 “levensreddende” interventies in de USA laten Tengs et al. [14] zien dat het zwaartepunt van de verdeling tussen 10.000 en 100.000 dollar per gewonnen levensjaar ligt. Op grond van haar eigen beslissingen over acceptatie of verwerping van nieuwe medische technologieën in het verleden komt het Britse “National Institute of Clinical Excellence” uit op een grenswaarde van ongeveer 30.000 pond (42.000 euro) voor een gewonnen gezond levensjaar [15]. De Wereldbank hanteert als vuistregel 3 maal het Bruto Nationaal Product per inwoner als een redelijke uitgave voor een extra gezond levensjaar, in verschillende Westerse landen ligt de impliciete grenswaarde ergens tussen één en drie maal het BNP [10]. Voor Nederland ligt dat in de orde van 25.000 tot 75.000 euro per gewonnen gezond levensjaar.
- Andere aspecten bepalen mede tot welke kosten-utiliteitsverhouding een interventie wordt ingevoerd. Het betreft onder andere de grootte van de patientengroep, de absolute kosten van de interventie, de ernst van de aandoening, de perceptie van het probleem door de burgers, en overwegingen omtrent mogelijke aansprakelijkheid en verwijtbaarheid.

***In dit rapport is de kosten-utiliteit van de interventies berekend op basis van de gezondheidswinst die te behalen is onder Nederlandse consumenten. Rekening houdend met alle consumenten van in Nederland geproduceerd kippenvlees is de kosten-utiliteit veel gunstiger, maar het is moeilijk aan te geven hoeveel dat precies is. Ook om andere redenen wordt de kosten- utiliteit van de maatregelen vrij voorzichtig ingeschat. Voor de onderlinge verhouding van de utiliteit en de doelmatigheid van de bestudeerde interventies maakt dit niet veel uit.***

- Wanneer de berekeningen worden uitgevoerd voor alle consumenten van in Nederland geproduceerd kippenvlees is de gezondheidswinst twee tot drie maal hoger dan onder Nederlandse consumenten alleen. Ook de reductie van ziektegebonden kosten zijn twee tot drie maal hoger. Maar de kosten van de interventie blijven gelijk. Daarmee wordt de kosten-utiliteitsverhouding zeer gunstig beïnvloed, zie Figuur 10.
- Wanneer aan de andere kant de interventies niet alleen in Nederland maar ook op (vers) geïmporteerd kippenvlees zouden worden uitgevoerd zou de te behalen gezondheidswinst onder Nederlandse consumenten ongeveer 30% hoger zijn.
- De in de berekeningen gebruikte beste schatting van de fractie aan consumptie van kippenvlees toe te schrijven ziektegevallen is 20%. Deze fractie zou ook twee maal zo hoog kunnen zijn, wat de kosten-utiliteit van de interventies veel gunstiger maakt.
- Een aantal interventies heeft niet alleen effect op het risico van Campylobacter, maar ook op dat van andere bacteriën zoals Salmonella. Ondanks het feit dat de bestrijding van de Salmonella-besmetting van kippenvlees al het nodige effect heeft gehad, zal deze meervoudige werking de kosten-utiliteitsverhouding gunstig beïnvloeden.
- Bovenstaande factoren zullen op alle interventies in ongeveer gelijke mate uitwerken, zodat de onderlinge verhouding van de interventies niet wezenlijk beïnvloed zal worden.

---

<sup>2</sup> Quality Adjusted Life Years (QALY's) zijn net als DALY's een maat die de effecten van ziekte en sterfte combineert. QALY's richten zich op de bestaande gezondheidstoestand en worden vooral gebruikt in het gezondheidszorgonderzoek. DALY's richten zich juist op het verlies van gezondheid en worden vooral gebruikt in het volksgezondheidsonderzoek. Onder dezelfde aannamen is een vermeden DALY gelijk aan een gewonnen QALY.

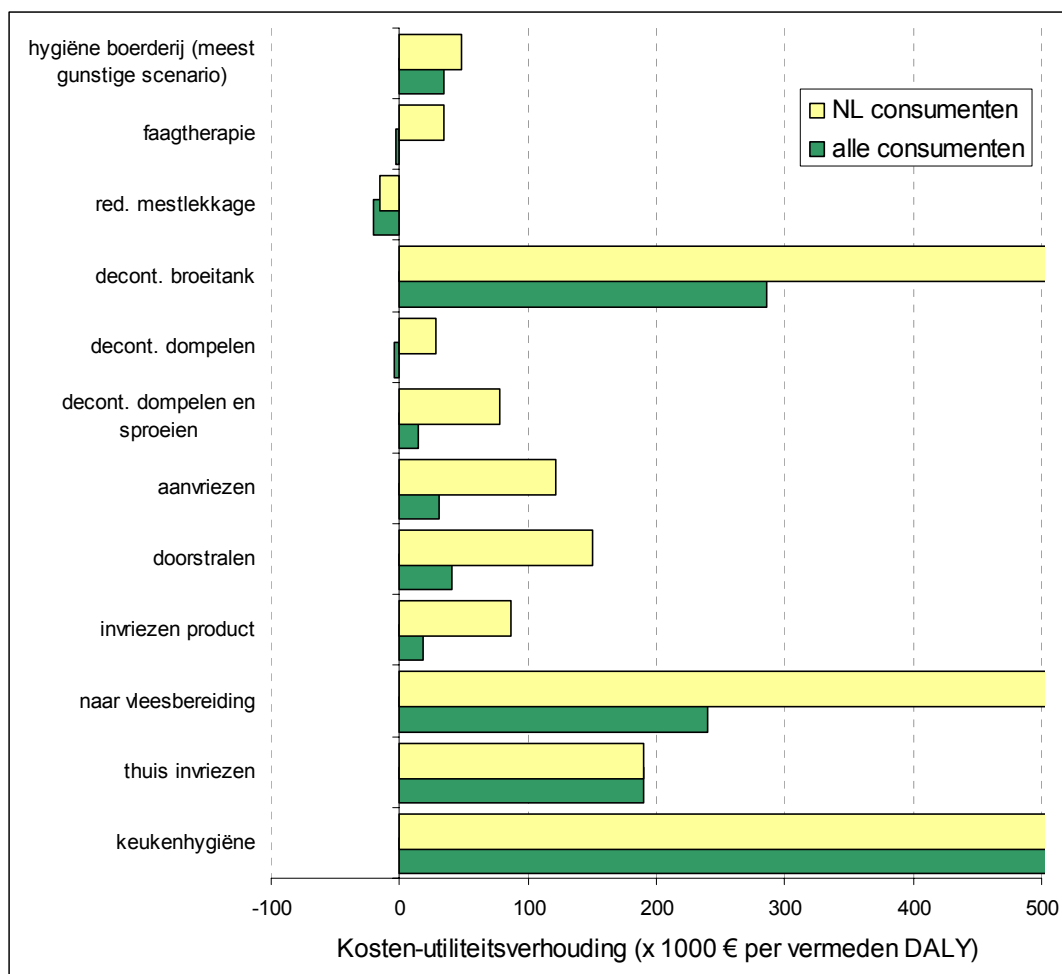
Tabel 2. Kosten per QALY van diverse interventies, binnen en buiten de gezondheidszorg

Kosten: euro/QALY	Interventie	Uitvoering / vergoeding in NL?
< 0 (kostenbesparend)	Fluoridering drinkwater	Nee
	Sputomruilprogramma's voor druggebruikers	Ja
	Verrijking voedingsmiddelen met foliumzuur	Nee
	Screening van zwangeren op syfilis	Ja
	PKU/CHT screening pasgeborenen	Ja
	Valpreventieprogramma's bij ouderen	Soms
	Rookmelder in woningen	Vrijwillig
	Stoppen met roken interventies	Nee/soms
0-1.000	Verplichting veiligheidsgordels in auto's	Ja
	Chlamydia screening	Nee
1.000-10.000	Pneumokokkenvaccinatie ouderen	Nee
	Viagra	Nee
	Influenzavaccinatie alle ouderen	Ja
	Vaccinatie meningokokken C	Ja
10.000-100.000	Niervervangende behandelingen	Ja
	Transplantatieprogramma's	Ja
	Verplichte periodieke autokeuring	Ja
	Air-bags in auto	Vrijwillig
	Heupvervanging bij artrose	Ja
	Longtransplantatie	Ja
	Inzet helikopter traumateams	Ja
	Statines bij risicogroepen	Ja
100.000-1.000.000	Legionella bestrijding in de waterleiding	Nee
	Neurochirurgie bij maligne hersentumoren	Ja
	EPO ter bestrijding van bloedarmoede bij dialyse	Ja
> 1.000.000	Nieuwe screeningstechnieken om donorbloed te screenen op HIV en Hepatitis B en C	Nee/soms

Bron: RIVM

***Om de ziektelast nog verder terug te dringen kan een combinatie van verschillende interventies overwogen worden. Met name een combinatie van het vermijden van mestlekkage en chemische decontaminatie lijkt een doelmatige optie te zijn.***

- Door deze combinatie kunnen ruim 2.000 gevallen van gastro-enteritis meer worden vermeden dan door decontaminatie alleen, dus 12.000 gevallen in totaal. De kosten-utiliteitsverhouding blijft ongeveer gelijk aan die van decontaminatie alleen.



*Figuur 10. Kosten-utiliteitsverhouding van interventies in de Nederlandse kippenvleesketen voor Nederlandse consumenten in vergelijking met alle consumenten van Nederlands kippenvlees.*

Bij de berekeningen is ervan uitgegaan dat risico's voor de consument, ziektelast en ziektegebonden kosten voor buitenlandse consumenten gelijk zijn aan die voor Nederlandse consumenten. De berekeningen zijn gebaseerd op scenario's met kanalisatie op basis van de PCR test.

***De Nederlandse pluimveevleesketen bevindt zich in een lastige fase van herstructurering als gevolg van veranderende concurrentieverhoudingen en aangescherpt milieubeleid. Er wordt uitgegaan van een krimpende sector die zich zal moeten richten op de versmarkt in Noordwest Europa. Daarbij hoort een ketenomkering van aanbodgerichte naar consumentgerichte productie, waarin consumentgericht productontwikkeling steeds belangrijker wordt [2]. Deze ontwikkeling zou mogelijkheden kunnen bieden om bijvoorbeeld via voorgegaarde of aangevoren kant-en-klaar producten de problemen ten aanzien van productinefficiëntie bij kanalisatie op te lossen.***

- De in de berekeningen gebruikte welvaartseconomische benadering beschouwt de kosteneffectiviteit- en kostenutiliteitsratio vanuit een maatschappelijke perspectief, waarbij geen rekening wordt gehouden met het feit dat de kosten en de baten niet in dezelfde sector gemaakt worden.
- Kosten zullen vooral ten laste komen van de industrie, maar de baten van eventuele maatregelen komen ten gunste van individuele burgers, werkgevers en zorgverzekeraars, zowel in Nederland als in het buitenland.
- In dit onderzoek is niet nagegaan in hoeverre mogelijke bonus regelingen of andere institutionele maatregelen de potentiële verliezen van de industrie zouden kunnen compenseren.

Tabel 3. Effectiviteit en kosten-utiliteit van interventies in de kippenveesketen

De tabel geeft een overzicht van de voornaamste resultaten van het onderzoek, uitgaande van de meest waarschijnlijke waarden voor de modelparameters. Effecten en kosten van interventies met kanalisatie zijn berekend op basis van het meest kosten-effectieve testprotocol, te weten monsternamen op 2 dagen voor de slacht en onderzoek met de PCR methode. De eerste kolom geeft de reductie van het risico weer bij consumptie van vlees van in Nederland geproduceerde en geslachte kuikens. De tweede kolom geeft de te verwachten daling aan van het aantal gastro-enteritis gevallen (in de uitgangssituatie worden jaarlijks 16.000 gevallen toegeschreven aan de consumptie van besmet kippenvlees). Deze reductie is berekend voor de Nederlandse bevolking, rekening houdend met import en export van zowel levende dieren als vlees. De derde kolom geeft de kosten weer die direct betrekking hebben op de uitvoering van de interventie. Er is geen rekening gehouden met product inefficiëntie, markteffecten of een lagere opbrengst van de producten. De kosten-utiliteits verhouding is berekend op basis van gedisconteerde DALY's, ziektegebonden kosten en ketenkosten.

<b>Interventie</b>	<b>Reductie risico (%)</b>	<b>Reductie gastro-enteritis (x 1000 / jaar)</b>	<b>Kosten (x miljoen euro/jr)</b>	<b>Kosten-utiliteits verhouding (x1000 euro/DALY)</b>
<b>BOERDERIJ</b>				
Monospecies boerderijen	-1	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
Verscherpte hygiëne				
- gering effect	22	2,4	8-63 <sup>a</sup>	280-2500
- matig effect	43	4,6	8-63	130-1300
- groot effect	94	10	8-63	48-560
Uitladen afschaffen	0	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
Faagtherapie	74	7,9	7,0	63
- alleen positieve koppels	63	6,7	4	35
<b>SLACHTHUIS</b>				
Logistiek slachten	0	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
Reductie mestverspreiding	77	9,2	1	-15
Decontaminatie broeitank	12	1,4	13	810
Decontaminatie karkassen				
alleen dompelen	88	10	8	50
dompelen en sproeien	92	11	26	190
- met kanalisatie				
alleen dompelen	77	9,2	5	28
dompelen en sproeien	80	9,5	10	78
Aanvriezen	83	9,9	13	99
- met kanalisatie	72	8,6	13	120
Doorstralen	100	12	59	440
- met kanalisatie	87	10	19	150
Invriezen producten	95	11	32	240
- met kanalisatie	82	9,8	12	87
Kanalisatie naar vleesbereiding	87	10	79 <sup>b</sup>	680
<b>CONSUMENT</b>				
Voorlichting thuis invriezen	1	0,2	1	620
Voorlichting keukenhygiëne	3	0,5	1	190

<sup>a</sup> lage resp. hoge schatting

<sup>b</sup> inclusief prijsreductie

n.v.t.: niet van toepassing

## 10. Conclusies

- Er zijn verschillende routes waarlangs de mens aan *Campylobacter* kan worden blootgesteld. In Nederland zijn voedsel (vooral kippenvlees en rauw geconsumeerde producten zoals groente en fruit, vis en schelpdieren en melk) en direct contact met (jonge) dieren de belangrijkste routes. Ook reizen naar het buitenland is een risicofactor.
- Besmet kippenvlees is verantwoordelijk voor ten minste 20% van alle gevallen van campylobacteriose in Nederland, dat wil zeggen 16.000 gevallen per jaar. De daarmee samenhangende gediscanteerde ziektelast is 170 DALY's per jaar en de gediscanteerde ziektegebonden kosten bedragen 3,9 miljoen euro. Maximaal wordt circa 40% van alle gevallen toegeschreven aan de consumptie van besmet kippenvlees, dus de genoemde aantallen zouden ook twee maal zo hoog kunnen zijn.
- Er is een intensieve import en export van zowel vleeskuikens als kippenvlees. De Nederlandse consument wordt dus slechts gedeeltelijk beschermd als maatregelen alleen in de Nederlandse productie worden genomen.
- Ondanks invoering van maatregelen in de primaire sector is de besmetting met *Campylobacter* van vleeskuikens op de boerderij in de afgelopen jaren slechts in beperkte mate gedaald. De belangrijkste risicofactoren voor besmetting zijn gerelateerd aan insleep van de bacterie tijdens een mestronde vanuit de directe omgeving.
- Hoewel uitladen het risico op een stalbesmetting mogelijk vergroot, is het stoppen met deze praktijk niet effectief omdat de tijd tussen uitladen en wegladen te kort is om tot een aanzienlijke besmetting van de kuikens te leiden. Ook zal bij een gelijkblijvende productie het aantal stallen moeten toenemen. Indien deze op dezelfde locatie worden gebouwd neemt ook het risico op besmetting per stal toe.
- Vleeskuikens op bedrijven waarop ook andere landbouwhuisdieren voorkomen blijken vaker besmet te zijn met *Campylobacter*. Toch lijkt het stoppen met de productie op deze gemengde bedrijven niet effectief te zijn omdat bij een gelijkblijvende productie het gemiddeld aantal stallen per bedrijf zal toenemen. Het daarmee samenhangende extra risico compenseert de bereikte risicoreductie volledig.
- Reductie van de insleep van *Campylobacter* in de stal (zowel tussen rondes als tijdens een ronde) zou zeer effectief kunnen zijn maar het is nog onvoldoende duidelijk welke maatregelen precies genomen moeten worden. Omdat de kosten van hygiënemaatregelen sterk uiteen kunnen lopen is ook onduidelijk wat de kosten-utiliteit van hygiënemaatregelen is.
- Het behandelen van geïnfecteerde koppels met specifieke bacteriofagen is een experimenteel geteste mogelijkheid die, indien de effectiviteit in de praktijk wordt bevestigd, een kosteneffectieve maatregel kan zijn.
- Hoewel tijdens transport van de dieren naar de slachterij besmetting vanuit de omgeving plaats kan vinden, is het daarmee samenhangende risico voor de volksgezondheid verwaarloosbaar omdat een eventuele besmetting in de korte tijd nauwelijks kans heeft om uit te groeien.
- Het vooraf testen van koppels vleeskuikens op besmetting met *Campylobacter*, teneinde de positief en negatief geteste koppels gescheiden (logistiek) te slachten en daarmee kruisbesmetting te voorkomen, is een maatregel die op zichzelf weinig bijdraagt aan het reduceren van het risico voor de consument.
- Wanneer de positief geteste koppels aanvullend worden behandeld kan het risico voor de consument aanzienlijk gereduceerd worden. Een dergelijke vorm van kanalisatie heeft altijd een betere kostenutiliteit dan het behandelen van alle te slachten dieren. Daarbij wordt verondersteld dat de industrie in staat is door (product)innovatie

eventuele problemen van productinefficiëntie en opbrengstverliezen op te lossen. Echter, voor een optimaal effect op de volksgezondheid is een testprotocol noodzakelijk dat besmette koppels met hoge waarschijnlijkheid kan opsporen. De nu gebruikte kweektest is daartoe niet geschikt.

- Er zijn nieuwe (snelle) testmethoden in ontwikkeling om een Campylobacter besmetting in koppels vleeskuikens op te sporen. Van deze methoden wordt een hogere sensitiviteit verwacht. Ook kan met deze methoden de tijd worden bekort die verloopt tussen monsternamen en moment van slachten. De nieuwe testmethoden zijn nog niet gevalideerd. Indien de sensitiviteit en specificiteit aan de verwachtingen voldoen, vormen zij een goede basis voor kanalisatiemaatregelen.
- Van alle onderzochte interventies leidt alleen doorstraling van alle geproduceerde vlees tot het op de markt brengen van gegarandeerd Campylobacter-vrij kippenvlees. De kosten van deze maatregel zijn echter hoog. Consumenten lijken hier positief tegenover te staan in vergelijking met faagtherapie en decontaminatie met melkzuur maar meer dan een kwart van de consumenten heeft zijn houding ten opzichte van doorstraling nog niet bepaald. Na alle andere interventies zal er een zekere besmetting van het eindproduct overblijven.
- Er zijn diverse interventies geïdentificeerd die kunnen leiden tot een aanzienlijke verlaging van het risico voor de consument. Het betreft dan vooral maatregelen die de aantallen campylobacters op het vlees verlagen, maar de besmetting niet tot nul zullen reduceren. Reductie van de aantallen campylobacters lijkt in het algemeen gemakkelijker te bereiken, goedkoper en minstens zo effectief als reductie van de prevalentie.
- Van alle mogelijke behandelingen na kanalisatie lijkt decontaminatie met chemische middelen zoals melkzuur de meest kosteneffectieve optie. De huidige aanbevelingen voor toepassing van decontaminatiemiddelen zijn echter niet eenduidig en er is weinig bekend over de effectiviteit onder praktijkomstandigheden. Ook is nog onduidelijk in welke mate een effectieve kiemreductie kan worden bereikt terwijl tegelijkertijd negatieve gevolgen voor de sensorische aspecten van de producten worden voorkómen.
- Fysische methoden voor reductie van de aantallen campylobacters, zoals aanvriezen van de karkassen en invriezen van de producten lijken minder effectief en/of (veel) duurder te zijn dan chemische decontaminatie.
- Reductie van het lekken van mest uit de karkassen tijdens broeien en ontvederen lijkt een relatief goedkope maatregel te zijn, die kan leiden tot een verdere reductie van het risico voor de consument door het verlagen van de aantallen campylobacters op het eindproduct. In combinatie met chemische decontaminatie vormt deze methode een zeer (kosten-) effectieve interventie.
- Hoewel in theorie een optimale hygiëne bij de bereiding van maaltijden met besmet kippenvlees het optreden van ziektegevallen geheel zou kunnen voorkomen wordt weinig effect verwacht van voorlichtingscampagnes aan de consument. Het lijkt dus ver erg moeilijk te zijn het gedrag van de consument blijvend te beïnvloeden.
- De berekende kosten-utiliteitsverhoudingen zijn veel gunstiger als rekening wordt gehouden met de gezondheidswinst die wordt behaald in landen die Nederlands kippenvlees importeren, en met de waarschijnlijk eveneens gunstige effecten op het risico van andere ziekteverwekkers zoals Salmonella.
- De kosten van Campylobacter reductie drukken vooral op de industrie, terwijl de baten ten goede komen van individuele burgers, werkgevers en zorgverzekeraars in binnen- en buitenland. Het is onduidelijk in hoeverre de industrie de extra kosten zal kunnen doorberekenen in de prijs van kippenvlees of zal kunnen compenseren via bonusregelingen of andere institutionele maatregelen.

- Er is in de Nederlandse samenleving een gering draagvlak bij de industrie voor extra maatregelen ter bestrijding van Campylobacter in de kippenveesketen. Ketenpartijen houden elkaar verantwoordelijk. Pluimveehouders en slachterijen zijn er niet van overtuigd dat extra maatregelen een gunstig effect zullen hebben en vrezen extra kosten en problemen met de afzet. Consumenten maken zich in meerderheid weinig zorgen over de besmetting van kippenvlees met Campylobacter. Zij hebben nog geen standpunt bepaald ten opzichte van de aanbevolen maatregelen vanwege een gebrek aan informatie. Er lijkt een groeiende acceptatie door consumenten van doorstraling te zijn. Goede communicatie met alle partijen tijdens zowel de besluitvorming als de uiteindelijke invoering van maatregelen is noodzakelijk om verder draagvlak te creëren.

## 11. Aanbevelingen voor het beleid

- Preventie van campylobacteriose vraagt een beleid dat gericht is op het reduceren van de blootstelling via een aantal verschillende routes, met name kippenvlees, rauw geconsumeerd voedsel en direct contact met dieren. In dit rapport is alleen ingegaan op het terugdringen van de blootstelling via kippenvlees. Van deze maatregelen wordt verwacht dat zij een gunstig effect hebben op de volksgezondheid.
- Verbetering van de hygiëne op primaire bedrijven is in theorie een effectieve interventie. Hygiënemaatregelen kunnen leiden tot een lagere prevalentie van besmette koppels vleeskuikens en dus tot een lagere blootstelling van de consument. Ook zijn bij een lagere prevalentie kanalisatiemaatregelen beter uitvoerbaar en goedkoper. Omdat nog niet precies duidelijk is welke maatregelen precies genomen moeten worden, en omdat de kosten en benodigde extra arbeidsinzet van de boer hoog kunnen zijn, wordt een stapsgewijze benadering aanbevolen. Deze zou kunnen beginnen met het implementeren van bestaande standaarden voor hygiënevoorzieningen op alle bedrijven en het verzekeren van een consistent en effectief gebruik van alle hygiënische barrières. Ook is het van belang dat er voldoende ruimtelijke spreiding is van pluimveestallen, in tegenstelling tot te streven naar concentratie in het kader van de Ecologische Hoofd Structuur.
- Gezien de betere kosten-baten verhouding van kanalisatie in vergelijking met het behandelen van alle dieren is het opstarten van overleg met de sector over het invoeren van kanalisatie een prioriteit. Daarbij dient ook aandacht besteed te worden aan innovatie teneinde productinefficiëntie en opbrengstverliezen te voorkomen. Voorwaarde is wel dat er op korte termijn testprotocollen beschikbaar komen om met hoge waarschijnlijkheid besmette koppels op te sporen.
- In de huidige situatie is de prevalentie van besmette koppels, zeker in de zomerperiode, zo hoog dat het bestemmen van positief geteste koppels voor de verwerkende industrie leidt tot een tekort aan vers kippenvlees en tot grote verliezen voor de sector. Dit onderstreept de noodzaak van het terugdringen van de prevalentie van besmette koppels.
- Om het gezondheidsrisico van vlees uit besmette koppels terug te dringen lijkt het verlagen van de concentratie Campylobacter op de karkassen een effectieve methode. Invoering van chemische decontaminatie lijkt met de huidige stand van de techniek de meest (kosten)effectieve mogelijkheid. Een verdergaand effect kan worden verkregen door het implementeren van relatief goedkope apparatuur om de lekkage van mest bij broeien en ontvederen te beperken of door faagtherapie van besmette koppels. Alvorens op grootschalige invoering over te gaan zou de effectiviteit in praktijkonderzoek moeten worden bevestigd.
- Gezien de resultaten van het project is een absolute nultolerantie van Campylobacter op kippenvlees op korte termijn niet haalbaar. Wel zijn interventies geïdentificeerd die de aantallen campylobacters op kippenvlees aanzienlijk terug brengen en een gunstig effect hebben op de volksgezondheid. De modelresultaten voor deze scenario's kunnen de basis vormen voor het formuleren van kwantitatieve standaarden voor Campylobacter op kippenvlees (Food Safety Objectives en Performance Objectives). De resultaten van het onderzoek geven aan dat zowel de prevalentie van besmetting als de aantallen bacteriën op besmette producten bepalend zijn voor het risico van de consument. Doelstellingen in de keten zouden dan ook ten aanzien van beide aspecten gesteld moeten worden.
- Hoewel het effect van een eenmalige voorlichtingscampagne klein wordt geacht is een hygiënische bereiding van maaltijden essentieel en is hygiënevoorlichting een



onmisbare pijler van het voedselveiligheidsbeleid. Meer inzicht in het te verwachten effect van voorlichting is daarbij van belang.

- De kosten en de baten van de bestrijding van *Campylobacter* in de kippenveesketen zijn berekend vanuit een maatschappelijk perspectief. Bij de invoering van de in dit rapport voorgestelde interventies dient rekening te worden gehouden met de ongelijke verdeling daarvan en kan gedacht worden aan compensatiemaatregelen en bonusregelingen.
- Een deel van de in Nederland optredende gevallen van campylobacteriose die samenhangen met de consumptie van kippenvlees is niet te voorkomen door maatregelen in de Nederlandse productieketen. Om deze reden dient implementatie van maatregelen op Europees niveau te worden nagestreefd en ook de import vanuit derde landen moeten omvatten. Daarmee wordt ook bereikt dat de concurrentiepositie van het Nederlandse bedrijfsleven niet onnodig wordt aangetast.
- Bij de implementatie van maatregelen moet overwogen worden dat de sector een laag arbeidsinkomen en smalle marges heeft, en een lastige internationale concurrentiepositie. Als de productiekosten te hoog worden bestaat de kans dat de productie uit Nederland verdwijnt. Echter, daarmee is het probleem niet opgelost en wordt waarschijnlijk zelfs moeilijker beheersbaar. Ook deze overweging pleit voor een Europese aanpak.
- Een effectieve invoering en evaluatie van interventies in de kippenveesketen vraagt een hoge mate van transparantie van de keten, zowel ten aanzien van handelsstromen (inclusief import en export) als ten aanzien van de resultaten van microbiologische surveillance.
- Gezien de lange doorlooptijd en de relatief hoge kosten van het CARMA-project is een evaluatie van het project en de meerwaarde voor beleid en onderzoeksprogrammering op zijn plaats. In deze evaluatie kan ook aandacht worden besteed aan de noodzaak tot verdere studies om de belangrijkste onzekerheden te verkleinen en op welke wijze een cyclisch proces van metingen, modellering en beleidsbeslissingen kan worden geïmplementeerd.
- Gezien de huidige mate van acceptatie, de kosten en het ontbreken van een volledig inzicht in de afzonderlijk hygiënemaatregelen verdient het aanbeveling om maatregelen te nemen in samenspraak met het bedrijfsleven en de consument, en in samenhang met andere beleidsterreinen zoals dierenwelzijn en milieu. Daarbij is goede voorlichting en sondering van het maatschappelijk veld naar mogelijke tegenstanders noodzakelijk.

## 12. Aanbevelingen voor verder onderzoek

- Er is nog steeds onzekerheid over de bijdrage van verschillende blootstellingsroutes aan de besmetting van de mens met *Campylobacter*. Betere schattingen van het attributieve risico zijn dan ook noodzakelijk. Ook hiervoor is het noodzakelijk de dynamiek van de interactie tussen pathogeen en gastheer beter te begrijpen.
- Voor het verkleinen van de onzekerheid in schattingen van de blootstelling via andere routes dan kippenvlees is kwantitatief onderzoek nodig naar het voorkomen van *Campylobacter* in de belangrijkste bronnen (rauw geconsumeerde producten zoals groente en fruit, vis en schelpdieren en melk), naar de hoeveelheid voedsel die rauw of gedeeltelijk verhit wordt geconsumeerd en naar de mate waarin ziekteverwekkers worden overgedragen bij direct contact met dieren.
- Verdere studies naar het effect van verbetering van hygiëne op de boerderij hebben een hoge prioriteit. Naast verder onderzoek naar de meest (kosten-)effectieve fysieke barrières tegen besmetting is ook sociaal-wetenschappelijk onderzoek naar het hygiënegedrag van pluimveeboeren en de mogelijkheid een zeer strikte handhaving van voorzorgsmaatregelen te realiseren.
- Faagtherapie zou een kosteneffectieve methode kunnen zijn om het risico van besmette koppels te verkleinen. Verder onderzoek is echter nog nodig om deze methode te optimaliseren en de effectiviteit in de praktijk te bevestigen, evenals onderzoek naar het mogelijk optreden van resistentie. Nader onderzoek wordt aanbevolen naar een effectieve wijze van voorlichting aan consumenten om te voorkomen dat twijfels omslaan in tegenstand.
- Gezien de potentieel gunstige kosten-effectiviteit van de reductie van mestverspreiding tijdens broeien en ontvederen heeft verder praktijkonderzoek een hoge prioriteit.
- Ontwikkelen van testprotocollen die met een hoge betrouwbaarheid *Campylobacter* besmettingen op de boerderij kunnen aantonen is een voorwaarde voor effectieve kanalisatiescenario's.
- Optimalisatie van chemische decontaminatie is nodig, met name gericht op het reduceren van de benodigde concentratie van het decontaminatiemiddel en het beperken van negatieve effecten op de organoleptische kwaliteit.
- Om de grote verschillen tussen de resultaten van epidemiologisch onderzoek (lage incidentie) en kwantitatieve risicoschattingen (hoge incidentie) te kunnen verklaren is verder onderzoek nodig naar de rol van immuniteit en andere factoren die dosis-respons relaties en het risico op populatieniveau beïnvloeden.
- Gegevens over aantallen *campylobacters* zijn minstens even belangrijk als gegevens over prevalentie, en het succes van de meeste in dit rapport besproken interventies zal vooral tot uitdrukking komen in een vermindering van de aantallen. Surveillance programma's zouden deze effecten moeten kunnen aantonen.
- Ten behoeve van de validatie van modelresultaten is praktijkonderzoek nodig dat expliciet rekening houdt met de complexe variatie binnen en tussen besmette koppels vleeskuikens. Om de onzekerheden in de resultaten van het slachtmodel te verkleinen is kwantitatief onderzoek nodig, met name naar het optreden van kruisbesmetting tijdens de ontvedering en het uitsnijden. Belangrijk is verder in hoeverre in het model rekening moet worden gehouden met verschillende microbiële populaties, die op verschillende wijze gehecht zijn aan de karkassen. Ook is onderzoek nodig naar de afsterving van *Campylobacter* tijdens gekoelde opslag in de detailhandel en in de privé-huishouding onder verschillende atmosferen, alsmede de mate waarin vers vlees door de consument wordt ingevroren.

- Verdere modelontwikkeling is nodig om de complexe dimensies van variabiliteit en onzekerheid in de modelstructuur te verwerken en om de invloed van extreme gebeurtenissen explicieter op te nemen. Ook is een meer gestructureerde analyse van de onzekerheid van de berekende effecten van interventies noodzakelijk.
- Naast het CARMA project zijn er internationaal ook andere onderzoeksgroepen actief geweest met risicomodellen voor *Campylobacter* in de kippenveesketen. Het verdient aanbeveling deze modellen te vergelijken en waar mogelijk te integreren. Daarbij kan ook aandacht besteed worden aan mogelijkheden tot vereenvoudiging van modelstructuren en optimale aansluiting bij beschikbare data.
- Gezien het sterk internationale karakter van de kippenveesindustrie wordt vervolgonderzoek op Europese schaal aanbevolen, inclusief invoer uit derde landen. Het betreft dan zowel de kosten als de baten van interventies als de effecten op handelsstromen die met het invoeren van die interventie samenhangen.
- Om een beter inzicht te krijgen in het werkelijke hygiënegedrag tijdens voedselbereiding en de mogelijkheden dat effectief en duurzaam te beïnvloeden is een interdisciplinair onderzoek nodig, waarin exacte en sociaal-wetenschappelijke onderzoekers nauw samenwerken.
- Consumentgerichte productontwikkeling verdient meer aandacht van industrie en onderzoek teneinde mogelijke verliezen die samenhangen met *Campylobacter* bestrijding te voorkomen.

## Literatuur

1. Veilig voedsel voor iedereen; een gezamenlijke verantwoordelijkheid. Den Haag: Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit en Ministerie van Volksgezondheid, Welzijn en Sport, 2005.
2. Backus G. In: Silvis HJ, (red.). Kijk op de toekomst van landbouw, voedsel en groen. Den Haag: LEI, 2004:48-9.
3. Bouwknegt M, Van de Giessen AW, Dam-Deisz WDC, Havelaar AH, Nagelkerke NJD, Henken AM. Risk factors for the presence of *Campylobacter* spp. in Dutch broiler flocks. *Prev Vet Med* 2004;62:35-49.
4. Casparie AF, Van Hout BA, Simoons ML. Richtlijnen en kosten. *Ned Tijdschr Geneesk* 1998;142:2075-7.
5. Community Reference Laboratory on the Epidemiology of Zoonoses BBG. Trends and sources of zoonotic agents in animals, feeding stuffs, food and man in the European Union and Norway in 2002. Brussels: European Commission, Health & Consumer Protection Directorate General, Directorate D - Food Safety: production and distribution chain, D2 - Biological risks, 2004. SANCO 29/2004 Part 1.
6. De Wit MAS, Koopmans MPG, Kortbeek LM, Van Leeuwen NJ, Vinje J, Van Duynhoven YTHP. Etiology of gastroenteritis in sentinel general practices in the Netherlands. *Clin Infect Dis* 2001;33:280-8.
7. De Wit MAS, Koopmans MPG, Kortbeek LM, Wannet WJ, Vinjé J, Van Leusden F, et al. Sensor, a population-based cohort study on gastroenteritis in the Netherlands: incidence and etiology. *Am J Epidemiol* 2001;154:666-74.
8. Doorduyn Y, Van den Brandhof WE, Van Duynhoven YTHP, Wagenaar JA, Van Pelt W. Risk factors for endemic *Campylobacter jejuni* infections in the Netherlands: a case-control study. In preparation .
9. Hald B, Rattenborg E, Madsen M. Role of batch depletion of broiler houses on the occurrence of *Campylobacter* spp. in chicken flocks. *Lett Appl Microbiol* 2001;32:253-6.
10. Hutton BP, Mauskopf JA, Benedict A. Problems in creating a cost-effectiveness threshold for decision making. *Proceedings ISPOR European Congress*. Rotterdam, the Netherlands. 2002.
11. Lund M, Wedderkopp A, Waino M, Nordentoft S, Bang DD, Pedersen K, et al. Evaluation of PCR for detection of *Campylobacter* in a national broiler surveillance programme in Denmark. *J Appl Microbiol* 2003;94:929-35.
12. Snijders JMA, Lipman LJA, Nedelkovski R. Practical germicidal treatment in the poultry processing line. Utrecht: Department of Public Health and Food Safety, Faculty of Veterinary Medicine, Utrecht University, 2004. V&V report 0402.
13. Stekelenburg FK, Logtenberg H. De ins en outs van decontaminatie van pluimveevlees. Zeist: TNO Voeding, 2004. TNO rapport V 5667.
14. Tengs TO, Adams ME, Pliskin JS, Safran DG, Siegel JE, Weinstein MC, et al. Five-hundred life-saving interventions and their cost-effectiveness [see comments]. *Risk Anal* 1995;15:369-90.
15. Towse AA, Pritchard C, Devlin N. Cost-effectiveness thresholds. *Economic and ethical issues*. London: King's Fund and Office of Health Economics, 2002.
16. Valkenburgh SM, Van Oosterom RAA, Stenvers OFJ, Steijn K, Van Pelt W. Report on trends and sources of zoonotic agents, the Netherlands 2003. Den Haag: Dutch Food and Consumer Product Safety Authority, 2004.
17. Van Kreijl CF, Knaap AGAC, Busch MCM, Havelaar AH, Kramers PGN, Kromhout D, et al. Ons eten gemeten - gezonde voeding en veilig voedsel in Nederland. Bilthoven: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, 2004. Rapportnummer 270555007.
18. van Pelt W, de Wit MA, Wannet WJ, Ligtoet EJ, Widdowson MA, van Duynhoven YT. Laboratory surveillance of bacterial gastroenteric pathogens in The Netherlands, 1991-2001. *Epidemiol Infect* 2003;130:431-41.
19. Van Pelt W, Wannet WJB, Van de Giessen AW, Mevius DJ, Van Duynhoven YTHP. Trends in gastroenteritis van 1996-2003. Laagste aantal campylobacterioses, meeste ziekenhuisopnames voor gastroenteritis sinds 1996. *Infectieziekten Bulletin* 2004;15:335-41.
20. Vellinga A, Van Loock F. The dioxin crisis as experiment to determine poultry-related campylobacter enteritis. *Emerg Infect Dis* 2002;8:19-22.

## Bijlage 1. CARMA: rapporten en publicaties

### A. Rapporten

- Havelaar AH (red). Campylobacteriose in Nederland. Risico's en interventiemogelijkheden. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven, 2002, Rapport nummer 250911001.
- Bogaardt MJ, Folbert HP, Van der Kroon S, Poppe K, Smit M. Stakeholder-analyse CARMA-project. Verslag van interviews en workshop met stakeholders. LEI, Den Haag. 2002.
- Havelaar AH, Evers EG, Nauta MJ. Het effect van logistiek slachten en/of een kiemreducerende behandeling op de besmetting van kippenvlees met Campylobacter. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven, 2004, Rapport nummer 250911002.
- Evers EG, Van der Fels-Klerx HJ, Nauta MJ, Schijven JF, Havelaar AH. Het relatieve belang van Campylobacter transmissieroutes op basis van blootstellingsschatting. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven, 2004, Rapport nummer 250911003.
- Mangen MJJ, Havelaar AH, De Wit GA. Campylobacteriosis and sequelae in the Netherlands – estimating the disease burden and cost-of-illness. National Institute for Public Health and the Environment, Bilthoven, 2004. Report no. 250911004.
- Bogaardt MJ, Mangen MJJ, De Wit GA, Nauta MJ, Havelaar AH. Controlling Campylobacter in the chicken meat chain: towards a decision support model. National Institute for Public Health and the Environment, Bilthoven, 2004. Report no. 250911005.
- Katsma E, De Koeijer A, Jacobs-Reitsma W, Wagenaar J, Fisher E, De Jong M. Transmissiemodel voor risk assessment van Campylobacter prevalentie in vleeskuikens. Animal Sciences Group, Lelystad, 2004. Rapport nummer ASG 04/0001856 extern.
- Wassenaar T, Van der Wal FJ, Wagenaar J. De typering van Campylobacter en de relatie tussen Campylobacter type en virulentie. Animal Sciences Group, Lelystad, 2004. Rapport nummer ASG 04/0010255.
- Wagenaar J, Van Horne P, Jacobs-Reitsma W. Import en export van vleeskippenvlees in Nederland – een inventarisatie. Animal Sciences Group, Lelystad, 2005. Rapport nummer ASG 05/I0052 extern.
- Nauta MJ, Jacobs-Reitsma W, Evers EG, Van Pelt W, Havelaar AH. Risk assessment of Campylobacter in the Netherlands via chicken and other routes. National Institute for Public Health and the Environment, Bilthoven, 2005. Report no. 250911006.
- Mangen MJJ, Havelaar AH, Nauta MJ, De Koeijer A, De Wit GA. Controlling Campylobacter in the chicken meat chain: cost-effectivity and cost-utility analysis. National Institute for Public Health and the Environment, Bilthoven, 2005. Report no. 250911007.
- Havelaar AH, Nauta MJ, Mangen MJJ, Katsma E, Bogaardt MJ, Wagenaar J namens de CARMA-projectgroep. Kosten en baten van Campylobacter bestrijding – integratie van risico-analyse, epidemiologie en economie. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven, 2005, Rapport nummer 250911008.
- Katsma WEA, De Koeijer AA, Fischer EAJ, Jacobs Reitsma WF, Wagenaar JA. Campylobacter prevalence in broiler flocks in the Netherlands. Modelling transmission within and between flocks and efficacy of interventions. Animal Sciences Group (ASG), Wageningen-UR, Lelystad, 2005. Report ASG05/I00113.
- Mangen MJJ, Havelaar AH, Poppe KJ. Controlling Campylobacter in the chicken meat chain: estimation of intervention costs. LEI, Den Haag, 2005. 6.05.01.
- Bogaardt, MJ, Sengers H. Maatschappelijke acceptatie van maatregelen tegen Campylobacter in kippenvlees. Een onderzoek naar de houding van vleeskuikenhouders, pluimveeslachterijen en consumenten in Nederland ten aanzien van mogelijk te nemen maatregelen om de besmetting van kippenvlees met Campylobacter te verminderen, LEI, Den Haag, 2005.

### B. Publicaties (in peer reviewed tijdschriften)

- Nauta MJ, Van der Fels-Klerx HJ, Havelaar AH. A poultry processing model for quantitative microbiological risk assessment. *Risk Analysis*, 2005;25:85-98.
- Van der Fels-Klerx HJ, Goossens LHJ, Nauta MJ, Cooke RM, Havelaar AH. A structured expert judgement study for microbiological risk assessment in Campylobacter transmission during broiler chicken processing. *Risk Analysis*, 2005;25:109-124.
- Mangen MJJ, Havelaar AH, Bernsen RAJM, Van Koningsveld R, De Wit GA 2005. The costs of human Campylobacter infections and sequelae in the Netherlands: a DALY and cost-of-illness approach. *Acta Agriculturae Scandinavica C - Food Economics*, in press.
- Cooke RM, Nauta M, Havelaar AH, Van der Fels-Klerx I. Probabilistic inversion for chicken processing lines. *Reliability Engineering and System Safety*, in press.

- Teunis P, Van den Brandhof W, Nauta M, Wagenaar JA, Van den Kerkhof H, Van Pelt W. A reconsideration of the *Campylobacter* dose-response model. *Epidemiol Infect*, accepted for publication.
- Mylilius SD, Nauta MJ, Havelaar AH. Cross-contamination during food preparation: a mechanistic model applied to chicken-borne *Campylobacter*. *Risk Analysis*, submitted for publication.

### C. Abstracts, symposiumbijdragen

- CARMA: een multidisciplinaire aanpak van campylobacteriose. Symposium 'Veilig Voedsel in de Keten'. Stichting EFFI, Wageningen, 30 mei 2002.
- Van der Fels-Klerx HJ, Nauta MJ, Havelaar AH. Carma risk model and expert study on transmission of *Campylobacter* during chicken processing. In *Risk-assessment: Dierziekten en bewaking voedselketen*. Studiedag Vereniging voor Epidemiologie en Economie. Leuven, 6 februari 2003, pp. 98-106.
- Mangen MJJ, Havelaar AH, De Wit GA, Van Koningsveld R, Bernsen RAJAM. Estimating the costs and the disease burden associated with *Campylobacter* infections and sequelae in the Netherlands. Contributed paper at the 84th EAAE-seminar 'Food safety in a dynamic world', Zeist (The Netherlands), 8-11 February 2003.
- Mangen MJJ, De Wit GA, Havelaar AH. *Campylobacter* Risk Management Assessment (CARMA) and campylobacteriosis in the Netherlands: risks and intervention possibilities. SAFE Consortium Seminar "Newly emerging pathogens including risk assessment and risk management". Brussels, 24-25 april 2003.
- Ritz-Bricaud M, Nauta MJ, Federighi M, Havelaar AH. What part of uncertainty and variability in the modelling of *Campylobacter* survival in frozen chicken meat?. In Van Impe JFM, Geeraerd AH, Leguérin I, Mafart P (Eds). *Proceedings 4<sup>th</sup> International Conference Predictive Modeling in Foods*. Quimper, France, June 15-19, 2003.
- Nauta MJ, Havelaar AH. CARMA: *Campylobacter* Risk Management and Assessment in the Netherlands. Internationale Fachtagung "Risikoanalyse", Hannover, 5 september 2003.
- Havelaar A, Bogaardt M, Cooke R, Evers E, Van der Fels-Klerx I, Goossens L, Jacobs-Reitsma W, De Jong M, Mangen M, Mylius S, Nauta M, Van Pelt W, Schijven J, Stegeman H, Wagenaar J, De Wit A, Van der Zee H. CARMA: a multidisciplinary approach to controlling campylobacteriosis. Abstract D-02 in 12<sup>th</sup> International Workshop on *Campylobacter*, *Helicobacter* and Related Organisms, Aarhus, Denmark, 6-10 September 2003. *Int J Med Microbiol* 2003;293(Suppl 35):26.
- Mangen MJ, De Wit G, Havelaar AH. *Campylobacter*iosis in the Netherlands – estimating the cost-of-illness and the disease burden. Abstract D-05 in 12<sup>th</sup> International Workshop on *Campylobacter*, *Helicobacter* and Related Organisms, Aarhus, Denmark, 6-10 September 2003. *Int J Med Microbiol* 2003;293(Suppl 35):27.
- Evers E, Van der Fels-Klerx H, Havelaar AH, Nauta M, Schijven J. Estimating the relative importance of *Campylobacter* transmission routes based on exposure assessment. Abstract D-07 in 12<sup>th</sup> International Workshop on *Campylobacter*, *Helicobacter* and Related Organisms, Aarhus, Denmark, 6-10 September 2003. *Int J Med Microbiol* 2003;293(Suppl 35):27.
- Fischer E, Jacobs-Reitsma W, Wagenaar J, Havelaar A, De Jong M. Statistical modelling of *Campylobacter* transmission routes within broiler farms in the Netherlands. Abstract D-08 in 12<sup>th</sup> International Workshop on *Campylobacter*, *Helicobacter* and Related Organisms, Aarhus, Denmark, 6-10 September 2003. *Int J Med Microbiol* 2003;293(Suppl 35):28.
- Mylilius S, Nauta M, Havelaar A. CARMA: modelling the transmission of *Campylobacter* in the consumer phase. Abstract D-09 in 12<sup>th</sup> International Workshop on *Campylobacter*, *Helicobacter* and Related Organisms, Aarhus, Denmark, 6-10 September 2003. *Int J Med Microbiol* 2003;293(Suppl 35):28.
- Mangen MJJ, Havelaar AH, De Wit GA, Bernsen RAJAM, Van Koningsveld R. Estimating the costs and the disease burden of human *Campylobacter* infections in the Netherlands. Contributed paper at the 10th International Society of Veterinary Epidemiology and Economy congress, Vina del Mar (Chile), 17-21 November 2003
- Van der Fels-Klerx HJ, Havelaar AH, Nauta MJ, Goossens LHJ, Cooke RM. CARMA: food safety and expert judgement. Paper ID 904 in *Proceedings of the 4<sup>th</sup> International Conference on Probabilistic Safety Assessment and Management*, Berlin, Germany, 14-18 June, 2004.
- Cooke RM, Nauta M, Havelaar AH, Van der Fels-Klerx I. Probabilistic inversion for chicken processing lines. *Proceedings of the Conference on Sensitivity Analysis of Model Output*. Santa Fe, New Mexico, March 8-11, 2004.
- Havelaar AH. Carma: a multidisciplinary project to reduce risks of campylobacteriosis. Workshop on Approaches to Predictive Modeling to Support a Framework to Prioritize Opportunities to Reduce Food Safety Risk, June 15-16, 2004, Iowa State University, Ames, IA.
- Mangen MJJ, De Wit GA, Havelaar AH. Economic analysis of *Campylobacter* control in the Dutch chicken meat chain. Contributed paper at the 2nd Food Safety Research Consortium workshop 'Economic measures of Intervention', Amherst, Massachusetts, USA, 2-3 December 2004.

Havelaar AH, Evers EG, Nauta MJ. The effect of logistic slaughter and/or germicidal treatment on *Campylobacter* contamination of broiler meat – a model based approach. Abstract T26.5 in Society for Risk Analysis 2004 Annual Meeting, December 5-8, 2004 — Palm Springs, California, USA.

Havelaar AH. A European Multidisciplinary Approach to Reducing *Campylobacteriosis*: the CARMA-project. Abstract W13.4 in Society for Risk Analysis 2004 Annual Meeting, December 5-8, 2004 — Palm Springs, California, USA.

#### **D. Interviews, artikelen in dagbladen en vaktijdschriften**

*Campylobacter* alleen bij pluimvee bestrijden is te simpel. VMT 2002; 35 (7): 16-18

Uitzending Smaakpolitie (SBS6), 3 maart 2004

De strijd tegen de ongrijpbare *Campylobacter*. Agrarisch Dagblad, 12 maart 2004.

Pluimveeindustrie moet zich voorbereiden op kanalisatie, VMT 2004;37(8):10-12.

CARMA onderzoekers: decontamineer karkassen. VMT, 2004; 37(9):17.

VWA. *Campylobacteriose*. Tijdschr. Diergeneeskd 2004;129:184.

*Campylobacter* in kip. rivm.nl 2004:4(3).

Veiligheid kip kan beter. Agrarisch Dagblad, 26 januari 2005.

## **Bijlage 2. Leden van de stuurgroep en industrieforum CARMA (anno 2004)**

### **Stuurgroep**

Marc-Jeroen Bogaardt (LEI)  
Wieke Galama (LNV)  
Arie Havelaar (RIVM)  
Wilma Jacobs (ASG en RIKILT)  
Rosanne Metaal (VWS)  
Rob van Oosterom (VWA)  
Krijn Poppe (LEI)  
Jaap Wagenaar (ASG)

### **Industrieforum**

Suzan Horst (Nutra) (Nutreco)  
Ate Jelsma (VWA/RVV)  
Jaap Obdam (Plukon Poultry)  
Inge Stoelhorst (PVE)  
Cees Vermeeren (Nepluvi)  
Tjep de Vries (GD)  
Phil te Winkel (Nutreco)



## Bijlage 3. Definities en afkortingen

- Arbeidsinkomen:** Het inkomen dat de pluimveehouder verdient met zijn arbeid. Het wordt berekend als de opbrengst van een bedrijf door verkoop van vleeskuikens, verminderd met de direct toerekenbare variabele kosten (o.a. eendagskuikens, voer), de aan de kuikenproductie toe te rekenen algemene kosten (o.a. mestafzet en -heffingen, boekhouding, energie, water) en de vaste kosten (o.a. afschrijving, rente, onderhoud, verzekering).
- Broeien:** Het onderdompelen van (gedode) kuikens in heet water waardoor de veren los gaan zitten en gemakkelijker te verwijderen zijn.
- DALY:** Disability Adjusted Life Years zijn een maat voor de ziektelast in de bevolking. Zij zijn de som van jaren verloren door vroegtijdige sterfte en jaren geleefd met ziekte, gewogen voor de ernst van de ziekte zodat ze vergelijkbaar worden met door sterfte verloren levensjaren.
- Decontaminatie:** Het inzetten van chemische middelen om micro-organismen te doden.
- Dipstick-methode:** Een methode om bacteriën aan te tonen met behulp van een immunologische reactie.
- Doorvoer:** Kippenvlees dat na import direct weer geëxporteerd wordt, zodat het product niet op de Nederlandse markt terecht komt.
- Doelmatigheid:** De resultaten van een actie in verhouding tot de benodigde middelen (geld, deskundigheid, tijd).
- Doorstraling:** Het blootstellen van een product aan bèta- of gamma straling om micro-organismen te doden.
- Dosis-responsmodel:** Een wiskundig model dat de relatie weergeeft tussen de mate van blootstelling en het optreden van gezondheidsklachten.
- Effectiviteit:** De resultaten van een actie onder ideale omstandigheden.
- Evisceratie:** Het verwijderen van het darmpakket.
- Faagtherapie:** Het behandelen van geïnfecteerde dieren met bacteriedodende virussen (die niet schadelijk zijn voor de mens) teneinde de mate van besmetting terug te dringen.
- GBS:** Guillain-Barré syndroom is een zich snel uitbreidende verlamming van het perifere zenuwstelsel met als gevolg spierzwakte en stoornissen bij het bewegen en ademen.
- IBD:** Inflammatory Bowel Disease is een verzamelnaam voor chronische ontstekingen van het darmkanaal.
- IKB:** Integrale Keten Bewaking.
- Incidentie:** Het aantal personen dat in een bepaalde populatie gedurende een bepaalde periode ziek wordt.
- Kanalisisatie:** Het testen van koppels pluimvee op besmetting, gevolgd door het gescheiden behandelen van positief en negatief gevonden koppels.
- Kosten-utiliteitsverhouding:** Een vorm van economische evaluatie waarbij de kosten van een interventie worden vergeleken met de baten uitgedrukt in een maat die de utiliteit van de behaalde gezondheidswinst uitdrukt, zoals DALYs.
- Logistiek slachten:** Het testen van koppels pluimvee op besmetting, gevolgd door het apart of na elkaar slachten van positief en negatief gevonden koppels.
- kve:** kolonie-vormende eenheid.
- Kweekmethode:** Een methode om bacteriën aan te tonen door het overbrengen van het monster naar een geschikte voedingsbodem en deze onder geschikte omstandigheden te bebroeden.
- Mediaan:** De middelste waarde van een reeks waarnemingen.
- Ontvedering:** Het verwijderen van de veren van een kippenkarkas.
- PCR-methode:** Een methode om bacteriën aan te tonen door het isoleren van DNA en het vermeerderen van specifieke delen daarvan.
- Prevalentie:** Het voorkomen van ziekte of infectie in een bepaalde populatie op een bepaald moment.
- Slachtkoppel:** alle dieren uit één stalkoppel die gelijktijdig worden vervoerd naar het slachthuis
- Stalkoppel:** alle dieren van dezelfde leeftijd die aanwezig zijn in één stal
- Uitladen:** Een stalkoppel vleeskuikens wordt op twee (of meer) dagen met een tussentijd van 5 of meer dagen afgevoerd naar het slachthuis teneinde overblijvende dieren meer ruimte te bieden of aan de vraag uit de markt naar een specifiek gewicht te voldoen.
- Wegladen:** Het overblijvende deel van het stalkoppel wordt afgevoerd naar het slachthuis.