

Gedifferentieerd bestrijdingsbeleid bij een uitbraak van MKZ: aandacht voor niet-commercieel gehouden dieren

Thomas Hagenaars¹, Rob van den Hengel¹, Marcel van Asseldonk², Gonnie Nodelijk¹ en Ron Bergevoet²

¹Central Veterinary Institute, onderdeel van Wageningen UR

²LEI Wageningen UR

CVI rapport 13/CVI0183

Februari 2013

Gedifferentieerd bestrijdingsbeleid bij een uitbraak van MKZ: aandacht voor niet-commercieel gehouden dieren

Rapportage van een case studie binnen het onderzoeksproject "Gedifferentieerd diergezondheidsbeleid" (BO-08-010-024)

Thomas Hagens¹, Rob van den Hengel¹, Marcel van Asseldonk²,
Gonnie Nodelijk¹ en Ron Bergevoet²

¹Central Veterinary Institute,
onderdeel van Wageningen UR
www.cvi.wur.nl

²LEI Wageningen UR
www.lei.wur.nl

Samenvatting

Vraagstelling

Wat is het extra verspreidingsrisico van geïnfecteerde bedrijven naar niet-geïnfecteerde bedrijven als niet-commercieel gehouden dieren worden gevrijwaard van preventieve ruiming in de eerste week van bestrijding van Mond en Klauwzeer virus (MKZ) in Nederland?

Aanpak

De toename van het verspreidingsrisico voor MKZ ten opzichte van dat voor niet-gedifferentieerd beleid wordt geanalyseerd voor een aantal gedifferentieerde bestrijdingsscenario's. Het gedifferentieerd beleid bestaat uit vrijwaring van preventieve ruiming van een groep bedrijven, gedefinieerd op basis van een maximale bedrijfsgrootte. Deze maximale bedrijfsgrootte (aantal dieren) hangt af van welke diersoorten op het bedrijf aanwezig zijn. Meerdere keuzen voor de maximale bedrijfsgrootte worden vergeleken. De (voor de bestrijding ongunstige) aanname wordt gedaan dat insleep plaatsvindt in de Gelderse Vallei (als voorbeeld van een veedicht gebied).

Ten behoeve van deze analyse wordt een bestaand berekeningsmodel voor MKZ verspreiding tijdens de bestrijdingsperiode uitgebreid. Hiervoor worden parameters die beschrijven hoe de gevoeligheid en besmettelijkheid van rundvee-, schapen- en varkensbedrijven afhangen van bedrijfsgrootte aan het model toegevoegd. De berekeningen worden gedaan voor 4 verschillende situaties aan het begin van de bestrijding.

Resultaten

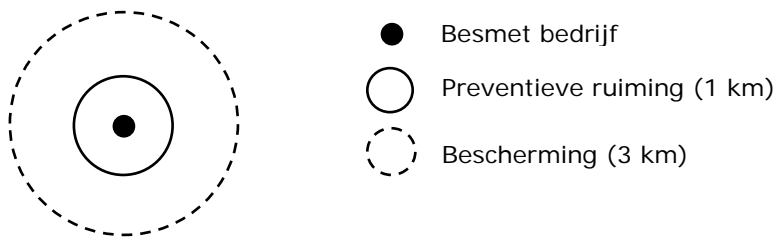
- Om de grootte van de risicotoename bij gedifferentieerd beleid te kunnen plaatsen is eerst berekend wat de risicotoename is als er helemaal niet preventief geruimd zou worden in de eerste week van de bestrijdingsperiode. Wanneer helemaal niet preventief wordt geruimd is het verspreidingsrisico ongeveer 35 procent groter dan het risico bij niet-gedifferentieerd beleid.
- Als schapenbedrijven met minder dan 50 schapen, rundveebedrijven met minder dan 5 runderen, en varkensbedrijven met minder dan 5 varkens worden gevrijwaard van preventieve ruiming is het verspreidingsrisico maximaal 4 procent groter dan het risico bij niet-gedifferentieerd beleid.
- Ook de kans op een langdurige epidemie, d.w.z. de kans dat de MKZ verspreiding tussen bedrijven niet binnen enkele weken onder controle is, neemt bij gedifferentieerd beleid iets toe ten opzichte van niet-gedifferentieerd beleid, met ten hoogste hetzelfde percentage als het verspreidingsrisico.

Inleiding

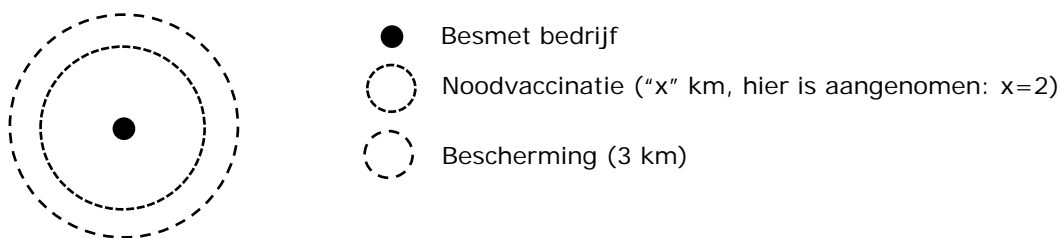
Achtergrond

Nadat er een geval van Mond- en Klauwzeer (MKZ) besmetting in Nederland wordt geconstateerd treden onmiddellijk de maatregelen zoals beschreven in het beleidsdraaiboek Mond en Klauwzeer in werking [1], met daarin als onderdeel de EU minimum maatregelen [2]. Als Nederland bij een uitbraak van MKZ wil vaccineren volgens een vaccination-to-live-strategie zal het vaccinatieplan eerst door de EU goedgekeurd moeten worden. De verwachting is dat het 72 uur duurt voordat de goedkeuring gegeven wordt. In deze studie nemen we als worst-case aan dat de goedkeuring pas na 1 week komt. Tijdens deze eerste week bestaan de bestrijdingsmaatregelen in ieder geval uit het ruimen van besmette bedrijven en het instellen van een reeks vervoersbeperkingen, surveillance- en bio-veiligheidsmaatregelen. Daarnaast zou er tevens in een straal van 1 kilometer rond besmette bedrijven preventief geruimd kunnen worden (bedrijven met MKZ-gevoelige diersoorten); dit totdat er gevaccineerd kan worden. Deze maatregelen worden in de figuur hieronder geïllustreerd (niet weergegeven: toezichtgebied met een straal van 10 km). Als ondersteuning bij de beleidsvorming worden in dit rapport in opdracht van het ministerie van EZ de gevolgen van een gedifferentieerd preventief ruimingsbeleid geanalyseerd.

Tijdens 1^e week na de 1^e uitbraak



Na de 1^e week



Vraagstelling: beleidsdifferentiatie

In deze case studie wordt de volgende vraag behandeld: Wat zijn de extra risico's op verspreiding van MKZ vanuit geïnfecteerde bedrijven naar niet-geïnfecteerde bedrijven met gevoelige dieren als in het 1 km gebied de "niet-commerciële bedrijven" niet preventief worden geruimd? Om de gevolgen van dit gedifferentieerd beleid te kunnen evalueren moet eerst onderscheid gemaakt worden tussen "commerciële" en "niet-commerciële" bedrijven, en in deze case studie wordt dit gedaan op basis van bedrijfsgrootte.

De grenswaarde voor bedrijfsgrootte wordt gelegd bij een (diersoort-specifiek) aantal dieren op een bedrijf. Een bedrijf wordt als “commercieel” beschouwd zodra voor één van de op een bedrijf aanwezige (MKZ gevoelige) diersoorten de grenswaarde wordt overschreden. Voor rundvee en varkensbedrijven wordt een grenswaarde gekozen. Bij schapenbedrijven worden om te zien welk effect de keuze van die grenswaarde heeft op het extra risico, verschillende grenswaarden voor het aantal schapen op het bedrijf vergeleken.

Aanpak

De toename van de transmissierisico's voor MKZ ten opzichte van die voor niet-gedifferentieerd beleid wordt geanalyseerd voor een aantal scenario's voor gedifferentieerd beleid. Het gedifferentieerd beleid bestaat uit vrijwaring van een groep bedrijven, gedefinieerd op basis van een maximale bedrijfsgrootte, van preventieve ruiming. De (voor de bestrijding ongunstige) aanname wordt gedaan dat insleep plaatsvindt in de Gelderse Vallei (als voorbeeld van een vee-dicht gebied). De maximale bedrijfsgrootte (aantal dieren) hangt af van welke diersoorten op het bedrijf aanwezig zijn. Meerdere keuzen voor de maximale bedrijfsgrootte worden vergeleken.

De analyse, met behulp van een berekeningsmodel voor MKZ verspreiding tijdens de bestrijdingsperiode, worden gedaan voor een aantal verschillende scenario's voor de situatie aan het begin van de bestrijding (m.a.w. op het moment dat het eerste uitbraakbedrijf wordt gedetecteerd). In de analyse nemen we aan dat de bedrijven die van preventieve ruiming worden gevrijwaard in de eerste week, in plaats van geruimd voorlopig alleen worden gescreend. Verder nemen we aan dat na de eerste week van bestrijding binnen 2 km rondom uitbraakbedrijven wordt gevaccineerd, ook rondom de in de eerste week gedetecteerde uitbraakbedrijven (dus inclusief de bedrijven binnen 1 km die gevrijwaard werden van preventieve ruiming).

Ten behoeve van deze analyse wordt een bestaand berekeningsmodel voor MKZ verspreiding [3,4] tijdens de bestrijdingsperiode uitgebreid met parameters die beschrijven hoe de gevoeligheid en besmettelijkheid van rundvee-, schapen- en varkensbedrijven afhangen van bedrijfsgrootte.

De epidemiologische modelberekening is als volgt opgebouwd:

- I. Verschillende situaties aan het begin van de bestrijding. Er wordt daarbij uitgegaan van het scenario dat het eerst geïnfecteerde bedrijf een bedrijf is gesitueerd in de Gelderse Vallei als voorbeeld van een veedicht gebied. Deze uitgangssituatie is gedefinieerd door het aantal bedrijven van verschillend type dat aan het begin van de bestrijding, m.a.w. op het moment van de eerste uitbraakdetectie, (al) is geïnfecteerd. We beschouwen vier verschillende uitgangssituaties:
 - Situatie {9,3,0}: 9 rundveebedrijven, 3 schapenbedrijven en 0 varkensbedrijven reeds geïnfecteerd bij eerste detectie.
 - Situatie {1,3,0}: 1 rundveebedrijf, 3 schapenbedrijven en 0 varkensbedrijven reeds geïnfecteerd bij eerste detectie.
 - Situatie {4,2,1}: 4 rundveebedrijven, 2 schapenbedrijven en 1 varkensbedrijf reeds geïnfecteerd bij eerste detectie.
 - Situatie {3,1,0}: 3 rundveebedrijven, 1 schapenbedrijf en 0 varkensbedrijven reeds geïnfecteerd bij eerste detectie.

De hierin aangenomen aantallen bedrijven zijn gebaseerd op uitkomsten berekend met een verspreidingsmodel voor de periode voor de eerste uitbraakdetectie. Dit model is ontwikkeld in een eerdere case studie binnen dit onderzoeksproject [5]. De uitgangssituaties {9,3,0} en {3,1,0} kunnen volgens dit model beide worden beschouwd als mogelijk resultaat van eerste insleep op een rundveebedrijf, waarbij {3,1,0} een gemiddeld resultaat is en {9,3,0} een “worst-case” (d.w.z. 95 percentiel van de uitkomstenverdeling van het model). De uitgangssituatie {1,3,0} kan worden beschouwd als gemiddelde uitkomst bij eerste insleep op een schapenbedrijf, en uitgangssituatie {4,2,1} als gemiddelde uitkomst bij eerste insleep op een varkensbedrijf.

- II. Berekening, voor niet-gedifferentieerd beleid en voor een aantal scenario's van gedifferentieerd beleid, van het *verspreidingsrisico*. Dit verspreidingsrisico wordt berekend door voor elk van de bedrijven die op het moment van eerste uitbraakdetectie reeds zijn geïnfecteerd te berekenen wat het verwachte aantal bedrijven is dat door dat bedrijf geïnfecteerd zal worden¹, en daarvan het gemiddelde te nemen. De toename van het verspreidingsrisico voor gedifferentieerd beleid ten opzichte van niet-gedifferentieerd beleid wordt berekend als verschil tussen de (mediane) waarden berekend voor de verschillende beleidsscenario's (Voor verdere technische details verwijzen we naar Bijlage 2). Om de betekenis van een toename in het verspreidingsrisico verder te illustreren wordt tevens, voor één van de scenario's, het effect van het gedifferentieerd beleid op het risico op een langdurige epidemie berekend. Dit risico definiëren we als het risico dat de MKZ verspreiding tussen bedrijven niet binnen enkele weken onder controle is. Daartoe wordt de kans bepaald dat de epidemie langer dan 21 dagen duurt. De duur van 21 dagen is gekozen als grenswaarde omdat uit de modelsimulaties blijkt dat dit een goede termijn is om een scheiding tussen korte en langdurige epidemieën aan te brengen (voor een bespreking van verdere details van de modelberekeningen verwijzen we naar Bijlage 2).

Bedrijfsgroottes en onderzochte beleidsscenario's

In de I&R database bevinden zich 38880 bedrijven met rundvee (I&R gegevens 2010), 37992 bedrijven met schapen (I&R gegevens 2010), en 10503 bedrijven met varkens (gegevens zoals in [3]). Uit analyse van de I&R database blijkt dat de grootte van de bedrijven vloeiend over gaat van klein naar groot (zie ook Bijlage 1).

In Tabellen 1 t/m 3 is respectievelijk het aantal bedrijven met schapen, rundvee en varkens kleiner dan een bepaalde omvang weergegeven, en het percentage dieren van de totale populatie dat op deze bedrijven gehouden wordt. Uit Tabel 1A blijkt dat er veel kleine schapenbedrijven zijn: 85,8% van het totaal aantal bedrijven met schapen in Nederland heeft minder dan 50 schapen; ze omvatten 21,4% van de schapenpopulatie. Dit betekent overigens niet dat 85,8% van de bedrijven met schapen liggend binnen een straal van 1 kilometer van een uitbraakbedrijf tijdens de eerste week van een MKZ epidemie zouden worden gevrijwaard van preventieve ruiming als de grens bij 50 schapen wordt gelegd. Omdat het deels gaat om gemengde bedrijven die ook rundvee

¹Het verwachte aantal bedrijven dat wordt geïnfecteerd door een uitbraakbedrijf over de gehele infectieuze periode van dit bedrijf, rekening houdend met het gevolgde bestrijdingsbeleid.

houden zou in werkelijkheid een lager percentage van de bedrijven gevrijwaard worden. Gemengde bedrijven zouden namelijk alleen gevrijwaard worden als voor geen van de aanwezige diersoorten de grens voor vrijwaring wordt overschreden. In het scenario dat de grens voor rundvee ligt bij vijf runderen, zouden op gemengde bedrijven met meer dan vijf runderen ook de schapen preventief worden geruimd ongeacht hun aantal. In Tabel 1B is daarom het aantal schapenbedrijven met minder dan een bepaald aantal schapen weergegeven, waarbij er maximaal vijf runderen op dezelfde locatie aanwezig zijn.

Tabel 1A. Omvang van het deel van de schapenpopulatie op basis van het maximale aantal schapen op het bedrijf. N_s is het aantal schapen, $N_{s,max}$ het maximale aantal schapen op het bedrijf.

$N_{s,max}$	Aantal schapenbedrijven met $N_s < N_{s,max}$	Percentage van totaal aantal schapenbedrijven	Aantal schapen op bedrijven met $N_s < N_{s,max}$	Percentage van totaal aantal schapen
5	15270	40,2	44506	2,8
10	21909	57,7	95365	5,9
30	29872	78,6	239055	14,8
50	32598	85,8	346017	21,4

Tabel 1B. Omvang van het deel van de schapenpopulatie op basis van het maximale aantal schapen op het bedrijf, en waarbij er maximaal vijf runderen op dezelfde locatie aanwezig zijn. N_s is het aantal schapen, $N_{s,max}$ het maximale aantal schapen op het bedrijf.

$N_{s,max}$	Aantal schapenbedrijven met $N_s < N_{s,max}$	Percentage van totaal aantal schapenbedrijven	Aantal schapen op bedrijven met $N_s < N_{s,max}$	Percentage van totaal aantal schapen
5	10957	28,8	32557	2,0
10	16901	44,5	75520	4,6
30	23750	62,5	183828	11,4
50	25757	67,8	254049	15,7

In Tabel 2 zien we dat bedrijven met minder dan 5 runderen (6089 bedrijven) ongeveer 16% uitmaken van het totaal aantal rundveebedrijven in Nederland. Ze omvatten in totaal ongeveer 17000 runderen, dat is 0,4% van de nationale populatie. Als bedrijven met minder dan 5 runderen maar met meer dan 10 schapen niet worden meegeteld, dan blijven we 4778 bedrijven over, ruim 12 procent van het totaal aantal bedrijven met rundvee.

In de database maken varkensbedrijven met minder dan 5 varkens (8 bedrijven) minder dan 0,1% uit van het totaal aantal varkensbedrijven in Nederland (zie Tabel 3). Ze omvatten in totaal ongeveer 30 varkens, en dat vertegenwoordigt een zeer klein percentage van de nationale populatie.

Tabel 2. Omvang van het deel van de rundveepopulatie op basis van het maximale aantal runderen op het bedrijf.

Maximum aantal runderen	Aantal bedrijven	Percentage van totaal aantal bedrijven	Aantal runderen op deze bedrijven	Percentage van totaal aantal runderen
5	6089	15,7	16895	0,4
10	8914	22,9	38649	0,9
20	11943	30,7	83976	2,1
40	15557	40,0	191884	4,8

Tabel 3. Omvang van het deel van de varkenspopulatie op basis van het maximale aantal varkens op het bedrijf.

Maximum varkens aantal	Aantal bedrijven	Percentage van totaal aantal bedrijven	Aantal varkens op deze bedrijven	Percentage van totaal aantal varkens
5	8	0,08	28	0,00025
10	31	0,3	202	0,0018
20	62	0,6	616	0,0055
40	125	1,2	2578	0,023

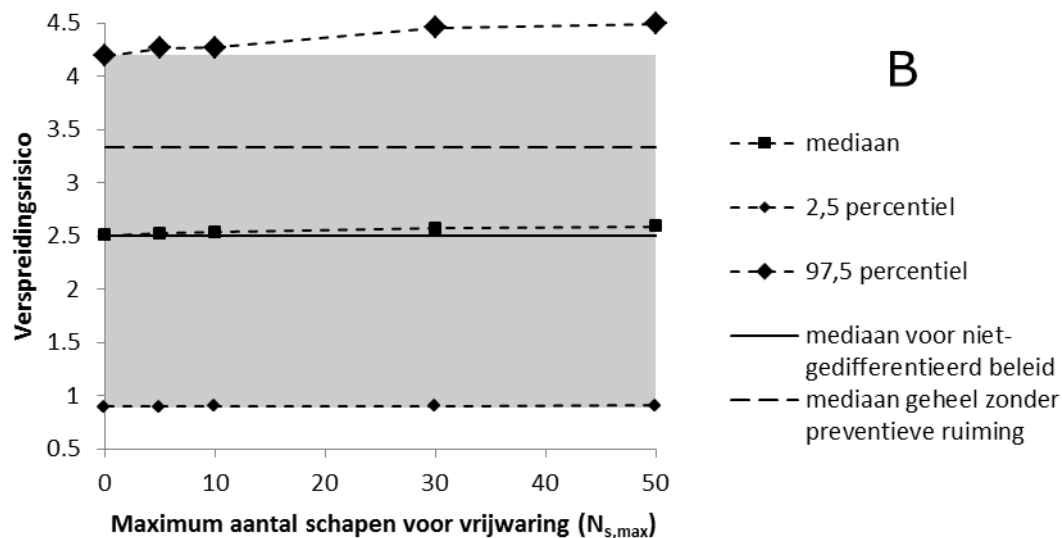
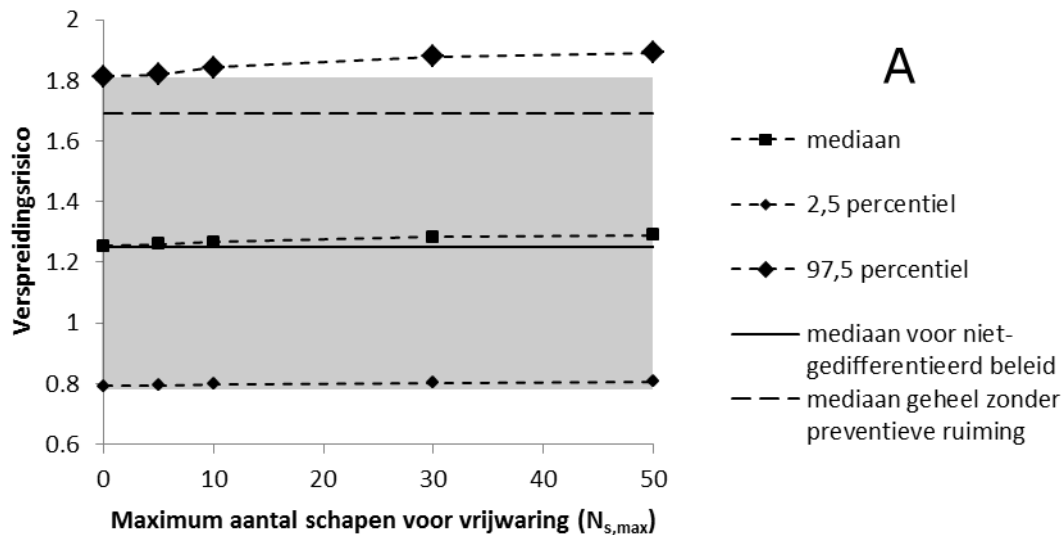
Mede op basis van de verdeling in bedrijfsgrootte is gekozen voor de volgende scenario's waarin de volgende categorieën bedrijven worden gevrijwaard van preventieve ruiming:

- rundveebedrijven met minder dan 5 runderen,
- varkensbedrijven met minder dan 5 varkens.
- Voor schapenbedrijven zijn 5 scenario's onderzocht: het maximaal aantal schapen per bedrijf is $N_{s,max} = 0, 5, 10, 30$ en 50.

Resultaten

Om de grootte van de risicotoename (ten opzichte van niet-gedifferentieerd beleid) te kunnen plaatsen is eerst berekend wat de risicotoename is als er helemaal niet preventief geruimd zou worden in de eerste week van de bestrijdingsperiode. Wanneer helemaal niet preventief wordt geruimd is het verspreidingsrisico ongeveer 35 procent groter dan het verspreidingsrisico bij niet-gedifferentieerd beleid. Deze 35 procent is het verschil tussen "mediaan geheel zonder preventieve ruiming" en "mediaan voor niet-gedifferentieerd beleid" in de Figuren 1A (uitgangssituatie {9,3,0}, toename van 1,25 tot 1,69) en 1B (uitgangssituatie {4,2,1}, toename van 2,50 tot 3,33).

De resultaten in Figuur 1A laten verder zien dat voor het scenario {9,3,0} het risico van verspreiding toeneemt van 1,25 bij niet-gedifferentieerd beleid tot 1,29 bij gedifferentieerd beleid met $N_{s,max}=50$, een toename van 3,2%, met tussenliggende waarden voor $N_{s,max} = 0, 5, 10$ en 30. De relatieve toename van het risico ten opzichte van dat bij niet-gedifferentieerd beleid bedraagt enkele procenten (lopend van minder dan 1 procent voor $N_{s,max}=0$ en $N_{s,max}=5$ tot ruim drie procent voor $N_{s,max}=50$). Ter vergelijking, de variatie in uitkomsten voor niet-gedifferentieerd beleid (tussen verschillende trekkingen van initieel geïnfecteerde bedrijven) zoals weergegeven door het grijze gebied in Figuur 1A, beslaat een bandbreedte lopend van 0,8 tot 1,8.



Figuur 1A: uitgangssituatie {9,3,0}. Figuur 1B: uitgangssituatie {4,2,1}. Lijnen met symbolen: het MKZ verspreidingsrisico bij gedifferentieerd beleid, als functie van de maximum bedrijfsgrootte voor schapenbedrijven om voor vrijwaring van het bedrijf van preventieve ruiming in aanmerking te komen². Getrokken lijn zonder symbolen (grijs gebied): MKZ verspreidingsrisico bij niet-gedifferentieerd beleid (95% interval van uitkomsten). Gestreepte lijn zonder symbolen: MKZ verspreidingsrisico wanneer in het geheel niet preventief geruimd zou worden.

De resultaten in Figuur 1B laten zien dat voor de uitgangssituatie {4,2,1} het risico van verspreiding toeneemt van 2,50 bij niet-gedifferentieerd beleid tot 2,59 bij gedifferentieerd beleid met $N_{s,max}=50$, met tussenliggende waarden voor $N_{s,max}= 0, 5, 10$

²Maximum bedrijfsgrootte voor zowel varkens- als rundveebedrijven is 5 dieren. Aangenomen is dat de mediaan van het verspreidingsrisico, voor insleep via rundvee in de Gelderse Vallei, voor niet-gedifferentieerd beleid gelijk is aan 1,25 ([3], p. 53). Voor het uitgangssituatie {4,2,1} is het verspreidingsrisico ongeveer 2,50 voor niet-gedifferentieerd beleid, hoger dan voor het uitgangssituatie {9,3,0} vanwege de in het model aangenomen hogere besmettelijkheid van varkensbedrijven (naar andere bedrijven).

en 30. De relatieve risicotoename voor $N_{s,max}=50$ is bijna 4 procent en verschilt dus niet veel van de uitgangssituatie {9,3,0} (het verschil is niet significant). Ook hier valt de risicotoename binnen de bandbreedte beslagen door de variatie in uitkomsten voor niet-gedifferentieerd beleid zoals weergegeven het grijze gebied in Figuur 1B.

Voor de uitgangssituaties {1,3,0} en {3,1,0} is het verspreidingsrisico berekend voor het beleidsscenario waarbij de maximale bedrijfsgrootte voor vrijwaring van preventieve ruiming gelijk is aan 5 (rundvee), 50 (schapen), en 5 (varkens). De resultaten zijn samen met de andere twee uitgangssituaties (nl. {9,3,0} en {4,2,1}) weergegeven in Tabel 4.

Tabel 4. Vergelijking van de resultaten voor verschillende scenario's voor het aantal reeds geïnfecteerde bedrijven bij eerste detectie. Hierbij is in het gedifferentieerde beleid de maximale bedrijfsgrootte voor vrijwaring van preventieve ruiming gelijk genomen aan 5 (rundvee), 50 (schapen), en 5 (varkens).

Uitgangssituatie m.b.t. aantal reeds geïnfecteerde bedrijven bij eerste detectie	Risico bij niet-gedifferentieerd beleid	Risico bij gedifferentieerd beleid	Toename van het risico
{9,3,0}	1,25	1,29	3,2%
{4,2,1}	2,50	2,59	3,7%
{3,1,0}	1,25	1,28	2,4%
{1,3,0}	1,16	1,18	1,8%

Om de betekenis van een relatieve toename van het verspreidingsrisico van maximaal vier procent verder te illustreren kunnen we kijken naar het effect van het gedifferentieerd beleid op het risico op een langdurige epidemie. We kiezen hierbij uitgangssituatie {3,1,0} (voor motivatie zie Bijlage 2). We vinden op basis van 6000 simulaties dat de kans op een langdurige uitbraak gelijk is aan ongeveer 42% bij niet-gedifferentieerd beleid. Deze kans neemt bij gedifferentieerd beleid met $N_{s,max}=50$ met maximaal 4 procent in grootte toe, d.w.z. van ongeveer 42% tot ongeveer 44%.

Conclusie

De resultaten in deze rapportage laten zien dat de relatieve toename van het verspreidingsrisico bij gedifferentieerd ruimingsbeleid ten opzichte van niet-gedifferentieerd beleid 4 procent of minder bedraagt, afhankelijk van welke maximale bedrijfsgrootte wordt aangehouden voor vrijwaring van preventieve ruiming (Figuur 1), en afhankelijk van de situatie bij eerste detectie (Tabel 4).

Met dank aan

We danken het GD onderzoekersteam betrokken bij een aanpalend onderzoeksproject voor nuttige discussies. Tevens dank aan Jantien Backer, Daniel Bontje, Jeanet van der Goot en Phaedra Eblé (CVI).

Referenties

[1]. Beleidsdraaiboek Mond-en-klauwzeer, versie 2.0, september 2005, Ministerie van Economische zaken, Landbouw en Innovatie.

[2]. Council Directive 90/423/EEC of 26 June 1990 amending Directive 85/511/EEC introducing Community measures for the control of foot-and-mouth disease, Directive 64/432/EEC on animal health problems affecting intra-Community trade in bovine animals and swine and Directive 72/462/EEC on health and veterinary inspection problems upon importation of bovine animals and swine and fresh meat or meat products from Third Countries. O.J. L 296, 27/10/1990 p. 0066.

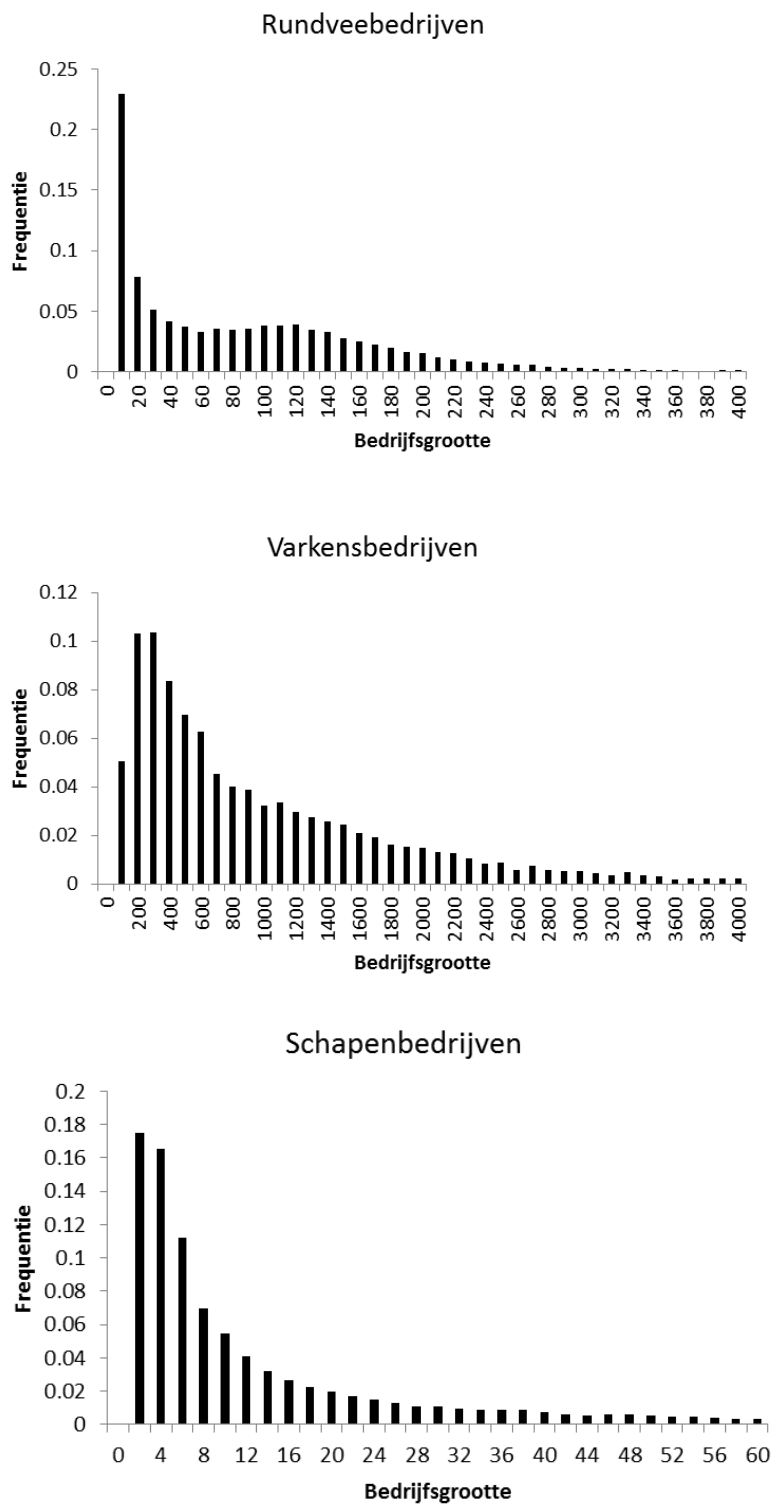
[3]. Backer, J., Bergevoet, R., Hagenaars, T., Bondt, N., Nodelijk, G., van Wagenberg, C., van Roermund, H. Vaccination against Foot-and-Mouth Disease. Differentiating strategies and their epidemiological and economic consequences. Central Veterinary Institute (CVI) van Wageningen UR, Report nr. 09/CVI0115, 2009, 158 pp.

[4]. J.A. Backer, T.J. Hagenaars, G. Nodelijk, H.J.W. van Roermund. (2012). Vaccination against Foot-and-Mouth Disease I: epidemiological consequences. *Prev. Vet. Med.* 107: 27-40, doi:10.1016/j.prevetmed.2012.05.012

[5]. Thomas Hagenaars, Marcel van Asseldonk, Daniel Bontje, Linda Puister, Jantien Backer, Gonnie Nodelijk en Ron Bergevoet. Gedifferentieerd diergezondheidsbeleid: case studie Weideschappen. CVI rapport 13/CVI0182, december 2012.

Bijlage 1 Verdeling van bedrijfsgroottes in Nederland

Bedrijfsgrootte-verdelingen voor bedrijven met rundvee (I&R gegevens uit 2010), bedrijven met schapen (I&R 2010), en bedrijven met varkens (gegevens zoals in [3], p. 54).



Bijlage 2 Details van de epidemiologische modellering

Berekende grootheden

De epidemiologische modelberekeningen in dit rapport vallen uiteen in twee typen:

1. Berekening van het verspreidingsrisico (mediaan en percentielwaarden), gedefinieerd door het gemiddelde individuele tussen-bedrijfsreproductiegetal (het verwachte aantal bedrijven dat door een individueel uitbraakbedrijf besmet zal worden over de gehele infectieuze periode van dit bedrijf, rekening houdend met het gevolgde screenings- en ruimingsbestrijdingsbeleid). Het gemiddelde is over alle bedrijven die op het moment van eerste uitbraakdetectie reeds zijn geïnfecteerd. Mediaan en 2,5 en 97,5 percentiel (=95% interval van uitkomsten) voor het verspreidingsrisico worden berekend uit 250 verschillende random trekkingen van de bij eerste detectie reeds geïnfecteerde bedrijven en hun dag van detectie. De locaties van deze bedrijven worden random getrokken uit de database met bedrijfslocaties; alle reeds geïnfecteerde bedrijven worden getrokken binnen een straal van 15 km rondom Barneveld. Voor alle reeds geïnfecteerde bedrijven behalve het eerst gedetecteerde bedrijf wordt de dag van detectie getrokken door middels van een simulatie van het binnen-bedrijfsmodel beschreven in [3] en [4] (referenties in de hoofdttekst).
2. Het risico op een langdurige epidemie, gedefinieerd als het risico dat de MKZ verspreiding tussen bedrijven niet binnen 21 dagen onder controle is. De duur van 21 dagen is gekozen als grenswaarde omdat uit de modelsimulaties blijkt dat dit een goede termijn is om een scheiding tussen korte en langdurige epidemieën aan te brengen. Hierbij wordt een scenario voor de situatie bij eerste detectie aangenomen waarvoor het effect van gedifferentieerd beleid op de kans op een langdurige uitbraak maximaal tot uitdrukking komt: 3 rundvee bedrijven en 1 schapenbedrijf reeds geïnfecteerd op het moment van de eerste detectie.

In de berekeningen van deze grootheden voor gedifferentieerd beleid wordt de benadering gebruikt dat vrijwaring optreedt onafhankelijk van het aantal dieren van andere soorten dat eventueel op het bedrijf aanwezig is. Dit is een pessimistische benadering, omdat daarmee het extra risico van gedifferentieerd beleid ten opzichte van niet-gedifferentieerd beleid iets wordt overschat.

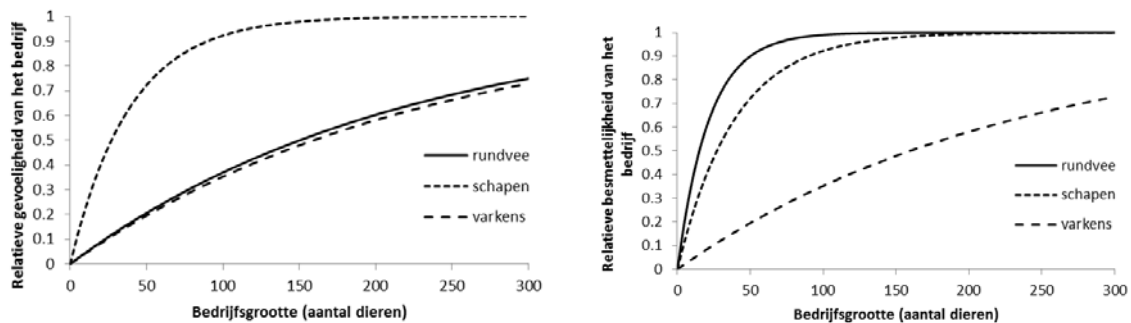
Uitgangssituatie bij eerste detectie

De scenarios voor de situatie bij eerste detectie (gedefinieerd door het aantal bedrijven van verschillend type dat aan het begin van de bestrijding reeds is geïnfecteerd) zijn gebaseerd op typische uitkomsten voor de eindsituatie van verspreiding in de periode voor de eerste uitbraakdetectie zoals berekend met een verspreidingsmodel ontwikkeld in een eerdere case studie binnen dit onderzoeksproject [5]. Dit model is niet-ruimtelijk; deze modelbenadering is mogelijk omdat de ruimtelijke verdeling van kleinschalige bedrijven niet wezenlijk anders is dan die van de grotere bedrijven in de Gelderse Vallei.

Modellering van de verspreiding tijdens de bestrijdingsperiode

Het model voor de verspreiding tijdens de bestrijdingsperiode is opgesteld met behulp van epidemiologische gegevens en kennis over MKZ en wordt beschreven in Refs. 3 en 4. Extra ten opzichte van de eerdere modellering door Backer e. a. is het in rekening

brenge van (een modelbeschrijving voor) de wijze waarop de gevoeligheid van bedrijven voor MKZ besmetting, en de besmettelijkheid van met MKZ besmette bedrijven, beide afhangen van de bedrijfsgrootte. Deze modelbeschrijving gebruikt een vloeiend verloop als functie van bedrijfsgrootte, in contrast met de in [3] en [4] gebruikte indeling in twee categorieën van bedrijfsgroottes, nl. “hobbybedrijven” (20 schapen) en commerciële bedrijven (> 20), met elk een verschillende maar grootte-onafhankelijke gevoeligheid en besmettelijkheid.



Figuur B1. Modelcurves voor de relatieve gevoeligheid en besmettelijkheid van bedrijven in afhankelijkheid van bedrijfstype en grootte.

Voor besmettelijkheid kan de afvlakking van de curves voor hogere bedrijfsgrootte worden geïnterpreteerd als een gevolg van klinische detectie op basis van een bepaald absoluut aantal dieren met kliniek, zodat de uitbraak kan worden gestopt bij een zekere absolute grootte onafhankelijk van de grootte van het bedrijf. De in Figuur B1 getoonde modelcurves voor de relatieve gevoeligheid en besmettelijkheid van bedrijven zijn gebaseerd op de volgende literatuurgegevens en aannames:

- We nemen voor de bedrijfsgrootte-afhankelijkheden voor schapenbedrijven de vorm aan die is bepaald op basis van de gegevens van de MKZ epidemie in Groot-Brittannië in 2001³. Omdat de Nederlandse epidemie in 2001 veel kleiner was zijn de gegevens daarvan onvoldoende informatief om een vergelijkbare kwantificatie op basis van de Nederlandse epidemie uit te voeren.
- Voor rundveebedrijven gebruiken we dezelfde vorm als die bepaald voor rundveebedrijven in Groot-Brittannië, maar we schalen de besmettelijkheidscurve zodanig dat de afvlakking van de curve bij een 10 maal lagere bedrijfsgrootte inzet dan in Groot-Brittannië. Deze modelaannname is een behoudende aanname omdat hierdoor per saldo de relatieve besmettelijkheid van kleinere rundveebedrijven hoger wordt ingeschat dan in Groot-Brittannië. De motivatie voor de (her)schaling is dat naar verwachting op een Nederlands rundveebedrijf klinische detectie van MKZ zal plaatsvinden op basis van een lager absoluut aantal dieren dat kliniek vertoont.
- Voor varkensbedrijven zijn er geen curves beschikbaar uit de analyse van de Britse epidemie. We hebben er daarom voor gekozen de curves te gebruiken die

³Chis Ster I., Singh B.K. & Ferguson N.M. (2009). Epidemiological inference for partially observed epidemics: the example of the 2001 foot and mouth epidemic in Great Britain. *Epidemics*, 1 (1), 21-34.

onlangs zijn bepaald voor klassieke varkenspest, in een analyse van de Nederlandse epidemie in 1997/1998 (Rapportage van deze laatste analyse volgt begin 2013 als onderdeel van het project BO-08-010-011 Maatschappelijk aanvaardbare dierziektenbestrijding).

Wiskundige beschrijving van modelberekening verspreidingsrisico

De kans op transmissie van infectie van bedrijf i naar bedrijf j wordt gegeven door:

$$p(i, j) = \text{Fac} \pi(r_{ij}) \text{Susc}(j) \text{Inf}(i) \text{Contact}(i, j).$$

Hierin is Fac een normalisatieconstante, $\pi(r_{ij})$ de afhankelijkheid van de afstand r_{ij} tussen de bedrijven, $\text{Susc}(j)$ de (door bedrijfstype en –grootte bepaalde) gevoeligheid van bedrijf j , $\text{Inf}(i)$ de (door bedrijfstype en –grootte bepaalde) besmettelijkheid van bedrijf i , en $\text{Contact}(i, j)$ een contactmatrix tussen bedrijfstypen (rundvee, schaap, varkens). De contactmatrix is de volgende 3x3 matrix:

$$\begin{pmatrix} 2 & 1 & 1 \\ 1 & 2 & 1 \\ 1 & 1 & 2 \end{pmatrix}.$$

Deze matrix wordt verkregen door reductie van de 4x4 matrix die in Ref. [3] wordt toegelicht. De gevoeligheid $\text{Susc}(j)$ en besmettelijkheid $\text{Inf}(i)$ worden gegeven door:

$$\text{Susc}(j) = F_{s(j)}^{\text{Susc}} \left(1 - \exp \left[- \frac{N_j}{D_{s(j)}^{\text{Susc}}} \right] \right),$$

$$\text{Inf}(i) = F_{s(i)}^{\text{Inf}} \left(1 - \exp \left[- \frac{N_i}{D_{s(i)}^{\text{Inf}}} \right] \right).$$

Hierin is $N_i(N_j)$ het aantal dieren op bedrijf $i(j)$, en $s(i)$ is het bedrijfstype van bedrijf i : $s(i) = 1$ voor rundvee, $s(i) = 2$ voor schaap, en $s(i) = 3$ voor varken. De “1-exp” factoren beschrijven de relatieve gevoeligheid en besmettelijkheid (krommen uit Figuur B1), met als schalingsfactoren de constanten $D_{s(i)}^{\text{Susc}}$ en $D_{s(i)}^{\text{Inf}}$. De voorfactoren $F_{s(j)}^{\text{Susc}}$ en $F_{s(i)}^{\text{Inf}}$ worden zodanig genomen dat de transmissierisico’s, wanneer gemiddeld over alle bedrijfsgroottes in de Gelderse Vallei, per bedrijfstype matchen met die in het model van Refs. [3] en [4]. De normalisatieconstante Fac wordt zo gekozen dat het verspreidingsrisico voor uitgangssituatie {9,3,0} overeenkomt met de geschatte waarde 1,25 uit 2001 ([3], p.53). De waarden van alle parameters worden gegeven in Tabel B1.

Voor de l -de random trekking van de bij eerste detectie reeds geïnfecteerde bedrijven wordt het verspreidingsrisico R als volgt berekend (voor zowel niet-gedifferentieerd als gedifferentieerd beleid):

$$R(\text{InfSet}_l) = \frac{1}{\text{NumInf}} \sum_{i \in \text{InfSet}_l} \sum_{j \in \text{AllSusc} \setminus \text{PrevCullSet}_l} p(r_{ij}).$$

Hierin is de verzameling InfSet_l de random getrokken verzameling bedrijven (aantal= NumInf) reeds geïnfecteerd op het moment van de eerste detectie (met de bijbehorende data van detectie). AllSusc is de verzameling van alle niet-geïnfecteerde bedrijven en PrevCullSet_l is de verzameling bedrijven die binnen 1 km van een bedrijf uit InfSet_l liggen

dat in de eerste week wordt gedetecteerd en die niet van preventieve ruiming worden gevrijwaard.

Voor gedifferentieerd beleid wordt per trekking de relatieve toename ten opzichte van niet-gedifferentieerd beleid bepaald. De absolute waarden van de mediaan en percentielen voor gedifferentieerd beleid worden met behulp van deze relatieve toename berekend uit de absolute resultaten voor niet-gedifferentieerd beleid.

Tabel B1. Parameterwaarden in het model.

Parameter	Waarde
F_1^{Susc}	2,2295
$F_2^{\text{Susc}} = F_2^{\text{Inf}}$	1,07149
F_3^{Susc}	0,129783
F_1^{Inf}	1,28099
F_3^{Inf}	12,9783
D_1^{Susc}	217
D_1^{Inf}	21,7
$D_2^{\text{Susc}} = D_2^{\text{Inf}}$	39
$D_3^{\text{Susc}} = D_3^{\text{Inf}}$	230
Fac	1,25/0,6334

Analyse van de kans op een langdurige uitbraak

Uit 6000 runs voor niet-gedifferentieerd beleid en 6000 runs voor gedifferentieerd beleid (met $N_{s,\text{max}}=50$) werd een schatter voor de kans op een langdurige uitbraak berekend door het aantal gevonden langdurige uitbraken te delen door 6000. In beide gevallen was de schatter van de kans op een langdurige uitbraak ongeveer gelijk aan 42%, en het verschil tussen de schatters was 0,15%. Berekening van de bovengrens van het 95%-betrouwbaarheidsgebied voor het verschil (gebruikmakend van standaard-statistiek) geeft een resultaat van 1,9%.