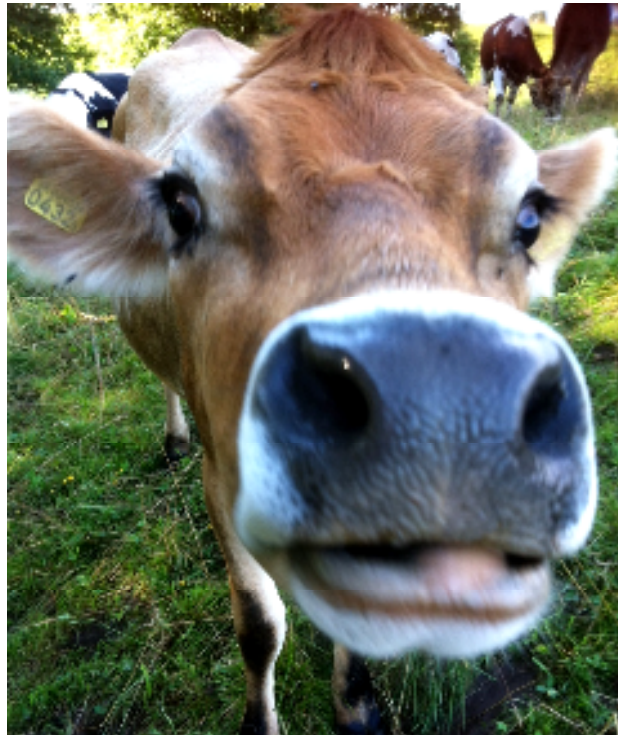




Sveriges lantbruksuniversitet
Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap

Val av bekämpningsstrategi vid utbrott av mul- och klövsjuka

Malin Palmgren



Självständigt arbete i veterinärmedicin, 15 hp
Veterinärprogrammet, examensarbete för kandidatexamen Nr. 2013: 65
Institutionen för biomedicin och veterinär folkhälsovetenskap
Uppsala 2013



Sveriges lantbruksuniversitet
Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap

Selecting control strategy for an outbreak of foot-and-mouth disease

Malin Palmgren

Handledare:

Sofia Boqvist, SLU, Institutionen för biomedicin och veterinär folkhälsovetenskap

Susanna Sternberg Lewerin, SLU, Institutionen för biomedicin och veterinär folkhälsovetenskap

Examinator:

Eva Tydén, SLU, Institutionen för biomedicin och veterinär folkhälsovetenskap

Omfattning: 15 hp

Kurstitel: Självständigt arbete i veterinärmedicin

Kurskod: EX0700

Program: Veterinärprogrammet

Nivå: Grund, G2E

Utgivningsort: SLU Uppsala

Utgivningsår: 2013

Omslagsbild: Bodil Österberg

Serienamn, delnr: Veterinärprogrammet, examensarbete för kandidatexamen Nr. 2013: 65
Institutionen för biomedicin och veterinär folkhälsovetenskap, SLU

On-line publicering: <http://epsilon.slu.se>

Nyckelord: mul- och klövsjuka, mul- och klövsjukevirus, bekämpningsstrategi, simuleringsmodell, ekonomisk kostnad

Key words: foot-and-mouth disease, foot-and-mouth disease virus, control strategy, epidemiological model, economic cost

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

Sammanfattning	1
Summary	2
Inledning.....	3
Material och metoder	3
Litteraturöversikt.....	3
Mul- och klövsjuka.....	3
Bekämpningmetoder	4
Stamping-out.....	4
Vaccination.....	5
Transportförbud.....	6
EU-lagstiftning	6
Ekonomiska effekter	6
Epidemiologiska simuleringsmodeller	7
Exempel på simuleringsmodeller	7
Diskussion	8
Referenslista	10

SAMMANFATTNING

Mul- och klövsjuka är en av de mest kostsamma sjukdomarna hos produktionsdjur. Sjukdomen orsakas av infektion av ett mul- och klövsjukevirus tillhörande genus *Aphthovirus* inom familjen *Picornaviridae*. Mottagliga djurslag för viruset är nöt, gris, får, get, buffel samt ett flertal klövbärande vilda djurarter. År 2001 drabbades Storbritannien av ett utbrott av mul- och klövsjuka, utbrottet spreds sedan till flera andra länder, bland annat till Nederländerna. Kostnaderna för utbrottet blev mycket höga, enbart de direkta kostnaderna för smittbekämpning och ersättning till djurägare kostade den brittiska staten 2,7 miljarder pund. Betydande ekonomisk effekt får också de begränsningar i export som läggs på ett land drabbat av mul- och klövsjuka. Det är därför av största vikt att snabbt kunna bekämpa utbrottet och därmed minimera den tid då exportmöjligheterna är begränsade. Vid ett konstaterat utbrott finns det ett flertal olika bekämpningsstrategier som beslutsfattare kan välja att använda sig av, dessa bygger på restriktioner avseende transport av mottagliga djur, stamping-out samt på vaccination. Det finns ett flertal olika sätt att genom epidemiologiska simuleringsmodeller undersöka vilken bekämpningsstrategi som, vid ett givet scenario, kan vara den mest kostnadseffektiva. Sådana simuleringar kan vara en del av beslutsunderlaget vid valet om hur en smitta skall bekämpas. För att kunna fatta beslut grundade på simuleringar bör man dock ha kunskap om de begränsningar i att efterlikna ett verkligt scenario som modellerna har. Inte heller omfattar modellerna andra kostnader av ett utbrott än de rent ekonomiska. Beslutsfattare måste även ta hänsyn till exempelvis den psykiska påfrestningen hos drabbade djurägare samt allmänhetens reaktioner.

SUMMARY

Foot-and-mouth disease is one of the most important animal diseases due to the economic consequences that it brings. The disease is caused by a virus classified within the *Aphthovirus* genus which belongs to the *Picornaviridae* family. Susceptible species are cattle, pigs, sheep, goats and a number of cloven-hoofed wild species. In year 2001 an outbreak occurred in Great Britain that later also spread to other countries, among those The Netherlands. The costs related to the epidemic were substantial; in Great Britain alone the cost for eradication measures and compensation to farmers cost the national treasury 2.7 billion pounds. However, the restrictions on export from the affected country are also of great economical importance during an outbreak of foot-and-mouth disease. Therefore it is important to take prompt actions against the disease when an outbreak has been confirmed, so that the period of export restrictions becomes as short as possible. During an epidemic there are a number of different control strategies to choose from, these include restrictions in transport of susceptible species, stamping-out and vaccination. Through simulation modeling it is possible to examine which control strategy, in a given scenario, will be the most cost-effective alternative. Therefore models can be part of the decision making when choosing which control strategy to use. When making decisions based on models it is important to know the limitations of models when it comes to reflecting real outbreaks. There are also aspects of an epidemic which models don't include, for example costs that can't be measured in terms of economic value. Examples of such costs are the stress on individual livestock producers and the reactions of the general public.

INLEDNING

Våren 2001 drabbades Storbritannien av ett utbrott av mul- och klövsjuka. Den 20 februari upptäckte man mul- och klövsjuka hos grisar på ett slakteri i Essex. Detta var början på en epidemi som drabbade i stort sett hela landet och varade fram till september samma år då det sista fallet kunde konstateras. Under utbrottet hade då 3 miljoner får, 600 000 nötboskap samt 138 000 grisar avlivats på 2002 infekterade anläggningar samt på 7076 intilliggande anläggningar. Utbrottet kostade den brittiska staten 2,7 miljarder brittiska pund i form av ersättningar till lantbrukare och kostnader för smittbekämpning. Dessutom orsakade utbrottet stora negativa effekter på jordbruksnäringen samt turistnäringen. (Davies, 2002)

Utbrottet spred sig även till Nederländerna. Den 15 mars rapporterades den första misstanken om mul- och klövsjuka hos getter på en gård i Oene. I Nederländerna kunde man sedan konstatera sjukdom hos 26 olika besättningar i området kring Oene samt i regionen Friesland. Under smittbekämpningen avlivades 2763 besättningar vilket sammanlagt motsvarande ca 260 000 djur. (Bouma et al., 2003)

Ett utbrott av mul- och klövsjuka kan således innebära stora ekonomiska kostnader för jordbruksnäringen i ett land och konsekvenserna av en misslyckad eller otillräcklig bekämpningsstrategi kan bli förödande. Vid beslut om hur ett land skall bekämpa ett utbrott av mul- och klövsjuka vill beslutsfattare välja den bekämpningsstrategi som är mest kostnadseffektiv. I denna text skall jag redovisa de olika bekämpningsmetoder som används för att bekämpa mul- och klövsjuka. Jag skall även undersöka hur man med hjälp av simuleringar kan förutspå kostnadseffektiviteten hos olika bekämpningsstrategier. I valet av vilken typ av bekämpningsstrategi som bör användas skiljer sig länder där smittan finns endemiskt från länder som är fria från mul- och klövsjuka. För avgränsning har jag därför valt att bara ta med länder som har varit helt fria från smitta innan de har drabbats av ett utbrott.

MATERIAL OCH METODER

Jag har sökt artiklar via databaserna Web of Knowledge och Pubmed. Jag har använt sökord som foot- and mouth disease, FMD, epidemi*, outbreak*, cost*, econom*, United Kingdom, UK, Great Britain och Netherlands. Dessutom har jag använt mig av referenslistor, till olika reviewartiklar inom ämnet, för att hitta fler användbara artiklar.

LITTERATURÖVERSIKT

Mul- och klövsjuka

Mul- och klövsjuka orsakas av infektion av ett mul- och klövsjukevirus tillhörande genus *Aphthovirus* inom familjen *Picornaviridae*. Viruset finns i sju olika serotyper, vars egenskaper skiljer sig åt avseende exempelvis virulens och smittspridning. Vaccination mot en serotyp ger heller inte skydd mot infektion av en annan serotyp. Inom varje serotyp finns dessutom flera subtyper där vaccination mot en subtyp inte nödvändigtvis ger fullständigt skydd mot en annan subtyp. (Alexandersen et al., 2003b)

Mottagliga djurslag för mul- och klövsjukeviruset är nöt, gris, får, get, buffel samt ett flertal klövbärande vilda djurarter. Kliniska symptom för mul- och klövsjuka är generellt en akut feber samt blåsor på mule, tunga, klövar samt spenar. Blåsorna orsakar smärta och påverkar därmed djurvälståndet negativt. Symptomen skiljer sig något åt beroende på djurslag. Gris är det djurslag som vanligtvis drabbas värst där blåsor vid klövarna orsakar hälta samt ovilja att stå. Blåsor i munnen är oftast lokaliserade på tungan och leder till ovilja att äta. Hos nötkreatur orsakar sjukdomen ofta utbredd blåsbildning i munnen med ett karaktäristiskt saliverande som följd. Nötkreatur kan även ha blåsor vid klövarna samt på spenar. Hos mjölkkor leder sjukdomen till en minskad mjölkproduktion. De kliniska symptomen hos får och getter är vanligtvis mildare, det förekommer att dessa djurslag är infekterade utan att visa några symptom alls. Mortaliteten hos vuxna individer är låg, dock orsakar djurens ovilja att äta en nedgång i produktion. Hos unga djur, speciellt lamm, kalvar och griskultingar, är dödligheten större då viruset kan orsaka en akut myokardit. (Alexandersen et al., 2003b)

Ett infekterat djur utsöndrar virus i samtliga kroppssekret samt i urin och avföring. Därefter finns det flera olika vägar för hur viruset kan överföras till en annan mottaglig individ. Dels kan smittspridningen ske genom direkt kontakt mellan virus och slemhinna, har djuret skador på huden kan viruset även infektera via sår. Dessutom utsöndrar infekterade djur viruset via utandningsluften och små vattendroppar innehållande virus kan på detta vis hamna i ett mottagligt djurs luftvägar och sprida smittan. Grisar utsöndrar mer virus i utandningsluften jämfört med andra djurslag. I en experimentell studie uppmättes att grisar kan utsöndra 60 gånger så stor mängd virus som får och nötkreatur (Alexandersen et al., 2003a). Viruset kan även smitta indirekt genom exempelvis fordon som används för djurtransporter eller personal som vistats på smittade anläggningar (Alexandersen et al., 2003b). Om ett infekterat djur går till slakt kan viruset finnas både i köttet och i inre organ. Även mjölk från infekterade kor innehåller virus. (Kitching et al., 2005) Källan till utbrottet i Storbritannien år 2001 var just matavfall som man hade utfodrat grisar med (Davies, 2002).

Hur stor mängd virus som krävs för att djuret skall bli infekterat skiljer sig mellan olika djurslag. Störst är skillnaden i infektionskänslighet vid luftburen smitta där nöt och får löper risk att bli infekterade av betydligt lägre virusmängder än gris. (Alexandersen et al., 2003b)

Bekämpningsmetoder

Det finns tre grundläggande principer för kontroll av smittsamma sjukdomar. Man skall förhindra kontakt mellan mottagliga djur och infektionsagens, stoppa uppförökning av agens i ett infekterat djur samt öka motståndskraften hos mottagliga djur (Garner et al., 2007). För att uppnå detta finns ett antal olika metoder att använda sig av.

Stamping-out

Stamping-out innebär att man avlivar samtliga djur på en anläggning, om möjligheter finns vill man helst avliva djuren direkt på anläggningen för att undvika smittspridning. Djurkropparna oskadliggörs därefter på lämpligt sätt för att förhindra smittspridning. Förutom att avliva besättningar där smitta är konstaterad förekommer det även att man avlivar

besättningar som inte är infekterade. Syftet med denna metod är således att stoppa uppförökning av viruset i infekterade djur samt att minska risken för att mottagliga djur kommer i kontakt med smittan. Under utbrottet i Storbritannien 2001 användes stamping-out som metod för att bekämpa smittan. De brittiska myndigheterna beslutade om att man inom 24 timmar skulle avliva samtliga djur på anläggningar där smitta konstaterats. Dessutom avlivades inom 48 timmar även djur på anläggningar där smitta inte hade hittats. Anledningen till detta var att djuren på dessa anläggningar hade varit i kontakt med djur från infekterade anläggningar eller att anläggningen låg så pass nära en infekterad anläggning att smittspridning kunnat ske. Denna strategi kom att kallas för "the contiguous cull". (Davies, 2002)

Vaccination

Vaccination kan användas som bekämpningsmetod i länder eller regioner där viruset anses vara endemiskt eller semi-endemiskt. Vaccination används då dels vid ett konstaterat utbrott men djuren kan även vaccineras regelbundet för att förhindra större utbrott. Även i länder eller regioner som är fria från mul- och klövsjuka har vaccination använts som bekämpningsmetod vid ett konstaterat utbrott. Resultatet av att använda vaccination som bekämpningsmetod blir att motståndskraften hos mottagliga djur ökar samt att vaccination även förhindrar uppförökning av viruset i värdjuret. Det finns ett antal olika strategier för hur man ska genomföra en vaccinationskampanj. (Hutber et al., 2011)

Blanket vaccination

Innebär att man vaccinerar alla djur inom ett visst område. Då förhindras infektion av mottagliga djur och viruset kan inte finna nya värdjur att uppföras i, resultatet blir att det totala smittrycket minskar. Detta är en så kallad vaccination-to-live-strategi, vaccinerade djur avlivas inte utan stannar kvar på anläggningen. Ett exempel på när denna metod har använts är under ett utbrott av mul- och klövsjuka i Taiwan år 1997. Efter att inte ha lyckats förhindra vidare smittspridning genom andra åtgärder beslutade myndigheterna att vaccinera samtliga grisar i Taiwan (Yang et al., 1999).

Ring vaccination

Innebär att man vaccinerar djur inom en viss radie från ett konstaterat fall. Denna strategi används framför allt för att förhindra smittans geografiska spridning genom att skapa områden runt ett utbrott där viruset saknar tillgång på mottagliga djur och smittan således inte kan spridas vidare. Även denna strategi är en så kallad vaccination-to-live-strategi.

Suppressiv vaccination

Till skillnad från vaccination-to-live-strategier innebär denna metod att samtliga djur avlivas en tid efter vaccineringen. Denna strategi används främst för att stoppa smittspridning när en stamping-out-strategi används men det saknas resurser för att snabbt kunna avliva alla djur. Genom att vaccinera håller man nere smittrycket i ett drabbat område och vinner således tid tills dess att man hinner avliva djuren. Det var denna strategi som användes under utbrottet i Nederländerna år 2001. De nederländska myndigheterna beslutade om vaccination inom en

zon på 2 km från en smittad gård. Syftet med vaccineringen var att hindra smittspridning fram till dess att man hade tid att avliva djuren. Samtliga djur som vaccinerades avlivades således i ett senare skede och djurkropparna destruerades. (Bouma et al., 2003)

Effektiviteten hos de vaccin som används är fastställd främst via experimentella studier. Svårigheter finns dock att extrapolera resultat från experimentella studier direkt till vaccination i fält. Det kan finnas en skillnad i effektiviteten hos ett vaccin när det används i en experimentell studie jämfört med när det används ute i fält. Anledningar till detta kan exempelvis vara en icke optimal vaccinationsteknik i fält eller att djuren även har andra pågående infektioner. Dessutom har man sett att effekten av en vaccination varierar med hur lång tid det är mellan vaccinationen och att djuret utsätts för smittan. I experimentella studier kan längden på denna tidsperiod bestämmas exakt genom försökets utformning. Vid ett utbrott i fält kan denna tidsperiod inte kontrolleras utan beror på hur fort smittspridningen sker. (Orsel and Bouma, 2009)

Transportförbud

För att förhindra smittspridning kan myndigheterna besluta om ett transportförbud som gäller för ett område som är större än de skydds- och övervakningszoner som skall upprättas enligt rådande EU-lagstiftning. Detta innebär att man inte får förflytta djurslag som är mottagliga för viruset inom området där det råder transportförbud. Syftet med transportförbudet är att förhindra kontakt mellan mottagliga djur och viruset. Denna åtgärd användes under utbrottet i Storbritannien 2001. Det första fallet av mul- och klövsjuka konstaterades den 20:e februari och ett transportförbud infördes den 23:e februari. Transportförbudet gällde alla mottagliga djurslag och berörde hela landet (Davies, 2002).

EU-lagstiftning

Inom EU finns det gemensamma bestämmelser i form av ett direktiv (2003/85/EG) för hur ett medlemsland skall hantera ett utbrott av mul- och klövsjuka. Dessa bestämmelser beskriver ett minimum av åtgärder som varje land skall vidta vid ett utbrott. Enligt lagstiftningen skall alla djur av mottagliga arter på den berörda anläggningen avlivas på plats, alla produkter av animaliskt ursprung som fanns på anläggningen skall behandlas på ett sådant sätt att viruset avdödas, byggnader och fordon skall rengöras och desinficeras. Förutom åtgärder direkt på den drabbade anläggningen kräver också lagstiftningen att en skyddszon med en radie på minst 3 km och en övervakningszon med en radie på minst 10 km upprättas.

Ekonomiska effekter

Kostnaderna för ett utbrott av mul- och klövsjuka kan delas upp i olika kategorier. Mahul & Durand (2000) beskriver tre kategorier av direkta kostnader. Den första kategorin är de kostnader som uppstår vid bekämpning av smittan; detta innefattar kostnaden för avlivning eller vaccination samt även kostnader för diagnosticering och övervakning under och efter ett utbrott. Den andra kategorin består av de ersättningar för avlivade djur som betalas ut till djurägare. I den tredje kategorin finns de extra kostnader som uppkommer för djurhållarna när man förbjuder transport av djur inom drabbade områden.

En betydande kostnad vid ett utbrott av mul- och klövsjuka är även den från förlorade exportmöjligheter (Tomassen et al., 2002, Mahul & Durand 2000). Ett land med ett konstaterat utbrott av mul- och klövsjuka förlorar möjligheten att exportera levande djur samt animaliska produkter. OIE (World Organisation for Animal Health) har fastställt kriterier som ett land eller en region ska möta för att kunna betraktas som fritt från smitta samt även kriterier för hur ett drabbat land ska kunna återfå sin fria status (OIE, 2012). För att kunna återuppta den export som ett land hade innan ett utbrott behöver landet återfå sin status som fritt från mul- och klövsjuka. Den tid till dess att ett land kan återfå sin fria status varierar med vilken bekämpningsmetod som används. Om man använder stamping-out som bekämpningsmetod kan landet få tillbaka sin fria status tre månader efter det att det sista fallet har konstaterats. Om man använder sig av stamping-out tillsammans med suppressiv vaccination återfås den fria statusen tre månader efter det att det sista vaccinerade djuret har slaktats. Om man använder en vaccination-to-live strategi kan landet få tillbaka sin fria status sex månader efter det sista fallet eller den sista vaccinationen (beroende på vad som inträffar sist), dessutom måste serologiska undersökningar visa att de vaccinerade djuren inte är infekterade. Således blir påverkan på landets förlorade export olika beroende på vilken bekämpningsmetod man använder.

Utbrottet 2001 i Storbritannien är ett bra exempel på hur ett utbrott dessutom kan påverka andra delar av näringslivet än jordbruksnäringen. För att bekämpa utbrottet begränsades allmänhetens rörlighet i drabbade områden, som exempel stängdes många vandringsleder för att förhindra smittspridning. Effekterna på turistnäringen, främst den på landsbygden, blev stora när människor valde att inte semestra i drabbade områden. De förlorade intäkterna för turistnäringen uppskattas till mellan 2,7 -3,2 miljarder pund (Thompson et al., 2002).

Epidemiologiska simuleringsmodeller

Vid ett utbrott av mul- och klövsjuka krävs åtgärder från myndigheter. Beslutfattarna måste besluta om vilken bekämpningsstrategi som ska användas. Som en del av beslutsunderlaget erbjuder vetenskapen olika typer av epidemiologiska modeller. Keeling (2005) beskriver olika sätt som modeller kan användas på för att ge information inför beslut om åtgärder. Modeller kan användas prediktivt; de kan alltså användas för att försöka förutspå vad som kommer att hända i framtiden. För en smittsam sjukdom kan detta vara att förutspå storleken och den geografiska utbredningen av en epidemi. Man kan även använda modeller för att experimentellt testa olika bekämpningsstrategier och utbrottsscenario. På detta vis kan man uttala sig om de mest effektiva bekämpningsstrategierna vid ett givet scenario.

Exempel på simuleringsmodeller

Abdalla et al. (2005) undersökte vilken av tre olika bekämpningsstrategier (stamping-out av infekterade besättningar, stamping-out av infekterade besättningar och närliggande besättningar samt stamping-out av infekterade besättningar och ring-vaccination) som var mest kostnadseffektiv för ett hypotetiskt utbrott av mul- och klövsjuka i Australien. I simuleringen studeras effekterna av ett utbrott i en region där djurtätheten är hög. Simuleringen visar att risken för att bekämpningen av smittan ska misslyckas och man ska få en långvarig epidemi är högre vid användning av de bekämpningsstrategier som enbart

använder sig av stamping-out. Som orsak till detta ges till exempel bristande resurser för bekämpning. Simuleringen visar även att en sen upptäckt av smittan bidrar till att öka sannolikheten för ett stort utbrott. Den stora ekonomiska nackdelen att använda sig av vaccination som bekämpningsmetod är de minskade intäkter från export som det leder till. Under förutsättningar att en smitta inte går att kontrollera med stamping-out (på grund av bristande resurser) anser författarna att alternativet med vaccination är det mest kostnadseffektiva; de anser att de kostnader som uppkommer genom förlorad export på grund av vaccination är mindre än de kostnader som ett långvarigt utbrott skulle ge.

Backer et al (2009) har skapat en simuleringsmodell för att undersöka den ekonomiska kostnaden av olika bekämpningsmetoder vid ett utbrott av mul- och klövsjuka i Nederländerna. De har undersökt effekterna av fyra olika strategier; bekämpning enligt de minimikrav som finns i EU-lagstiftningen, samt tre strategier som förutom det som anges i EU-lagstiftningen även innehåller avlivning av alla djur inom en 1 km radie från infekterad gård, vaccination av alla djur inom en 2 km radie eller vaccination av alla djur inom en 5 km radie. De vaccineringsstrategier som undersöks är så kallade vaccination-to-live-metoder, vaccinerade djur avlivnas inte. I modellen är Nederländerna uppdelat i olika geografiska områden. Simuleringen visar att i de områden där djurtätheten är låg så är avlivning inom en 1 km radie den metod som är mest ekonomisk. I områden med en högre djurtäthet anser författarna att vaccination är mer ekonomiskt; i de regioner som är mest djurtäta rekommenderas vaccinering inom en 5 km radie medan vaccinering inom en 2 km radie är den metod som är medför minst kostnader i de övriga.

DISKUSSION

Vid utbrottet i Storbritannien år 2001 användes modeller som en del av beslutsunderlaget vid beslut om hur utbrottet skulle bekämpas. Dessa modeller kom att ligga till grund för den stamping-out-strategi som användes (Kao, 2002). I efterhand har denna strategi, och de modeller som understödde den, blivit föremål för debatt. Kritik har riktats mot det faktum att den valda strategin kom att kräva avlivning av ett så stort antal djur, där merparten av de avlivade djuren aldrig drabbats av smittan.

Vid ett konstaterat utbrott av mul- och klövsjuka är det av största vikt att bekämpningsåtgärder sätts in tidigt. Vid ett tidigt agerande minskar risken för att utbrottet blir stort och långvarigt (Abdalla et al. 2005). Då kan modeller vara ett stöd i beslutet om vilken strategi som är mest lämplig. Det går nämligen inte att säga att en bekämpningsstrategi alltid är bäst. Skillnader i djurtäthet inom ett område kan t ex avgöra vilken strategi som är bäst.

Modeller bör aldrig vara det enda som används vid val av bekämpningsstrategi. Andra resurser som kunskap om kliniska symptom och epidemiologi samt veterinärexpertis måste också användas. Om man skall använda modeller måste man vara medveten om de brister som modellerna har. En modell är alltid bara en förenkling av verkligheten. För att skapa en simulering av ett utbrott krävs att man sätter in data i modellen. Exempel på sådana data kan vara information om geografiskt avstånd mellan besättningar, storlek på besättningar, samt

meteorologiska data för att beräkna smittspridning via luften. Eftersom det behövs data från ett specifikt geografiskt område för att göra en simulering av ett utbrott kommer simuleringen också enbart att vara relevant för det område som man har valt. En modell är aldrig bättre än de data som man sätter in i den och ingen modell innehåller så mycket detaljerad data att den kan skapa en fullständig bild av verkligheten. Ett annat problem när man skall skapa en simulering för att förutspå effekter av ett utbrott som ännu inte har skett är ju att man då saknar data från detta utbrott. En sådan simulering måste baseras på data från ett tidigare utbrott, vilket gör ännu det svårare för modellen att förutspå vad som kommer att hända i verkligheten.

Modellerna är baserade på den kunskap man har idag om smittspridning; exempelvis hur mycket virus olika djurslag utsöndrar och hur stor mängd virus som krävs för att ett djur ska bli infekterat. Dessutom krävs kunskaper om inkubationstid för olika djurslag då djurägaren oftast måste kunna se kliniska symptom innan man misstänker sjukdom. Denna kunskap är oftast inhämtad från experimentella studier. Allt eftersom ny forskning på detta område kommer fram till nya resultat måste de data som simuleringarna bygger på också ändras. En grundförutsättning i modeller är dessutom att de bekämpningsmetoder som används har en viss effekt, att de fungerar helt enkelt. För att uppskatta effektiviteten av vaccination använder man resultat från experimentella studier. Då ett vaccins effekt kan skilja mellan experimentell studie och vaccination i fält riskerar detta att leda till att simuleringen kommer att skilja sig från verkligheten.

Dessutom så är modellerna baserade på att beslutsfattare väljer en bekämpningsstrategi och sedan håller sig till den genom hela utbrottet. Om man tittar på hur beslutsfattare har agerat vid tidigare utbrott är detta sällan fallet. Både vid utbrottet i Storbritannien 2001 samt i Nederländerna samma år ändrade beslutsfattarna bekämpningsstrategi under utbrottets gång (Davies, 2002, Bouma et al., 2003). Att byta strategi var nog klokt men det gör att simuleringarna blir mindre lika verkligheten.

De modeller som jag ovan har beskrivit hanterar ekonomiska kostnader och bedömer olika bekämpningsstrategier utifrån dessa. De ekonomiska effekter som bedöms är dock enbart det som berör jordbruksnäringen. Utbrottet i Storbritannien visar att olika bekämpningsmetoder även kan få stor effekt på andra delar av näringslivet. Dessa effekter omfattas inte av modellerna. Man får heller inte glömma andra aspekter av ett utbrott som kan vara betydande vid ett beslutsfattande. Exempel på detta kan vara den psykiska påfrestning på enskilda djurägare som får sina fullt friska djur avlivade. Även allmänhetens reaktioner är viktiga då beslutsfattarna ofta är folkvalda. Att media visar bilder på stora högar av brinnande djurkroppar upprör självklart allmänheten.

REFERENSLISTA

- Abdalla, A., Beare, S., Cao, L., Garner, G., Heaney, A. & Cao, L. Y. 2005. Foot and mouth disease - evaluating alternatives for controlling a possible outbreak in Australia. *ABARE EReport*, vi + 23 pp.-vi + 23 pp.
- Alexandersen, S., Quan, M., Murphy, C., Knight, J. & Zhang, Z. 2003a. Studies of quantitative parameters of virus excretion and transmission in pigs and cattle experimentally infected with foot-and-mouth disease virus. *Journal of Comparative Pathology*, 129, 268-282.
- Alexandersen, S., Zhang, Z., Donaldson, A. I. & Garland, A. J. M. 2003b. The pathogenesis and diagnosis of foot-and-mouth disease. *Journal of Comparative Pathology*, 129, 1-36.
- Backer, J., Bergevoet, R., Hagenaars T., Bondt, N., Nodelijk, G., van Wagenberg, C., van Roermund, H. 2009. Vaccination against Foot-and-Mouth Disease: differentiating strategies and their epidemiological and economic consequences. *Rapport-Landbouw-Economisch Instituut* 2009-042.
- Bouma, A., Elbers, A. R. W., Dekker, A., de Koeijer, A., Bartels, C., Vellema, P., van der Wal, P., van Rooij, E. M. A., Pluimers, F. H. & de Jong, M. C. M. 2003. The foot-and-mouth disease epidemic in The Netherlands in 2001. *Preventive Veterinary Medicine*, 57, 155-166.
- Davies, G. 2002. The foot and mouth disease (FMD) epidemic in the United Kingdom 2001. *Comparative Immunology Microbiology and Infectious Diseases*, 25, 331-343.
- Garner, M. G., Dube, C., Stevenson, M. A., Sanson, R. L., Estrada, C. & Griffin, J. 2007. Evaluating alternative approaches to managing animal disease outbreaks - the role of modelling in policy formulation. *Veterinaria Italiana*, 43, 285-298.
- Hutber, A. M., Kitching, R. P., Fishwick, J. C. & Bires, J. 2011. Foot-and-mouth disease: The question of implementing vaccinal control during an epidemic. *Veterinary Journal*, 188, 18-23.
- Kao, R.R. 2002. The role of mathematical modelling in the control of the 2001 FMD epidemic in the UK. *Trends in Microbiology* 10 (6), 279-286.
- Keeling, M. J. 2005. Models of foot-and-mouth disease. *Proceedings of the Royal Society B-Biological Sciences*, 272, 1195-1202.
- Kitching, R.P., Hutber, A. M., & Thrusfield, M. V. 2005. A review of foot-and-mouth disease with special consideration for the clinical and epidemiological factors relevant to predictive modelling of the disease. *Veterinary Journal*, 169, 197-209.
- Mahul, O. & Durand, B. 2000. Simulated economic consequences of foot-and-mouth disease epidemics and their public control in France. *Preventive Veterinary Medicine*, 47, 23-38.
- OIE, 2012. Terrestrial Animal Health Code. Kapitel 8.5
- Orsel, K. & Bouma, A. 2009. The effect of foot-and-mouth disease (FMD) vaccination on virus transmission and the significance for the field. *Canadian Veterinary Journal-Revue Veterinaire Canadienne*, 50, 1059-1063.
- Rådets direktiv 2003/85/EG av den 29 september 2003 om gemenskapsåtgärder för bekämpning av mul- och klövsjuka, om upphävande av direktiv 85/531/EEG och beslutet 89/531/EEG och 91/665/EEG samt om ändring av direktiv 92/46/EEG.
- Thompson, D., Muriel, P., Russell, D., Osborne, P., Bromley, A., Rowland, M., Creigh-Tyte, S. & Brown, C. 2002. Economic costs of the foot and mouth disease outbreak in the United Kingdom in 2001. *Revue Scientifique Et Technique De L'Office International Des Epizooties*, 21, 675-687.

- Tomassen, F. H. M., de Koeijer, A., Mourits, M. C. M., Dekker, A., Bouma, A. & Huirne, R. B. M. 2002. A decision-tree to optimise control measures during the early stage of a foot-and-mouth disease epidemic. *Preventive Veterinary Medicine*, 54, 301-324.
- Yang, P. C., Chu, R. M., Chung, W. B. & Sung, H. T. 1999. Epidemiological characteristics and financial costs of the 1997 foot-and-mouth disease epidemic in Taiwan. *Veterinary Record*, 145, 731-734.