

10. www.ssi.dk/graphics/dk/nyheder/epinyt/2007/PDF/epinyt\_47\_2007.pdf (29. april 2009).
11. Laursen K, Knudsen JD. Tick-borne encephalitis: a retrospective study of clinical cases in Bornholm, Denmark. *Scand J Infect Dis* 2003;35:354-7.
12. Svendsen CB, Krogfelt KA, Jensen PM. Detection of Rickettsia spp. in Danish ticks (Acari: Ixodes ricinus) using real-time PCR. *Scand J Infect Dis* 2009;41:70-2.
13. Skarphéðinsson S, Jensen PM, Kristiansen K. Survey of tickborne infections in Denmark. *Emerg Infect Dis* 2005;11:1055-61.
14. Talleklint L, Jaenson TG. Increasing geographical distribution and density of Ixodes ricinus (Acari: Ixodidae) in central and northern Sweden. *J Med Entomol* 1998;35:521-6.
15. Gage KL, Burkot TR, Eisen RJ et al. Climate and vectorborne diseases. *Am J Prev Med* 2008;35:436-50.
16. Hemmer CJ, Frimmel S, Kinzelbach R et al. Global warming: trailblazer for tropical infections in Germany? *Dtsch Med Wochenschr* 2007;132:2583-9.
17. Gray JS, Dautel H, Estrada-Peña A et al. Effects of climate change on ticks and tick-borne diseases in Europe. *Interdiscip Perspect Infect Dis* 2009;2009:593232.

## Smitsomme sygdomme og klimaforandringer

Afdelingslæge Palle Valentiner-Branth, overlæge Steffen Offersen Glismann & overlæge Kåre Mølbak

### STATUSARTIKEL

Statens Serum Institut,  
Epidemiologisk Afdeling

Gennemsnitstemperaturen i verden er steget med 0,74° C i løbet af de seneste 100 år, og havniveauet er steget 1,8 mm pr. år siden 1961. Der er konsensus – bl.a. fra FN's Internationale Klimapanel – om at disse klimaforandringer, som også vil medføre mere ekstreme vejrforhold, er forårsaget af forbrug af fossile brændstoffer. Disse klimaforandringer forudses at kunne få nogen betydning for den fremtidige forekomst af smitsomme sygdomme i Danmark, men vil formentlig få større betydning globalt. Der findes flere rapporter, i hvilke man detaljeret redegør for de data, der ligger til grund for disse vurderinger [1-4].

Det må understreges, at der er mange forhold af betydning for det fremtidige spektrum af infektioner. Her kan fremhæves øget international handel med fødevarer og dyr, ændrede demografiske forhold med flere ældre borgere, et stigende antal personer med kroniske sygdomme, øget forekomst af resistente bakterier, øget pres på sundhedsvæsenet samt natur- og menneskeskabte katastrofer. Ligeledes vil den

øgede rejseaktivitet medføre risiko for en hurtigere og mere udbredt smittespredning. Et øget befolkningstal indebærer en øget urbanisering, hvor befolkningen lever tæt sammen under ofte dårlige hygiejniske forhold; dels et øget pres på naturressurser, hvor inddragelse af nye områder til beboelse medfører højere risiko for introduktion af nye sygdomme. De nævnte forhold har en indbyrdes afhængighed, som medfører, at klimaforandringer og smitsomme sygdomme ikke kan betragtes isoleret.

### DE VIGTIGSTE FORVENTEDE ÆNDRINGER I FOREKOMST AF SMITSOMME SYGDOMME

#### Sygdomme der overføres med insekter (»vektorbårne«)

En del smitsomme sygdomme overføres fra dyr til mennesker eller mellem mennesker af insekter. Da insekter er koldblodede (ektoterme), er de særdeles følsomme for klimatiske faktorer, og som beskrevet i andetsteds [5] forventes det, at ændringer i klimaet vil få betydning for forekomsten af disse sygdomme.

#### Sygdomme, der overføres med gnavere

Gnavere kan fungere som reservoir for smitsomme sygdomme, hvilket f.eks. kan ses for Hantavirus, som smitter efter inhalation af aerosoler fra ekskretter fra inficerede gnavere. Den hyppigste Hantavirus i Europa er formentlig Puumalavirus, som er årsag til nephropatia epidemica; en i reglen mild form for blødningsfeber med nyrepåvirkning. Incidensen af nephropatia epidemica hænger sammen med forekomsten af rødmus, og der er i de senere år set stigninger i hyppigheden af Puumulavirusinfektioner i dele af Centraleuropa og Skandinavien [6, 7]. Det er delvist et åbent spørgsmål, hvorvidt disse ændringer kan tilskrives klimaforandringer, men problemstillingen er et godt eksempel på de forsknings- og overvåg-



### FAKTABOKS

#### De vigtigste forventede ændringer som følge af klimaforandringer

Forøget forekomst af:

Vektorbårne sygdomme såsom borreliose, tick-borne encephalitis, West Nile fever, Kongo-Krim-blødningsfeber, leishmaniasis og denguefeber.

Sygdomme, der overføres med gnavere, såsom Hantavirus-infektion.

Vandrelaterede infektioner som mikrobiologiske forureninger af drikkevand, havbakterierinfektioner som *Vibrio vulnificus* og leptospirose.

Fødevarerbårne infektioner som *Salmonella*, *Campylobacter* og verocytotoksin-producerende *Escherichia coli*.

ningsspørgsmål, der kommer i kølvandet på klimaforandringerne [8]. I Danmark er Hantavirusinfektioner især beskrevet fra Fyn [9].

Gnavere kan også fungere som værter for insektvektorer som lopper eller lus. F.eks. spredes *Yersinia pestis* – pestbakterien – af lopper, der lever på bl.a. den sorte rotte. Pest findes ikke i Europa, hverken hos mennesker eller rotter. Pesttilfælde ses jævnligt i Centralasien. Klimaforandringer øger risikoen for udbrud af pest i Centralasien og i Østeuropa, idet det er vist, at en temperaturøgning på bare 1° C øger forekomsten af *Yersinia pestis* med 50% på værten [10]. Samlet set kan klimaforandringer føre til en forøget bestand og udvidet geografisk udbredelse af gnavere, hvilket kan være et forvarsel om mulighed for udbrud af gnaverrelaterede sygdomme.

#### Vandrelaterede infektioner

Vandrelaterede infektioner er sygdomme, der overføres med drikkevand og i forbindelse med kontakt til badevand eller andet overfladevand. Ved længere perioder med varmt havvand vil en øget forekomst af visse havbakterier som *Vibrio vulnificus* udgøre en infektionsrisiko især for immunsupprimerede, oftest via sår og andre hudlæsioner hos fiskere og badende. I den varme sommer 2006 blev der rapporteret om infektioner med havbakterier fra flere lande, herunder Danmark [11, 12].

Weils sygdom (leptospirose) er et eksempel på en sygdom, der kan overføres fra rotter og andre dyr til mennesker. Smitten sker i reglen i vand gennem rottens eller andre værtdyrs urin. Det er i særdeleshed personer med erhvervsmæssig eksponering som f.eks. ansatte i dambrug, skovbrug, kloakarbejdere og lignende, som er i risiko for leptospirose, men i de senere år er der også set tilfælde blandt fritidsfiskere og kano- og kajakraere i danske vandløb. Udbrud er også beskrevet blandt hjemvendte fra eksotiske rejsemål, der havde ferskvandskontakt, f.eks. under *river rafting*. Da forekomsten af leptospirabakterier er stærkt temperaturafhængig, kunne temperaturstigninger bidrage til en stigning i antallet af tilfælde af leptospirose. Ved oversvømmelser kan rotter blive drevet op af kloakkerne, og dermed kan mennesker lettere eksponeres.

Legionellabakterier lever i ferskvand og andre våde eller fugtige miljøer og formerer sig bedst i vand med en temperatur på mellem 25° og 45° C. Smitten sker hyppigst ved indånding af vand skyer (aerosoler), som er forurenede med *Legionella species*. Ud over brugsvandsforsyning kan smitte ske gennem køletårne eller airconditionanlæg. En stigende anvendelse af køleanlæg eller andet aerosolgenererende udstyr kan øge risikoen for legionellainfektioner.



Rødmus

Øget forekomst af episoder med ekstremt vejr vil øge faren for oversvømmelser og overløb fra kloaker. Dermed kan borgerne blive udsat for smitte enten gennem direkte kontakt med smitstoffer i kloakvand eller gennem drikkevandet, såfremt dette forurenes under sådanne episoder. Der er næppe nogen tvivl om, at den øgede forekomst af skybrud og andet ekstremt vejr vil udgøre en udfordring i forhold til sikre borgernes adgang til rent drikkevand.

#### Fødevarerborne infektioner

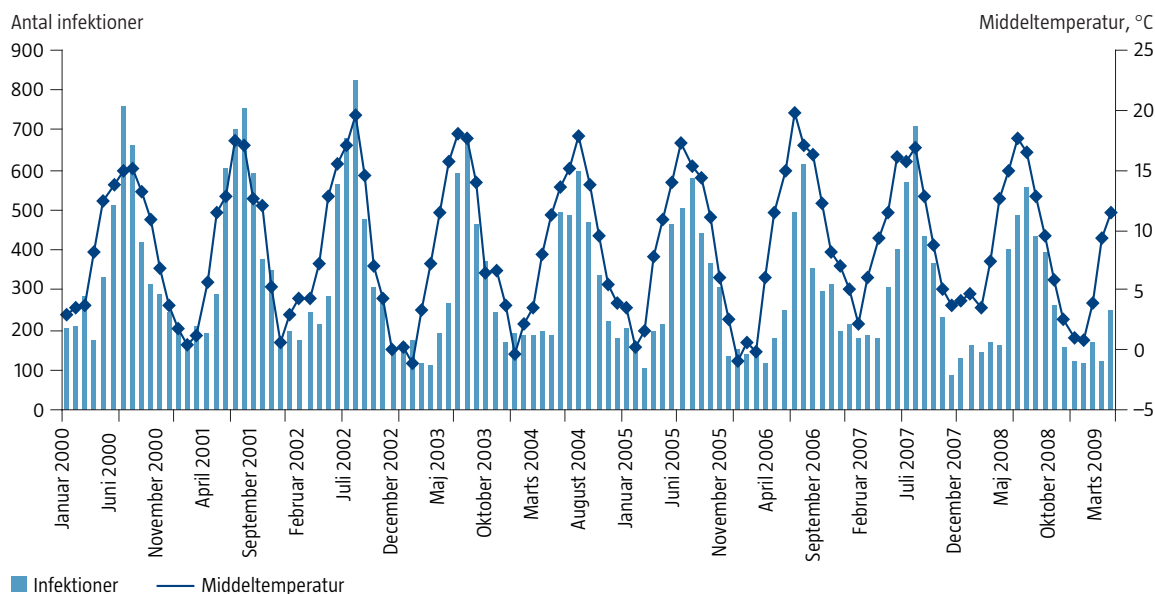
De fleste fødevarerborne infektioner som *Salmonella* [13], *Campylobacter* [14] og verocytotoksin-producerende *Escherichia coli* (VTEC) som *E. coli* O157 har en markant årstidsvariation. Det er beskrevet, at antallet af salmonellaanmeldelser øges med 5-10% for hver 1° C temperaturstigning over 5° C [13]. For *Campylobacter* (Figur 1) er det vist, at forekomsten i både slagtekyllinger og mennesker er tæt korreleret til forhold som temperatur, sollys og fugtighed. Der er flere mulige forklaringer på disse forhold, herunder introduktion af bakterier i produktionsanlæg via insekter især i varme perioder [15]. Samlet set betyder disse klimaafhængigheder, at indsatsen for at forebygge fødevarerborne infektioner skal styrkes for at sikre forbrugeren fremover.

#### Positive effekter

Et varmere klima kan også have positive sundhedsmæssige konsekvenser, f.eks. at man opholder sig udendørs en større del af året. Hvis børnene og personalet i daginstitutioner opholder sig mere udendørs, må der forventes mindre spredning af smitsomme sygdomme, især luftvejsinfektioner som f.eks. influ-

FIGUR 1

*Campylobacter*-infektioner og middeltemperatur pr. måned i Danmark, januar 2000-maj 2009.



enza. Der er tiltagende evidens for en række gavnlige effekter af D-vitamin, herunder effekt på immunforsvaret. Såfremt borgerne opholder sig mere udendørs i sollys vil dette have en positiv effekt på D-vitamin; denne effekt skal vejes mod de mulige risici, der er forbundet med UV stråling [16].

### Handlemuligheder

Det er vigtigt at fastholde overvågning af infektionssygdomme og udbrudskontrol samt sikre et fortsat velfungerende samarbejde mellem fødevarer- og sundhedsmyndigheder og institutioner for at styrke fødevarerikkerheden. I samarbejde med biologer og andre bør vi kortlægge forekomsten af sygdomsfremkaldende vektorer og deres kapacitet til at overføre sygdomme. Da der er mange huller i vores viden, er det afgørende at styrke forskningen på området.

Det er nødvendigt at sikre god hygiejne ved brug af klimaanlæg, spabade og andre vandsystemer for at kontrollere udbredelsen af legionella. Rottebekæmpelse og anvendelse af personlige værnemidler i dambrug og kloakker er vigtig. I relation til drikkevandet kan det vurderes, om kommunernes eksisterende kontrol med vandkilder for bakterier er tilstrækkelig, ligesom der skal være et tilstrækkeligt beredskab hos myndighederne til information af befolkningen i tilfælde af forurening af drikkevand eller rekreativt vand.

I forbindelse med infektionsrisici ved fiskeri og ved badning må relevante myndigheder sørge for nødvendig overvågning og information. Det har ikke

været muligt at udvikle et brugbart varslingsystem for *Vibrio vulnificus* i Danmark med henblik på risiko ved badning. Endvidere har det ikke været muligt at finde et tilsvarende og anvendeligt varslingsystem andre steder i verden. Det anbefales derfor, at læger informerer patienter med svækket immunforsvar om, at der er en vis, omend meget lidt øget, risiko ved at bade, når vandtemperaturen i en uges tid har været  $> 15^{\circ}\text{C}$  i områder med lavt saltindhold, som f.eks. Østersøen, mindre bugter og fjorde, eller  $> 20^{\circ}\text{C}$  i resten af landet [12].

Da klimaforandringernes effekt på de smitsomme sygdomme udvikler sig relativt langsomt, har et moderne industrialiseret land som Danmark gode muligheder for at tilpasse sig de forventede ændringer. Dermed vil konsekvenserne for folkesundheden – samlet set – formentlig blive ret begrænsede. For ressourcetsvage lande kan klimaændringerne – tilsammen med de andre nævnte faktorer – få mere betydelige konsekvenser for sygelighed og dødelighed.

**KORRESPONDANCE:** Kåre Mølbak, Statens Serum Institut, Epidemiologisk Afdeling, DK-2300 København S. E-mail: krm@ssi.dk

**ANTAGET:** 27. august 2009

**INTERESSEKONFLIKTER:** Ingen

### LITTERATUR

1. Semenza JC, Menne B. Climate change and infectious diseases in Europe. *Lancet Infect Dis* 2009;9:365-75.
2. Confalonieri U, Menne B, Akhtar KL et al. Climate change 2007: impacts, adaptation and vulnerability. England: Cambridge University Press, 2007:391-431.
3. Meeting Report, WORKSHOP on Environmental change and infectious disease, Stockholm, 29-30 March 2007. [http://ecdc.europa.eu/en/files/pdf/Publications/Environmental\\_change\\_and\\_infectious\\_disease.pdf](http://ecdc.europa.eu/en/files/pdf/Publications/Environmental_change_and_infectious_disease.pdf). (25. juni 2009).
4. Using climate to predict infectious disease epidemics. <http://www.who.int/globalchange/publications/infectdiseases/en/index.html> (25. juni 2009).

- Bygbjerg IC, Schiøler KL, Konradsen F. Klima og vektorbårne sygdomme. Ugeskr Læger 2009;171:3175-8.
- Petterson L, Boman J, Juto P et al. Outbreak of Puumala virus infection, Sweden. Emerg Infect Dis 2008;14:808-10.
- Olsson GE, Hjetqvist M, Lundkvist Å et al. Predicting high risk for human hantavirus infections, Sweden. Emerg Infect Dis 2009;15:104-6.
- Klempa B. Hantavirus and climate change. Clin Microbiol Infect 2009;15:518-23.
- Sironen T, Plyusnina A, Andersen HK et al. Distribution of Puumala hantavirus in Denmark: analysis of bank voles (*Clethrionomys glareolus*) from Fyn and Jutland. Vector Borne Zoonotic Dis 2002;2:37-45.
- Stenseth NC, Samia NI, Viljugrein H et al. Plague dynamics are driven by climate variation. Proc Natl Acad Sci U S A 2006;103:13110-5.
- Holt H, Christensen JJ, Bruun B, Glismann S. Infektioner med havbakterier. EPINYT 26-32/2006. <http://www.ssi.dk/sw43353.asp> (24. juli 2009).
- Badevandsinfektioner og havbakterier. EPI-NYT 18-19/2008. <http://www.ssi.dk/sw56786.asp> (24. juli 2009).
- Kovats RS, Edwards SJ, Hajat S et al. The effect of temperature on food poisoning: a time-series analysis of salmonellosis in ten European countries. Epidemiol Infect 2004;132:443-53.
- Kovats RS, Edwards SJ, Charron D et al. Climate variability and campylobacter infection: an international study. Int J Biometeorol 2005;49:207-14.
- Hald B, Skovgård H, Pedersen K et al. Influxed insects as vectors for Campylobacter jejuni and Campylobacter coli in Danish broiler houses. Poult Sci 2008;87:1428-34.
- Reichrath J. The challenge resulting from positive and negative effects of sunlight: how much solar UV exposure is appropriate to balance between risks of vitamin D deficiency and skin cancer? Prog Biophys Mol Biol 2006;92:9-16.

# Klimaforandringer, fødevarerproduktion og human sundhed

Professor Ole Færgeman & professor Lars Østergaard

Verdens mange former for landbrug tegner sig for størstedelen af verdens fødevarerproduktion, og de tegner sig for en betydelig andel af verdens udledning af drivhusgasser. En væsentlig del heraf skyldes produktion af husdyr, som derfor er central i overvejelserne af mulighederne for at modvirke klimaforandringer. Endvidere er landbruget – ikke mindst husdyrproduktionen – på en række områder af betydning for human sundhed og sygdom. Der er således et komplekst samspil mellem landbrug, klima, sygdom og sundhed, som vi i denne artikel forsøger at skitsere.

Landbrugets indvirkning på det globale klima er beskrevet af bl.a. FN's klimapanel (IPCC) [1], og af FN's landbrugsorganisation (FAO) [2]. Den direkte udledning af drivhusgasser fra landbrug udgør 10-12% af menneskers samlede udledning, men når der tages hensyn til bl.a. fremstilling af kunstgødning, transport og ændret anvendelse af arealer, stiger andelen til 17-32% [3].

Ifølge FAO tegner husdyrproduktionen sig alene for 18% af menneskers udledning af drivhusgasser [2]. En fjerdedel heraf skyldes metan fra bl.a. drøvtyggere, en fjerdedel skyldes dinitrogenoxid fra gødning, og en tredjedel skyldes omlægning af skov, brakarealer m.m. til jorde til græsning eller produktion af foder. Produktionen af husdyr forventes at stige betydeligt i takt med stigende gennemsnitlig økonomisk velstand, især i østasiatiske lande, men også i de i forvejen velstående lande. Velstand er ulige fordelt, og den årlige forsyning med kød varie-

rer betydeligt. I Indien er den eksempelvis 5 kg/capita, mens den i USA er 125 kg/capita [2, 4]. Danmark ligger dog øverst med en kødforsyning på 146 kg/capita, ligesom den danske kødproduktion pr. indbygger er verdens højeste (398 kg/capita) [5].

Kød og mælk kan dække en betydelig del af behovet for protein, fedt og visse mikronæringsstoffer, eksempelvis jern (kød) og calcium (mælk), og i lande med udbredt underernæring kan et større indtag af animalske produkter være velbegrunderet. I en diskussion af husdyrproduktionens betydning for klimaforandringer har *McMichael* og medarbejdere således argumenteret for en politik for indtag af kød, som indebærer *contraction and convergence*, dvs. at kødindtag tilstræbes reduceret i velstillede lande (*contraction*) og øget i lande, hvor underernæring er udbredt, således at kødforbruget i forskellige lande nærmer sig hinanden (*convergence*) [4].

Husdyr er forbundet med en række sygdomme hos mennesker. De kan inddeles i sygdomme, der har med animalske produkters ernæringsmæssige betydning at gøre, og sygdomme, som har med produktionsmetoderne at gøre. Fortegnelsen nedenfor er eksemplificerende, ikke udtømmende.

## ERNÆRING: SYGDOMME DER ER FORBUNDET MED INDTAG AF FØDEVARER

Forholdet mellem indtag af animalske produkter på den ene side og kardiovaskulær sygdom, diabetes og kræft på den anden side er mere indviklet end antaget for kun få år siden. Indtag af fede mælkeproduk-

## STATUSARTIKEL

Århus Universitets-hospital, Århus Sygehus, Medicinsk Kardiologisk Afdeling A, og Århus Universitets-hospital, Skejby, Infektionsmedicinsk Afdeling Q