

## **West Nile virus i Sverige**

Har risken för spridning ökat efter fynd av  
Nilfebersmyggan?

### **West Nile virus in Sweden**

Has the risk of spread to Sweden increased due to the  
finding of the mosquito *Culex modestus*?



Foto: Daniela Larsson

*Daniela Larsson*

*Uppsala  
2019*



# West Nile virus i Sverige

Har risken för spridning ökat efter fynd av Nilfebersmyggan?

## West Nile virus in Sweden

Has the risk of spread to Sweden increased due to the finding of the mosquito *Culex modestus*?

*Daniela Larsson*

**Handledare:** *Hanna Sassner, Sveriges lantbruksuniversitet,  
Institutionen för Husdjurens miljö och hälsa*

**Examinator:** *Maria Löfgren, Sveriges lantbruksuniversitet,  
Institutionen för biomedicin och veterinär  
folkhälsovetenskap*

**Omfattning:** 15 hp

**Nivå och fördjupning:** Grundnivå, G2E

**Kurstitel:** *Självständigt arbete i veterinärmedicin*

**Kursansvarig institution:** *Institutionen för biomedicin och veterinär folkhälsovetenskap*

**Kurskod:** EX0862

**Program/utbildning:** *Veterinärprogrammet*

**Utgivningsort:** *Uppsala*

**Utgivningsår:** 2019

**Elektronisk publicering:** *<http://stud.epsilon.slu.se>*

**Nyckelord:** *West Nile fever, WNV, Culex modestus, häst, människa*

**Key words:** *West Nile fever, WNV, Culex modestus, horse, human*



## INNEHÅLLSFÖRTECKNING

Sammanfattning .....	1
Summary .....	2
Inledning .....	3
Material och metoder .....	3
Litteraturoversikt.....	4
West Nile virus och dess transmission .....	4
<i>Vektorer</i> .....	5
<i>Reservoarer</i> .....	5
<i>Mottagliga djur</i> .....	6
Sjukdomen .....	6
<i>Häst</i> .....	6
<i>Symtom</i> .....	6
<i>Behandling och profylax</i> .....	7
<i>Människa</i> .....	7
<i>Symtom</i> .....	7
<i>Behandling och profylax</i> .....	7
Utbredning.....	7
<i>West Nile fever historiskt</i> .....	7
<i>Vektorer som kan sprida WNV i Sverige</i> .....	8
<i>Sydlig och nordlig husmygga (Culex pipiens/torrentium)</i> .....	8
<i>Tunnelbanemyggan (Culex pipiens biotyp molestus)</i> .....	8
<i>Nilfebersmyggan (Culex modestus)</i> .....	9
<i>Klimatets betydelse för ökad utbredning av viruset</i> .....	9
<i>Övervakning i Sverige</i> .....	9
Diskussion.....	11
Konsekvenser om West Nile virus blir enzootiskt i Sverige .....	11
Risken för spridning av WNV i Sverige.....	12
Övervakning .....	13
Slutsats.....	14
Litteraturförteckning .....	15



## SAMMANFATTNING

Virus är en vanlig orsak till sjukdomar världen över. West Nile virus sprids med myggor och orsakar sjukdomen West Nile feber hos bland annat människor och hästar. Sjukdomen kan ha allvarliga konsekvenser med neurologiska symtom och ibland dödlig utgång.

Viruset upptäcktes ursprungligen i Uganda 1937 men har fått en omfattande spridning. Den senaste tiden har man i Europa sett att viruset sprider sig längre norrut, med sjukdoms- och dödsfall hos både människor och hästar. Ingen behandling finns i dagsläget. Viruset sprids främst med arter inom släktet *Culex*. I Europa är Nilfebersmyggan (*Culex (Cx.) modestus*) en av de huvudsakliga arterna som sprider viruset till hästar och människor. Denna upptäcktes för första gången i Sverige år 2016. En anledning till den ökade spridningen tros vara klimatförändringar med en varmare temperatur som följd, då spridning av viruset samt vektorerna som sprider detta gynnas av varmare klimat och ökad nederbörd. Denna litteraturgenomgång fokuserar på huruvida upptäckten av *Cx. modestus* innebär att det finns en ökad risk för inträde och spridning av West Nile virus i Sverige och vilka andra faktorer som skulle kunna möjliggöra detta.

Spridningen sker främst mellan fåglar och myggarter som föredrar just fåglar, exempelvis *Cx. pipiens* som finns i Sverige. I Sverige finns även *Cx. torrentium*, en myggart som man idag inte vet om den spelar en faktisk roll i spridningen, men som man i experimentella studier sett kan sprida viruset. Vissa myggarter, så som Nilfebersmyggan, är opportunistiska i sitt födobeteende och tar chansen till måltid hos även andra djur än fåglar, exempelvis hästar och människor. På detta sätt kan även dessa smittas av viruset, men de utvecklar inte tillräckligt höga virusnivåer i blodet för att smittan ska kunna spridas vidare med myggor. En typ av *Cx. pipiens*, Tunnelbanemyggan (*Cx. pipiens* biotyp *molestus*), är precis som Nilfebersmyggan opportunist och kan genom stick smitta människor och hästar om den är bärare av viruset. Även denna finns i Sverige.

För att en spridning ska kunna ske i ett område krävs det, förutom lämpliga myggarter, att det finns en fågelpopulation som kan vara bärare av viruset. I Sverige finns det fåglar som är lämpliga bärare och man har dessutom detekterat antikroppar i flyttfåglar som häckar i Sverige. Efter att Nilfebersmyggan hittades kan det konstateras att det i Sverige nu, tillsammans med tidigare fynd av Tunnelbanemyggan, finns de nödvändiga vektorer som skulle krävas för spridning till hästar och människor.

Om viruset skulle komma till Sverige blir konsekvenserna för de som drabbas allvarliga. Troligtvis har inte fyndet av Nilfebersmyggan i sig lett till en större risk för spridning av West Nile viruset. Däremot skulle dess förekomst, i händelse av att viruset skulle få fäste i fågelpopulationen i Sverige, kunna öka risken för spridning till hästar och människor. Detta är något som behöver tas på allvar, även om det inte är säkert att viruset skulle kunna spridas i Sveriges kalla klimat. Med en ökande global temperatur skulle detta i framtiden kunna förändras och vi skulle kunna få se utbrott av West Nile feber även i Sverige.

## SUMMARY

Virus is a common cause of diseases in live organisms. West Nile virus is spread by mosquitos and causes West Nile fever, that affects both humans and horses. The disease may lead to serious, sometimes fatal consequences including neurological symptoms.

The virus origins in Uganda and was detected for the first time in 1937. During the last decades the virus has spread northwards in Europe with an increased number of cases and deaths in both human and horses following. No treatment is available today. The virus is mainly spread by mosquitos of the genus *Culex*. In Europe, one of the main distributors of the virus to horses and humans is *Cx. modestus*. *Cx. modestus* was discovered in Sweden for the first time in 2016. One reason for the increase in spread is thought to be an elevated temperature and a higher precipitation due to climate changes. This review focus on whether the finding of *Cx. modestus* means that there is an increased risk that West Nile virus will spread in Sweden. The review also deals with other factors that would make the spread possible.

The virus is mainly spread between birds and mosquitos that prefer to feed on birds, for example *Cx. pipiens*. This species exist in Sweden, as does *Cx. torrentium* which has been proved experimentally to be able to spread the virus. Some species of mosquitos show a more opportunistic feeding behavior and feed not just only on birds but also on horses and humans. If the mosquito is infected with the virus they can infect the horse or human when they feed.

Except for the mosquitos that can spread the virus, there must be a population of birds that can carry the virus and infect the mosquitos that feed on them. In Sweden there are species of birds with the right qualities to host the virus. After the finding of the *Cx. modestus* in 2016 Sweden hosts the necessary vectors to infect humans and horses.

If the virus was to reach Sweden, the consequences would be serious. Most likely, the finding of *Cx. modestus* hasn't increased the risk of spread of West Nile virus to Sweden. If the virus however did reach Sweden and started to spread by the birds the *Cx. modestus* could increase the risk of infection to horses and humans.

Even though it's not certain that the virus will be able to spread in the cold climate of Sweden, the presence of the vectors should be taken seriously. The changing climate may lead to higher temperatures which would possibly favor a spread of the West Nile virus in Sweden.



## INLEDNING

Virus är en vanlig orsak till sjukdomar, som kan drabba alla levande organismer (Nationalencyklopedin, 1996). West Nile virus (WNV) är ett virus sprids med vektorer mellan värddjur. Vektorerna utgörs av myggor medan värdarna huvudsakligen är fåglar. Spridningen är främst centrerad till denna sylvatiska spridningscykel, det vill säga spridning mellan vilda djur (Leggewie *et al.*, 2016). Dock kan myggarter som uppvisar ett mer opportunistiskt födobeteende, vilket innebär att de även tar chansen till föda hos andra djur än fåglar, leda till att viruset sprids till oavsiktliga värdar som i sin tur inte kan sprida viruset vidare (Vogels *et al.*, 2017). Människor och däggdjur är exempel på sådana värdar, men av däggdjuren är det främst hästar som drabbas (David & Abraham, 2016).

Sjukdomen som viruset orsakar kallas West Nile feber och har inte något svenskt namn i dagsläget (Folkhälsomyndigheten, 2013). I vissa fall är infektionen symtomfri och läker ut självmant och obemärkt. I andra fall får den smittade lindriga symtom så som feber och muskelsmärta. I en del av fallen kan neurologiska symtom ses och i värsta fall är utgången dödlig. Ingen behandling finns, och för människa saknas idag ett vaccin mot sjukdomen, medan det för hästar finns ett fungerande sådant. (Statens Veterinärmedicinska Anstalt, 2018; Folkhälsomyndigheten, 2013).

Viruset identifierades ursprungligen i Uganda, år 1937. Det har sedan dess fått en omfattande spridning världen över, särskilt i Europa (Angenvoort *et al.*, 2013). Viruset finns inte i Sverige idag (Folkhälsomyndigheten, 2013), men man har den senaste tiden sett en ökad frekvens av fall hos både hästar och människor, samt en ökad utbredning norrut (Angenvoort *et al.*, 2013). År 2016 upptäcktes för första gången Nilfebersmyggan *Culex modestus* i Sverige, vilket var i Simrishamn i Skåne. Sommaren därefter upptäcktes den även i Falsterbo i Skåne. Denna art tros vara en av de huvudsakliga vektorerna i Europa, när det kommer till att sprida WNV mellan den sylvatiska spridningscykeln och de oavsiktliga värdarna så som hästar och människor (Lindström & Lilja, 2018). Ett förändrat klimat med varmare temperaturer tros vara en anledning till att man ser en ökad utbredning av de spridande vektorerna norrut tillsammans med en ökad frekvens av sjukdomsfall, vilket skulle kunna leda till ett annat smittläge gällande West Nile feber i framtiden (Paz, 2015).

Fyndet av Nilfebersmyggan i Sverige leder mig in på frågeställningen om detta innebär en ökad risk för att West Nile virus kan börja spridas hos hästar och människor i Sverige. Om vektorn finns här, vad krävs mer för att viruset ska komma till Sverige och bli enzootiskt här? Hur ser övervakningen och beredskapen ut i Sverige idag?

## MATERIAL OCH METODER

För att göra den här litteraturgenomgången har jag använt mig av databaserna Google Scholar, Pubmed och SLU-biblioteks söktjänst Primo. Jag har använt sökorden: *WNV, West Nile virus, transmission, host, human, horse, Europe, Sweden, West nile fever virus, horse treatment* och *migrating birds*, i olika kombinationer. Personlig kontakt med Anders Lindström (Statens veterinärmedicinska anstalt) har också använts för informationsinhämtning.

Fokus har legat på vad fyndet av den nyligen upptäckta Nilfebersmyggan (*Cx. modestus*) innebär angående risken för spridning av West Nile virus till och i Sverige. För att kunna bedöma det har smittvägar, andra vektorer, reservoarer för viruset, klimatfaktorers påverkan för spridningen och vikten av övervakning studerats.

Arbetet har avgränsats genom att inte gå så djupt in på virusets funktion eller hur spridningen och egenskaper hos de olika stammarna/linjerna skiljer. Inte heller behandlar det övervakningsmetoder som används i olika länder, utan fokus har lagts på vikten av att bedriva ett övervakningsarbete.

## LITTERATURÖVERSIKT

Virus kan spridas på olika sätt i olika miljöer. En del virus är så kallade zoonotiska virus, vilket innebär att de kan spridas mellan människor och djur. När en sjukdom sprids naturligt mellan vilda djur och en vektor sprids den i en sylvatisk cykel. Ordet användas ibland synonymt med enzootisk spridning (Go *et al.*, 2014), vilket också definieras som att en sjukdom är närvarande hos en begränsad grupp djur i ett begränsat område (Black's Veterinary Dictionary, 1995). I den här översikten används termen sylvatisk när spridningen mellan vilda djur och vektorer åsyftas, och enzootisk när det beskrivs att smittämnet fått fäste i en viss grupp av djur eller i ett geografiskt område.

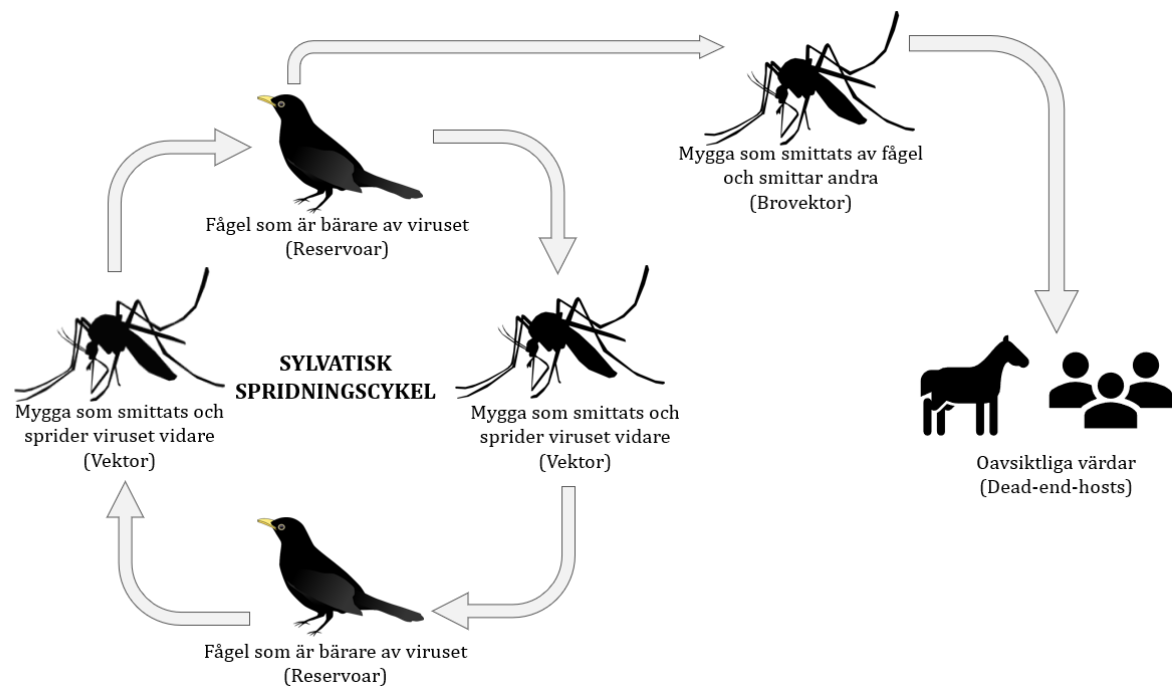
### West Nile virus och dess transmission

West Nile Virus (WNV) tillhör genus *Flavivirus*, familj *Flaviviridae*. Många virus i familjen är så kallade arbovirus. Arbovirus är virus som sprids mellan ryggradsdjur med hjälp av artropoder, d.v.s. leddjur (Quinn *et al.*, 2011). Genomsekvansanalyser har visat att viruset är mycket anpassningsbart till nya ekologiska förutsättningar genom mutationer (Rizzoli *et al.*, 2015).

Virusreplikationen sker i cytoplasman och inkapslas därefter av ett proteinmembran som bildas av det endoplasmatiska retiklet. När den omogna viruspartikeln har mognat utsöndras den ur cellen med hjälp av exocytos (David & Abraham, 2016). Smittade myggor sprider viruset när de intar blod då viruset hos myggan finns i spottkörtlarna (Castillo-Olivares & Wood, 2004).

Viruset cirkulerar i en sylvatisk livscykel, vilket innebär att den har en naturlig spridningscykel mellan vilda djur. WNV sprids mellan flertalet fågelarter och ornitofila myggor, d.v.s. myggor som föredrar att inta blodmål från fåglar (Leggewie *et al.*, 2016). I honliga myggor med höga nivåer av virus kan viruset spridas vertikalt till avkomman. Man tror också att *Cx. spp.* kan verka som en övervintrande värd (David & Abraham, 2016). I varmare områden är viruset aktivt hela året, medan det i områden med lägre temperaturer följer vektorernas säsong (Ostlund *et al.*, 2000).

För att viruset ska spridas i en större omfattning i ett område krävs en kombination reservoarer och vektorer som har de egenskaper som behövs för att möjliggöra en effektiv spridning (Castillo-Olivares & Wood, 2004). En reservoar är ett djur som kan agera bärare av viruset och är den främsta källan av viruset (Go *et al.*, 2014). En vektor är en organism som kan överföra ett smittämne från en organism till en annan (Nationalencyklopedin, 1996). För en effektiv spridning måste reservoaren kunna smittas, utveckla en tillräckligt hög viremi samt behålla den under en tillräckligt lång tid för att en vektor ska kunna inta blodmål från den. Dessutom måste både vektorn och reservoaren finnas i en tillräckligt hög omfattning (Castillo-Olivares & Wood, 2004). En vektor som kan sprida ett smittämne till en annan värd än den ursprungliga kallas brovektor. I detta fall sprider brovektorn smittämnet till värdar som refereras till som "dead-end-host" då denne inte kan sprida viruset vidare (Go *et al.*, 2014). För illustration se Figur 1.



Figur 1

### Spridning av West Nile virus.

Viruset sprids mellan fåglar (reservoarer) med hjälp av myggor (vektorer). Vissa myggarter som kan sprida viruset suger även blod från andra djur och kan då smitta dessa. Vanligtvis kan vidare spridning från dessa djur ej ske. Dessa refereras därför till som "dead-end-hosts".

Figur: Daniela Larsson. Bilderna omfattas av Creative Commons.

### Vektorer

WNV kan spridas med flera myggarter, främst med arter i släktet *Culex* (*Cx.*) (Castillo-Olivares & Wood, 2004). I Europa är det främst *Cx. pipiens* (Sydlig husmygga), och *Cx. modestus* (Nilfebersmygga) som agerar vektor för WNV (European Centre for Disease Prevention and Control, 2018b).

*Cx. pipiens* innefattar två biotyper: *Cx. pipiens molestus* och *Cx. pipiens pipiens* (European Centre for Disease Prevention and Control, 2018b). De båda biotyperna har olika födobeteenden. Biotypen *pipiens* har en preferens för fåglar och är därför viktig för den sylvatiska spridningscykeln. Biotypen *molestus* tros spela en större roll som brovektor mellan fåglar och andra djur, på grund av det mer opportunistiska födobeteendet (Vogels *et al.*, 2017). *Cx. modestus* har även den ett opportunistiskt födobeteende, vilket gör den en av de huvudsakliga brovektorerna (Lindström & Lilja, 2018).

Även *Cx. torrentium* (Nordlig husmygga) är en potentiell värd för WNV då den föredrar att inta sina blodmål från fåglar (Leggiewie *et al.*, 2016). Man vet dock inte om den idag har en faktisk roll som spridare (Hesson *et al.*, 2015), men har i en studie av Leggiewie *et al.*, (2016) visat att den är mottaglig för infektion och en effektiv utsöndrare av viruset.

### Reservoarer

Vilda fåglar är viktiga reservoarer av viruset genom att vara effektiva amplifierare och ha förmåga att utveckla så höga nivåer virus i blodet att myggor smittas via blodmål. Många arter av fåglar har setts agera reservoar, exempelvis Kråka, Stare, Duva, Fasan m.fl. (David & Abraham, 2016). Enligt Pérez-

Ramírez *et al.*, (2014) är exempelvis fåglar i familjen Kråkfåglar (*Corvidae*), Finkar (*Fringillidae*) och Sparvfinkar (*Passeridae*) speciellt kompetenta värdar. Dessa fåglar tillhör ordningen Tättingar (*Passeriformes*). I Italien har man i en studie sett att Skata (*Pica pica*) samt Koltrast (*Turdus merula*) föredras av *Cx. pipiens* (Vogels *et al.*, 2017). Alla dessa exempel är arter som förekommer i Sverige, både som stann- och flyttfåglar (Jonsson, 1992). Hos en del fågelarter kan en infektion orsaka sjukdom och dödlighet (Pérez-Ramírez *et al.*, 2014).

Rappole *et al.*, (2000) redogör för teorier angående varför migrerande fåglar associeras med spridning av WNV till nya områden. Dessa teorier innefattar det faktum att utbrott i varma områden ofta sker i slutet av sommaren och tidig höst när antalet flyttfåglar som ankommer till området ökar, samt att utbrott ofta sker i områden där flyttfåglar kommer i kontakt med ornitofila mygg. I en studie av Owen *et al.*, (2006) har man genom att experimentellt infektera två arter av flyttfåglar, tittat på om deras flyttbeteende förändras när de infekteras. För dessa arter drogs slutsatsen att de kan agera som spridare över ett större område då infektion inte ledde till minskat migrationsbeteende. De anser dock att fler studier inklusive fältstudier behövs för att det ska vara möjligt att dra några säkra slutsatser kring för spridning av WNV med flyttfåglar.

### **Mottagliga djur**

Många vertebrater är mottagliga för viruset. Enligt Chancey *et al.*, (2015) kan ett 30-tal andra ryggradsdjur smittas, men inte alla utvecklar sjukdom eller tillräcklig viremi för att sprida viruset till tidigare osmittade myggor. Kompetenta värdar för att kunna sprida viruset till myggor finns nästan bara bland fågelarter (Pérez-Ramírez *et al.*, 2014). Hästar och människor är båda mottagliga för viruset och kan insjukna, men utvecklar inte tillräckligt höga nivåer av virus i blodet för att sprida sjukdomen vidare (Chancey *et al.*, 2015). De refereras därför till som "dead-end-hosts" (Castillo-Olivares & Wood, 2004).

Hästar smittas genom stick av infekterade myggor (Angenvoort *et al.*, 2013). Människor smittas även dem genom myggstick, men även andra smittvägar finns rapporterade. Viruset kan exempelvis överföras mellan människor genom organtransplantationer, blodtransfusioner eller genom bröstmjölk samt över placenta (Chancey *et al.*, 2015). Smitta kan ej ske via direktkontakt mellan människor, inte heller kan människan smittas från en smittad häst (Folkhälsomyndigheten 2013).

### **Sjukdomen**

#### **Häst**

##### *Symtom*

Inkubationstiden är mellan tre och femton dagar, men vanligen insjuknar hästarna mellan sju och tio dagar efter exponering. De flesta smittade hästar får inga symtom alternativt enbart feber. En del hästar drabbas efter feber av neurologiska symtom (Statens veterinärmedicinska anstalt, 2018). Exempel på sådana är ataxi eller paralys, oftast i bakbenen. Darningar eller ryckningar som syns i huden, samt muskelstelhet eller kramper i muskulatur förekommer också. Även vakenhetsgraden kan förändras, från dåsighet till hyperexcitation. Paralys av svalg, tunga och ansikte tillsammans med dysfagi (sväljsvårigheter) kan också uppkomma. Infektion med viruset kan vara dödlig i sig, men i många fall avlivs insjuknade hästar av djurskyddsskäl (Castillo-Olivares & Wood, 2004). Av de hästar som återhämtar sig varierar tiden med svårighetsgraden av sjukdomen, från ett par dagar till och med flera månader. Man ser insjuknande i en varierande ålder samt hos olika raser (Angenvoort *et al.*, 2013).

### **Behandling och profylax**

Ingen botande behandling finns tillgänglig. Symtomatisk behandling med elektrolyter för att motverka dehydrering tillsammans med antiinflammatorisk behandling kan lindra symtomen (Ostlund *et al.*, 2000; Angenvoort *et al.*, 2013; Castillo-Olivares & Wood, 2004). Att använda vaddering i utrymmet hästen står minskar risken för skador. Om hästen exciterar på något sätt kan man försöka minska ljud- och ljusinttryck (Angenvoort *et al.*, 2013).

För att minska risken för smitta rekommenderas att minska exponering för myggstick. Detta kan göras exempelvis genom att ha hästarna under nattetid i stall som mygg ej kommer in i (Castillo-Olivares & Wood, 2004). Användandet av insekticider och insektsavstötande medel kan minska risken för myggstick (Ostlund *et al.*, 2000).

Flertalet vacciner finns tillgängliga för hästar idag, baserade på flertalet olika mekanismer. Vaccin är den mest effektiva strategin för att förebygga sjukdom (Angenvoort *et al.*, 2013). Vaccination rekommenderas i länder där smittan förekommer (Statens Veterinärmedicinska Anstalt, 2018).

### **Människa**

#### **Symtom**

Infektionen är hos människa i de flesta fall asymtomatisk (Folkhälsomyndigheten 2018). Inkubationstiden är tre-sex dygn. Symtombilden är varierande och kan likna den som fås vid andra virusinfektioner, vilket kan försvåra diagnos. Vanliga symtom är feber, huvudvärk samt muskelvärk (Folkhälsomyndigheten 2013). Andra vanliga symtom kan vara kräkningar, illamående och trötthet (World Health Organization, 2017). Viruset kan även orsaka neuroinvasiv sjukdom så som hjärn- och hjärnhinneinflammation, men även hjärtmuskelinflammation. Andelen av smittade som drabbas av neuroinvasiv sjukdom är under 1%. Mellan 4–14% av de fall som kräver sjukhusvård leder till dödsfall. Hos äldre och immunosupprimerade kan den uppgå till 29% mortalitet (Folkhälsomyndigheten, 2018).

#### **Behandling och profylax**

Det finns i dagsläget inget vaccin eller botande behandling mot sjukdomen. Den behandling som kan ges är enbart symptomlindrande samt understödande (Folkhälsomyndigheten, 2013).

Försök att ta fram humana vacciner görs enligt Barrett (2018). I en studie av Petersen *et al.*, (2013) meddelas det att det 2013 fanns flera lovande kandidater för humana vacciner, men att det finns svårigheter när det kommer till kliniska försök på grund av att viruset oftast ger sporadiska utbrott och då på avgränsade platser. Detta medför att man har svårt att utse en försökspopulation, då man inte vet vart nästa utbrott lär ske.

För att skydda sig mot sjukdomen kan människan skydda sig mot myggstick, detta genom myggrepellerade medel, myggnät och fläktar eller luftkonditionering (Folkhälsomyndigheten, 2013).

### **Utbredning**

#### **West Nile fever historiskt**

WNV isolerades första gången i West Nile-distriktet i Uganda år 1937. Man såg därefter en spridning, främst i Afrika, mellanöstern och södra Asien. Antikroppar mot WNV detekterades för första gången i Europa år 1958, i Albanien. Det första dokumenterade utbrottet skedde 1961 i Frankrike, med neurologisk sjukdom hos både hästar och människor (Chancey *et al.*, 2015).

En omfattande och snabb spridning startade i New York City, USA år 1999 (Chancey *et al.*, 2015). Hur viruset introducerades till USA är inte helt klarlagt, men exempelvis så misstänker man smittade mygg eller fåglar (Murray *et al.*, 2010). Under utbrottet i USA smittades både hästar och människor. Många insjuknade i neurologisk sjukdom och dödsfall inträffade. År 2004 hade sjukdomen spridits till 48 delstater (David & Abraham, 2016; Chancey *et al.*, 2015). Vaccination av hästar med ett avdödat WNV-vaccin i slutet av 2002 ledde till en kraftig minskning i antalet insjuknade hästar år 2003 (Angenvoort *et al.*, 2013).

Under mitten av 1990-talet observerade man en ökad frekvens och spridning av WNV, även i Europa (Murray *et al.*, 2010). Troligen spreds viruset till Europa med flyttfåglar från norra och östra Afrika, genom mellanöstern. Teorin har stärkts genom genomsekvensanalyser av viruset (Angenvoort *et al.*, 2013). Sedan 1999 haft man haft rapportering av virus nästan varje år hos fåglar, däggdjur och människor (Barrett, 2018). Större utbrott har förekommit i Grekland, Rumänien, Ungern, Italien m.fl (Paz & Semenza, 2013).

Ökningen har gradvis fortsatt och enligt European Centre for Disease Prevention and Control (2018a) skedde år 2018 en kraftig ökning i antalet infektioner hos människor i Europa i förhållande till tidigare år. Fram till och med December 2018 rapporterades 1 503 humana fall. De flesta fallens rapporterades från Italien, därefter Grekland, Rumänien och Ungern (European Centre for Disease Prevention and Control, 2018a). Totalt sett rapporterades 181 dödsfall i EU-länder (European Centre for Disease Prevention and Control, 2018c).

Spridningen norrut innebär att viruset kommer närmre Sverige. Geografiskt närmast beläget Sverige är utbrottet som skedde i Tyskland sommaren 2018 där sex fåglar insjuknade och dog. Man tror att utbrottet är en konsekvens av den höga temperaturen under våren och sommaren. Senare under 2018 identifierades fler smittade fåglar och även två fall hos hästar, varav en med dödlig utgång och en som återhämtade sig (Ziegler *et al.*, 2019).

### **Vektorer som kan sprida WNV i Sverige**

Enligt Hesson *et al.*, (2016) identifierade den senaste undersökningen av myggor över hela Sverige tre endemiska (i ett område vanligt förekommande) arter av släktet *Culex*; *Cx. torrentium*, *Cx. pipiens* biotyp *pipiens* samt *Cx. territans*, varav de två förstnämnda är av stor relevans för spridningen av WNV.

#### **Sydlig och nordlig husmygga (*Culex pipiens/torrentium*)**

Honorna av de två arterna *Cx. torrentium* och *Cx. pipiens* är mycket morfologiskt lika och kan ej skiljas åt utan molekylär metod (Hesson *et al.*, 2015). Då det sedan 2010 finns en molekylärbiologisk metod för att skilja mellan de två arterna kunde en kartläggning av dessa två arter i Sverige göras. Man samlade och identifierade både honor och larver. Över hela landet utgjorde andelen *Cx. torrentium* 89% av larver i släktet *Culex*, medan det för vuxna honor var *Cx. pipiens* som dominerade. Andelen *Cx. pipiens* minskade desto längre norrut man sökte. Man såg att båda dessa arters habitat och distribution till stor del överlappar (Hesson *et al.*, 2011).

#### **Tunnelbanemyggan (*Culex pipiens* biotyp *molestus*)**

I augusti 2016 gjordes en mindre insamling av myggor i ett lägenhetshus där nästan en tredjedel av de boende hade haft besvär av intensiva myggor. Man fångade in 11 myggor som identifierades makroskopiskt som *Cx. pipiens* och kunde sedan genom PCR-teknik identifiera de alla som biotyp *molestus*. Detta var enligt författarna det första fyndet av *Cx. pipiens* biotyp *molestus* (Hesson *et al.*,

2016). Lindström (2017) skriver att detta inte är det första fyndet som har gjorts i Sverige, utan att denna biotyp har identifierats så tidigt som 1933, enligt tidigare litteratur (Lindström, 2017).

### *Nilfebersmyggan (Culex modestus)*

Sommaren 2016 fångade Anders Lindström, forskare på Statens Veterinärmedicinska Anstalt, en mygga i Simrishamn, som identifierades som *Cx. modestus*. Sommaren 2017 sattes myggfällor ut för insamling av mygg, då 103 *Cx. modestus* fångades i Falsterbo Skanör samt 3 i Simrishamn. Enligt Lindström och Lilja finns, med tanke på tidigare fynd av *Cx. pipiens* biotyp *molestus* i Sverige, nu de nödvändiga vektorerna för spridning av WNV (Lindström & Lilja, 2018).

### **Klimatets betydelse för ökad utbredning av viruset**

Klimatet är en avgörande faktor för myggornas aktivitet (Barrett, 2018). Hur omfattande reproduktionen av myggan är samt dess förmåga till virusreplikation är båda säsongsvaryerande faktorer. Dessa är viktiga för spridningen av viruset, och utgör därmed en förutsättning för att spridnings-cykeln ska underhållas (Castillo-Olivares & Wood, 2004).

En ökande temperatur inverkar positivt på replikationshastigheten av viruset, tillväxthastigheten hos vektorpopulationer samt effektiviteten för transmission till fåglar. Det finns också en tydlig association mellan hög temperatur och utbrottsintensitet hos människor. Generellt stiger medeltemperaturen i Europa, speciellt i de norra delarna. Man har sett fler och mer dagar med extrem hetta (Paz, 2015). Det har visats att spridningen hos myggor ökar icke-linjärt med en stigande temperatur, vilket kan medföra att viruset snabbt kan etableras på platser det inte tidigare har funnits, även med en mindre temperaturökning (Paz & Semenza, 2013). Marcantonio *et al.*, (2015) gjorde en studie där man försökte identifiera miljöfaktorer som avvikit från det normala i ett par områden där utbrott förekommit. Även dem identifierade bland annat att en hög temperatur under sommaren, samt ett ökat antal dagar med nederbörd under sen vinter/tidig vår hade en positiv korrelation med antal sjukdomsfall i området. Den ökade nederbörden ökar möjligheten för stillastående vatten, vilket krävs för utveckling av mygglarver (Paz, 2015). Mängden nederbörd har dock en komplex och motsägelsefull korrelation med förekomsten av myggor, exempelvis då rikliga mängder regn kan översvämma diken och gatubrunnar som släktet *Cx.* trivs i och därmed elimineras livsmiljöer för dem (Epstein, 2001). I studien av Marcantonio *et al.*, (2015) identifierade man att mängden vatten i ett område har en negativ korrelation med antalet fall, och diskuterar det faktum att låga vattennivåer, det vill säga snarare torra, kan leda till ökad spridning då vektorer och reservoarer samlas kring kvarvarande vattenkällor, vilket ökar kontakten mellan dem. Torra kan också leda till att dessa kommer närmre stadsmiljöer där det finns mer vatten tillgängligt, vilket även det kan leda till fler sjukdomsfall.

### **Övervakning i Sverige**

2006 gjordes en serologisk undersökning av flyttfåglar som passerade Ottenby fågelstation i södra Sverige för att bedöma risken för introduktion av WNV i Europa. De flesta fåglar som provtogs var av ordningen Tättingar (*Passeriformes*) (Jourdain *et al.*, 2011). Tättingar utgör mer än hälften av fåglararterna i världen (Svensk MeSH, n.d). Blodprover togs på fåglarna och analyserades. Genom två metoder analyserades provernas förekomst av antikroppar. Antikroppar hittades hos 2,4 % av fåglarna, dock var endast 0,10 % av alla fåglar positiva i båda testen. Alla prover som var positiva på något av proverna analyserades avseende förekomst av virus-RNA med PCR-teknik. Inga PCR-prover var positiva (Jourdain *et al.*, 2011). Enligt Lindström & Lilja, (2018) har ingen serologisk undersökning hos fåglar i Sverige gjorts sedan studien av Jourdain *et al.*, (2011), som genomfördes år 2006.

År 2016–2017 drev SVA ett samarbete tillsammans med flera andra myndigheter, finansierat av Myndigheten för Samhällsskydd och Beredskap (MSB). Syftet var att öka samverkan mellan myndigheter kring myggövervakning (Statens veterinärmedicinska anstalt, 2016). En del i projektet utgjordes av artbestämning av myggor som allmänheten uppmanades att skicka in under sommaren 2017 (Statens veterinärmedicinska anstalt, 2017). Resultatet är i skrivande stund ej publicerat, men enligt Lindström skickades inga exemplar av *Cx. modestus* in från allmänheten, utan de som identifierades upptäcktes av Lindström själv i Skåne. Han misstänker dock att myggan är mer utbredd i Sverige (Lindström, A., Statens veterinärmedicinska anstalt, pers. medd., 2019-03-07).

Ingen officiell övervakning har skett sedan insamlingen 2017. Däremot har Lindström samlat in myggor från Falsterbo under sommaren 2018 utanför officiell insamling, men dessa är ej ännu analyserade (Lindström, A., Statens veterinärmedicinska anstalt, pers. medd., 2019-02-09).



## DISKUSSION

### Konsekvenser om West Nile virus blir enzootiskt i Sverige

West Nile feber är en allvarlig sjukdom för de som drabbas, i värsta fall med neurologisk sjukdom och/eller död som följd. Sjukdomen är svår att skydda sig emot, både för hästar och människor på grund av att det är myggor som sprider den, och repellerande medel inte alltid är så effektiva.

Trots att många fall är asymtomatiska eller lindriga sjukdomsfall för både hästar och människor (Statens veterinärmedicinska anstalt, 2018) är WNV en smitta som vi enligt mig bör vara vaksamma på. Detta med tanke på att sjukdomen kan vara dödlig eller åtminstone så pass svår att den innebär ett enormt lidande för de drabbade. Ett argument som förstärker det faktum att vaksamhet behövs är det faktum att ingen botande behandling finns i dagsläget (Angenvoort *et al.*, 2013; Folkhälsomyndigheten 2013).

För hästar finns den betryggande möjligheten att förebyggande vaccinera populationer, vilket efter utbrottet i USA 1999 visade sig vara en effektiv strategi för att minska omfattningen av spridningen till ännu ej smittade hästar (Angenvoort *et al.*, 2013). Dock är det inte så enkelt som att bara börja vaccinera i händelse av ett utbrott. Vem ska stå för den ekonomiska belastningen, hästägarna eller staten? Vilka hästar ska vaccineras, endast de i områden kring området där utbrott har skett eller ska alla hästar i Sverige vaccineras? Ska hästar i alla åldersgrupper vaccineras? Många frågor väcks, och det är viktigt att det i förväg finns en plan för hur vi i Sverige ska hantera ett eventuellt utbrott.

Möjligheten att vaccinera finns inte för människor i dagsläget (Folkhälsomyndigheten, 2013), vilket medföra allvarliga konsekvenser om sjukdomen kom till Sverige. Vi skulle troligen se neurologisk sjukdom och dödsfall hos människor, utan någon makt att kunna behandla dessa. För mig är detta ett starkt argument till att bedriva övervakning av hur sjukdomen sprids och ha en beredskapsplan.

Äldre människor är en grupp som kan anses mer utsatta, då letaliteten har setts vara högre hos de insjuknade (Folkhälsomyndigheten, 2018). Detta skulle kunna vara ett argument för att rikta insatser till denna grupp. För människor där vaccin inte finns tillgängligt idag (Folkhälsomyndigheten, 2013) kan andra åtgärder behöva tas till. Exempel på det kan vara att specifikt rikta information till de utsatta om hur smittspridning sker och hur man kan skydda sig mot sjukdomen. Denna information bör givetvis nå ut till hela befolkningen, men eventuellt med ett fokus för att nå de äldre. Sejvar, (2003) menar att bland annat skydd mot myggstick, övervakning och kampanjer för att öka medvetenheten i samhället är viktiga metoder för att hindra WNV.

För människor behöver även andra smittvägar än via myggor tas i åtanke, vilket är ytterligare en oroande faktor. Det finns exempel där smitta skett genom bloddonation och organtransplantation där givaren varit smittad (Chancey *et al.*, 2015). Det skulle i framtiden kunna innebära en risk för patienter som behöver ta emot blod eller organ, om förekomst ej kontrolleras eller av misstag inte identifieras hos givaren. Enligt GeBlod (2017) kontrolleras bloddonationer i Sverige idag avseende patogenerna HIV, Hepatit B, Hepatit C och Syfilis. Alltså testas de ej för WNV. Om viruset etableras i Sverige bör kontroll av blod och organ för WNV övervägas, för att skydda den redan utsatta person som tar emot en donation. Enligt Europakommissionens direktiv (2004/33/EG), Bilaga III, punkt 2.2.1, ska karenstiden för att ge blod vara 28 dagar efter att donatorn har lämnat ett område med pågående överföring av WNV till människa. Detta förutsätter dock att givaren faktiskt rapporterar att den besökt ett sådant område. Ett argument för att inte provta blod avseende WNV från alla givare, skulle kunna vara den höga kostnaden fler provtagningar skulle medföra.

## Risken för spridning av WNV i Sverige

Spridningen av viruset är komplex, vilket är en anledning till att spridningsrisken i Sverige är svårbedömd. Enligt Castillo-Olivarez & Wood (2004), som tidigare nämnt, är det kombinationen av lämpliga reservoarer och vektorer som är nyckeln till framgång för viruset.

Initialt krävs givetvis ett inträde av viruset till Sverige. Owen *et al.*, (2006) har visat att flyttfåglar kan vara ett sätt att sprida viruset över sträckor. Denna studie var dock experimentell och på ett litet antal fåglar. Jag drar dock slutsatsen att flyttfåglar åtminstone teoretiskt skulle kunna vara en väg för viruset in i Sverige. För att detta ska kunna ske krävs att fåglarna har de egenskaper en effektiv reservoar behöver ha, de behöver ha varit i ett område där viruset är enzootiskt samt de behöver häcka i Sverige. I studien gjord av Jourdain *et al.*, (2011) bekräftas det att antikroppar faktiskt kan hittas i flyttfåglar som häckar Sverige. Dock kan inte falskt positiva provsvar uteslutas exempelvis orsakade av korsreaktivitet med andra Flavivirus. Enligt författarna kan en orsak till att WNV inte detekterades i några av de seropositiva fåglarna vara att tiden med hög nivå av virus i blodet inte alltid är särskilt lång, och att dessa fåglar inte exponerats nyligen (Jourdain *et al.*, 2011). Fyndet av antikroppar i fåglar som flyger till Sverige under sommarhalvåret stärker enligt min uppfattning teorin att flyttfåglar kan vara ett sätt för viruset att spridas till nya områden, så som Owen *et al.*, (2006) föreslår. Även Bessell *et al.*, (2016) menar att en flyttfåglar, särskilt Tättingar, är en trolig spridningsväg för viruset.

Fåglar som i studier benämnts vara kompetenta reservoarer är exempelvis Kråkfåglar, Finkar, Sparvfinkar (Pérez-Ramírez *et al.*, 2014), Stare, Duva och Fasan är även dem lämpliga reservoarer (David & Abraham, 2016). Detta är fåglar som finns i Sverige, både som stann- och flyttfåglar. Flera av dessa tillhör ordningen Tättingar (Jonsson, 1992). De flesta av fåglarna som var seropositiva i studien av (Jourdain *et al.*, 2011) var Tättingar, vilket innebär att flyttfåglar som kommer till Sverige har exponerats för viruset. Utifrån detta resonemang drar jag slutsatsen att vi i Sverige troligen har både flyttfåglar som häckar som kan föra in viruset till landet, samt övervintrande arter som kan agera reservoar i en sylvatisk cykel.

Förutom reservoarer behöver viruset kompetenta vektorer för spridning av viruset. Förekomsten av arterna *Cx. pipiens* och *Cx. torrentium* är inget nytt, de är enligt Hesson *et al.*, (2011) båda vanligt förekommande i Sverige. Om viruset kom till Sverige, möjligtvis med flyttfåglar, krävs det en tillräckligt stor population av ornitofila myggor som kan sprida viruset mellan vilda fåglar. Som tidigare nämnt är *Cx. pipiens* (då främst biotypen *pipiens*) en viktig vektorer för den sylvatiska spridningen av virus (Vogels *et al.*, 2017). Även om man har sett *Cx. pipiens* sprida WNV i södra Europa (European Centre for Disease Prevention and Control, 2018b) och myggan finns närvarande i Sverige finns ingen garanti för att den i svenska klimatförhållanden är kompetent att sprida viruset. Enligt Lundström *et al.*, (2013) krävs dock långa perioder med temperaturer över 30 grader för att möjliggöra effektiv spridning av viruset. Även om detta är ovanliga temperaturer i Sverige idag så kan de bli vanligare i framtiden. Man bör också ta hänsyn till att *Cx. torrentium* experimentellt har visats ha potentialen att agera vektor på ett liknande sätt (Leggewie *et al.*, 2016), särskilt då viruset har visats vara mycket anpassningsbart till nya ekologiska förutsättningar (Rizzoli *et al.*, 2015). Kunskapen om egenskaperna hos *Cx. torrentium* är mer begränsad än för *Cx. pipiens*, men man har i studier sett att den är mer köldtolerant då den finns långt norrut i Sverige, samtidigt som den också det trivs i det varmare södra Europa (Hesson *et al.*, 2011). Dess förekomst på breddgrader med varierande temperatur visar på en stor flexibilitet till omgivningen. Om det skulle visa sig att den är en aktuell vektor för spridning sylvatiskt och viruset kom till Sverige skulle *Cx. torrentium* troligen kunna bidra till mer omfattande spridning mellan fåglar över hela landet.

I händelse av att WNV skulle få fäste i en spridningscykel mellan fåglar och myggor i Sverige, skulle det då finnas en risk för att andra arter drabbas, så som människor och hästar? Ja, men då *Cx. pipiens* biotyp *pipiens* och även *Cx. torrentium* är ornitofila (Leggewie *et al.*, 2016; Vogels *et al.*, 2017) så skulle andra arter av myggor, som gärna intar blod från andra värdar, behövas. Ett exempel på en sådan art är som tidigare nämnts *Cx. modestus* som alltså är ett nytt fynd i Sverige från 2016 av (Lindström & Lilja, 2018). Detta fynd innebär att viruset även skulle kunna spridas till hästar och människor, I skrivande stund har *Cx. modestus* endast hittats i Simrishamn och Falsterbo (Lindström & Lilja, 2018), men då den i Europa är en viktig vektor för spridningen av WNV, precis som *Cx. pipiens* är (European Centre for Disease Prevention and Control, 2018b) är dess upptäckt i Sverige något vi måste ta på allvar. Det tål att upprepas hur allvarlig sjukdomen som kan drabba hästar och människor är, med neurologiska symtom och i vissa fall dödlig utgång (Folkhälsomyndigheten, 2018; Angenvoort *et al.*, 2013). Lindström bekräftar att i Sverige är *Cx. pipiens* och *Cx. torrentium* som är avgörande för att skapa omfattande spridning bland fåglar och mygg, medan *Cx. modestus* skulle agera brovektor och därmed sprida viruset till värdar så som hästar och människor (Lindström, A., Statens veterinärmedicinska anstalt, pers. medd., 2019-02-09) Fyndet av den andra biotypen av *Cx. pipiens*, kallad biotyp *molestus*, i Sverige 2016 (Hesson *et al.*, 2016), är även den viktig att notera och ta hänsyn till, då även den är en viktig brovektor (Vogels *et al.*, 2017). Det finns en diskussion angående om fyndet är nytt, som Hesson *et al.*, (2016) påstår, eller om det finns en historia av denna myggart i Sverige, som Lindström, (2017) påstår. Diskussionen är inte relevant i sammanhanget, då den oavsett för tidpunkt fyndet finns i Sverige idag (Lindström & Lilja, 2018) och kan i händelse av en utbredning av WNV utgöra ett hot för smitta till hästar och människor, tillsammans med *Cx. modestus*.

Den ökande temperaturen, orsakad av global uppvärmning är för mig en oroande faktor när det kommer till risken för spridning av viruset till Sverige. I dagsläget kanske inte myggpopulationerna i Sverige är tillräckligt stora för att virus skulle kunna etableras även om det kom till Sverige. Men då klimatet kan påverka hur många och vilka av de för spridningen relevanta arter som kan situationen förändras. Detta exempelvis då en förhöjd temperaturer ger en snabbare tillväxande vektorpopulation, samtidigt som replikationshastigheten av viruset i vektorn ökar (Paz, 2015). Att replikationshastigheten dessutom har ett icke linjärt samband med temperaturen (Paz & Semenza, 2013) innebär att det endast krävs en liten temperaturökning för att se en stor skillnad i förmåga till snabb replikation. Sammantaget kan detta leda till att ett förändrat klimat snabbt kan ge en annan situation.

Enligt Napp *et al.*, (2018) måste övervintring ske då säsongen för spridning är relativt kort i tempererade klimat. De menar att viruset måste kunna överleva länge i reservoaren även i frånvaro av vektorer, och att det i vissa fågelarter verkar kunna övervintra i vävnader. Det relativt kalla klimatet i Sverige skulle tänkas försvåra övervintring av viruset. Mancini *et al.*, (2017) nämner dock att det faktum att WNV kan överföras transovariellt till vektorns avkommor även det kan vara en faktor som möjliggör övervintring av viruset. Möjligheterna för viruset att övervintra måste studeras mer för att säkert kunna säga om övervintring i Sverige skulle vara möjlig, men då det ser ut som att det finns mekanismer för övervintring som inte verkar vara temperaturberoende så uppfattar jag det som att viruset skulle kunna övervintra i Sverige. Även när det kommer till detta är det för viruset fördelaktigt att det har en god anpassningsförmåga, som Rizzoli *et al.*, (2015) skriver.

## Övervakning

Efter upptäckten av *Cx. modestus*, så anser jag att det är av högsta vikt att ha fortsatt övervakning för att löpande få kännedom om artens utbredning. Givetvis bör övervakningen omfatta även de andra myggarter som är av relevans för spridningen av WNV. En anledning till att detta är viktigt är för att i händelse av virusets inträde ha kännedom om den spridande populationen som redan finns på plats.

Genom att ha denna kunskap kan man också rimligtvis göra en mer reell analys av risken att WNV sprids i Sverige. Tyvärr ser övervakningsläget lite annorlunda ut i Sverige idag. Efter projektet med insamling av myggor somrarna 2016 och 2017 (Statens veterinärmedicinska anstalt, 2016) har ingen officiell övervakning skett av finansiella skäl (Lindström, A., Statens veterinärmedicinska anstalt, pers. medd., 2019-02-09).

Förutom avsaknaden av övervakning av myggpopulationen i Sverige saknas också en nationell plan för organisationen av en sådan. Sveriges veterinärmedicinska anstalt har dock ansökt om pengar till att sätta ihop en arbetsgrupp som kan arbeta med dessa frågor (Lindström, A., Statens veterinärmedicinska anstalt, pers. medd., 2019-03-07). Förhoppningsvis innebär detta att det inom en snar framtid finns en plan för hur Sveriges övervakning och förebyggande arbete ska se ut. Att ha en övervakning av vilka myggarter som finns närvarande i Sverige och övriga norra Europa är av högsta vikt för att kunna utvärdera risken för introduktion av nya patogener enligt Lundström *et al.*, (2013), och därmed något som behöver prioriteras för att skydda Sverige mot en introduktion av West Nile virus. Genom övervakning av myggpopulation kan man också ta till åtgärder för att reglera denna. Enligt Petersen *et al.*, (2013) kan man arbeta med att minska förekomsten av infekterade myggor, detta genom exempelvis kontrollprogram med riktad elimination av platser för parning, larvläggning och vuxna spridare.

Förutom övervakning av myggpopulation skulle en ny studie över hur seroprevalensen av virus och antikroppar ser ut hos flyttfåglar idag vara önskvärd. Enligt Lindström & Lilja (2018) har smittläget förändrats efter den serologiska undersökning som utfördes av Jourdain *et al.*, (2011) under 2005-2006. De menar att WNV exempelvis har blivit endemiskt i Grekland och Italien vilket skulle kunna öka risken för spridning av viruset norrut när flyttfåglar som häckar i Sverige rör sig genom dessa områden.

Då det idag inte finns någon behandling för varken hästar eller människor är det bästa vi kan göra att förebygga en omfattande spridning. Med kännedom kan människor skydda sig själva och sina hästar genom att exempelvis minska risken för myggbett genom användande av repellerande medel och undvika utomhusvistelse under tidpunkter då myggorna är som mest aktiva.

## **Slutsats**

Fyndet av *Cx. modestus* innebär troligtvis inte att risken för spridning av West Nile virus har ökat i Sverige. Detta då det är andra faktorer som spelar roll för att viruset ska kunna komma till Sverige och etableras i en population av ornitofila mygg och fåglar. I händelse av att detta sker, skulle dock närvaron av *Cx. modestus*, precis som den av *Cx. pipiens* biotyp *molestus*, troligtvis innebära att risken för spridning av viruset till hästar och människor ökar, på grund av deras opportunistiska födobeteende.

Övervakningen och beredskapen för ett potentiellt utbrott i Sverige är idag inte tillräckligt utvecklad. Det saknas en kontinuerlig övervakning av den mygg- och fågelpopulation som skulle kunna sprida viruset samt kontroll av eventuell virusförekomst hos dessa. En god kännedom om smittläget samt mygg- och fågelpopulationen är av största vikt för att förebygga och snabbt kunna hantera och motverka en potentiell spridning av viruset.

Med tanke på den komplexitet man ser hos WNV finns det många kunskapsluckor gällande viruset, dess spridning, vektorer och reservoarer, hur klimatet inverkar på spridningen och så vidare. Detta är områden som kräver omfattande forskning och mycket kunskap behövs för att den reella risken ska kunna bedömas.

## LITTERATURFÖRTECKNING

- Angenvoort, J., Brault, A. C., Bowen, R. A. & Groschup, M. H. (2013). West Nile viral infection of equids. *Veterinary microbiology*, 167: 168–180.
- Barrett, A. D. T. (2018). West Nile in Europe: an increasing public health problem. *Journal of Travel Medicine*, 25. Tillgänglig: <https://dx.doi.org/10.1093/jtm/tay096> [2019-03-02].
- Bessell, P. R., Robinson, R. A., Golding, N., Searle, K. R., Handel, I. G., Boden, L. A., Purse, B. V. & Bronsvoort, B. M. de C. (2016). Quantifying the Risk of Introduction of West Nile Virus into Great Britain by Migrating Passerine Birds. *Transboundary and Emerging Diseases*, 63: 347–359.
- Castillo-Olivares, J. & Wood, J. (2004). West Nile virus infection of horses. *Veterinary Research*, 35: 467–483.
- Chancey, C., Grinev, A., Volkova, E. & Rios, M. (2015). The global ecology and epidemiology of West Nile virus. *BioMed Research International*, 2015: 376230.
- David, S. & Abraham, A. M. (2016). Epidemiological and clinical aspects on West Nile virus, a globally emerging pathogen. *Infectious Diseases*, 48: 571–586.
- Epstein, P. R. (2001). West Nile virus and the climate. *Journal of Urban Health*, 78: 367–371.
- Europakommissionens direktiv 2004/33/EG av den 22 mars 2004 om genomförande av Europaparlamentets och rådets direktiv 2002/98/EG i fråga om vissa tekniska krav på blod och blodkomponenter, Bilaga III, punkt 2.2.1. [2019-02-12]
- European Centre for Disease Prevention and Control (2018-11-29b). Factsheet about WNV infection. <https://ecdc.europa.eu/en/west-nile-fever/facts/factsheet-about-west-nile-fever> [2019-02-05]
- European Centre for Disease Prevention and Control (2018-12-14a). Epidemiological update: WNV transmission season in Europe, 2018. <https://ecdc.europa.eu/en/news-events/epidemiological-update-west-nile-virus-transmission-season-europe-2018> [2019-02-05]
- European Centre for Disease Prevention and Control (2018-12-14c). West Nile fever. <https://ecdc.europa.eu/en/west-nile-fever> [2019-02-08]
- Folkhälsomyndigheten (2013-10-17). Sjukdomsinformation om West Nile fever (WNF). <https://www.folkhalsomyndigheten.se/smittskydd-beredskap/smittsamma-sjukdomar/west-nile-fever-wnf/> [2019-01-20]
- Folkhälsomyndigheten (2018-09-12). West Nile-virus i Europa 2018, aktuell utbredning omfattar länder i sydöstra Europa och Balkan. <https://www.folkhalsomyndigheten.se/mikrobiologi-laboratorieanalyser/laboratorieanalyser-och-tjanster/analyskatalog/diagnostikaktuellt/west-nile-virus-i-europa-2018-aktuell-utbredning-omfattar-lander-i-sydostra-europa-och-balkan/> [2019-01-20]
- GeBlod (2017-02-17). Vad händer med blodpåsen? Tillgänglig: <https://geblod.nu/blodochblodgrupper/blodgivare-till-patient/> [2019-02-09]
- Go, Y. Y., Balasuriya, U. B. R. & Lee, C. (2014). Zoonotic encephalitides caused by arboviruses: transmission and epidemiology of alphaviruses and flaviviruses. *Clinical and Experimental Vaccine Research*, 3: 58–77.
- Hesson, J. C., Ostman, O., Schäfer, M. & Lundström, J. O. (2011). Geographic distribution and relative abundance of the sibling vector species *Culex torrentium* and *Culex pipiens* in Sweden. *Vector Borne and Zoonotic Diseases (Larchmont, N.Y.)*, 11: 1383–1389.
- Hesson, J.C., Verner-Carlsson, J., Larsson, A., Ahmed, R., Lundkvist, Å. & Lundström, J.O. (2015). *Culex torrentium* Mosquito Role as Major Enzootic Vector Defined by Rate of Sindbis Virus Infection, Sweden, 2009. *Emerging Infectious Diseases*, 21: 875–878.

- Hesson, J. C., Schäfer, M. & Lundström, J. O. (2016). First report on human-biting *Culex pipiens* in Sweden. *Parasites & Vectors*, 9: 632.
- Jonsson, L. (1992) Lars Jonssons Fåglar i Europa med Nordafrika och Mellanöstern. Stockholm: Bonnier Fakta.
- Jourdain, E., Olsen, B., Lundkvist, A., Hubálek, Z., Sikutová, S., Waldenström, J., Karlsson, M., Wahlström, M., Jozan, M. & Falk, K. I. (2011). Surveillance for West Nile virus in wild birds from northern Europe. *Vector Borne and Zoonotic Diseases (Larchmont, N.Y.)*, 11: 77–79.
- Leggewie, M., Badusche, M., Rudolf, M., Jansen, S., Börstler, J., Krumkamp, R., Huber, K., Krüger, A., Schmidt-Chanasit, J., Tannich, E. & Becker, S. C. (2016). *Culex pipiens* and *Culex torrentium* populations from Central Europe are susceptible to West Nile virus infection. *One Health (Amsterdam, Netherlands)*, 2: 88–94.
- Lindström, A. (2017). History of human-biting *Culex pipiens* in Sweden and Scandinavia. *Journal of the European Mosquito Control Association*, 35: 10–12.
- Lindström, A. & Lilja, T. (2018). First finding of the West Nile virus vector *Culex modestus* Ficalbi 1889 (Diptera; Culicidae) in Sweden. *Journal of the European Mosquito Control Association*, 36: 1–2.
- Lundström, J., Schäfer, M., Hesson, J., Blomgren, E., Lindström, A., Wahlqvist, P., Halling, A., Hagelin, A., Ahlm, C., Evander, M., Broman, T., Forsman, M. & Vinnersten, T. (2013). The geographic distribution of mosquito species in Sweden. *Journal of the European Mosquito Control Association*, 31: 21–35.
- Mancini, G., Montarsi, F., Calzolari, M., Capelli, G., Dottori, M., Ravagnan, S., Lelli, D., Chiari, M., Santilli, A., Quaglia, M., Quaglia, M., Federici, V., Monaco, F., Goffredo, M. & Savini, G. (2017). Mosquito species involved in the circulation of West Nile and Usutu viruses in Italy. *Veterinaria Italiana*, 53: 97–110.
- Marcantonio, M., Rizzoli, A., Metz, M., Rosà, R., Marini, G., Chadwick, E. & Neteler, M. (2015). Identifying the Environmental Conditions Favouring West Nile Virus Outbreaks in. *PLoS ONE*, 10 (3). Tillgänglig: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4372576/> [2019-02-12].
- Murray, K. O., Mertens, E. & Desprès, P. (2010). West Nile virus and its emergence in the United States of America. *Veterinary Research*, 41: 67.
- Napp, S., Petrić, D. & Busquets, N. (2018). West Nile virus and other mosquito-borne viruses present in Eastern Europe. *Pathogens and Global Health*, 112: 233–248.
- Nationalencyklopedin (1996). Bra Böcker: Höganäs
- Ostlund, E. N., Andresen, J. E. & Andresen, M. (2000). West Nile Encephalitis. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*, 16: 427–441
- Owen, J., Moore, F., Panella, N., Edwards, E., Bru, R., Hughes, M. & Komar, N. (2006). Migrating Birds as Dispersal Vehicles for West Nile Virus. *EcoHealth*, 3: 79.
- Paz, S. & Semenza, J. C. (2013). Environmental Drivers of West Nile Fever Epidemiology in Europe and Western Asia—A Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 10: 3543–3562.
- Paz Shlomit (2015). Climate change impacts on West Nile virus transmission in a global context. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 370. Tillgänglig: 10.1098/rstb.2013.0561 [2019-02-15].
- Pérez-Ramírez, E., Llorente, F. & Jiménez-Clavero, M. Á. (2014). Experimental Infections of Wild Birds with West Nile Virus. *Viruses*, 6: 752–781.
- Petersen, L. R., Brault, A. C. & Nasci, R. S. (2013). West Nile Virus: Review of the Literature. *JAMA*, 310: 308–315.

- Quinn, P.J., Markey, B.K. & Leonard, F.C. (2011). 2. uppl. *Veterinary Microbiology and Microbial Disease*. Wiley-Blackwell.
- Rappole, J. H., Derrickson, S. R. & Hubálek, Z. (2000). Migratory birds and spread of West Nile virus in the Western Hemisphere. *Emerging Infectious Diseases*, 6: 319–328.
- Rizzoli, A., Jimenez-Clavero, M. A., Barzon, L., Cordioli, P., Figuerola, J., Koraka, P., Martina, B., Moreno, A., Nowotny, N., Pardigon, N., Sanders, N., Ulbert, S. & Tenorio, A. (2015). The challenge of West Nile virus in Europe: knowledge gaps and research priorities. *Euro Surveillance*, 20. Tillgänglig: <https://www.eurosurveillance.org/content/10.2807/1560-7917.ES2015.20.20.21135> [2019-02-04].
- Sejvar, J. J. (2003). West Nile Virus: An Historical Overview. *The Ochsner Journal*, 5: 6–10.
- Statens veterinärmedicinska anstalt (2016-02-03). SVA samordnar projekt för myggövervakning. <https://www.sva.se/om-sva/pressrum/nyheter-fran-sva/sva-samordnar-projekt-for-myggovervakning> [2019-02-09]
- Statens veterinärmedicinska anstalt (2017-05-31). Fånga myggan! och skicka in den till SVA. <https://www.sva.se/ej-i-meny/fanga-myggan-och-skicka-in-den-till-sva> [2019-02-09]
- Statens veterinärmedicinska anstalt (2018-11-12). West Nile virus (WNV) hos häst. <https://www.sva.se/djurhalsa/hast/infektionssjukdomar-hast/west-nile-virus-hast> [2019-02-02]
- Svensk MeSH, Karolinska Institutet (n.d.) <https://mesh.kib.ki.se/term/D046109/passeriformes> [2019-02-09]
- Vogels, C. B., Göertz, G. P., Pijlman, G. P. & Koenraadt, C. J. (2017). Vector competence of European mosquitoes for West Nile virus. *Emerging Microbes & Infections*, 6: 1–13.
- West, P. G. (1995). *Black's Veterinary Dictionary*. 18. uppl. London: A&C Black.
- World Health Organization (2017-10-03). West Nile Virus. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/west-nile-virus> [2019-01-20]
- Ziegler, U., Lühken, R., Keller, M., Cadar, D., van der Grinten, E., Michel, F., Albrecht, K., Eiden, M., Rinder, M., Lachmann, L., Höper, D., Vina-Rodriguez, A., Gaede, W., Pohl, A., Schmidt-Chanasit, J. & Groschup, M. H. (2019). West Nile virus epizootic in Germany, 2018. *Antiviral Research*, 162: 39–43.

### **Icke publicerat material**

- Lindström, A., Statens veterinärmedicinska anstalt, pers. medd., 2019-02-09
- Lindström, A., Statens veterinärmedicinska anstalt, pers. medd., 2019-03-07