

Erika Chenais
Avdelningen för epidemiologi och sjukdomskontroll

Smittbekämpningsenheten
Jordbruksverket

Uppdrag att utreda frågor med relevans för beredskapen mot afrikansk svinpest

Dnr 6.3.17-02153/2020

Statens veterinärmedicinska anstalt (SVA) har av Jordbruksverket fått i uppdrag att utreda frågor med relevans för beredskapen mot afrikansk svinpest (ASF).

2019 fick Jordbruksverket i uppdrag av regeringen att i samarbete med SVA och Naturvårdsverket bedöma behovet av förebyggande åtgärder för att hindra introduktion och spridning av ASF i Sverige. I svarsrapporten angav Jordbruksverket att det finns ett värde av att vidta strategiska åtgärder för att förebygga ASF i särskilt utpekade områden, till exempel reduktion eller stabilisering av vildsvinsstammen och biosäkerhetsåtgärder.

SVA ombeds nu besvara följande frågor:

- 1) Går det att definiera sådana särskilt utpekade områden i Sverige?
 - a) Om ja:
 - Vilka riskfaktorer bidrar till att definiera dessa områden?
 - Vilka områden är särskilt utpekade?
 - Vilka riskreducerande åtgärder (ex, reduktion/stabilisering av vildsvinsstammen, ökad passiv övervakning, biosäkerhetsåtgärder etc.) är relevanta i respektive område?
 - b) Alla de faktorer och åtgärder som definierar områdena i punkt a) förändras med tiden. Det är därför inte tillräckligt att definiera utpekade områden endast vid ett tillfälle. Vi ber er därför att redan nu avgöra: När bör nästa utvärdering av utpekade områden göras?
- 2) Olika typer av stängsling har använts som biosäkerhetsåtgärd och som metod att minska/ hejda smittspridning.
 - a) Beskriv, baserat på riskvärdering, om och hur vi bör stängsling runt eller inom smittat område/fyndområde.
 - b) Beskriv, baserat på riskvärdering, om det finns ett behov av stängsling i nedan listade fall. Om Ja; – beskriv vilken typ av stängsling (nedgrävt eller ej, materialtyp, höjd etc.). I de fall stängsling inte bedöms vara en relevant åtgärd, ge förslag på alternativa riskreducerande åtgärder.

- c) Finns det möjlighet att reducera risken för introduktion av smitta från vildsvin till grisar som hålls utomhus till en acceptabel nivå, och vilka krav på stängsling eller annan biosäkerhetsåtgärd ska i så fall ställas för att utomhushållning i smittat område ska kunna tillåtas?
- 3) Är det relevant att desinficera kadaverplatser efter ASF-positiva vildsvin i Sverige? Motivera. Om Ja; – vilken sorts desinfektionsmedel bör användas?
- 4) Gör en preliminär tidslinje för att illustrera skedena i bekämpningen vid ett utbrott hos vildsvin. Utgångspunkten ska vara att händelseförloppet är viktigare än tider. Markera och beskriv, i den mån det är möjligt och baserat på erfarenheter i Belgien och/eller Tjeckien, när olika aktiviteter kan tillåtas igen i smittat område efter det inledande totalförbudet

SVA har tidigare framfört svar avseende fråga 2-4 (Dnr 2020/309) och besvarar i detta yttrande fråga 1. Se bilaga 1. Den bakgrund och de svar som ges grundas på nuvarande kunskapsläge. När ny kunskap framkommer kan svaren behöva uppdateras.

Ärendet har föredragits för statsepizootolog Karl Ståhl. I den slutliga handläggningen har deltagit epidemiolog Erika Chenais, Linda Ernholm, Cecilia Hultén, Hyeyoung Kim och Stefan Widgren samt miljöanalysspecialist Henrik Thurfjell och veterinär Jonas Malmsten, båda SLU. Erika Chenais har varit föredragande.

Med vänlig hälsning



Erika Chenais
Epidemiolog



Karl Ståhl
Statsepizootolog

Bilaga 1

BAKGRUND

Afrikansk svinpest (ASF) av virusgenotyp II introducerades till Georgien (förmodligen från Madagaskar eller Mocambique) 2007. Efter gradvis spridning i både vildsvins- och tamgrispopulationerna nådde smittan EU via introduktioner till vildsvin i Litauen och Polen 2014 (EFSA Panel on Animal Health and Welfare, 2015). Sedan dess har utbredningen skett genom långsam spridning i vildsvinstammen, samt med vissa snabba spridningshopp med människans hjälp. Smittspridningen i EU har främst skett i vildsvinspopulationen med endast sporadiska utbrott i tamgrisbesättningar, och då med begränsad sekundär spridning (Chenais et al., 2019, Dixon et al., 2019). Enligt EU:s system för anmälan av djursjukdomar (ADNS) har 4839 utbrott hos tamgris och 33185 fall hos vildsvin rapporterats under de drygt sju år som gått sedan ASF först upptäcktes i Litauen följt av Polen (Sardinien undantaget). Förutom i Rumänien där smittan fått omfattande spridning framförallt i småskaliga tamgrisbesättningar med över 1000 rapporterade utbrott bara under 2020, har den pågående epidemin således framförallt drabbat vildsvin. Till dags dato har hittills 12 medlemsstater rapporterat fall på vildsvin eller utbrott hos tamgris orsakade av ASFV genotyp II. Av de medlemsländer som hittills drabbats har Tjeckien (Charvátová et al., 2019), och Belgien (Dellicour et al., 2020) friförklarats. I Grekland har ett enstaka utbrott rapporterats, i en bakgårdsbesättning i februari i år, och ingen vidare spridning har påvisats. I Baltikum och Polen ses nedåtgående trender avseende utbrott hos tamgris, och i de baltiska staterna minskar även fallen hos vildsvin (Oļševskis et al., 2020). I Tjeckien och Belgien skedde en punktintroduktion till vildsvinspopulationen, smittan upptäcktes relativt tidigt och ingen spridning skedde till tamgrispopulationerna. Smittsituation i dessa båda fall var således helt annorlunda jämfört med till exempel den i länderna i Baltikum, Polen och Tyskland som har långa landgränser mot länder med smittade vildsvinspopulationer och stora vildsvinspopulationer på båda sidor av gränsen (Sauter-Louis et al., 2020, Nurmoja et al., 2018, Schulz et al., 2019, Oļševskis et al., 2020). Mot bakgrund av Sveriges geografiska läge utan landgräns mot smittade länder och med hav som landgräns i stora delar av de områden där vildsvin finns, bedömer SVA att det är en fokal introduktion till vildsvin via mänskliga aktiviteter som är det mest sannolika scenariot för ASF-introduktion i Sverige, och det är också det scenario som är utgångspunkten i detta yttrande. Introduktionerna till Belgien, Tjeckien och senast till västra Polen visar också att sådan humanmedierad spridning kan ske när som helst och till vilket land som helst, oberoende av avstånd till pågående smittspridning i vildsvinspopulationer (Chenais et al., 2019).

SVA:S BEDÖMNING AVSEENDE FRÅGA 1

Baserat på rådande kunskap och det generella kunskapsläget anför SVA följande:

1) Går det att definiera sådana särskilt utpekade områden i Sverige?

Genom att använda tillgängliga data och beräkna geografiska riskindex går det att definiera områden baserat på sannolikhet för introduktion och etablering av ASF i den svenska vildsvinspopulationen, samt för vidare överföring till tamgrisbesättningar. Dessa beräkningar kan i sin tur användas för att identifiera områden med högre eller lägre sannolikhet för introduktion och etablering, och således användas för att rikta förebyggande åtgärder.

a)

- Vilka riskfaktorer bidrar till att definiera dessa områden?

För att en introduktion av ASF till Sverige ska ske och leda till etablering av ASF i den svenska vildsvinsstammen och eventuell vidare överföring till tamgrispopulationen krävs att en lång kedja av händelser inträffar. En sådan kedja inleds med att smittämnet efter att ha förflyttats från ett smittat område i omvärlden i någon form (t.ex. en bit icke värmebehandlat fläskkött), hamnar i miljön i Sverige och tas upp av ett mottagligt vildsvin under den tid som viruset fortfarande är aktivt. För att kedjan ska fortsätta måste sedan vildsvinet insjukna, utveckla viremi, och i sin tur smitta ett annat vildsvin innan dess (eller dess kadavers) infektiösa period är över. För att smittan ska etableras i vildsvinspopulationen behöver detta upprepas flera gånger. För att överföring till tamgrispopulationen sedan ska ske krävs ytterligare händelser i smittkedjan som innebär att smittämnet förs från vildsvinspopulationen (djuren) eller habitatet (miljön), korsar en eller flera biosäkerhetsbarriärer till en tamgrisbesättning och når en mottaglig tamgris.

Den beskrivna smittkedjan är komplex och sannolikheten för varje enskild händelse i kedjan påverkas av ett flertal olika faktorer som i högre eller lägre grad varierar i tid och rum. Givet att det finns tillgängliga data som i någon grad beskriver hur denna variation ser ut, kan dessa faktorer användas för att identifiera områden i vilka sannolikheten är högre för att hela eller delar av händelsekedjan ska inträffa.

Baserat på dagens kunskapsläge utgörs de riskfaktorer som påverkar sannolikheten för introduktion och etablering av ASF i den svenska vildsvinsstammen, och som är relevanta för detta uppdrags syfte, dels av sådana som rör mänskliga aktiviteter och dels av sådana som rör vildsvin och vildsvinsstammens beteende. Dessutom måste hänsyn tas till faktorer som rör den svenska tamgrispopulationen för att kunna värdera sannolikheten för att smittan i nästa steg ska överföras till tamgris.

Baserat på ovanstående och given datatillgänglighet har följande riskfaktorer vägts in i analysen: uppskattad vildsvinsstamtäthet; befolkningstäthet, trafik på vägar och från hamnar, förekomst av rastplatser längs större vägar; och tamgrisbesättningstäthet.

- Vilka områden är särskilt utpekade?

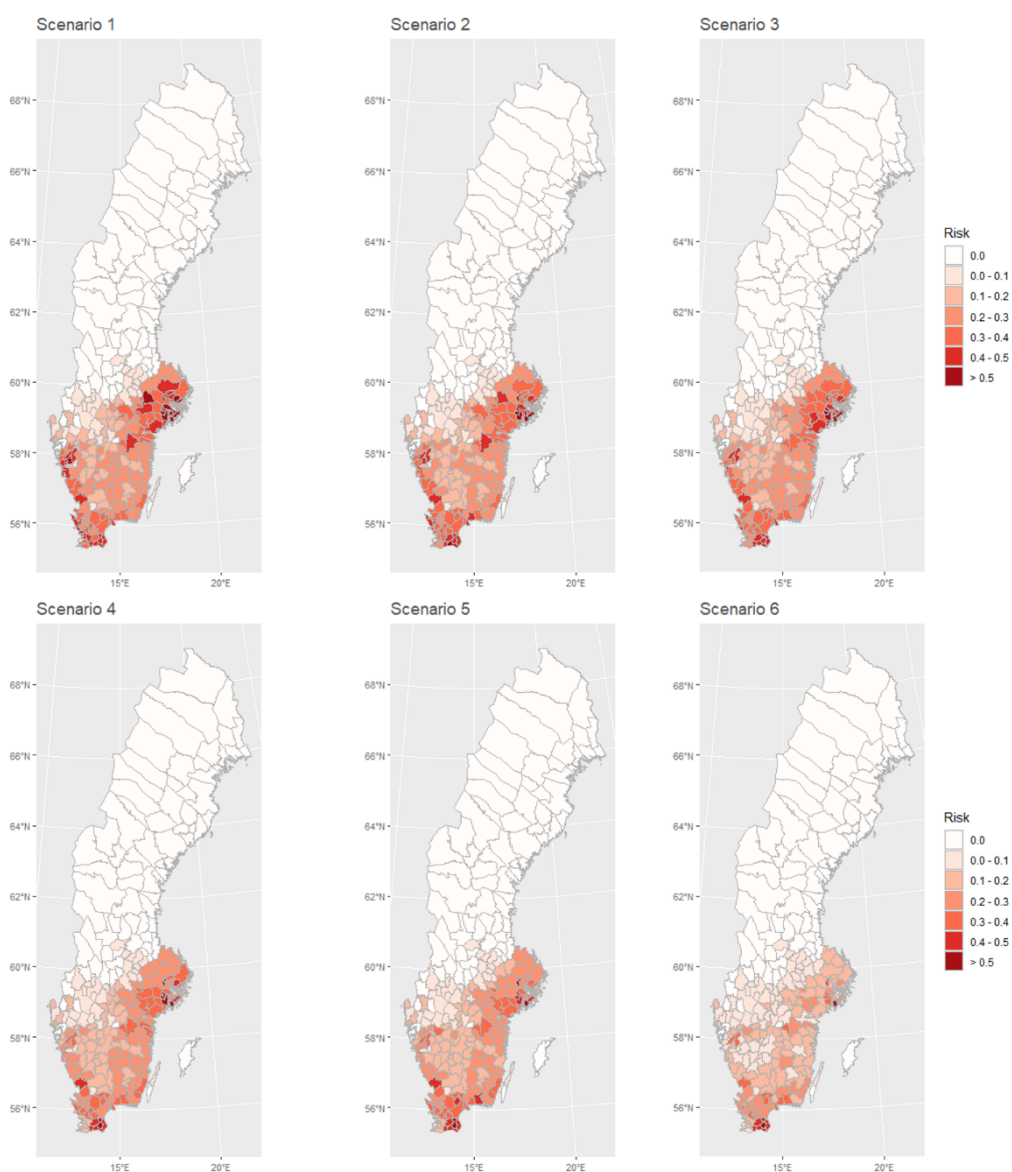
För att definiera områdena baserat på sannolikhet för introduktion av ASF och etablering i den svenska vildsvinsstammen har en geografisk riskberäkningsmodell använts (för detaljerad metodik se bilaga 2). I ett första steg har ett riskindex på kommunnivå relaterat till sannolikheten för introduktion och etablering av ASF i den svenska vildsvinsstammen beräknats med hjälp av öppet tillgängliga data avseende de identifierade riskfaktorerna:

vildsvinspopulationstäthet, baserat på avskjutningsstatistik och viltolycksstatistik, och **mänskliga aktiviteter** baserat på befolkningsdensitet, intensitet av tung trafik i vägnätet och volym av fraktgods till internationella färjelägen, samt lokalisering av rastplatser längs större vägar (bilaga 2, tabell 1). Stadsområden identifierades genom en faktor för vegetation samt genom befolkningsdensitet, och identifierade stadsområden exkluderades. Genom att riskfaktorerna givits olika betydelse (viktning) har olika scenarion tagits fram (tabell 1). Viktningen baserades på expertutlåtanden. För att definiera risk för smittöverföring från vildsvinspopulationen till tamgrispopulationen introduceras **tamgrisbesättningstäthet** till de olika scenarierna i ett andra steg.

Tabell 1: Olika viktning av riskfaktorerna i sex olika kombinationer i sex olika scenarier för introduktion och etablering av ASF i vildsvinspopulationen. S=scenarie.

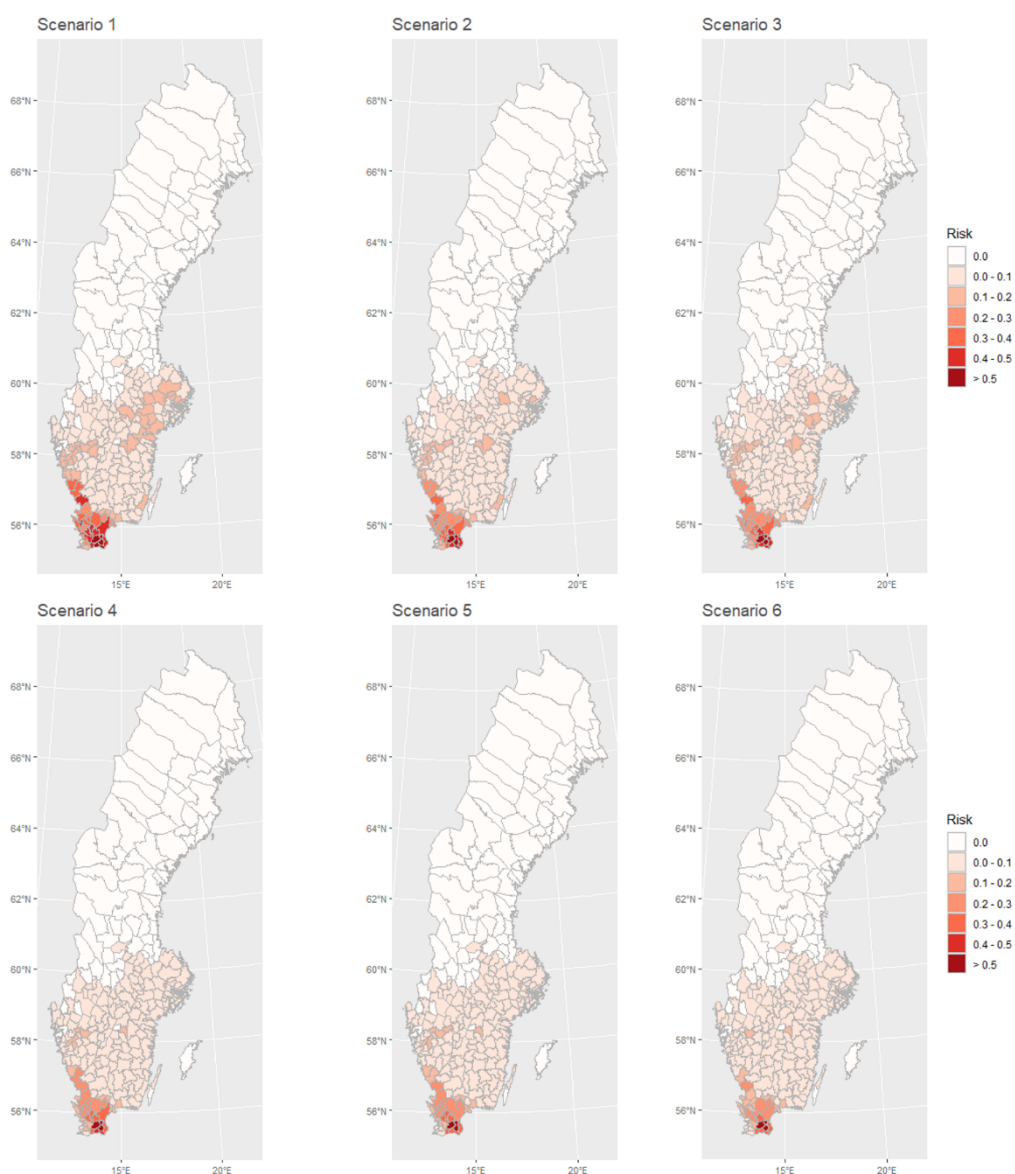
Riskfaktor		Viktning					
		S1	S2	S3	S4	S5	S6
Vildsvin	Vildsvinspopulation (avskjutning)	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	Vildsvinspopulation (trafikolyckor)	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Människor	Befolkning	1.0	0.5	0.3	0.0	0.0	0.0
	Tung trafik	1.0	0.5	0.7	0.5	1	0.0
	Rastplatser	1.0	0.5	0.7	0.5	0.3	0.0
	Färjelägen	1.0	0.5	0.7	0.5	0.3	0.0

Resultaten från riskberäkningsmodellen redovisas på kommunnivå nedan, som ett riskindex från låg till hög (0 till 1) för de olika scenarierna (se figur 1).



Figur 1. Beräknade riskindex på kommunnivå avseende introduktion och etablering av ASF i den svenska vildsvinspopulationen.

För att definiera områden med högre sannolikhet för *överföring av ASF från vildsvinspopulationen till tamgrisbesättningar* har densitet av tamgrisbesättningar multiplicerats med riskindex (0 till 1) för introduktion och etablering i vildsvinspopulationen enligt de olika scenarierna. Se figur 2.



Figur 2. Beräknade riskindex på kommunnivå för överföring av ASF från vildsvinspopulationen till tamgrisbesättningar.

Resultaten är dock belagda med osäkerhet i flera steg. Dels finns osäkerheter relaterade till de data som använts för att uppskatta de olika riskfaktorerna och i vilken grad de är representativa (t.ex. avskjutningsstatistik i förhållande till populationstäthet) och träffsäkra (t.ex. är befolkningstäthet inte nödvändigtvis ett bra mått på intensiteten av sådana mänskliga aktiviteter som påverkar risken för introduktion). Dels finns det osäkerheter som rör de olika riskfaktorernas relativa betydelse, det vill säga viktningen. Och sedan kan det finnas relevanta riskfaktorer som inte har identifierats i det här arbetet. Dessa osäkerheter kan påverka resultaten i endera riktningen. Den relativa betydelsen av osäkerheterna i modellen har analyserats genom att en sensitivitetsanalys genomförts, och av en iterativ beslutsprocess.

Utfallet av sensitivitetsanalysen talar för en viktning enligt scenario 4 eller 5. I scenario 6 inkluderas endast vildsvinspopulationen och den geografiska fördelningen av riskindex blir då identiskt med den geografiska fördelningen av vildsvinspopulationen baserat på avskjutning. Även om städer exkluderas från modellen med hjälp av vegetation och bearbetning av riskfaktorn för befolkning ger scenario 1-3 en koncentration av riskindex till tätbefolkade områden. Scenario 4 och 5 är mycket lika varandra och resultatet skiljer sig endast med avseende på några få kommuner som ingår i scenario 5 men inte 4.

Modellen som använts i beräkningarna är dock fortfarande på pilotstadiet, varför SVA med tanke på de osäkerheter i modellen som beskrivits ovan valt att inte ange något gränsvärde (mellan 0-1) för när ett område eller kommun kan anses vara särskilt utpekad. Oavsett detta kan resultaten användas för att identifiera områden med högre eller lägre sannolikhet, och således för att rikta förebyggande åtgärder.

- Vilka riskreducerande åtgärder (ex, reducering/stabilisering av vildsvinsstammen, ökad passiv övervakning, biosäkerhetsåtgärder etc.) är relevanta i respektive område?

Nedan anges förebyggande (riskreducerande) åtgärder som bör övervägas i områden med högre sannolikhet för introduktion och etablering av ASF i vildsvinsstammen. Dessa baseras på generell kunskap om vildsvinspopulationer (Massei et al., 2011, Keuling et al., 2008) och på de erfarenheter som gjorts under den pågående epidemin (Jori et al., 2020, Jori et al., in press, EFSA Panel on Animal Health and Welfare (AHAW) et al., 2018, EFSA et al., 2020, Viltrop et al., in press, Chenais et al., 2019, Dixon et al., 2019, Podgórski et al., 2020).

Biosäkerhetsåtgärder som syftar till att förhindra direkta och indirekta kontakter mellan vildsvin och tamgrisar bör implementeras i alla tamgrisbesättningar i områden där det finns vildsvin i större omfattning, och anpassas till lokala förutsättningar på besättningsnivå. Sådana åtgärder, liksom generella riskfaktorer för introduktion av ASF till tamgrisar diskuteras i detalj i SVAs svar på fråga 2-4 och tas därför inte ytterligare upp här.

Förebyggande åtgärder som bör övervägas

- Intensifierad passiv övervakning (vildsvin hittade döda). Kadaversök kan effektiviseras genom till exempel aktivt sök med hundar, och stimuleras med ekonomiska och andra incitament för upphittade och rapporterade kadaver. Rapportering kan stimuleras genom information och ökad tillgänglighet för rapportering till exempel genom marknadsföring av rapporteravilt.sva.se
- Vildsvinssäkring av rastplats- och campingområden med speciellt fokus på soptunnor.
- Information om ASF till allmänhet och till personer och organisationer som rör sig i skog och mark med fokus på att minimera riskbeteenden (smittskyddsrutiner efter vistelse i skog och mark i smittade områden, säker hantering av matavfall) och stimulera kadaversök och -rapportering.

- Utökad information vid gränser: på flera språk, i olika former, med högre tillgänglighet.
- Inkludering av trafikskadade vildsvin i den passiva övervakningen kan övervägas i områden med högre sannolikhet för introduktion och etablering av ASF.
- Åtgärder för att lokalt reducera eller stabilisera vildsvinsstammen
- Förbättrad gränskontroll med avseende på köttprodukter

b) Alla de faktorer och åtgärder som definierar områdena i punkt a) förändras med tiden. Det är därför inte tillräckligt att definiera utpekade områden endast vid ett tillfälle. Vi ber er därför att redan nu avgöra: När bör nästa utvärdering av utpekade områden göras?

De riskfaktorer som inkluderats i den modell som beskrivits under a) bedöms vara tämligen konstanta över tid. Den modell som utvecklats för att definiera områden baserat på sannolikheten för introduktion och etablering av ASF är dock en pilot och kommer att förfinas i ett forskningsprojekt under de kommande åren. Lämpligt intervall för bedömning är en gång årligen, eller på förkommen anledning baserat på till exempel förändringar i riskfaktorer, smittläget i närområdet eller metodutveckling av beräkningsmodellen.

REFERENSER

- CHARVÁTOVÁ, P., WALLO, R., JAROSIL, T. & ŠATRÁN, P. 2019. *How ASF was eradicated in the Czech Republic* [Online]. Available: <https://www.pigprogress.net/Health/Articles/2019/6/How-ASF-was-eradicated-in-the-Czech-Republic-429472E/> [Accessed 4 June 2020].
- CHENAIS, E., DEPNER, K., GUBERTI, V., DIETZE, K., VILTROP, A. & STAHL, K. 2019. Epidemiological considerations on African swine fever in Europe 2014-2018. *Porcine Health Manag*, 5, 6.
- DELLICOUR, S., DESMECHT, D., PATERNOSTRE, J., MALENGREAUX, C., LICOPPE, A., GILBERT, M. & LINDEN, A. 2020. Unravelling the dispersal dynamics and ecological drivers of the African swine fever outbreak in Belgium. *Journal of Applied Ecology*.
- DIXON, L. K., STAHL, K., JORI, F., VIAL, L. & PFEIFFER, D. U. 2019. African Swine Fever Epidemiology and Control. *Annual review of animal biosciences*, 8.
- EFSA, MITEVA, A., PAPANIKOLAOU, A., GOGIN, A., BOKLUND, A., BØTNER, A. & LINDEN, A. 2020. Epidemiological analyses of African swine fever in the European Union (November 2018 to October 2019). *EFSA Journal*, 18 (1): e05996.
- EFSA PANEL ON ANIMAL HEALTH AND WELFARE (AHAW), MORE, S., MIRANDA, M. A., BICOUT, D., BØTNER, A., BUTTERWORTH, A., CALISTRI, P., EDWARDS, S., GARIN-BASTUJI, B. & GOOD, M. 2018. African swine fever in wild boar. *Efsa Journal*, 16, e05344.
- JORI, F., CHENAIS, E., BOINAS, F., BUSAUSKAS, P., DHOLLANDER, S., FLEISCHMANN, L., OLSEVSKIS, E., RIJKS, J., SCHULZ, K. & THULKE, H. 2020. Application of the World Café method to discuss the efficiency of African swine fever control strategies in European wild boar (*Sus scrofa*) populations. *Preventive Veterinary Medicine*, 185, 105178.
- JORI, F., MASSEI, G., LICOPPE, A., RUIZ-FONS, F., LINDEN, A., VÁCLAVEK, P., CHENAIS, E. & ROSELL, C. in press. Management of wild boar populations in the European Union before and during the ASF crisis. In: IACOLINA, L., PENRITH, M.-L., BELLINI, S., CHENAIS, E., JORI, F., MONTOY, A. M., STAHL, L. K. & GAVIER-WIDEN, D. (eds.) *Understanding and combatting African Swine Fever – a European perspective*. Wageningen, the Netherlands: Wageningen Academic Publishers.
- KEULING, O., STIER, N. & ROTH, M. 2008. How does hunting influence activity and spatial usage in wild boar *Sus scrofa* L.? *European Journal of Wildlife research*, 54, 729.
- MASSEI, G., ROY, S. & BUNTING, R. 2011. Too many hogs? A review of methods to mitigate impact by wild boar and feral hogs. *Human-Wildlife Interactions*, 5, 79-99.
- NURMOJA, I., MÕTUS, K., KRISTIAN, M., NIINE, T., SCHULZ, K., DEPNER, K. & VILTROP, A. 2018. Epidemiological analysis of the 2015–2017 African swine fever outbreaks in Estonia. *Preventive veterinary medicine*.
- OĻŠEVSKIS, E., SCHULZ, K., STAUBACH, C., SERŽANTS, M., LAMBERGA, K., PŪLE, D., OZOLIŅŠ, J., CONRATHS, F. J. & SAUTER-LOUIS, C. 2020. African swine fever in Latvian wild boar—a step closer to elimination. *Transboundary and Emerging Diseases*.

- PODGÓRSKI, T., BOROWIK, T., ŁYJAK, M. & WOŹNIAKOWSKI, G. 2020. Spatial epidemiology of African swine fever: host, landscape and anthropogenic drivers of disease occurrence in wild boar. *Preventive veterinary medicine*, 177, 104691.
- SAUTER-LOUIS, C., FORTH, J. H., PROBST, C., STAUBACH, C., HLINAK, A., RUDOVSKY, A., HOLLAND, D., SCHLIEBEN, P., GÖLDNER, M. & SCHATZ, J. 2020. Joining the club: First detection of African swine fever in wild boar in Germany. *Transboundary and Emerging Diseases*.
- SCHULZ, K., CONRATHS, F. J., STAUBACH, C., VILTROP, A., OŁŠEVSKIS, E., NURMOJA, I., LAMBERGA, K. & SAUTER-LOUIS, C. 2020. To sample or not to sample? Detection of African swine fever in wild boar killed in road traffic accidents. *Transboundary and Emerging Diseases*.
- SCHULZ, K., STAUBACH, C., BLOME, S., VILTROP, A., NURMOJA, I., CONRATHS, F. J. & SAUTER-LOUIS, C. 2019. Analysis of Estonian surveillance in wild boar suggests a decline in the incidence of African swine fever. *Scientific reports*, 9, 1-9.
- URNER, N., MÕTUS, K., NURMOJA, I., SCHULZ, J., SAUTER-LOUIS, C., STAUBACH, C., CONRATHS, F. J. & SCHULZ, K. 2020a. Hunters' Acceptance of Measures against African Swine Fever in Wild Boar in Estonia. *Preventive Veterinary Medicine*, 105121.
- URNER, N., SERŽANTS, M., UŽULE, M., SAUTER-LOUIS, C., STAUBACH, C., LAMBERGA, K., OŁŠEVSKIS, E., CONRATHS, F. J. & SCHULZ, K. 2020b. Hunters' view on the control of African swine fever in wild boar. A participatory study in Latvia. *Preventive Veterinary Medicine*, 105229.
- VILTROP, A., BOINAS, F., DEPNER, K., JORI, F., KOLBASOV, D., LADDOMADA, A., STÅHL, K. & CHENAIS, E. in press. African swine fever epidemiology, surveillance and control *In: IACOLINA, L., PENRITH, M.-L., BELLINI, S., CHENAIS, E., JORI, F., MONTOYA, M., STÅHL, K. & GAVIER-WIDEN, D. (eds.) Understanding and combatting African Swine Fever – a European perspective*. Wageningen, the Netherlands: Wageningen Academic Publisher.

Work process and method for ASF risk map

Workflow

To calculate the risk of ASF's introduction to Sweden and its spread to domestic pig farms, we applied a decisional workflow process. We obtained relative related data with potential risk and converted them into a format suitable for analysis. By collecting experts' opinions, we designed a scenario that varied the severity of the risk factors and calculated the risk of introduction and spread. The calculated results were shared and discussed with the experts, and by repeating this process, we drew the final result. Figure 1 shows the decisional flowchart.

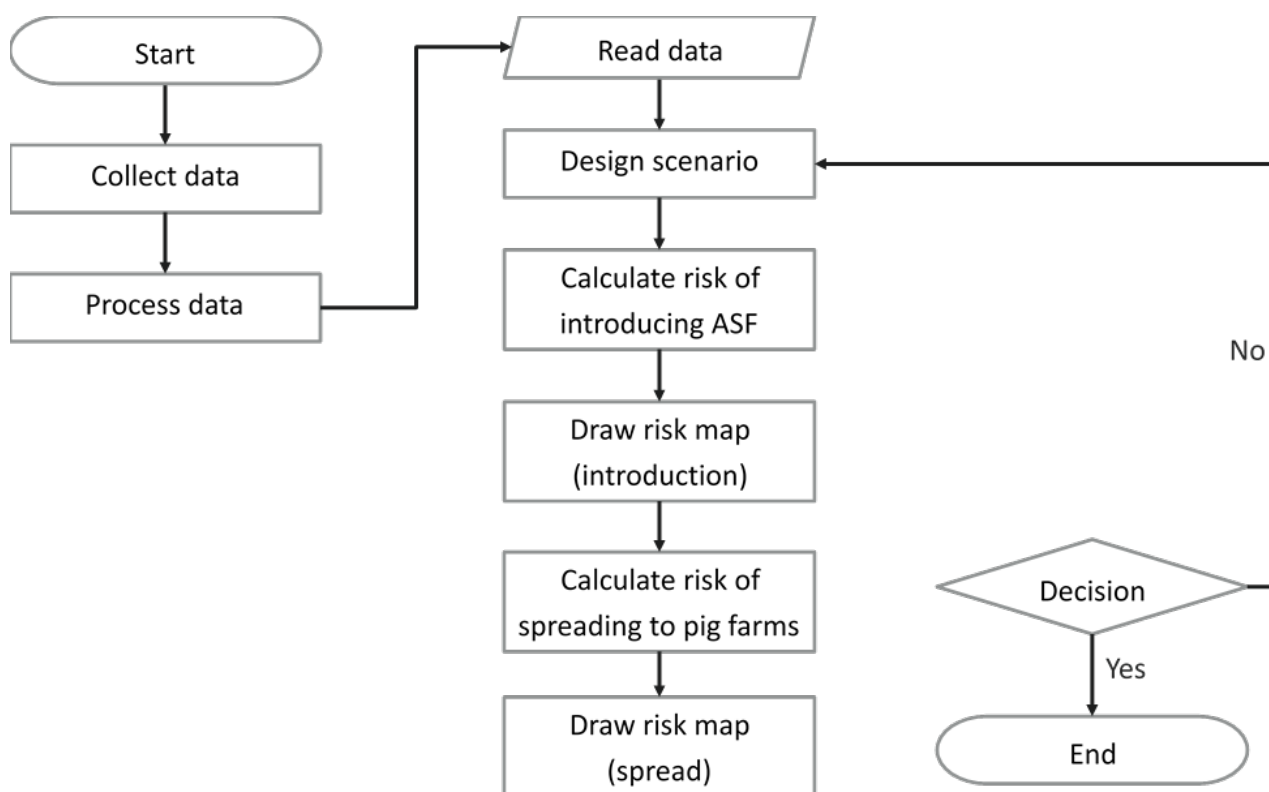


Figure 1. Process of risk calculation

Data collection and processing

We have collected relevant data from a variety of sources that could potentially affect the introduction of ASF. The collected data were written in different formats: text, raster, and vector (point and line). Table 1 shows the source and format of the raw data and the process. To use these data in risk calculations, we processed them to have the same format: raster with 1km² resolution. A raster file consists of a set of cells of the same size, and each cell has an attribute value (Figure 2). For example, in the raster data for the population, all cells belonging to commune A have the same value, which is the population density corresponding to the commune. After the cleaning and converting process, all raster files are rescaled to have an attribute value between 0 and 1 to ensure that all values of raster data have a common scale.

Bilaga 2. Metodik

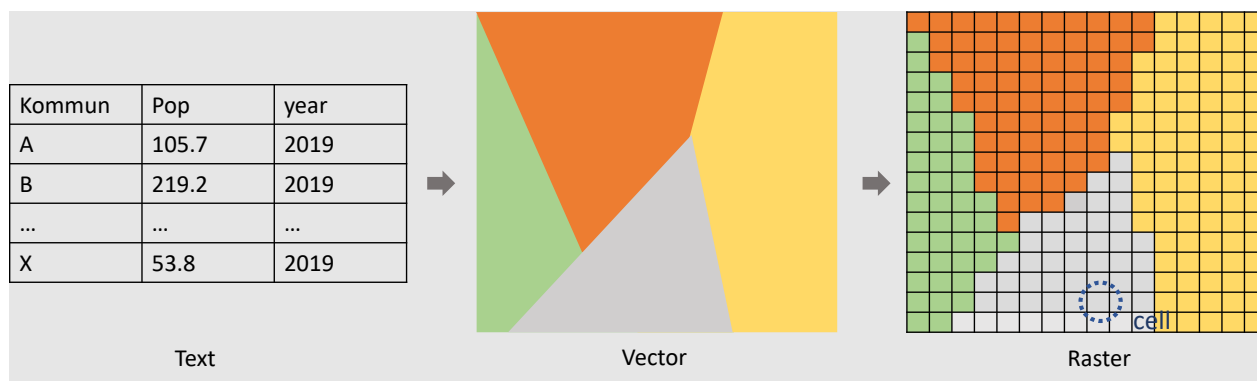


Figure 2. Data conversion: from text to raster format

Table 1. Data source and processing

Risk factor	Data type	Temporal unit	Spatial unit	Data conversion	Resolution, km	Data source
Wildboar population (hunting)	Vector	2018-2019	Hunting bag	rasterizing, smoothing, normalizing	1	Jägareförbundet
Wildboar population (car accident – frequency)	Vector	2015-2019	Road network (link)	rasterizing, smoothing, normalizing	1	Trafikverket
Human population ⁴	Text	2019	Kommun (pop/km ²)	vectorizing, rasterizing, smoothing, normalizing	1	Statistics Sweden
Traffic (Truck)	Vector	2019	Road network (link)	rasterizing, smoothing, normalizing	1	Trafikverket
Rest area	Vector	2019	Point	rasterizing, IDW ¹ , normalizing	1	Trafikverket
Port (Vessel)	Text	2019	Point	vectorizing, rasterizing, IDW, normalizing	1	Trafik Analys
Land cover ³	Raster	2018	Raster (100 m)	resampling, reclassifying	1	Copernicus (European Union's Earth Observation Programme)
Active pig farm	Text	2018-2020	Point	vectorizing, rasterizing, KDE ² , normalizing	1	National livestock database

¹ IDW: Inverse distance weighting, a mathematical method for surface fitting

² KDE: kernel density estimation

³ Land cover data was used as a reference to identify urbanized areas and exclude them from the calculation of the risk index. The boundary of each hunting bag almost identical to the boundary of Kommun.

⁴ Excessively high human population density values were eliminated as they may have an excessive effect on the risk index calculation. Values not included in the interquartile range (IQR) were defined as outliers (33 Kommuns with the highest

Bilaga 2. Metodik

population between 187.8 - 6031.5), and these were replaced by the maximum value (max=172.6) within the IQ (Figure 3).

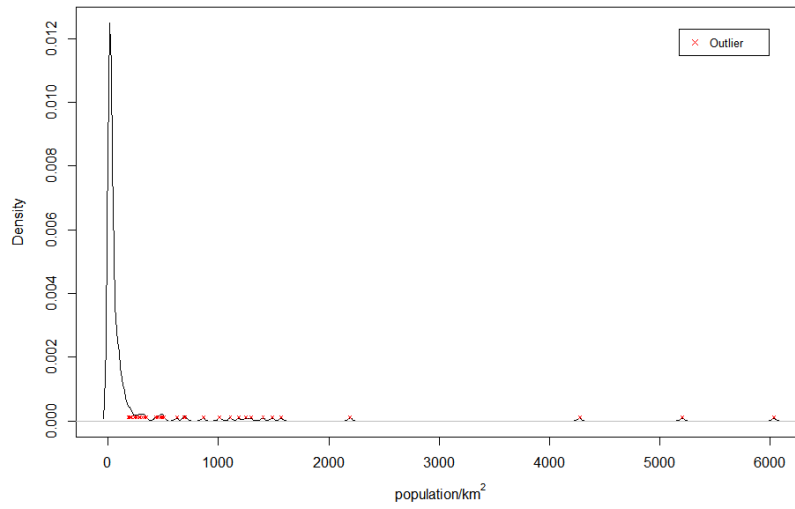


Figure 3. Distribution of human population and outlier

Calculation of the risk of Introducing ASF

The risk of introducing ASF was calculated by Equation (1). This formula was developed to reflect the opinion of the experts, that there is no risk of introduction in areas without wild boar. The risk factors have weights from 0 to 1. That is, if it is assumed that a risk factor does not affect the introduction risk at all, 0 is assigned, and 1 is given when the risk factor is assumed to affect the introduction as it is. This calculation process was repeated with different combinations of weight values. Table 2 shows the scenarios with different weight combinations.

$$Risk_i = \begin{cases} \sum r_{WB} = 0: 0 \\ \sum r_{WB} > 0: \sum_{j=1}^m r_{human_{ji}} w_{human_{ji}} + \sum_{k=1}^n r_{WB_{ki}} w_{WB_{ki}} \end{cases} \quad (1)$$

r_{human} = risk factors associated with human activities (e.g., population, traffic, merchant vessel)

r_{WB} = risk factors associated with wild boar (e.g., hunting, car accident)

w = weights between 0 and 1

m = number of human-related factors

n = number of WB-related factors

i = cell index

j = from 1 to m

k = from 1 to n

Table 2. Risk scenarios: different combination of weights of risk factors

Risk factor		Weight					
		S1	S2	S3	S4	S5	S6
WB	Wildboar population (hunting)	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	Wildboar population (car accident)	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Human	Human population	1.0	0.5	0.3	0.0	0.0	0.0
	Traffic (Truck)	1.0	0.5	0.7	0.5	1	0.0
	Rest area	1.0	0.5	0.7	0.5	0.3	0.0
	Port (Vessel)	1.0	0.5	0.7	0.5	0.3	0.0

Map of the risk of introducing ASF

The calculation results using Equations 1 are produced as raster maps. Figure 4 shows the results of each scenario, calculated in raster format with a resolution of 1 km². Because it is not easy to intuitively understand local information in raster format, we summarized the risk index values at the commune level (Figure 5). That is, each commune has an average value of cells corresponding to the commune. These average values can be calculated not only by commune, but also by län or by a smaller area unit.

As shown in Figure 4 and Figure 5, the change in risk factor weights has a certain impact on the risk of introduction. To quantitatively evaluate how human-related risk factors impact the risk of introducing ASF, we performed the sensitivity analysis. We measured how much the 10% increased risk factor affects the overall risk of introducing ASF, i.e., how much the risk introduction index varies per cell (1 km²).

Most cells showed an increase in risk of 0 to 4 % when one risk factor increased by 10 % (Figure 6). However, when the human population and seaport with logistics increased by 10%, around 200 km² area showed a risk index increase of more than 10%. These areas with a large amount of variation are not in the same administrative region but are scattered throughout Sweden, i.e., 5 km² area may be around the port located in commune A, and 10 km² area may be near the port located in commune B. Therefore, the amount of change may not have a significant effect in the results aggregated on a commune basis.

Bilaga 2. Metodik

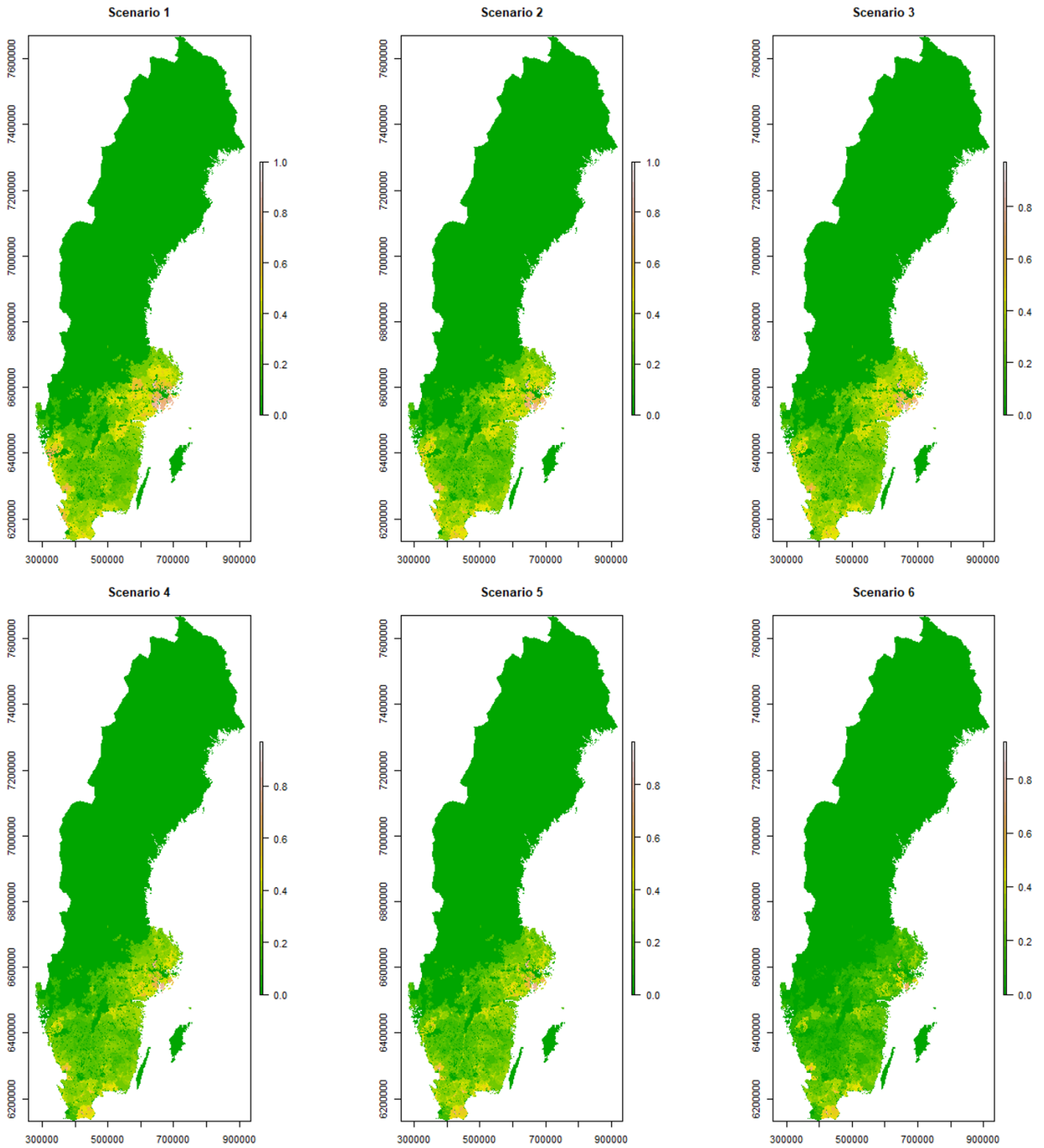


Figure 4. Results of risk calculation for ASF introduction (in raster format with 1km² resolution)

Bilaga 2. Metodik

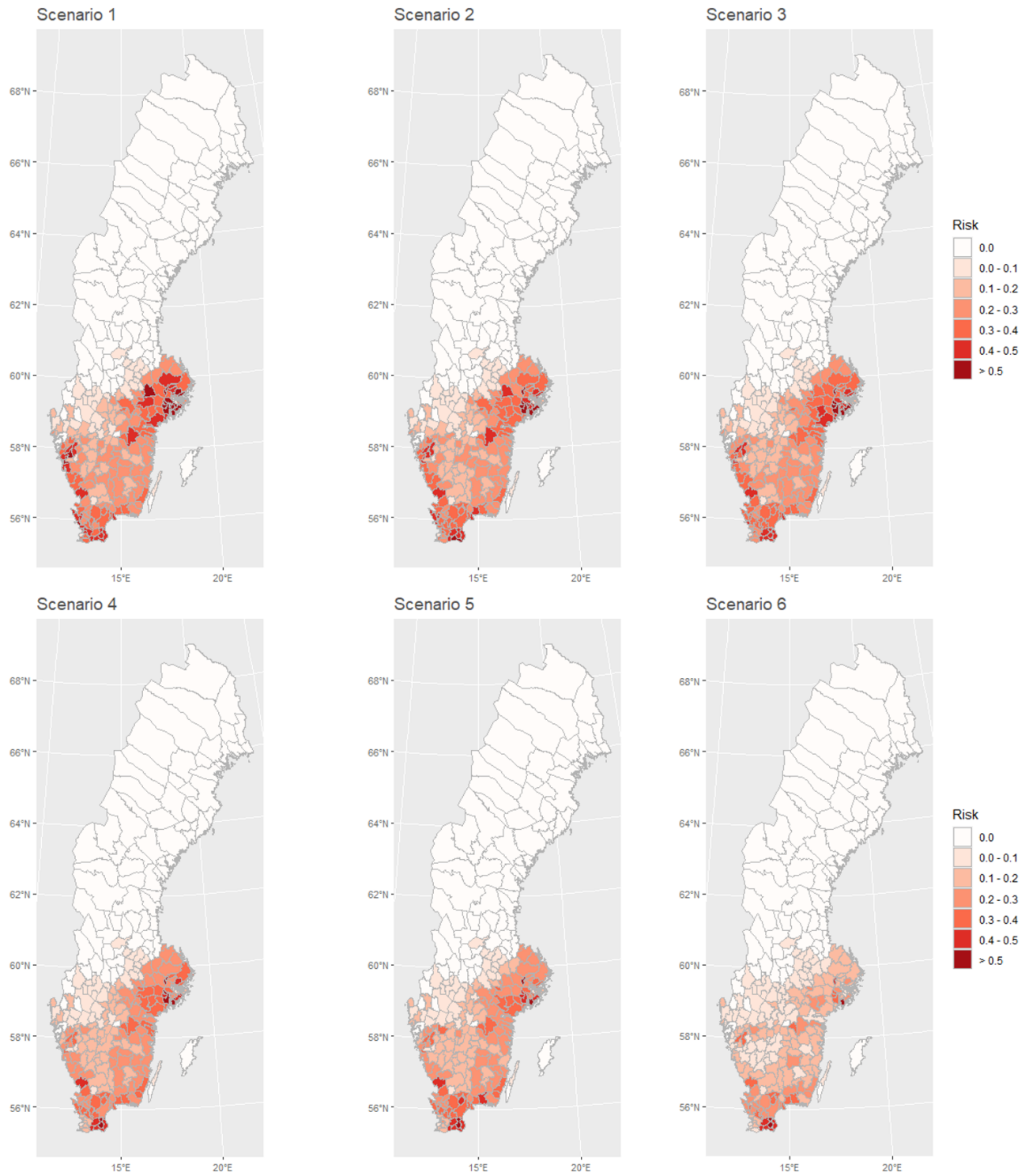


Figure 5. Results of risk calculation for ASF introduction (in vector format with kommun level)

Bilaga 2. Metodik

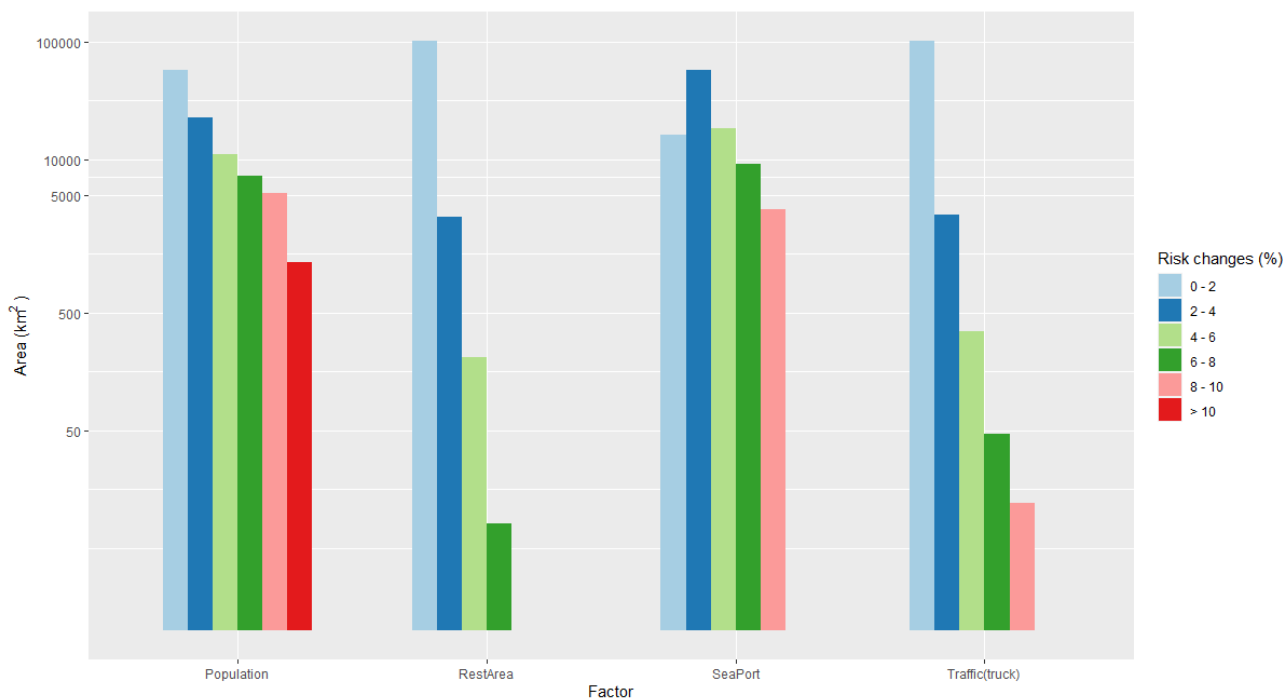


Figure 6. Results of sensitivity analysis for different risk factor weights. Note that the y-axis is transformed into log scale.

Calculation of the risk of spreading ASF to domestic pig farms

The risk of spreading ASF to domestic pig farms was calculated by Equation (2). The spread risk index was calculated by multiplying the density of domestic pig farms with the introduction risk index calculated by six different scenarios (see Figure 7 and Figure 8).

$$Risk_{spreading} = Risk_{introducing} \times FarmDensity$$

(2)

$Risk_{introducing}$ = Calculated risk index above

$FarmDensity$ = Density of active domestic pig farms

Bilaga 2. Metodik

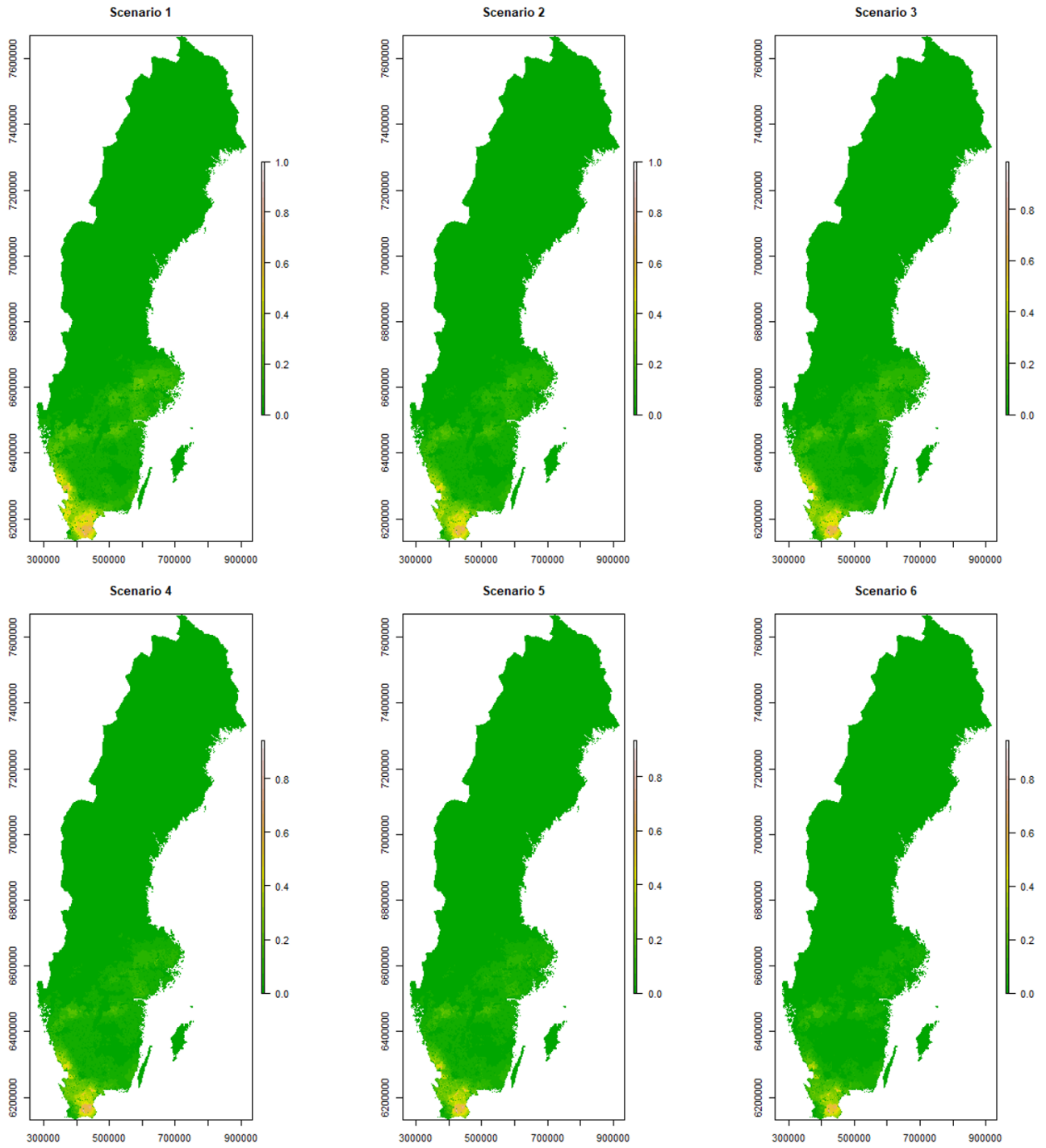


Figure 7. Results of risk calculation for ASF spread (in raster format with 1km² resolution)

Bilaga 2. Metodik

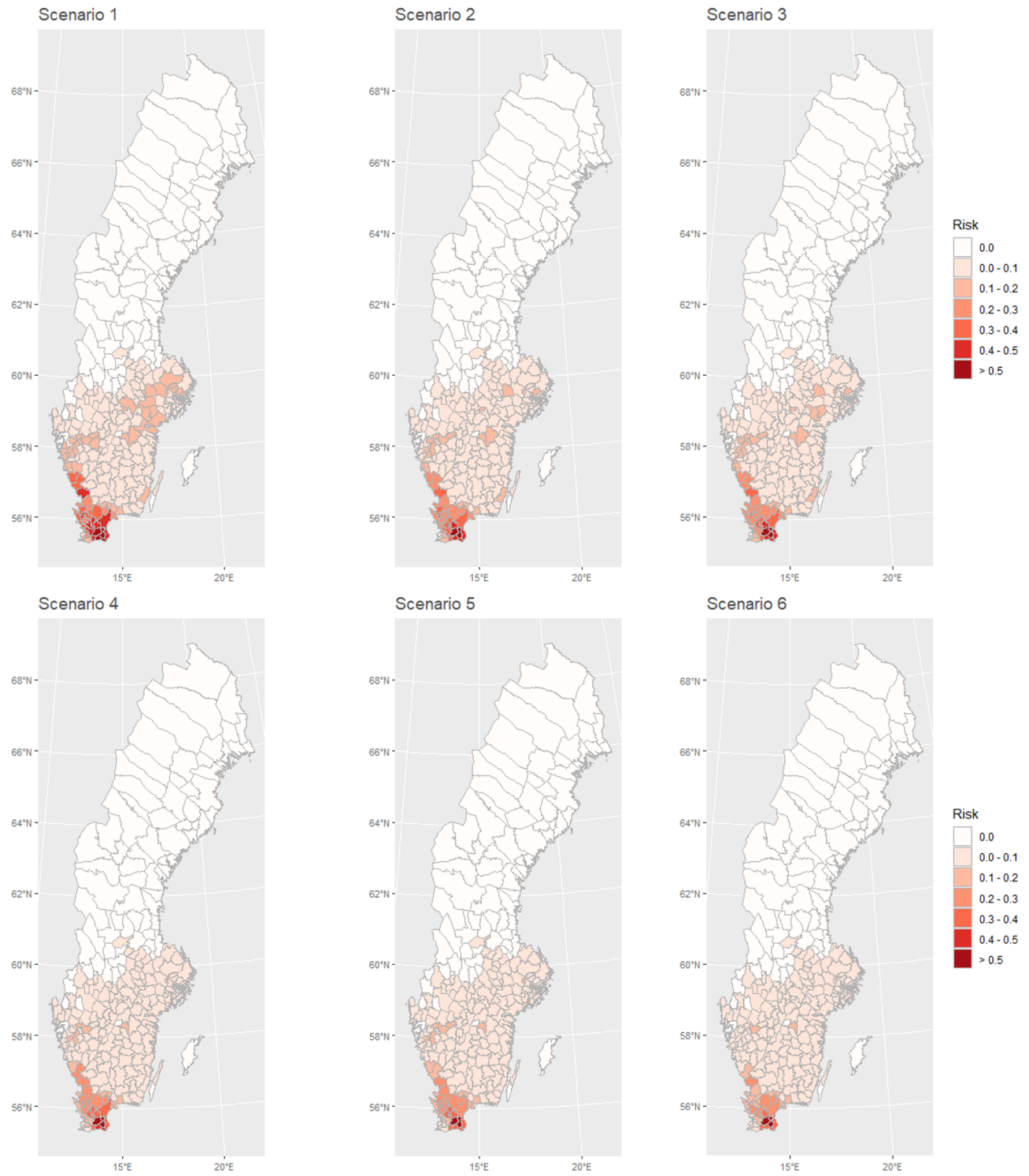


Figure 8. Results of risk calculation for ASF spread (in vector format with Kommun level)