

Analyse af registerdata: Hvilke faktorer forklarer PRRS-smitte?

Mette Fertner^a, Søren Kjærgaard Boldsen^a, Elisabeth Okholm Nielsen^a, Nicolai Weber^b, Janni Hales Pedersen^a, Nils Toft^b

^aSEGES Innovation P/S

^bLandbrug & Fødevarer Gris

STØTTET AF

Svineafgiftsfonden

Hovedkonklusion

Undersøgelsens resultater identificerer to væsentlige faktorer med relevans for PRRS-smitte blandt grisebesætninger i Danmark: flytning af dyr og lokal overførsel af smitte. Flytninger er den primære årsag til PRRS-smittetilfælde og har særlig stor betydning i besætninger med smågrise og slagtegrise, da der løbende tilføres grise fra sohold. Lokal smitteoverførsel vurderes på nuværende tidspunkt overordnet set at være af sekundær betydning og kan ske via samdrift, luftbårne partikler, personer, udstyr og øvrige redskaber.

Undersøgelsen kunne ikke forklare alle smittetilfælde. Særligt i sohold tyder resultaterne på, at der findes smitteveje, som ikke fremgår af de tilgængelige registerdata. Dette kan muligvis skyldes mangler i smittebeskyttelsen eller kontakt til eksterne smitekilder.

Sammendrag

Den nationale reduktionsstrategi for PRRS har øget bevågenheden for spredning af PRRS-virus mellem grisebesætninger. Formålet med undersøgelsen var at identificere smitteveje og risikofaktorer for PRRS-smitte i danske grisebesætninger. Der blev lavet en retrospektiv longitudinel undersøgelse baseret på registerdata (SPF, CHR og laboratorieindsendelser). De udvalgte risikofaktorer, som blev evalueret, omfattede besætningsstørrelse, antal leverandørbesætninger, afstand til PRRS-positive naboer, årstid og hvorvidt leverandøren blev PRRS-positiv indenfor 90 dage efter flytning af grise. Grundet forskelle i management og forventede smitteveje, blev analyserne gennemført for henholdsvis sohold og små- og slagtegrisebesætninger.

Datasættet omfattede 175 besætninger, der skiftede fra negativ til positiv PRRS sundhedsstatus i 2023, og blev sammenholdt med 1.909 besætninger, der opretholdt en negativ PRRS sundhedsstatus i hele

2023. Forekomsten af smittetilfælde for alle besætninger var på 9,5% (175/1.838), fordelt med 5,7% (39/788) for sohold og 11,8% (136/1.151) for små- og slagtegrisebesætninger.

PRRS-smittetilfælde, som skyldtes direkte indflytning af PRRS-positive grise, blev fjernet fra datasættet inden der blev gennemført to risikofaktoranalyser: en for sohold og en for smågrise- og slagtegrisebesætninger. For begge besætningstyper viste der sig to signifikante faktorer: afstand til nærmeste PRRS-positive nabo og hvorvidt leverandørbesætningen blev deklareret PRRS-positiv indenfor 90 dage efter tilflytning af grise. Sidstnævnte indikerer, at der er blevet tilflyttet grise til besætningen, der højst sandsynligt var smittede på tidspunktet for flytningen.

Såfremt én af leverandørerne blev PRRS-positiv indenfor 90 dage efter flytning af grise, var der 16 gange højere risiko for PRRS-smitte i sohold, mens der var 43 gange højere risiko for PRRS-smitte i smågrise- eller slagtegrisebesætninger sammenlignet med besætninger, hvor leverandøren forblev PRRS-negativ ($RR_{\text{sohold}} = 15,7$ [9,1;27,3] CI95%, $RR_{\text{små/slagt}} = 42,5$ [28,3;64,0] CI95%). Andelen af nye PRRS-smittetilfælde som kunne have været forhindret, hvis leverandørerne havde en sand negativ status, blev estimeret til henholdsvis 19% for sohold og 64% for små- og slagtegrisebesætninger. Tilsvarende var der henholdsvis fire og ni gange højere risiko for PRRS-smitte, hvis besætningen havde PRRS-positive naboer indenfor 5 km, sammenlignet med ingen PRRS-positive naboer ($RR_{\text{sohold}} = 4,2$ [1,8;10,6] CI95%; $RR_{\text{små/slagt}} = 8,5$ [3,4;20,9] CI95%). Disse risikoestimerer er højst sandsynligt overestimeret, da de er beregnet som rå tal uden at tage højde for konfunderende faktorer. Yderligere kunne der i registerundersøgelsen ikke tages højde for historiske samdrifter af besætninger (SPF), og derfor må kontakter som følge af samdrift betragtes som en del af den estimerede lokale smitte.

Hvis antallet af PRRS-smittede besætninger, forårsaget af direkte indflytning af PRRS-positive grise, summeres med antallet af PRRS-smitte, hvor leverandørbesætningen blev PRRS-positiv indenfor 90 dage efter tilflytning af grise, får vi et samlet estimat over smittetilfælde, som højst sandsynligt er forårsaget af flytninger. Således kunne 69% (120/175) af PRRS-smittede tilfælde kobles til flytninger, fordelt som 21% (8/39) af smittede sohold og 82% (112/136) smittede små- og slagtegrisebesætninger.

Resultaterne fra den nærværende undersøgelse udgør central viden, når man ønsker at sanere for PRRS. Resultaterne viser, at naboer smitter hinanden, ligesom besætninger smittes via ukendte statusskifter i leverandørbesætningen. Det understreger vigtigheden af at kende den sande PRRS-status på leverandørbesætninger ved flytninger af grise foruden et stærkt fokus på smittebeskyttelse. Desuden viser resultaterne, at lokal smitte spiller en væsentlig rolle, hvilket kræver, at saneringer gennemføres områdevis for at lykkes.

Baggrund

Den nationale reduktionsstrategi for PRRS fra 2022 [1] har øget bevågenheden for spredning af PRRS-virus mellem grisebesætninger. Tidligere undersøgelser har vist, at PRRS kan smitte mellem besætninger via forskellige smitteveje, såsom flytninger af grise, indirekte kontakter, luftbåren smitte og indkøb af sæd. Flytninger af smittede grise er i tidligere undersøgelser blevet estimeret til at være den mest hyppige smitekilde for små- og slagtegrisebesætninger [2], mens indirekte smitekilder såsom ansatte, kontamineret udstyr og forskellige former for lastbiler også har været forbundet med PRRS-smitte [2-3]. Luftbåren smitte med PRRSV er under danske forhold fundet i afstande op til 5,8 km [4]. Evnen til at spredes med luft afhænger af PRRS-type og vejrforhold [5] og begunstiges af lav vindhastighed, lave temperaturer, høj luftfugtighed og lav mængde ultraviolet lys [5], som typisk ses i vintermånederne.

Besætningstypen har stor betydning for smittevejen. Således er flytninger af smittede grise hovedårsagen til PRRS-smitte af smågrisebesætninger. Det er estimeret til at forårsage 80% af smittetilfældene, mens lokal smitte (indirekte kontakter og luftbåren smitte) har været den dominerede smittevej i sohold, estimeret til at forårsage 59% af smittetilfældene [2].

Tidligere risikofaktorundersøgelser har vist, at besætningens egen størrelse og smittebeskyttelsesniveau samt naboernes PRRS-status har betydning for besætningens risiko for at blive smittet med PRRS. Jo større besætning, jo større risiko for PRRS-smitte [6]. Indflytning af mange grise [7] og kort afstand til smittede besætninger [5] har yderligere været forbundet med øget risiko for PRRS-smitte. Derudover reducerer besætningens egen smittebeskyttelse risikoen for PRRS, eksempelvis i form af brug af karantænerum ved indkøb af polte [8-9].

Formålet med denne undersøgelse var, ud fra registerdata at identificere smitteveje og risikofaktorer forbundet med PRRS-smitte i danske grisebesætninger samt undersøge, hvorvidt registerdata kan bruges til at forudsige smitterisikoen for PRRS for en given besætning. Dette notat præsenterer de overordnede resultater af undersøgelsen, mens de mere detaljerede resultater er publiceret i artiklen *Risk of Porcine Reproductive and Respiratory Syndrome Virus introduction into Danish pig farms: A register-based study* data i Porcine Health Management [10].

Materialer og metoder

Studiedesign

Der blev lavet en retrospektiv longitudinel undersøgelse baseret på SPF-databasen (historisk information om PRRS-status), CHR-databasen (besætningens beliggenhed, størrelse og registrerede flytninger af grise) og laboratorieindsendelser (negative testresultater). Alle datatræk blev lavet d. 18. november 2024. Modellen blev udviklet på data fra perioden 1. januar til 31. december 2023, og efterfølgende valideret på data fra 1. januar til 30. august 2024. I dette notat præsenteres resultaterne fra modelleringen (2023 data), mens resultaterne fra valideringen er tilgængelige internationalt [10].

Studiepopulation

Undersøgelsen omfattede alle produktionsbesætninger, der levede op til definitionen om enten at være PRRS-smittet eller PRRS-negativ. PRRS-smittede besætninger blev defineret ud fra registerdata, som værende besætninger, der havde skiftet PRRS-status fra negativ til positiv en given dag i studieperioden fra 1. januar til 31. december 2023. Tilsvarende blev PRRS-negative besætninger defineret som besætninger, der på en given dato havde et negativt laboratoriesvar og samtidig havde haft en negativ PRRS-status i de foregående tre måneder. En PRRS-negativ status kan opretholdes op til et år efter negative blodprøver uden yderligere undersøgelse. Der er dog en vis risiko for, at en besætning kan blive positiv i den periode uden, at det nødvendigvis opdages, da PRRS ikke altid giver kliniske tegn. Jo længere tid siden seneste test, jo større risiko for falsk negativ status.

I henhold til inklusionskriterierne, blev besætninger med PRRS-status *ukendt*, *under sanering* eller *vedvarende positive* ikke inkluderet i undersøgelsen. Alle PRRS-positive besætninger indgik dog som naboeffekt i parameteren *afstand til PRRS-positive* naboer. Yderligere blev avls- og opformeringsbesætninger udeladt af analysen, da de er markant anderledes både i forhold til smittebeskyttelse, smitterisiko og testhyppighed.

Besætninger i studiepopulationen blev defineret som hørende til én af tre besætningstyper (sohold / integreret / små- og slagtegrisebesætninger), ud fra antal af grise registreret i CHR. Sohold blev defineret som besætninger registreret med søer i et antal, som overgår antallet af registrerede slagtegrise. Registrerede slagtegrise kan være et udtryk for egen polteproduktion, da de falder under samme kategori i CHR. Integrerede besætninger blev defineret som besætninger med færre søer end registrerede slagtegrise. Små- og slagtegrisebesætninger blev defineret som besætninger uden søer registreret. Tidligere undersøgelser fremhæver forskelle i smitteveje mellem besætningstyper. Analyserne blev derfor gennemført separat for sohold (inklusive integrerede besætninger) og små- og slagtegrisebesætninger.

Smitteveje og risikofaktorer

Indledningsvist blev besætninger med indkøb af grise fra PRRS-positive besætninger identificeret for henholdsvis sohold og små- og slagtegrisebesætninger. Det blev gjort ved at identificere leverandører, som var deklareret *PRRS-positive*, *under sanering* eller *ukendt* på tidspunktet for fraflytning af grise. Grundet deklARATION af besætningens PRRS-status [11], vil indflytning af grise fra en PRRS-positiv besætning til en PRRS-negativ besætning, altid resultere i et statusskift. Disse observationer blev slettet fra datasættet inden de to risikofaktoranalyser blev gennemført. Betydningen af følgende risikofaktorer blev efterfølgende undersøgt i datasættet: besætningsstørrelse, antal leverandører, afstand til PRRS-positive naboer, årstid og hvorvidt leverandørbesætningen blev PRRS-positiv indenfor 90 dage efter flytning af grise. Faktorerne blev defineret på følgende måde, ud fra registerdata:

Besætningsstørrelse: Opgjort i varmeproducerende enheder (vpe), baseret på antallet af grise registreret i CHR

$$vpe = 0.45 * N_{søer} + 0.17 * N_{slagtegrise} + 0.10 * N_{smågrise}$$

På denne måde kan besætningsstørrelsen regnes som en fælles enhed på tværs af forskellige besætningstyper. Grundet den skæve fordeling af vpe, blev denne faktor kategoriseret som små besætninger (20-300 vpe), mellemstore besætninger (300-600 vpe) og store besætninger (600-2.380 vpe).

Antal leverandører: Opgjort ud fra antallet af registrerede flytninger. For hver besætning blev det totale antal leverandørbesætninger indenfor de seneste 365 dage opgjort og kategoriseret som ingen leverandører, én leverandør eller mindst to leverandører.

Leverandør bliver positiv indenfor 90 dage efter flytning af grise: Hvis mindst én af besætningens leverandørbesætninger har haft et skift i PRRS-status fra PRRS-negativ til PRRS-positiv indenfor 90 dage *efter* tilflytning af grise, ville det blive registreret. Et skift til PRRS-positiv status indikerer smitte hos leverandøren, og risiko for, at smitten også har været til stede 90 dage tidligere, hvor der blev fraflyttet grise fra besætningen.

Afstand til PRRS-positive naboer: Defineres som, at der findes PRRS-positive besætninger indenfor en afstand på 1 km, 5 km eller ingen. Sidstnævnte skal forstås på den måde, at nærmeste PRRS-positive besætning er beliggende længere væk end 5 km.

Årstid: Defineres som kvartaler (jan-mar, apr-jun, jul-sep, okt-dec) for den dato, besætningen skifter status (PRRS-smittet) eller dato for negativt laboratoriesvar (PRRS-negativ).

Statistisk analyse

Efter eksklusion af PRRS-smittede besætninger med bevidst indkøb af PRRS-positive grise, blev der lavet to logistiske regressionsmodeller, en for henholdsvis sohold og små- og slagtegrisebesætninger. Regressionsmodellerne skulle kvantificere risikoen for at blive PRRS-smittet i forhold til at forblive PRRS-negativ. Risikofaktorer som blev evalueret, er beskrevet ovenfor og omfatter besætningsstørrelse, antal leverandører, afstand til PRRS-positive naboer, årstid og hvorvidt leverandøren blev PRRS-positiv indenfor 90 dage efter flytning af grise.

Først blev alle risikofaktorer testet enkeltvis i separate univariable analyser. Hvis de blev fundet signifikante ($p < 0,05$), blev der lavet parvise post-test sammenligninger ved hjælp af emmeans pakken i R [12]. Yderligere, blev alle risikofaktorer med tilstrækkelig tilknytning ($p < 0,20$) til udfaldet i den indledende univariable screening, inkluderet i en multivariabel model for henholdsvis sohold og små- og slagtegrisebesætninger (Tabel 1). De to fulde modeller blev efterfølgende reduceret ved backward elimination indtil samtlige tilbageværende faktorer var signifikante ($p < 0,05$). Prediktioner af

sandsynligheder og tilhørende konfidensintervaller fra de to endelige modeller blev estimeret ved hjælp af predikt funktionen i R.

Betydningen af hver signifikant risikofaktor blev kvantificeret som en relativ risiko og en population attributable fraction, med en antagelse om kausalitet og fravær af konfunderende faktorer. Dette blev gjort ved brug af AusVet's EpiTools, ved at summere univariable sammenhænge fra 2x2 tabeller for et cohort undersøgelse [13].

Datamanagement og de statistiske analyser blev lavet i R version 4.3.0 [14], med brug af pakkerne tidyverse [15] for datamanagement og visualisering, mens lme4 pakken [16] blev brugt til at fitte modellerne.

Resultater og diskussion

Datatrækket indeholdt 2.158 observationer (PRRS-smittede og PRRS-negative) fra 1. januar til 31. december 2023. Observationer tilknyttet besætninger defineret som ornestationer (n=33) eller tilhørende karantænestalde (n=24) blev slettet, ligesom besætninger med under 10 søer eller 100 grise totalt (n=13) samt små- og slagtegrisebesætninger uden tilflytning af grise (n=4) blev ekskluderet. Dette resulterede i et datasæt med 2.084 observationer (175 PRRS-smittede og 1.909 PRRS-negative). Datasættet omfattende i alt 1.665 PRRS-negative besætninger, hvoraf 1.424 besætninger fandtes én gang, 235 besætninger fandtes to gange og fem besætninger fandtes tre gange i datasættet. Der var i alt 173 PRRS-smittede besætninger, som alle fandtes én gang i datasættet på nær to besætninger, der var blevet gennemsnitligt to gange i løbet af 2023. De to besætninger havde henholdsvis 120 og 215 dage registreret imellem smittedato.

Incidensen¹ for samtlige besætninger var på 9,5% (175/1.838), fordelt som 5,7% (39/788) for sohold og 11,8% (136/1.151) for små- og slagtegrisebesætninger. Grundet forskelle i management, smitteveje og smitterisiko, blev efterfølgende analyser gennemført separat for sohold og små- og slagtegrisebesætninger.

Besætninger registreret med direkte indflytning af grise fra en PRRS-positiv eller ukendt besætning omfattede 38,3% (67/175) PRRS-smittede og 0,0% (3/1.909) PRRS-negative besætninger. Sidstnævnte tre observationer blandt kontrollerne skyldes højst sandsynligt fejlregistreringer i databaserne. Alle besætninger med bevidst indflytning af PRRS-positive grise var små- og slagtegrise besætninger. Bevidst indkøb af PRRS-positive grise fra en PRRS-positiv leverandør resulterer altid i et statusskift [11]. Disse 67 besætninger blev derfor slettet fra datasættet forud for den statistiske analyse, da årsagen til statusskift allerede var kendt.

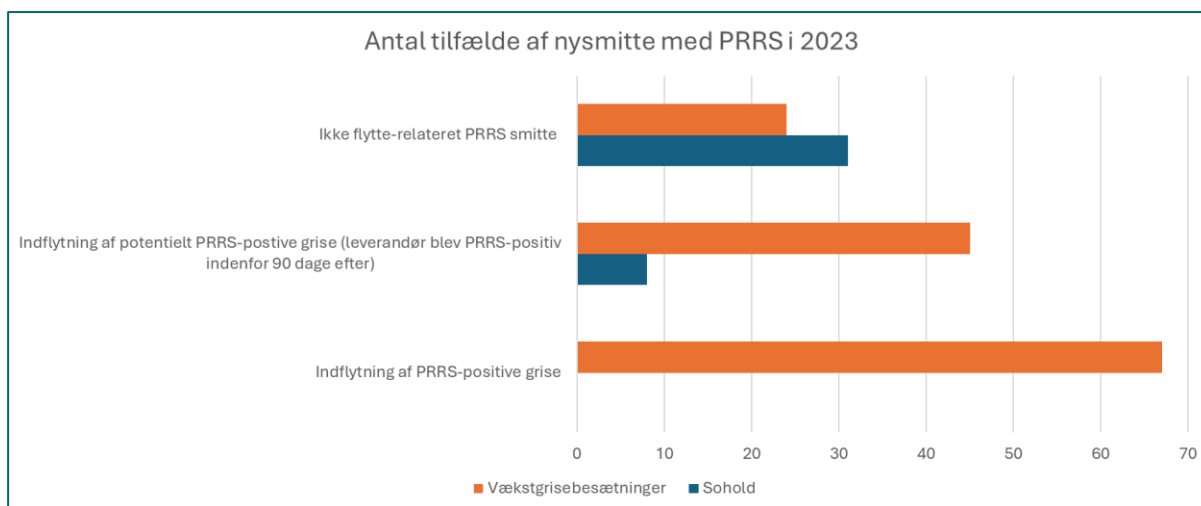
Flytterelaterede årsager til PRRS-smitte er vist i Figur 1. Indflytning af potentielt smittede grise henviser til besætninger, der får tilflyttet grise fra en leverandør, som efterfølgende bliver PRRS-positiv indenfor 90 dage. Det kan altså tyde på tilflytning af falsk-negative PRRS-deklarerede grise, dvs. grise, der kommer fra deklareret PRRS-negative besætninger, men hvor der sandsynligvis har været en introduktion af smitte siden sidste laboratorietest. Hovedparten af besætningerne får taget årlige PRRS-statusblodprøver. Jo længere tid siden sidste statusblodprøve, jo højere sandsynlighed for, at besætningen ikke længere er negativ. Dette udfordres især af en sygdom som PRRS, som ikke nødvendigvis forårsager kliniske symptomer.

Hvis vi ser på det samlede antal flytterelaterede tilfælde ved at summere antallet af bevidste indkøb med antallet af indflytning af potentielt smittede grise, er der totalt 69% (120/175) tilfælde, som har

¹ Incidensen blev regnet som antallet af nye smittetilfælde divideret med antallet af besætninger i risiko ved begyndelsen af undersøgelsen. Således blev der ikke taget højde for den præcise time-at-risk for hver enkelt besætning, og den opgjorte incidens er således et groft estimat.

flytninger som mest sandsynlig smittevej. De flytterelaterede PRRS-smittetilfælde adskiller sig markant mellem besætningstyper. Således har sohold 21% (8/39) tilfælde af flytterelateret PRRS-smitte, mens det drejer sig om 82% (112/136) små- og slagtegrise besætninger. Kun 31% (55/175) tilfælde af PRRS-smitte har en anden ikke-flytterelateret årsag. Flytterelateret smitte var især dominerende hos små- og slagtegrisebesætninger, hvilket er i overensstemmelse med tidligere udenlandske publikationer [2;5]. Samtlige grise i små- og slagtegrisebesætninger tilflyttes fra et sohold. Små- og slagtegrisebesætninger kan enten have en fast leverandør, eksempelvis en fast soholder, hvorfra de modtager samtlige grise med en hyppighed, eller de kan have flere leverandører.

Den langt lavere risiko for flytterelateret smitte af sohold kan dels forklares ved færre antal indflyttede grise (polte), og dels den lavere risiko forbundet ved indflytning af polte. Langt hovedparten af sohold køber polte fra en SPF-avlsbesætning, mens en mindre andel hjemmeavler polte. SPF-avlsbesætninger er underlagt tæt kontrol med hyppige overvågningsprøver for at påvise eventuel introduktion af sygdom på et tidligt stadium. For PRRS udtages månedlige blodprøver i SPF-avlsbesætninger. Yderligere anbefales det at indsætte polte via karantænerum, hvilket hovedparten af besætningsejere efterlever. I en nylig opgjort spørgeskemaundersøgelse fortalte 70% af de adspurgte soholdere, at de indsatte polte i karantænerum i følge anbefalingerne med seks ugers karantæne og strikt ind-alt-ud drift [17]. Karantænerum og en langt hyppigere testhyppighed hos leverandøren af grise forklarer den lavere flytterelaterede smitterisiko hos soholdere. Dog var der i datasættet otte sohold (Figur 1), der havde registreret en leverandør, som blev PRRS-smittet indenfor 90 dage efter tilflytning af grise. Ved nærmere undersøgelse viste det sig, at samtlige otte sohold havde registreret samme ejer for både modtagende og leverende besætning. Indflytning af falsk-negativt PRRS-deklareret grise tyder således ikke på at være et generelt problem blandt sohold, men snarere interne forhold hos et fåtal af ejere. Yderligere tyder det på at omfatte sohold med egen produktion af polte, og dermed ikke tilflytning af polte fra SPF-avlsbesætninger.



Figur 1. Flytterelaterede tilfælde af PRRS-smitte blandt danske grisebesætninger i relation til besætningstype for 175 PRRS-smitte tilfælde (173 smittede besætninger) i 2023. Smittetilfælde i de to kategorier *indflytning af potentielt smittede grise (leverandør bliver positiv indenfor 90 dage efter tilflytning af grise)* og *ikke-flytterelaterede tilfælde* (108 PRRS-smittede totalt) blev medtaget i den efterfølgende risikofaktoranalyse.

Generelt var der signifikant højere andel af PRRS-smittede besætninger med PRRS-positive naboer indenfor 1 km og 5 km, i forhold til besætninger uden PRRS-positive naboer, ligesom der var en signifikant højere andel PRRS-smittede besætninger blandt besætninger, hvis en leverandør blev PRRS-positiv indenfor 90 dage efter tilflytning af grise. Yderligere var der en tendens til en højere andel PRRS-smittede besætninger i vintermånederne, med henholdsvis 67% (26/39) og 75% (52/69) af smittede sohold og små- og slagtegrisebesætninger i perioden oktober til marts, sammenlignet med

44% (342/767) og 46% (534/1,139) kontroller i den samme periode (Tabel 1). Den højere andel cases i vintermånederne tyder således ikke på at være forårsaget af et større antal prøver i vintermånederne.

Tabel 1. Undersøgte risikofaktorer med betydning for besætningens risiko for at blive PRRS-positiv for henholdsvis sohold og små- og slagtegrisebesætninger. Indledende univariabel screening af hver enkelt risikofaktor i forhold til, hvorvidt de har effekt på udfaldet; PRRS smitte eller ej. PRRS-smittede er besætninger, der er skiftet status fra PRRS-negativ til PRRS-positiv, mens PRRS-negative besætninger har konstant negativ status foregående tre måneder. Den samme besætning kan findes flere gange i datasættet. Derfor overstiger antallet af observationer (2.014) antallet af besætninger. Besætningsstørrelse er opgjort som varmeproducerende enheder (vpe). Risikofaktorer, som er tilstrækkeligt associeret med udfaldet (p-værdi <0,2), er fremhævet med fed og medtages i en af de to efterfølgende multivariable modeller for henholdsvis sohold og små- og slagtegrisebesætninger.

Risikofaktorer		Sohold			Små- og slagtegrisebesætninger		
		PRRS-smittede (N=39)	PRRS-negative (N=767)	p-værdi	PRRS-smittede (N=69)	PRRS-negative (N=1.139)	p-værdi
Antal besætninger		39	648	-	68	1.015	-
Besætningsstørrelse (VPE)	20 – 300	6 (0,046)	125 (0,954)	0,827	37 (0,068)	503 (0,931)	0,165
	300 – 600	15 (0,044)	326 (0,956)		19 (0,041)	439 (0,959)	
	600 – 2,380	18 (0,054)	316 (0,946)		13 (0,062)	197 (0,938)	
Antal leverandører sidste år	Ingen	6 (0,037)	157 (0,963)	0,219	-	-	0,488
	1	15 (0,040)	362 (0,960)		42 (0,061)	645 (0,939)	
	2+	18 (0,068)	248 (0,932)		27 (0,052)	494 (0,948)	
Leverandør bliver PRRS-positiv indenfor 90 dg efter flytning af grise	Ja	8 (0,615)	5 (0,385)	< 0,001	45 (0,882)	6 (0,118)	< 0,001
	Nej	31 (0,039)	762 (0,961)		24 (0,021)	1.133 (0,979)	
Afstand til PRRS- positive naboer (indenfor radius)	1 km	16 (0,340) ^{ab}	31 (0,660)	< 0,001	27 (0,276) ^{ab}	71 (0,724)	< 0,001
	5 km	17 (0,041) ^b	395 (0,959)		37 (0,059) ^{ac}	592 (0,941)	
	Ingen	6	341		5	476	

		(0,017) ^a	(0,983)		(0,010) ^{bc}	(0,990)	
Årstid	Jan – Mar	17 (0,098) ^a	156 (0,902)	0,009	23 (0,139) ^{acd}	142 (0,861)	< 0,001
	Apr – Jun	6 (0,037)	156 (0,963)		9 (0,043) ^a	200 (0,957)	
	Jul – Sep	7 (0,025) ^a	269 (0,975)		8 (0,019) ^{bc}	405 (0,981)	
	Okt – Dec	9 (0,046)	186 (0,954)		29 (0,069) ^{bd}	392 (0,931)	

^{abcde} Bogstaver i hævet skrift indikerer signifikans mellem strata.

13% (5/39) af sohold og 3% (2/69) af små- og slagtegrisebesætninger havde hverken PRRS-positive naboer i 5 km radius eller en leverandør, som blev positiv indenfor 90 dage efter tilflytning af grise. Smittekilden kunne således ikke forklares af nogle af de undersøgte faktorer, men skal findes andetsteds. Det kunne dreje sig om smittebeskyttende forhold, som ikke er tilgængelige i registerdata, som f.eks. udleveringsforhold, kontakt med lastbiler [2;18].

De endelige multivariable modeller, hvor alle tilstrækkeligt associerede risikofaktorer blev inkluderet i modellerne, resulterede i to signifikante faktorer med betydning for PRRS-smitte for både sohold og små- og slagtegrisebesætninger. Det drejede sig om afstand til PRRS-positive naboer og hvorvidt leverandøren blev PRRS-positiv indenfor 90 dage efter tilflytning af grise. Begge faktorer har for både sohold og små- og slagtegrisebesætninger signifikant betydning for PRRS-smitterisikoen, hvor alle fire p-værdier < 0,001. Predikterede sandsynligheder for de endelige to modeller er illustreret i Figur 2.

Der var signifikant flere PRRS-nysmittede besætninger med PRRS-positive naboer indenfor 1 km og 5 km i forhold til besætninger uden PRRS-positive naboer.

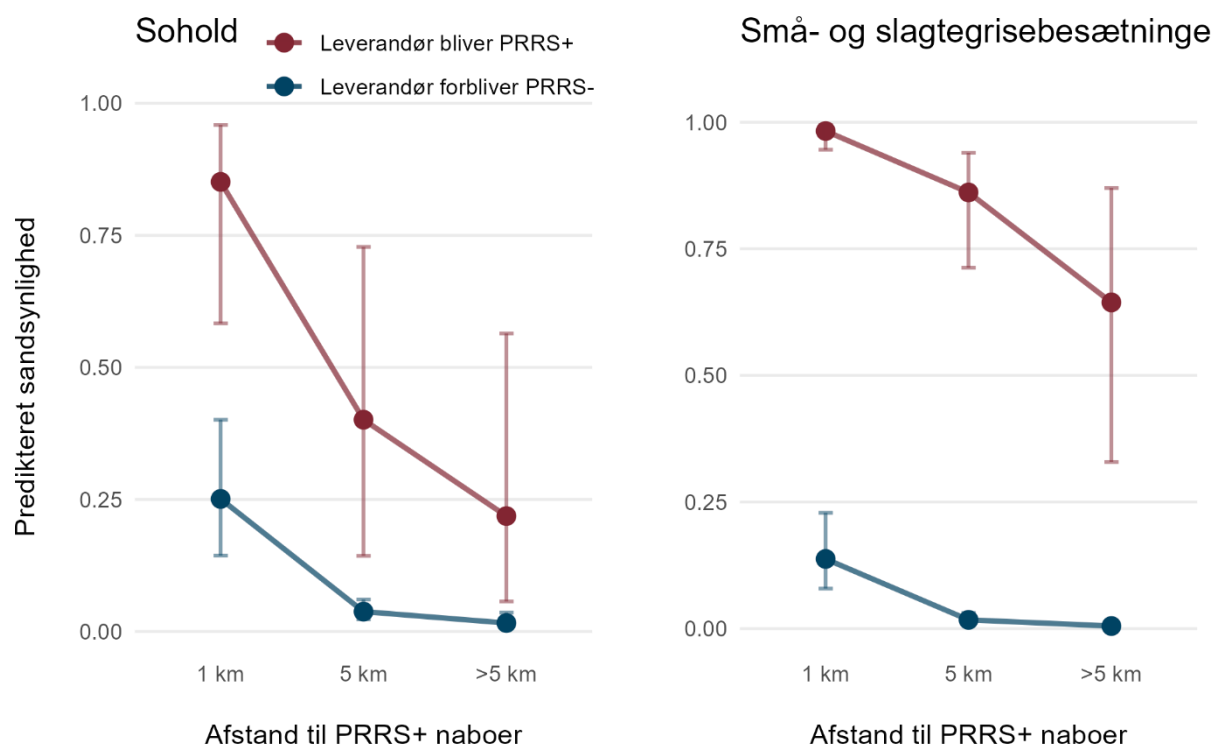
Effekten af afstand til PRRS-positiv nabo viser som ventet at være den samme for begge besætningstyper. Det giver god mening, at risiko for luftsmitte er den samme, uanset om modtageren er et sohold eller en smågrise- og slagtegrisebesætning.

Tidligere amerikanske simulationsundersøgelser har fundet lokal smitte som værende den største smitterisiko for sohold

[2]. Lokal smitte kan både omfatte luftsmitte og lokale forhold såsom deling af udstyr, personale og anden trafik mellem besætninger. En amerikansk undersøgelse påviste fund af PRRS på overflader, såsom udluftningskanaler og dørhåndtag, i og udenfor smittede besætninger, hvilket taler ind i risikoen for lokal smitteoverførsel [19]. Under danske forhold spiller SPF-samdrift desuden en betydelig rolle. Ifølge SPF-reglerne kan en gruppe besætninger indgå samdrift, hvilket betyder, at ansatte, udstyr og grise kan flyttes frit mellem besætninger i samme samdrift. Desværre var det ikke muligt at tage højde for samdrift i det nærværende datasæt, men det har uden tvivl forstærket effekten af den estimerede lokale smitte. I en nylig publiceret spørgeskemaundersøgelse blandt danske grisebedrifter, nævnte 2% af besætningsejere, at de delte udstyr (vaskeroboter), mens 10% af besætningerne delte personale med besætninger under samme ejerskab [17]. Større risiko for smitteoverførsel kan således forventes mellem besætninger under samme ejerskab.

Relative risikoer regnet på de univariate data (Tabel 1) viste henholdsvis 16 og 43 gange højere risiko for PRRS-smitte, hvis én af leverandørerne blev PRRS-positiv indenfor 90 dage efter flytning af grise, sammenlignet med besætninger, hvor leverandøren forblev PRRS-negativ ($RR_{\text{sohold}} = 15,7$ [9,1;27,3] CI95%, $RR_{\text{små/slagt}} = 42,5$ [28,3;64,0] CI95%). Den populationstilknyttede risiko (population attributable

fraction) lå på 19% (sohold) og 64% (små- og slagtegrisebesætninger), og indikerer formentlig andelen af nye PRRS-smittetilfælde, som kan forhindres, hvis leverandørerne havde en sand negativ status. Tilsvarende for afstand til PRRS-positive naboer. Her fandt vi henholdsvis fire og ni gange højere risiko for PRRS-smitte, hvis besætningen havde PRRS-positive naboer indenfor 5 km sammenlignet med, at der ikke var PRRS-positive naboer ($RR_{\text{sohold}} = 4,2 [1,8;10,6]$ CI95%; $RR_{\text{små/slagt}} = 8,5 [3,4;20,9]$ CI95%). Risikoestimerne er højst sandsynligt overestimeret, da de ikke er justeret for konfunderere, såsom lokal smitte og samdrifter. Det vil sige, at estimerne både indeholder den reelle effekt og effekten af konfunderen, mens den sande kausale effekt er lavere.



Figur 2. Predikteret sandsynlighed for smitte med PRRS for danske sohold (t.v.) og smågrise- og slagtegrisehold (t.h.). Resultaterne stammer fra de to endelige multivarierte modeller, som illustrerer risikoen for at blive smittet med PRRS. Modellerne indbefatter begge de samme to signifikante risikofaktorer: afstand til PRRS-positive naboer (x-akse) og hvorvidt mindst én leverandør bliver PRRS-positiv indenfor 90 dage efter tilflytning (farve). De lodrette linjer illustrerer 95% konfidensinterval. Modellen blev lavet på baggrund af 806 observationer (sohold) og 1.208 observationer (smågrise- og slagtegrisehold) i 2023, baseret på data fra CHR-registeret, SPF-registeret og laboratorieindsendelser.

Totalt 69% af PRRS-smittede besætninger har indflytning af smittede grise som mest sandsynlige smittevej. Det vil sige enten bevidst indkøb af PRRS-positive grise eller indflytning af grise, hvor leverandørbesætningen bliver positiv umiddelbart efter.

En prediktionsmodel for PRRS baseret på registerdata til at forudsige smitterisikoen for hver enkelt dansk grisebesætning kunne være brugbar i forbindelse med reduktionsprogrammet. Imidlertid viser resultaterne fra denne undersøgelse, at der er brug for prospektiv data i form af information om, hvorvidt en leverandørbesætning bliver smittet indenfor 90 dage efter fraflytning af grise, til at give det bedst mulige bud på smitterisikoen.

Konklusion

Flytninger af grise blev fundet som den vigtigste årsag til PRRS-smitte blandt danske grisebesætninger, dette gælder især for små- og slagtegrisebesætninger som får indflyttet PRRS-smitte fra de tilhørende sohold. Det kan både forklares ved det store antal indflyttede grise og den relativt sjældne testhyppighed, idet produktionsbesætninger kun testes en gang årligt.

Lokal smitte er også årsag til PRRS-smitte. Lokal smitte omfatter samdrifter, luftsmitte, personkontakt, redskaber m.v. Undersøgelsen kunne dog ikke forklare alle smittetilfælde. Det tyder altså på, at der findes andre smitekilder, for især sohold, som ikke er tilgængelige i registerdata. Det kan dreje sig om brist i smittebeskyttelse eller kontakt med eksterne risici.

Resultaterne fra den nærværende undersøgelse udgør central viden, når man ønsker at sanere for PRRS. Yderligere understreger resultaterne vigtigheden af målrettede indsatser i forhold til at kende den sande PRRS-status på leverandør besætninger ved flytninger af grise og øget fokus på smittebeskyttelse. Sanering af områder kræver samarbejde, da lokal smitte også kunne forklare smitte med PRRS.

Referencer

- [1] Landbrug & Fødevarer, Den Danske Dyrlegeforening og Fødevarestyrelsen (2022): Strategi til reduktion af Porcin Reprodukions- og Respirationssyndrom (PRRS) hos grise i Danmark. D. 3. maj 2022. [Online]; URL (tilgået d. 6. oktober 2025): https://svineproduktion.dk/-/media/PDF/Aktuelt/Temaer/PRRS/PRRS_strategi_reduktion_temaside.ashx
- [2] Galvis, J.A.; Corzo, C.A.; Prada, J.M.; Machado, G. (2021): Modelling the transmission and vaccination strategy for porcine reproductive and respiratory syndrome virus. *Transbound Emerg Dis.* 00, pp. 1-16
- [3] Pitkin, A.; Deen, J.; Dee, S. (2009): Further assessment of fomites and personnel as vehicles for the mechanical transport and transmission of porcine reproductive and respiratory syndrome virus. *The Canadian Journal of Veterinary Research* 73, pp. 298–302
- [4] Kvisgaard, L.K.; Kristensen, C.S.; Ryt-Hansen, P.; Pedersen, K.; Stadejek, T.; Trebbien, R.; Andreasen, L.O.; Larsen, L.E. (2020): A recombination between two Type 1 Porcine Reproductive and Respiratory Syndrome Virus (PRRSV-1) vaccine strains has caused severe outbreaks in Danish pigs. *Transbound Emerg Dis.* 67(5), pp. 1786–96.
- [5] Pileri, E.; Mateu, E. (2016): Review on the transmission porcine reproductive and respiratory syndrome virus between pigs and farms and impact on vaccination. *Veterinary Research* Vol 47, pp. 1–13
- [6] Mortensen, S.; Stryhn, H.; Søgaard, R.; Boklund, A.; Stärk, K.D.C.; Christensen, J.; Willeberg, P. (2002): Risk factors for infection of sow herds with porcine reproductive and respiratory syndrome (PRRS) virus. *Prev Vet Med.* 53, pp. 83–101.
- [7] Albina, E. (1997): Epidemiology of porcine reproductive and respiratory syndrome (PRRS): An overview. *Vet Microbiol.* 55, pp.309–16.
- [8] Fablet, C.; Marois-Créhan, C.; Grasland, B.; Simon, G.; Rose, N. (2016): Factors associated with herd-level PRRSV infection and age-time to seroconversion in farrow-to-finish herds. *Veterinary Microbiology.* 192, pp.10–20.
- [9] Firkins, L.D.; Weigel, R.M. (2004): A retrospective study of risk factors for porcine reproductive and respiratory syndrome virus infection and clinical disease in swine herds in Illinois during the early years of the pandemic. *J of Swine Health Prod* 12(1), pp.23–28.

- [10] Fertner, M.; Boldsen, S.K.; Weber, N.R.; Pedersen, J.H.; Toft, N. (2026): Risk of introduction of porcine reproductive and respiratory syndrome virus into Danish pig farms, based on register data. Porcine Health Management (accepted)
- [11] Bekendtgørelse om porcin reproduktions- og respirationssygdom (PRRS). Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri, BEK nr. 997 af 29/06/2023 [Online]; URL (tilgået d. 6. oktober 2025) <https://www.retsinformation.dk/eli/lt/2023/997>
- [12] Lenth, R.V.; Banfai, B.; Bolker, B.; Buerkner, P.; Giné-Vázquez, I.; Hervé, M.; Jung, M.; Love, J.; Miguez, F.; Piaskowski, J.; Riebl, H.; Singmann, H. (2025): Estimated Marginal Means, aka Least-Squares Means. R Package 'emmeans'. Version 1.11.2-8. [Online]; URL (tilgået d. 6. oktober 2025) <https://cran.r-project.org/web/packages/emmeans/emmeans.pdf>
- [13] Sergeant, E.S.G. (2018): Epitools Epidemiological Calculators. Ausvet. [Online]; URL (tilgået d. 6. oktober 2025) <http://epitools.ausvet.com.au>.
- [14] Core Team (2023). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. [Online]; URL (tilgået d. 6. oktober 2025) www.R-project.org.
- [15] Wickham, H.; Averick, M.; Bryan, J.; Chang, W.; McGowan, L.D.; François, R.; Grolemund, G.; Hayes, A.; Henry, L.; Hester, J.; Kuhn, M.; Pedersen, T.L.; Miller, E.; Bache, S.M.; Müller, K.; Ooms, J.; Robinson, D.; Seidel, D.P.; Spinu, V.; Takahashi, K.; Vaughan, D.; Wilke, C.; Woo, K.; Yutani, H. (2019): Welcome to the tidyverse. Journal of Open Source Software, 4(43), 1686. doi:10.21105/joss.01686.
- [16] Bates, D.; Mächler, M.; Bolker, B.; Walker, S. (2015): Fitting Linear Mixed-Effects Models Using lme4. Journal of Statistical Software, 67(1), 1–48. doi:10.18637/jss.v067.i01
- [17] Fertner, M.; Conrady, B.; Røgind, A.S.; Nielsen, E.O.; Boklund, A. (2025): Indirect contacts between Danish pig farms – what are the frequencies and risk-reducing measures, and how can they be used in simulation models? Acta Vet Scand 67:7
<https://doi.org/10.1186/s13028-024-00789-z>
- [18] Jensen, V.F.; Jensen, J.; Vestergård, J.; Toft, N.; Dahl, J.; Bak, H.; Fertner, M.; Pedersen, K.S.; Weber, N. (2025): Undersøgelse af sammenhængen mellem eksterne smittebeskyttelsesprocedurer og spredning af PRRS-virus til sohold. L&F Meddelelse nr 2501. [Online]; URL (tilgået d. 6. oktober 2025)
https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwifn-HHuY-QAxXXA9sEHYlKHdwQFnoECBYQAQ&url=https%3A%2F%2Fsvineproduktion.dk%2F%2Fmedia%2FPDF---Publikationer%2FLF_gris_meddelelse%2FMeddelelse-2025%2FLF_med_2501.pdf&usq=AOvVaw0XO03tn8zbjSzB5Y3iT9l&opi=89978449
- [19] Melini, C.M.; Kikuti, M.; Bruner, L.; Allerson, M.; O'Brien, K.; Stahl, C.; Roggow, B.; Yeske, P.; Leuwerke, B.; Schwartz, M.; Torremorell, M.; Corzo, C. (2024): Assessment of porcine reproductive and respiratory syndrome virus (PRRSV) farms surface contamination through environmental sampling. Porcine Health Management 10:34.

Afprøvning nr. 1851

BC nr.: 101452

//HJN//