



# Antikroppsfluktuation i serum och mjölk under en laktation hos en mjölkproducerande getbesättning med kaprin artrit encefalit (CAE)

---

Elsa Junde

Självständigt arbete • 30 hp  
Sveriges lantbruksuniversitet, SLU  
Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap  
Veterinärprogrammet  
Uppsala 2026





# Antikroppsfluktuation i serum och mjölk under en laktation hos en mjölkproducerande getbesättning med kaprin artrit encefalit (CAE)

*Fluctuation of antibody levels in serum and milk during a lactation in a dairy goat herd with caprine arthritis encephalitis (CAE)*

Elsa Junde

<b>Handledare:</b>	<b>Jonas Johansson Wensman, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för husdjurens biovetenskaper</b>
<b>Bitr. handledare:</b>	Anna Ordell, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för husdjurens biovetenskaper / Statens veterinärmedicinska anstalt
<b>Examinator:</b>	Mikael Berg, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för husdjurens biovetenskaper
<b>Omfattning:</b>	30 hp
<b>Nivå och fördjupning:</b>	Avancerad nivå, A2E
<b>Kurstitel:</b>	Självständigt arbete i veterinärmedicin
<b>Kurskod:</b>	EX1003
<b>Program/utbildning:</b>	Veterinärprogrammet
<b>Kursansvarig inst.:</b>	Institutionen för kliniska vetenskaper
<b>Utgivningsort:</b>	Uppsala
<b>Utgivningsår:</b>	2026
<b>Omslagsbild:</b>	Elsa Junde
<b>Upphovsrätt:</b>	Alla bilder används med upphovspersonens tillstånd.
<b>Nyckelord:</b>	CAEV, SRLV, antikropp, fluktuation, ELISA, get, serologi, mjölk, prevalens, laktation, diagnostik, djurhälsa

**Sveriges lantbruksuniversitet**

Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap  
Veterinärprogrammet



## Sammanfattning

Kaprin artrit- och encefalitvirus (CAEV) är ett lentivirus som orsakar en kronisk, progressiv och obotlig sjukdom med lång inkubationstid hos getter. CAEV förekommer globalt i flera olika sjukdomsuttryck. I Sverige förlöper sjukdomen oftast subkliniskt men orsakar stora ekonomiska förluster till följd av påverkan på djurhälsa och produktion, utöver begränsningar inom livdjurs-handel och utgifter för kontrollprogram och bekämpningsåtgärder. Eftersom det saknas effektiv behandling eller vaccin är tillförlitlig diagnostik avgörande för kontroll och bekämpning. Prelimi-nära studier visar att CAEV finns hos omkring 20 procent av Sveriges getbesättningar.

Huvudsyftet med studien var att undersöka hur antikropps-nivåer fluktuerar i serum och mjölk under en laktationsperiod hos en CAEV-positiv mjölkproducerande getbesättning med mål att identifiera en lämplig provtagningstidpunkt för att påvisa antikroppar mot CAEV i en besättning. Besättnings-prevalens och incidens för laktationen har även beräknats. Vidare har anamnestiska uppgifter inhämtats från djurägaren avseende djurhälsa och djurproduktion i syfte att utvärdera sjukdoms-dynamik i besättningen. Därtill har mjölk utvärderats som ett alternativt provmaterial och två kommersiella ELISA-analyser jämförts. Blod- och mjölkprover togs vid fyra tillfällen under en laktation och analyserades med två indirekta ELISA-test; ID Screen® MVV/CAEV Indirect Elisa och Elitest® MVV/CAEV.

Antikropps-nivåerna fluktuerade under laktation men samvarierade mellan serum- och mjölkprover. Mjölktitern var generellt lägre, med stor variation på individnivå och relativt stabil nivå på besättningsnivå. Lämpligt provtagningstillfälle baserat på resultat från denna studie var under mittlaktation. Resultaten påvisade en genomsnittlig besättningsprevalens på 89 procent i serum och 88 procent i mjölk samt incidens av serokonvertering på 11 procent från mars till augusti. De anamnestiska uppgifterna som inhämtades från djurägaren stämde väl överens med vad litteraturen beskrivit för CAEV med en minskad mjölkproduktion, förhöjt tankcelltal och ökad mortalitet. ID Screen och Elitest visade god överensstämmelse mellan provmaterial och provtagningstillfälle på besättningsnivå. Studien indikerade att mjölkprover kan användas som ett alternativt provmaterial, framför allt inom ramen för screening. Fler studier behövs för en bättre förståelse av antikropps-fluktuation och hur det kan bidra till förbättrad diagnostik.

*Nyckelord:* CAEV, SRLV, antikropp, fluktuation, ELISA, get, serologi, mjölk, prevalens, laktation, diagnostik, djurhälsa

## Abstract

Caprine arthritis- and encephalitis virus (CAEV) is a lentivirus that causes a chronic, progressive, and incurable disease with a long incubation period in goats. CAEV is present worldwide and have several disease manifestations. Subclinical presentation is most common in Sweden, but the disease still causes economic losses due to impact on animal health and production as well as restrictions in livestock trade and expenses for control programs and control measures. Since there is no effective treatment or vaccine, reliable diagnostics are crucial for control and disease eradication. Preliminary studies show that CAEV is present in about 20 percent of Swedish goat herds.

The main objective of the study was to investigate how antibody levels fluctuate in serum and milk during a lactation period in a CAEV-positive dairy goat herd. The goal was to identify a suitable sampling time to detect CAEV-antibodies in a herd. Herd prevalence and incidence was also calculated. Furthermore, anamnestic information has been obtained from the owner regarding animal health and production to evaluate disease dynamics in the herd. In addition, milk was evaluated as an alternative sampling material and two commercial ELISA assays have been compared. Blood and milk samples were collected on four occasions during a lactation period and analyzed with two commercial indirect ELISA assays: ID Screen® MVV/CAEV Indirect Elisa and Elitest® MVV/CAEV.

Antibody levels fluctuated during lactation but co-varied between serum- and milk samples, although titers in milk were generally lower, with large individual variation but relatively stable antibody levels at herd level. A suitable sampling time according to the results of this study was during mid-lactation. The results showed an average herd prevalence of 89 percent and 88 percent in serum and milk, respectively, as well as an incidence of seroconversion of 11 percent from March to August. The anamnestic data obtained from the owner are in agreement with previous studies, describing reduced milk production, increased bunk milk somatic cell count and increased mortality. ID Screen and Elitest showed good agreement between both sample material and sampling times at population level. The study indicates that milk samples can be used as an alternative sample material, especially as a screening tool. More studies are needed for a better understanding of antibody fluctuation and how it can contribute to improved diagnostics.

*Keywords:* CAEV, SRLV, antibody, fluctuation, ELISA, goat, serology, milk, prevalence, lactation, diagnostics, animal health

# Innehållsförteckning

<b>Förkortningar</b> .....	<b>10</b>
<b>1. Inledning</b> .....	<b>11</b>
<b>2. Litteraturoversikt</b> .....	<b>12</b>
2.1 Lentivirus.....	12
2.2 Kaprin artrit och encefalit .....	12
2.2.1 Värddjur .....	12
2.2.2 Prevalens .....	13
2.2.3 Smittvägar.....	13
2.2.4 Patogenes.....	16
2.2.5 Klinisk bild .....	17
2.2.6 Diagnostik .....	18
2.2.7 Behandling och bekämpningsstrategier .....	20
2.2.8 Kontrollprogram .....	21
2.3 Konsekvenser i djurproduktion.....	22
2.3.1 Mjolkproduktion och juverhälsa .....	22
2.3.2 Celltal och mjölk kvalitet .....	22
2.3.3 Födelsevikt och tillväxt.....	23
2.3.4 Mortalitet .....	23
<b>3. Material och metod</b> .....	<b>25</b>
3.1 Provinsamling.....	25
3.2 Statistiska analyser .....	25
3.3 Textbearbetning .....	26
<b>4. Resultat</b> .....	<b>27</b>
4.1 Besättningsprevalens och -incidens .....	27
4.2 Djurhälsodata och produktionssiffror .....	27
4.3 Antikropps värden under en laktation .....	29
4.4 Antikroppsfluktuation i serum.....	30
4.5 Antikroppsfluktuation i mjölk .....	31
4.6 Jämförelse av ID screen och Elitest.....	32
4.6.1 McNemars test och Cohens kapp .....	33
4.6.2 Bland-Altman-analys.....	34
4.6.3 Sensitivitet och specificitet.....	34
<b>5. Diskussion</b> .....	<b>35</b>
5.1 Fluktuation av antikroppar i serum och mjölk .....	35
5.2 Epidemiologiska mått.....	36
5.3 Påverkan på djurhälsa och produktion .....	36
5.4 Jämförelse av ID Screen och Elitest .....	37

5.5	Mjök som provmaterial .....	39
5.6	Studiedesign .....	40
<b>6.</b>	<b>Konklusion.....</b>	<b>41</b>
	<b>Referenser.....</b>	<b>42</b>
	<b>Tack till .....</b>	<b>52</b>
	<b>Populärvetenskaplig sammanfattning .....</b>	<b>53</b>



# Förkortningar

AGID	Agar Gel Immunodiffusion
CAE	Kaprin artrit och encefalit, eng: Caprine Arthritis and Encephalitis
CAEV	Kaprin artrit och encefalitvirus, eng: Caprine Arthritis- and Encephalitis Virus
DC	Dendritisk cell
ELISA	Enzyme Linked Immunosorbent Assay
LCA	Latent Class Analysis
MV	Maedi-Visna
MVV	Maedi-Visnavirus
PCR	Polymerase Chain Reaction
S/P%	Sample-to-Positive Percentage
SCC	Celltal, eng: Somatic Cell Count
SD	Standardavvikelse, eng: Standard deviation
SRLV	Små idisslares lentivirus, eng: Small Ruminant Lentivirus
SVA	Statens veterinärmedicinska anstalt

# 1. Inledning

Kaprin artrit- och encefalitvirus (CAEV) orsakar en kronisk, progressiv och obotlig sjukdom hos getter. CAEV upptäcktes första gången 1974 i samband med en epizooti av leukoencefalomyelit bland killingar i nordvästra USA och har sedan dess blivit globalt spridd (Cork *et al.* 1974). Virussjukdomen kan orsaka artrit, encefalomyelit, avmagring, pneumoni och indurativ mastit ("stumt juver") (Constable *et al.* 2017). Trots att sjukdomen oftast förlöper subklinisk i Sverige orsakar den stora ekonomiska förluster till följd av minskad produktion, ökade tankcelltal, nedsatt födelsevikt och tillväxt hos killingar samt ökad mortalitet och utslagningsgrad (Peterhans *et al.* 2004; Persson *et al.* 2022; 2023). Utöver detta bidrar sjukdomen till begränsningar inom livdjurshandel och utgifter för kontrollprogram och bekämpningsåtgärder, med stora konsekvenser för både djur och djurägare (Persson *et al.* 2023). På grund av lång inkubationstid, ospecifika kliniska symptom och get som flock- och flyktdjur är sjukdomen svårupptäckt. Det saknas effektiva behandlingsalternativ och vaccin (Constable *et al.* 2017; Rosati 2025).

En smittad get anses vara livslång bärare av CAEV då djuren inte kan bilda immunitet mot infektionen (Blacklaws *et al.* 2004; Plummer *et al.* 2012; Constable *et al.* 2017). Diagnos görs med serologi och obduktionsfynd (Rosati 2025). Då sjukdomen ofta förlöper subkliniskt är det essentiellt att förstå hur antikroppar fluktuerar över tid, både i blod och mjölk, för att förbättra möjligheterna till tidig och tillförlitlig diagnostik. Preliminära studier visar att CAEV finns hos omkring 20 procent av Sveriges getbesättningar<sup>1</sup> (SVA 2025). Ett frivilligt kontrollprogram finns, men idag är endast 15 procent av landets getbesättningar anslutna<sup>1</sup> (SVA 2025). En anledning till den låga anslutningsgraden skulle kunna vara att programmet kräver upprepade blodprovstagningar vilket är både kostsamt, arbetsintensivt och invasivt. Mjölk kan vara ett alternativt provmaterial till serum men det saknas studier hur antikroppar i mjölk och serum fluktuerar under en laktation.

Huvudsyftet med arbetet var att utvärdera hur antikropps nivåerna fluktuerade i mjölk och serum under en laktationsperiod hos en CAEV-positiv mjölkproducerande getbesättning med målsättningen att identifiera den provtagningstidpunkt som gav störst sannolikhet att påvisa antikroppar. Därtill har epidemiologiska mått beräknats samt långsiktiga effekter av virussjukdomen i besättningen utvärderats. Utöver detta har två analysmetoder jämförts och mjölkprov som ett alternativt provtagningsmaterial utvärderats.

---

<sup>1</sup> Anna Ordell, *leg. vet.*, SLU/SVA, seminarium 2025-09-29

## 2. Litteraturöversikt

### 2.1 Lentivirus

*Lentivirus* är ett höljbärande, icke-onkogen virusläkte tillhörande virusfamiljen *Retroviridae* (Minguijón *et al.* 2015; Constable *et al.* 2017; Persson *et al.* 2023). Retrovirus kännetecknas av sin livscykel där viralt RNA transkriberas till DNA och inkorporeras i värdcellens genom via så kallad omvänd transkription (Minguijón *et al.* 2015). *Lentivirus* inkluderar CAEV, Maedi-Visna virus (MVV), humant immun-bristvirus (HIV), simian immunbristvirus (SIV), felint immunosuppressivt virus (FIV) och ekvin infektiös anemi-virus (EIV).

Lentivirus kan grovt delas in i två grupper beroende på celltropism. CAEV tillhör gruppen som huvudsakligen infekterar monocyter, makrofager och dendritiska celler, men i studier har man visat att även andra celltyper kan infekteras (Blacklaws 2012; Minguijón *et al.* 2015). Dessa inkluderar exempelvis epitelceller i juverkörtlar, endotelceller samt mikroglia i centrala nervsystemet (Lerondelle *et al.* 1999; Peterhans *et al.* 2004; Ravazzolo *et al.* 2006; Blacklaws 2012).

Efter att ett virion bundit till membranet på en värdcell kommer viralt RNA kopieras till en mellanprodukt av dubbelsträngat DNA, vilken kallas för ett provirus (Clements & Zink 1996; Blacklaws 2012; Minguijón *et al.* 2015). I ändsegmenten av provirus förekommer repetitiva sekvenser som utnyttjas för translokation till värdcellens DNA (Clements & Zink 1996; Blacklaws 2012). Cellen kan efter detta förbli latent infekterad, med ingen eller mycket lite genuttryck för virusproduktion, eller progrediera till produktivt infekterad då virusreplikation sker (Blacklaws 2012). På grund av hög förekomst av mutationer i samband med retrotranskriptionen har lentivirus en bred genetisk och antigen diversitet (Ramírez *et al.* 2011; Minguijón *et al.* 2015). Detta bidrar till deras motståndskraft mot immunbekämpning och medför diagnostiska svårigheter (Ramírez *et al.* 2011; Blacklaws 2012; L'Homme *et al.* 2015).

### 2.2 Kaprin artrit och encefalit

#### 2.2.1 Värddjur

Kaprin artrit- och encefalit-virus (CAEV) och fårens motsvarighet Maedi-Visnavirus (MVV) har på senare tid grupperats ihop i begreppet små idisslares lentivirus (SRLV; engelska: small ruminant lentivirus) efter att de tidigare trodda strikt artspecifika virusen har visats kunna korsinfektera mellan djurslagen (Peterhans *et al.* 2004; Blacklaws 2012; Minguijón *et al.* 2015). Paraplytermen betonar att virusen representerar ett spektrum av varianter som infekterar både får och getter

men uppvisar fylogenetiska likheter (Blacklaws 2012; Minguijón *et al.* 2015). Vissa stammar har enbart påvisats hos ett djurslag medan förmåga till korsinfektion har påvisats hos andra stammar (Peterhans *et al.* 2004; Blacklaws 2012).

Det finns flera faktorer som påverkar sjukdomsförloppet. Rasbundna skillnader i mottaglighet för infektionen har påvisats (Blacklaws *et al.* 2004; Constable *et al.* 2017). I en fallstudie av Hedlund Salenstedt (2021) kunde ingen statistiskt signifikant skillnad i seroprevalens och ålder påvisas i en svensk getbesättning, medan seroprevalensen ökade med djurens ålder i andra besättningar, vilket sammanfattats av Constable *et al.* (2017). Skötselfaktorer tros spela en större roll än genetiska faktorer (Blacklaws *et al.* 2004; Constable *et al.* 2017).

### 2.2.2 Prevalens

CAEV finns i princip över hela världen. Den rapporterade prevalensen varierar stort mellan regioner vilket delvis beror på skillnader i provtagnings- och rapporteringsfrekvens (Constable *et al.* 2017; Carrozza *et al.* 2023). Prevalensen av CAE i Sverige är okänd, men i en studie var tre av tio provtagna besättningar seropositiva (Persson *et al.* 2022). I en senare studie var endast tre av 20 flockar positiva (Thor 2022). Preliminära studier uppskattar att så många som 20 procent av svenska getbesättningar är infekterade<sup>2</sup> (SVA 2025). I Sverige är CAE en anmälningspliktig sjukdom enligt SJVFS 2025:10. I Jordbruksverkets statistik över anmälningspliktiga sjukdomar rapporterades 11 indexfall av CAE hos get i Sverige under 2024 (Jordbruksverket 2024).

Som regel har seropositiva besättningar en hög besättningsprevalens<sup>2</sup>. I en studie av Persson *et al.* (2023) hade en svensk getbesättning en besättningsprevalens på 76 procent medan en annan svensk studie rapporterade varierande besättningsprevalens på mellan 9,5 och 71,4 procent över flera provtagna besättningar (Persson *et al.* 2022).

### 2.2.3 Smittvägar

CAEV sprids både horisontellt och vertikalt, och är därför mycket smittsamt. Smittspridningshastigheten inom en besättning är i hög grad beroende av antalet mottagliga individer och besättningsstorleken (Constable *et al.* 2017). I små besättningar kan det ta år för en CAEV-infektion att leda till märkbara konsekvenser (Peterson *et al.* 2022).

#### *Peroral smitta*

Den huvudsakliga smittvägen för CAEV är enligt flera studier per oralt mellan get och killing via råmjölk och mjölk (Cebra & Cebra 2012; Passler *et al.* 2012;

---

<sup>2</sup> Anna Ordell, *leg. vet.*, SLU/SVA, seminarium 2025-09-25

Plummer *et al.* 2012; Constable *et al.* 2017). Detta påstående har dock nyligen börjat ifrågasättas. Bland annat rapporterade Kaba *et al.* (2022) att mindre än hälften av de undersökta killingarna serokonverterade efter intag av råmjölk och mjölk från infekterade getter. Mjölkkörteln är ett känt målorgan för infektionen och CAEV har isolerats från både råmjölk, mjölk och cellfri mjölk från seropositiva getter, även efter frysning (Adams *et al.* 1983; Kennedy-Stoskopf *et al.* 1985; Leroux *et al.* 1997; Constable *et al.* 2017; Fogelberg 2023). I mjölk finns viruset huvudsakligen i makrofager, men eftersom epitelceller i mjölkkörtlar kan vara reservoar för smittan förekommer viruspartiklar även i dessa (Lerondelle *et al.* 1995; 1999; Leroux *et al.* 1997; Blacklaws *et al.* 2004).

Eftersom mjölk anses vara en viktig smittväg är det avgörande för sjukdomsbekämpning att begränsa killingarnas intag av mjölk från infekterade getter. Killingar som diar mjölk från seropositiva getter kan bli infekterade genom intag av smittad mjölk vid ett enda tillfälle (Cork *et al.* 1974; Adams *et al.* 1983; Constable *et al.* 2017). Snappning, vilket innebär avlägsnandet av killingar från seropositiva getter post-partum och uppfödning på pastöriserad getmjölk, kommjölk eller mjölkersättning, skyddar från infektion och är grunden för många kontrollprogram (Adams *et al.* 1983; Blacklaws *et al.* 2004; Cebra & Cebra 2012; Passler *et al.* 2012; Constable *et al.* 2017).

#### *Intrauterin och transplacental smitta*

Lamara *et al.* (2001; 2002) visade att epitelceller i äggledare från get kan infekteras med CAEV *in vitro* men det saknas studier som påvisat sådan infektion *in vivo*. Fieni *et al.* (2002; 2003) påvisade CAEV med PCR från äggledarspolningar och från vävnadsprover från både äggledare och livmoder från get. Författarna i samma studie konkluderade att foster kan exponeras för viruset under dräktighet. Denna hypotes stöds delvis av Lamara *et al.* (2002), som visade att getembryon kan infekteras *in vitro* med CAEV om *zona pellucida* avlägsnas. En intakt *zona pellucida* verkade enligt författarna dock skydda mot infektion vilket gör embryonal infektion *in vivo* osannolik. Det förekommer fall av serokonvertering hos killingar som fötts upp utan maternell kontakt och med pastöriserad- eller ersättningsmjölk där intrauterin eller transplacental smitta kan misstänks vara bakomliggande orsak (Adams *et al.* 1983; Ellis *et al.* 1983; Rowe & East 1997). Ett flertal studier på får har dock genomförts utan att virus har påvisats hos vare sig foster eller neonatala lamm (De Boer *et al.* 1979; Houwers & van der Molen 1987; Sihvonen *et al.* 1999). Sammanfattningsvis finns det enstaka studier som tyder på att transplacental och intrauterin infektion är möjlig, men dess relativa betydelse i förhållande till andra smittvägar är osäker.

### *Horisontell smitta*

Indexfall av CAEV förekommer hos vuxna djur vilket tyder på att horisontell smitta förekommer (Blacklaws *et al.* 2004). Internationell livdjurshandel har länge ansetts vara en betydelsefull orsak till introduktion av infektionen i tidigare incidensfria områden (Blacklaws *et al.* 2004; Constable *et al.* 2017; Carrozza *et al.* 2023). Det finns flera exempel på påvisande av MVV efter import av livdjur till sjukdomsfria besättningar och detsamma antas gälla för CAEV (Blacklaws *et al.* 2004; Constable *et al.* 2017).

En smittväg av betydelse är direktkontakt mellan djur, både mellan och inom besättningar (Constable *et al.* 2017). CAEV kan smitta via aerosoler (Peterhans *et al.* 2004; Blacklaws 2012; Plummer *et al.* 2012). Till exempel visade Rowe *et al.* (1992) att killingar som föddes upp på pastöriserad mjölk hade tre gånger högre risk att serokonvertera innan två års ålder om de inte isolerades från sina mödrar än om de särskildes till en egen seronegativ djurgrupp. Detta studieresultat belyser problematiken med horisontell smitta även om den per orala smittvägen bryts.

### *Venerisk smitta*

Huruvida CAEV är veneriskt överförbar är omdiskuterat. Virus har isolerats från sperma från experimentellt infekterade bockar, men ingen serokonvertering har påvisats vid betäckning med seropositiva bockar eller genom insemination med smittad sperma (Adams *et al.* 1983; Travassos *et al.* 1998). Det finns inga publicerade studier vad gäller smitta från get till bock (Blacklaws *et al.* 2004). Trots att venerisk smitta hypotetiseras är det sannolikt av begränsad betydelse (Constable *et al.* 2017).

### *Miljösmitta och iatrogen smitta*

Miljösmitta verkar vara av begränsad relevans för smittspridning. Under bekämpningskampanjen mot Maedi-Visna hos får på Island utfördes ingen miljösanering av stallar eller betesmarker (Blacklaws *et al.* 2004). Nya flockar sattes in en till två veckor efter utslagning av tidigare sjuka besättningar och ingen smitta verkade överföras från betesmarker, gårdsutrustning, grindar, stängsling eller inomhusmiljön till de nyinsatta djuren. Blacklaws *et al.* (2004) konstaterar att risken för smitta via kontaminerad miljö sannolikt är mycket låg.

Då mjölk från infekterade djur sannolikt innehåller infektiösa viruspartiklar finns en risk för smittspridning via kontaminerad mjölkkningsutrustning. Få studier har hittills undersökt denna potentiella smittväg. I en studie av Adams *et al.* (1983) mjölkades en seropositiv och seronegativ grupp av getter två gånger dagligen i samma anläggning. Desinfektion utfördes mellan mjölkkningsgrupperna och ingen serokonvertering kunde påvisas hos den CAEV-fria mjölkkningsgruppen (Adams *et*

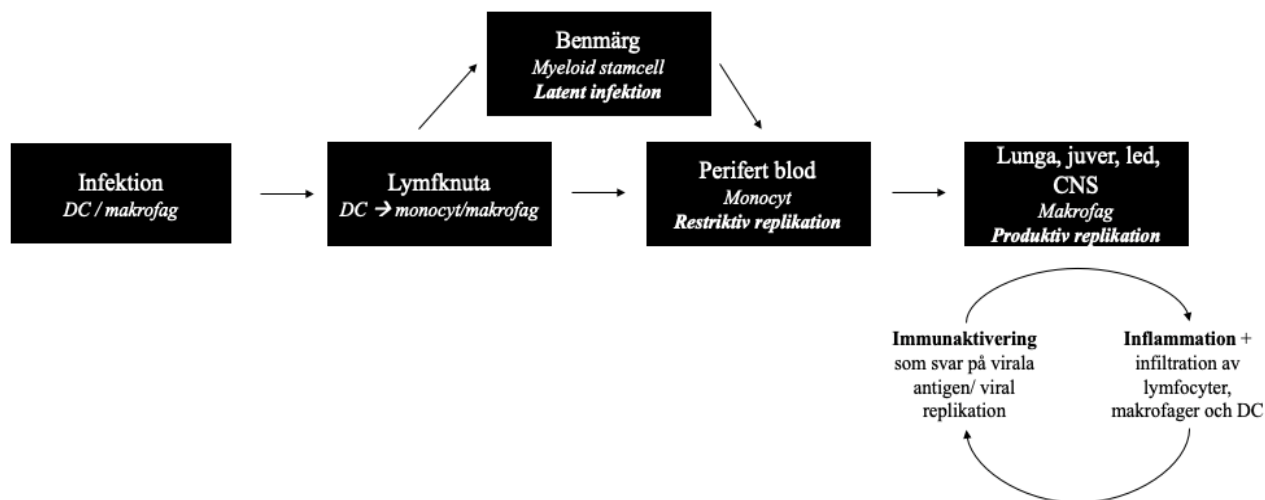
*al.* 1983). Blacklaws *et al.* (2004) sammanfattar att den praktiska betydelsen av miljösmitta inte är fastställd.

Iatrogen mekanisk smitta via exempelvis blodkontaminerade nålar är också en potentiell smittväg, men det saknas studier av detta. Förmodligen är denna smittväg av begränsad betydelse (Blacklaws *et al.* 2004; Constable *et al.* 2017).

## 2.2.4 Patogenes

Lentivirusinfektion sker över en slemhinna, vanligtvis i respiration- eller gastrointestinalkanalen, av fria virus eller virusinfekterade celler (Blacklaws 2012). Väl inne i kroppen infekteras makrofager och dendritiska celler i slemhinnan eller submukös vävnad. De dendritiska cellerna migrerar därefter till regionala lymfknutor, där viruset överförs till monocyter som så småningom lämnar lymfknutan och därigenom sprids infektionen systemiskt (Ryan *et al.* 2000; McNeilly *et al.* 2008; Zachary 2017). Lymfknutorna förblir en viktig reservoar för virus (Ravazzolo *et al.* 2006). Enligt några studier infekteras myeloida stamceller och andra prekursorceller i benmärgen genom monocyter (Gendelman *et al.* 1985; Grossi *et al.* 2005). Detta har dock ifrågasatts av Ravazzo *et al.* (2006), som enbart kunde påvisa CAEV i benmärgen från en av fem experimentellt infekterade getter.

När monocytorna passerar ut till perifera vävnader och mognar till makrofager ökar uttrycket av transkriptionsfaktorer och virusreplikation initieras (Gendelman *et al.* 1985; Narayan & Clements 1989; Blacklaws 2012; Minguijón *et al.* 2015). Infekterade monocyter är därav avgörande i patogenesen, eftersom de skapar latent virusinfekterade celler med så pass låggradig virusreplikation att de inte kan upptäckas eller bekämpas av immunsystemet (Blacklaws 2012; Barquero *et al.* 2013; Minguijón *et al.* 2015). Inflammationen som orsakas av immunförsvarets reaktion på virala antigen i vävnaderna skapar en gynnsam miljö för virusreplikation och rekryterar ytterligare mottagliga monocyter utöver fler latent infekterade monocyter (Narayan & Clements 1989; Blacklaws 2012; Zachary 2017). Cykeln av immunaktivering och rekryteringen fortskrider och orsakar de degenerativa förändringarna som ses hos infekterade djur (Narayan & Clements 1989; Blacklaws 2012; Constable *et al.* 2017; Zachary 2017). Så småningom kommer normal vävnadsarkitektur och funktion förstöras, vilket ger upphov till organsvikt och kliniska symptom (Blacklaws & Harkiss 2010; Blacklaws 2012; Zachary 2017). En översiktsskild över patogenes vid CAEV-infektion kan ses i Figur 1.



Figur 1. Översiktsbild över patogenes för CAEV-infektion. Figur adapterad efter Blacklaws (2012). DC = dendritisk cell.

## 2.2.5 Klinisk bild

Djur som infekteras förblir smittade livet ut men enbart en minoritet (10–30 %) utvecklar klinisk sjukdom (Ravazzolo *et al.* 2006; Barquero *et al.* 2013; Constable *et al.* 2017; Shuralev *et al.* 2021). Trots att besättningsprevalensen i regel är hög uppvisar därför bara enstaka djur symptom (Persson *et al.* 2023). Inkubationstiden är lång, ofta mellan fyra och fem år, och är av kronisk, progressiv art (SVA 2020; Zachary 2017).

CAE har fem kliniska sjukdomsuttryck: artrit, encefalomyelit, interstitiell pneumoni, indurativ mastit och avmagring (Cebra & Cebra 2012; Minguijón *et al.* 2015; Constable *et al.* 2017; SVA 2020; Persson *et al.* 2023). I Sverige anses subklinisk sjukdom vara vanligast, men vid klinisk sjukdom är artrit, pneumoni och avmagring hos vuxna getter mest förekommande (SVA 2020; 2025; Persson *et al.* 2023). I regel är enbart ett målorgan affekterat till den grad att det utlöser symptom, men det är inte heller ovanligt att flera sjukdomsuttryck ses hos samma djur (Minguijón *et al.* 2015).

### Artrit

Artrit förekommer huvudsakligen hos vuxna getter (Constable *et al.* 2017). Predilektionsställe är framför allt i karpallederna men tarsallederna kan också vara drabbade (Quérat & Vigne 1999; Constable *et al.* 2017). Ledförändringar kan försiggå i flera månader innan symptomdebut (Constable *et al.* 2017). Symptom kan komma smygande under flera månaders tid eller uppstå akut, antingen uni- eller

bilateralt (Cebra & Cebra 2012; Constable *et al.* 2017; Zachary 2017). Getterna presenterar med gradvis tilltagande ledsvullnad och hälta i affekterat ben (Constable *et al.* 2017). Drabbade getter kan trots artriten uppnå normal livslängd men en del individer drabbas av sekundära problem som avmagring, försämrad pälskvalitet och liggsår till följd av ökad liggtid (Quérat & Vigne 1999; Blacklaws 2012; Constable *et al.* 2017).

### *Encefalomyelit*

Leukoencefalomyelit ses huvudsakligen hos en till fem månader gamla killingar (Constable *et al.* 2017). Affekterade killingar har vanligen gott allmäntillstånd och äter samt dricker normalt (Passler *et al.* 2012; Constable *et al.* 2017). I tidigt skede är rörelsemönstret kort och hackigt, vilket följs av tilltagande bakdelssvaghet, ataxi och slutligen pares (Passler *et al.* 2012). Djuren kan också utveckla head tilt, torticollis och cirkelgång. Djur som fortfarande står saknar ofta proprioception i bakbenen (Passler *et al.* 2012; Constable *et al.* 2017). Inom fem till tio dagar förvärras unilateral bakdelspares till bilateral (Passler *et al.* 2012; Constable *et al.* 2017). I sjukdomens slutskede ses tetrapares men vanligen avlivas djuren innan dess (Constable *et al.* 2017).

### *Pneumoni*

Vuxna djur kan drabbas av en afebril interstitiell pneumoni med symptom som långsamt insättande progressiv dyspné och avmagring (Quérat & Vigne 1999; Plummer *et al.* 2012; MacKay 2024). Pneumonin kan förekomma ensamt eller tillsammans med, och då ofta överskuggas av, andra sjukdomsuttryck (Minguíjon *et al.* 2015; López & Martinson 2017). Sjukdom ses sällan hos djur under två års ålder (Quérat & Vigne 1999; Plummer *et al.* 2012; MacKay 2024).

### *Mastit*

Indurativ mastit, även känt som ”stumt juver”, upptäcks i förekommande fall som regel några dagar efter förlossning (Constable *et al.* 2017; Foster 2017). Juvret blir fast och hårt med ingen eller mycket liten mjölmängd. Tillståndet skiljer sig från andra former av mastit eftersom systemisk påverkan saknas (Kaba *et al.* 2012; Persson *et al.* 2023). Vid indurativ mastit återhämtar sig juvret aldrig fullständigt, utan mjölkproduktionen förblir nedsatt, även om en viss förbättring kan ske över tid (Quérat & Vigne 1999; Blacklaws 2012; Constable *et al.* 2017; Foster 2017).

## 2.2.6 Diagnostik

### *Serologi*

Det finns ingen guldstandard för diagnos av CAE (Reina *et al.* 2006; Barquero *et al.* 2011; 2013). Vanligast är användningen av serologiska tester (Constable *et al.*

2017). Olika former av serologiska tester förekommer, till exempel enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) och agar gel immunodiffusion (AGID). Generellt anses ELISA vara bättre för diagnostisering av enskilda djur på grund av en högre sensitivitet än AGID, medan AGID är mer lämpligt för screening av besättningar (Cebra & Cebra 2012). I kapitel 3.8.2. av World Organization for Animal Health (WOAH) Terrestrial Manual rekommenderas antingen serologi eller PCR tillsammans med klinisk undersökning och obduktionsfynd för diagnos (Rosati 2025).

På SVA används idag två indirekta ELISA-analyser som diagnostik för CAEV; ID screen® MVV/CAE indirekt ELISA (Innovative Diagnostics, Grabels, Frankrike) och Elitest® MVV/CAE (Hyphen-Biomed, Neuville-sur-Oise, Frankrike). Testerna används med serietolkning<sup>3</sup>. ID Screen detekterar antikroppar mot helvirusantigen (Michiels *et al.* 2018). Elitest detekterar i stället antikroppar mot både kapsel- och ytprotein, vilket ger ett bredare detektionsspektrum (Michiels *et al.* 2018). Båda testerna är registrerade för både serum och mjölk som provmaterial (Nowicka *et al.* 2014; Michiels *et al.* 2018; Shuralev *et al.* 2021).

Tankcellsprover är ett kostnadseffektivt sätt att övervaka förekomst av antikroppar mot CAEV hos mjölkproducerande getter (Nagel-Alne *et al.* 2015; Persson *et al.* 2022). Nagel-Alne *et al.* (2015) kunde i sin studie påvisa en besättningsprevalens om minst 2 procent med tankcellsprover analyserade med en ELISA med 73 procents sensitivitet och 87 procents specificitet. Vidare fann bland annat Persson *et al.* (2022) god överensstämmelse mellan serum- och mjölkprover från svenska getbesättningar. Liknande resultat har rapporterats i flera andra studier (Barquero *et al.* 2011; 2013; Shuralev *et al.* 2021; Fogelberg 2023).

Vid användning av serologiska tester är en utmaning att serokonvertering hos smittade djur kan vara fördröjd, allt från några veckor till månader efter infektion (de Andrés *et al.* 2005; Cebra & Cebra 2012; Constable *et al.* 2017; Jerre *et al.* 2022; Kaba *et al.* 2022). Förlossning och långt gången sjukdom kan också ge upphov till falskt negativa provsvar (Cebra & Cebra 2012). Virusets breda antigenspektrum och maternella antikroppar är ytterligare orsaker till falskt negativa provsvar (Constable *et al.* 2017; Jerre *et al.* 2022). Det gör att ett negativt test inte utesluter infektion.

### PCR

PCR-analyser kan användas för att detektera viralt RNA och proviralt DNA (Constable *et al.* 2017; Shuralev *et al.* 2021). I studier på får har PCR visats ha lägre sensitivitet för MVV än ELISA, med undantag för hos juvenila djur (Álvarez *et al.* 2006; Muz *et al.* 2013). Detta kan bero på virusstammarnas höga genetiska hetero-

---

<sup>3</sup> Anna Ordell, leg. vet., SLU/SVA, personlig kommunikation 2025-08-22

genicitet samt små mängder provirus hos infekterade djur (Michiels *et al.* 2018; Shuralev *et al.* 2021).

### *Obduktion*

Obduktionsfynd är viktiga för att ställa diagnos. I artritformen av CAE ses en kronisk polysynovit (Quérat & Vigne 1999; Constable *et al.* 2017; Zachary 2017). Periartikulära vävnader är förtjockade och fasta, och mikroskopiskt ses mononukleära cellinfiltrat med villös hypertrofi, nekros av synovialmembran och hyperplasi av synovia (Ravazzolo *et al.* 2006; Zachary 2017). Lokala lymfknutor är förstörade (Zachary 2017). I juverformen är de makroskopiska fynden enbart en ökad konsistens i juvervävnaden (Foster 2017). Mikroskopiskt ses lymfoplasmacytära infiltrat i interstitiell vävnad i både juver, lunga och synovia (Constable *et al.* 2017; Foster 2017; López & Martinson 2017). I den neurologiska formen saknas makroskopiska avvikelser men mikroskopiskt ses infiltrat av mononukleära leukocyter i vit substans särskilt i cervikal ryggmärg och ibland även i cerebellum och hjärnstam (Passler *et al.* 2012; Zachary 2017). För alla sjukdomsformer är det vanligt med en samtidig interstitiell pneumoni samt avmagring i olika grad (Constable *et al.* 2017). I vissa fall ses enbart en svår lymfoplasmacytär interstitiell pneumoni (Cebra & Cebra 2012; Constable *et al.* 2017; López & Martinson 2017).

### 2.2.7 Behandling och bekämpningsstrategier

Det finns ingen effektiv behandling av CAE (Cebra & Cebra 2012; Minguijón *et al.* 2015; Constable *et al.* 2017). Enbart encefalomyelit- och pneumoniformen kan vara så pass allvarliga att det av djurskyddsskäl är motiverat med akut avlivning (Constable *et al.* 2017). Däremot resulterar även artrit- och mastitformen ofta i avlivning eller utslaktning på grund av antingen suboptimal produktion eller nedsatt livskvalitet. Djuren kan ibland hållas bekväma med understödjande behandling (Cebra & Cebra 2012; Passler *et al.* 2012; Minguijón *et al.* 2015; Constable *et al.* 2017). Det saknas även vaccin mot CAEV (Rosati 2025). Kandidatvaccin har lett till förvärrad viremi och ett svårare sjukdomsförlopp hos de djur som vaccinerats i jämförelse med ovaccinerade djur (Minguijón *et al.* 2015; Constable *et al.* 2017).

Det finns flera beskrivna strategier för sjukdomsbekämpning. Ett vanligt upplägg är regelbunden provtagning med isolering och utslagning av seropositiva djur, vilket både minskar smittspridningen och leder till avelsselektion (Minguijón *et al.* 2015; Tavella *et al.* 2017). Snappning, att avlägsna neonatala killingar från seropositiva mödrar och föda upp dessa separat, är ett måste för att förebygga peroral smitta (Hanson *et al.* 1996; Cebra & Cebra 2012; Passler *et al.* 2012; Plummer *et al.* 2012; Constable *et al.* 2017; Tavella *et al.* 2017). Killingarna måste separeras från geten omedelbart efter födseln och spolras rent från fostervätska och moderkaksrester (Minguijón *et al.* 2015). Därefter föds killingarna upp på värme-

behandlad råmjölk från antingen seronegativa getter alternativt kor, följt av pastöriserad getmjölk, komjölk eller mjölkersättning. Hanson *et al.* (1996) fann att alla killingar som genomgått snappning var fortsatt seronegativa upp till 27 veckors ålder. Samtliga konventionellt uppfödda killingar serokonverterade under samma studieperiod. Djuren måste även som vuxna måste hållas separerade från varandra på grund av risk för horisontell smitta (Hanson *et al.* 1996; Minguijón *et al.* 2015; Constable *et al.* 2017).

Andra föreslagna strategier för sjukdomsbekämpning är stamping out, gruppering av seronegativa respektive seropositiva djur i två isolerade grupper, selektiv avlivning av seropositiva djur och deras avkommor samt avelsprogram fokuserade mot resistens mot SRLV (Blacklaws *et al.* 2004; Cebra & Cebra 2012; Pérez *et al.* 2013; Minguijón *et al.* 2015; Constable *et al.* 2017; Tavella *et al.* 2017; Peterson *et al.* 2022).

## 2.2.8 Kontrollprogram

I Sverige fanns ursprungligen två separata kontrollprogram för CAE respektive MV, men dessa slogs år 2020 ihop till ett gemensamt kontrollprogram (SVA 2025). I dagsläget ansvarar Gård- och Djurhälsan för kontrollprogrammet, som är frivilligt för djurägare (Persson *et al.* 2023; Gård & djurhälsan u.å.; SVA 2025).

Syftet med kontrollprogrammet är att utrota SRLV från svenska får- och getbesättningar, samt förebygga introduktion i sjukdomsfria besättningar (SVA 2020; Gård & Djurhälsan 2023). Programmet baseras på kontrollbesök med serologisk provtagning, och en besättningspecifik status erhålles genom upprepad provtagning och analys (Persson *et al.* 2023; Gård & Djurhälsan 2023). Inköp av djur till gårdar i programmet är tillåtet från besättningar med en likvärdig eller högre MV/CAE-status som den aktuella gården (Gård & Djurhälsan 2023). Djur med inkonklusiva resultat provtas igen och alla prover som är positiva på ID Screen och Elitest testas om med AGID.

I slutet av 2024 var 280 getbesättningar med totalt 2902 getter över tolv månaders ålder med i kontrollprogrammet (SVA 2025). Detta motsvarar ungefär 15 procent av den svenska getpopulationen. Under 2020 analyserades strax under 8000 prover från små idisslare inom ramen för MV/CAE-kontrollprogrammet. En fårflock och en getflock var MV/CAE-positiva (SVA 2020).

Norge har efter ett framgångsrikt insatsprojekt uppnått en nästintill total utrotning av CAE hos landets getbesättningar, vilket är bevis för att sjukdomsutrotning är möjlig (Nagel-Alne *et al.* 2014; Kampen *et al.* 2025). Ytterligare bevis för detta ses i Italien där ett obligatoriskt kontrollprogram gett upphov till en nedgång i seroprevalens från 13,9 procent till 0,3 procent på sju år (Tavella *et al.* 2017). Tavalla

*et al.* (2017) härleder framgången hos det italienska kontrollprogrammet till strikta provtagningsparametrar med snäva kriterier för tolkning av analysresultat, där seropositiva och misstänkt seropositiva djur avlivades eller slaktades. Stamping out tillämpades vid en besättningsprevalens på över 30 procent, och kontrollprogrammet omfattade även strikta kriterier vad gäller betesmarker och livdjurshandel. Liknande kriterier och åtgärder återfinns i det norska kontrollprogrammet beskrivet av Nagel-Alne *et al.* (2015). Med bakgrund av virusets generellt höga besättningsprevalens skulle stamping out vara mer eller mindre oundvikligt, vilket andra källor anser vara kontroversiellt ur djurägarens perspektiv (Muri *et al.* 2016; Czopowicz *et al.* 2018). Möjligheten att genomföra utrotningskampanjer av samma karaktär som de norska och italienska varianterna skiljer sig åt mellan olika länder, och i dagsläget har varje enskilt land eget ansvar över att utforma eventuella kontrollprogram.

## 2.3 Konsekvenser i djurproduktion

### 2.3.1 Mjolkproduktion och juverhälsa

En mycket relevant aspekt av infektionen är påverkan på mjolkproduktion. Virusinfektionen hämmar immunförsvaret lokalt och gör juvret mer mottagligt för opportunistiska mastitpatogener (Minguijón *et al.* 2015). Ryan *et al.* (1993) fann till exempel ett signifikant samband mellan CAEV seropositiva getter och bakteriell juverinfektion i två av tre undersökta besättningar. I samma studie kunde ett signifikant samband mellan specifika mastitpatogener och CAEV-serostatus inte påvisas. Smith & Cutlip (1988) fann däremot en ökad prevalens av stafylokokinfektion i juver från getter med CAEV jämfört med friska getter. Andra källor presenterar resultat som talar emot att ett samband mellan CAEV och bakteriell mastit överhuvudtaget existerar (Nord & Ådnøy 1997; Sánchez *et al.* 2001).

Studieresultaten är motstridiga även vad gäller infektionens påverkan på produktionsmängd. I en norsk studie sågs att besättningar som ingått i bekämpningskampanjen för CAEV i genomsnitt hade en signifikant högre genomsnittlig mjolkproduktion per get och år (Nagel-Alne 2015; Muri *et al.* 2016). Mjolkproduktion har i vissa studier minskat med upp till tio procent till följd av CAEV-infektion (Smith & Cutlip 1988; Krieg & Peterhans 1990; Snowden *et al.* 1990; Greenwood 1995; Leitner *et al.* 2010). I kontrast till detta har andra studier inte funnit någon signifikant skillnad i årlig mjolkproduktion till följd av CAEV-infektion (Nord & Ådnøy 1997; Turin *et al.* 2005; Kaba *et al.* 2012).

### 2.3.2 Celltal och mjolkkvalitet

Liksom för mjolkproduktionen är meningarna vad gäller CAEV påverkan på celltal delade. Celltal i getmjolk kan inte heller användas som ett kvalitetsmått på samma

sätt som i komjölk, då getter har en apokrin mjölksekretion (Persson & Olofsson 2011; Thor 2022). Detta medför att celltalet i getmjölk fysiologiskt är högre, och det saknas standardiserade riktlinjer och gränser för celltal i getmjölk (Lerondelle *et al.* 1992; Bagnicka *et al.* 2011). Infektion med CAEV resulterar också i ackumulering av makrofager snarare än neutrofiler i mjölken (Lerondelle *et al.* 1992). Neutrofiler är de cellerna som huvudsakligen bidrar till SCC (Bagnicka *et al.* 2011; Kaba *et al.* 2012). En norsk studie visade att SCC var signifikant lägre hos getbesättningar som ingått i bekämpningskampanjen för CAEV (Nagel-Alne 2015; Muri *et al.* 2016). Även andra studier har påvisat signifikant högre celltal hos CAEV-infekterade getter (Ryan *et al.* 1993; Nord & Ådnøy 1997; Turin *et al.* 2005; Sánchez *et al.* 2001). I kontrast till detta finns även studier som inte kunnat påvisa skillnader i celltal beroende av serostatus (Leitner *et al.* 2010; Kaba *et al.* 2012).

Getmjölk används huvudsakligen för ostproduktion och därav är mjölk kvaliteten och mjölkens innehåll av stor betydelse (Kaba *et al.* 2012). Mjölkens sammansättning har visats skilja sig mellan seropositiva och seronegativa getter i fett-, protein- och laktosprocent (Greenwood 1995; Nord & Ådnøy 1997; Turin *et al.* 2005; Leitner *et al.* 2010; Kaba *et al.* 2012).

### 2.3.3 Födelsevikt och tillväxt

CAEV-infektion har visats minska födelsevikten med i genomsnitt 200 gram samt ge sämre tillväxt (Greenwood 1995). Låg födelsevikt kan påverka utveckling och tillväxt hos både lamm och killingar, vilket sänker produktiviteten, särskilt i flockar med hög prevalens. I direkt motsats till detta hittade bland annat Arsenault *et al.* (2003) inga signifikanta skillnader vad gäller födelsevikt och antal avkommor hos får med MVV.

### 2.3.4 Mortalitet

Mortalitet till följd av CAEV-infektion är låg i enzootiska områden (Peterhans *et al.* 2004). Sjukdomen förlöper långsamt och skötselfaktorer kan spela en roll i sjukdomsutvecklingen. I naiva besättningar kan introduktion av CAEV leda till en mortalitet på 20 till 30 procent (The Center for Food Security and Public Health 2015). I besättningar med hög besättningsprevalens är mortaliteten sällan över fem procent (Andersson 2019).

CAEV kan leda till indirekt dödlighet genom försämrad hälsa och välfärd långsiktigt (Constable *et al.* 2017). CAEV minskar genomsnittlig livstid hos infekterade djur inte bara på grund av ökad risk för sjukdom utan även till följd av nedsatt produktion, vilket leder till en ökad utslagningsgrad och tidigarelagd utslaktning (Tavella *et al.* 2017). I motsats till detta fann en studie ingen skillnad i utslaktningsgrad mellan seropositiva och seronegativa besättningar (Muri *et al.* 2016).

Slaktkroppar från djur med sjukdomstecken kan komma att kasseras eller delvis otjänligförklaras vid slakt, vilket leder till ytterligare ekonomiska förluster (Cebra & Cebra 2012; Tavella *et al.* 2017).

## 3. Material och metod

### 3.1 Provinsamling

Blodprovstagning utfördes vid fyra tillfällen under en laktationsperiod hos en besättning med 70 mjölkproducerande getter av svensk lantras med känd CAEV-status. Studien omfattas av etiskt tillstånd med diarienummer 5.8.18-03285/2023. Provtagningstillfällena var två veckor före beräknad killning, två veckor efter beräknad killning samt tidig laktation (juni) och mittlaktation (augusti). Mjölksprovtagning utfördes vid samma fyra tillfällen som blodprovstagning. Blodprover togs från jugularvenen med ett slutet vacutainersystem. Ett serumrör togs från alla betäckta djur över tolv månaders ålder. Proverna transporterades i kylväska från gården till laboratorium. Djur som blivit felaktigt provtagna eller avlidit under studietiden exkluderades från resultatet.

Serum- och mjölkproverna analyserades på SVA med ID Screen® MVV/CAE indirekt ELISA (Innovative Diagnostics, Grabels, Frankrike) och Elitest MVV/CAE ELISA kit (Hyphen-Biomed, Neuville-sur-Oise, Frankrike). Gränsvärde för positivt prov var 50 S/P% för ID Screen och 25 S/P% för Elitest. S/P% står för sample-to-positive-percentage och anger hur starkt positivt (eller negativt) ett prov är i jämförelse med en känd positiv kontroll. Ett högt S/P% påvisar således en stark reaktion och därigenom hög antikroppstiter i provet, medan ett lågt S/P% påvisar en svag eller ingen reaktion och därigenom låg antikroppstiter vilket tolkas som ett negativt prov (Fogelberg 2023).

Djurhälso- och produktionsdata i form av allmän information om gården och dess produktion, sjuklighet i besättningen, mortalitet, juverhälsa, fertilitet samt behandlingsfrekvens har inhämtats från djurägaren verbalt vid besöken eller via e-post.

### 3.2 Statistiska analyser

Provresultat sammanställdes och Bland-Altman-diagram genererades i Microsoft Excel (version 16.77, Microsoft Corp., Redmond, WA, USA). Normalfördelning av data kontrollerades grafiskt. Konfidensintervall på 95 procent, Cohens kapp och McNemars chi-test beräknades med Epitools Epidemiological Calculators (Ausvet, Canberra, Australien). Statistisk signifikans sattes till 0,05. Eftersom det saknas ett referenstest har sensitivitet och specificitet beräknats med den andra analysmetoden som referenstest.

### 3.3 Textbearbetning

Ett AI-baserat verktyg, ChatGPT (version GPT-5.1, OpenAI, San Fransisco, USA) har i viss utsträckning använts för språkförbättring och textbearbetning. Programmet har ej använts för textgenerering.

## 4. Resultat

### 4.1 Besättningsprevalens och -incidens

Provresultat och beräknad punktprevalens för respektive provtagningstillfälle i serum- respektive mjölkprover finns presenterade i Tabell 1 och 2. Varför mjölkprov gick att erhålla redan vid första provtagningstillfället berodde på att vissa getter redan hade killat vid det tillfället, och provtagningstillfällena var bestämda utefter djurägarens beräknade killningsdatum. Djur som hade påvisbara antikroppar med antingen ID screen eller Elitest har tolkats som seropositiva.

Totalt sju djur gick från ej påvisbara till påvisbara antikroppsmängder; en individ i tidig laktation och sex individer vid mittlaktation. Av dessa var serokonverteringen för tre individer i serumprov, en individ i mjölkprov och tre individer i både serum- och mjölkprov. Med en genomsnittlig population på 61 provtagna getter per tillfälle erhöles en incidens för serokonvertering på cirka 11 procent mellan mars och augusti.

Tabell 1. Provresultat och punktprevalens i serumprover för samtliga provtagningstillfällen. Parallelltolkning har använts vid beräkning av punktprevalens.

Provtagningstillfälle	Påvisad		Ej påvisad		Totalt	Punktprevalens (95 % CI)
	ID Screen	Elitest	ID Screen	Elitest		
2 v före killning	53	53	8	8	61	87 % (75–94 %)
2 v efter killning	54	54	8	8	62	87 % (76–94 %)
Tidig laktation	51	52	8	7	59	87 % (74–94 %)
Mittlaktation	54	55	9	8	63	87 % (74–93 %)

Tabell 2. Provresultat och punktprevalens i mjölkprover för samtliga provtagningstillfällen. Parallelltolkning har använts vid beräkning av punktprevalens.

Provtagningstillfälle	Påvisad		Ej påvisad		Totalt	Punktprevalens (95 % CI)
	ID Screen	Elitest	ID Screen	Elitest		
2 v före killning	23	23	3	3	26	88 % (69–97 %)
2 v efter killning	48	42	9	15	57	79 % (66–88 %)
Tidig laktation	45	45	11	11	56	80 % (67–89 %)
Mittlaktation	45	46	9	8	54	84 % (70–92 %)

### 4.2 Djurhälsodata och produktionssiffror

Besättningen bestod av 71 getter av svensk lantras. Djurägaren uppskattade att det under säsongen hade fötts 80–90 killingar. Getterna betäcktes naturligt och gick

med bock från mitten av oktober till december, vilket resulterade i killningar under mars och april. Inför denna laktation hade 63 getter gått med bock, varav tre getter inte killade. Djurägaren misstänkte inte primärt CAEV som orsak till utebliven dräktighet. Djurägaren upplevde fertiliteten som god och alternativa orsaker fanns (till exempel ålder och B-vitaminbrist). Djurägaren tillämpade egenrekrytering, och de getter, bockar och killningar som inte behölls i besättningen såldes som livdjur och till slakt.

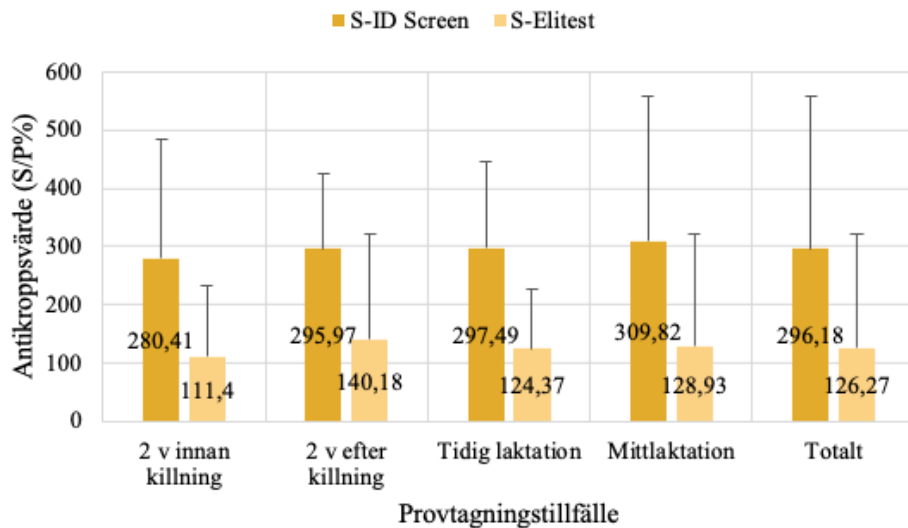
Djurägaren uppskattade att tre till fyra djur hade avlivats under det aktuella året på grund av misstänkt CAE. Dessa djur skickades på obduktion som en del av ett annat projekt. Ytterligare två djur hade avlivats på grund av orsaker som inte kunde kopplas till CAE. Djurägaren upplevde dödligheten i besättningen som låg med undantag för dödsfall och avlivningar till följd av CAE. Djurägaren var tidigare med i Gård- & Djurhälsans CAE/MV-kontrollprogram men valde att gå ur kontrollprogrammet i stället för att sanera besättningen när sjukdomen konstaterades.

Djurägaren upplevde en låg generell sjuklighet i besättningen. Djurägaren uppgav att djuren sällan hade problem med hälta, hosta, andningsbesvär, avmagring eller mastit. Djurägaren kommenterade dock att några fall av subklinisk mastit hade misstänkts under den pågående laktationsperioden. Fall av mastit som förekommit har sällan krävt medicinsk behandling. Avmagring hade förekommit hos äldre getter. Ingen get hade avlivats eller självdött till följd av avmagring. Djurägaren berättade vidare att besättningen tidigare har haft problem med respirationsrelaterade symptom. I vissa fall hade drabbade djur behövt avlivas akut medan andra haft ett mer kroniskt förlopp med intermittenta symptom. Trots att luftvägsymptom förekommit frekvent i besättningen upplevde djurägaren att behandlingar sällan krävdes på grund av detta eller generellt i besättningen. Träckprover togs rutinmässigt varje vår och i samband med sinläggning. Inga djur hade behövts avmaskas under det aktuella året, vilket var i linje med djurägarens uppfattning om att avmaskning sällan behövdes.

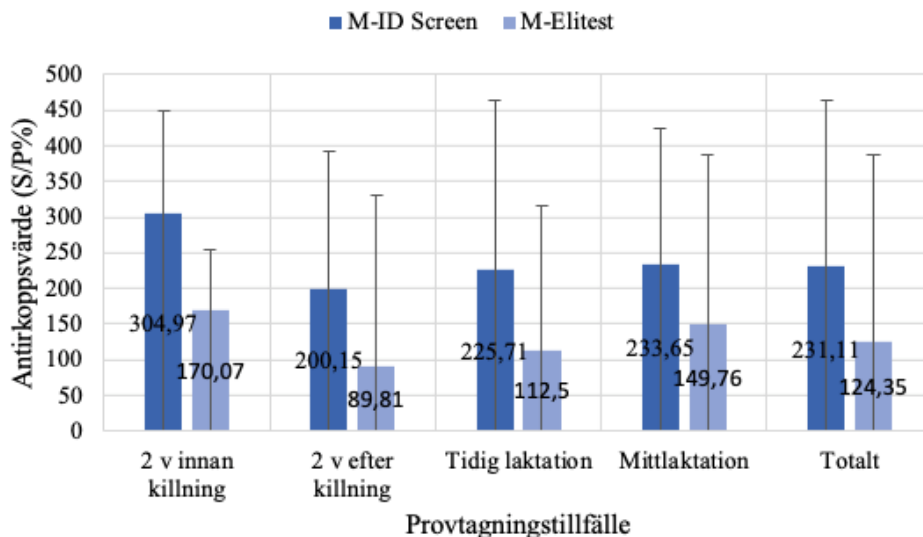
Djurägaren upplevde mjölkproduktionen som nedsatt och uppskattade produktionen till i genomsnitt två liter per dag och get vid tidpunkten för intervjun. Getterna mjölkades en gång per dag från killning till mitten eller slutet av november. Äldre getter som var känt CAEV-positiva mjölkade mindre än yngre getter med okänd serostatus, men djurägaren menade att detta skulle kunna bero på ålder. Vid en tidigare provtagning var tankcelltalet 1 011 000 celler/ml (Hedlund Salenstedt 2021).

### 4.3 Antikroppsvärden under en laktation

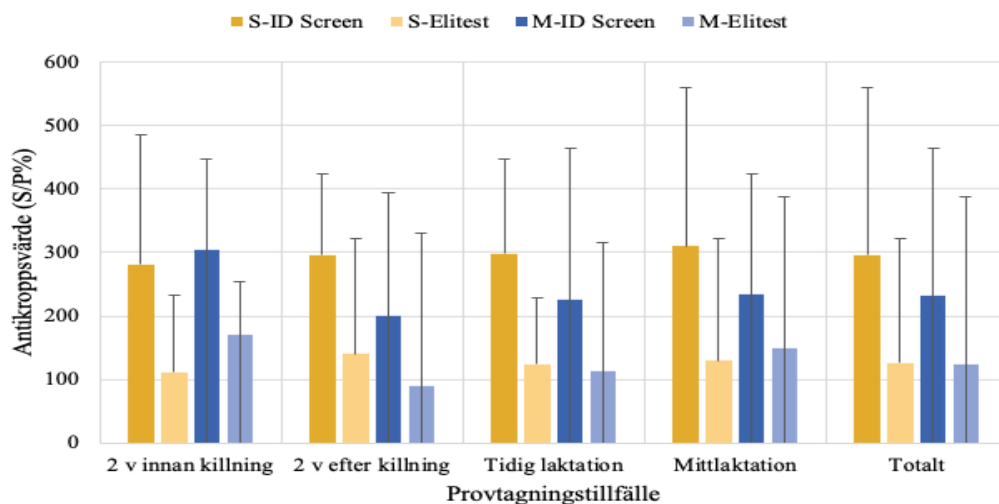
Medelvärdet för antikroppsvärden hos getterna för respektive provtagningsstillfälle presenteras i Figur 2–4. Serumprover gav i genomsnitt en högre antikroppsvärde än mjölkprover med undantag för två veckor före killning då mjölkproverna gav ett högre medelvärde. ID Screen som analysmetod gav i genomsnitt högre resultat i relation till sin cut-off än Elitest både i serum- och i mjölkprover.



Figur 2. Medelvärdet och spridning av antikroppsvärde vid respektive provtagningsstillfälle och totalt över samtliga fyra provtagningsstillfällena i serum för ID Screen respektive Elitest.



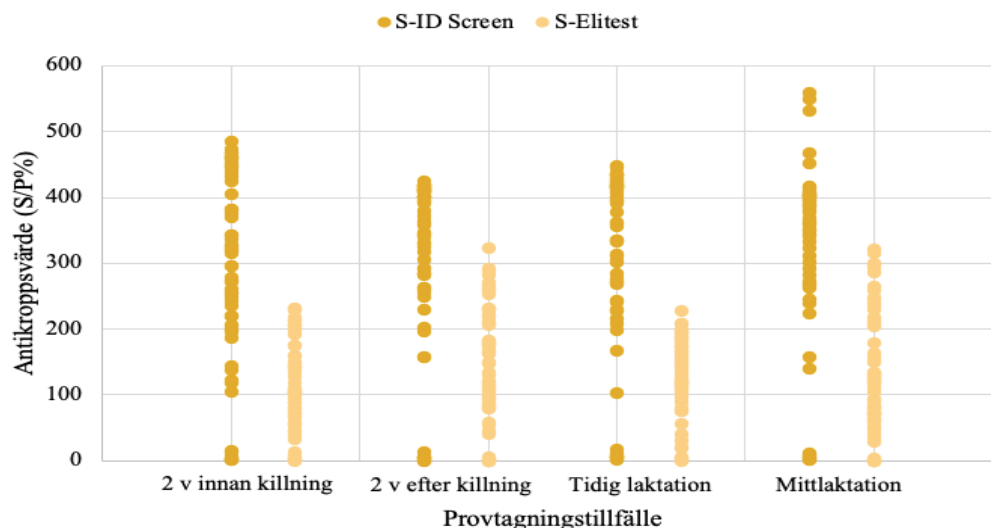
Figur 3. Medelvärdet och spridning av antikroppsvärde vid respektive provtagningsstillfälle och totalt över samtliga fyra provtagningsstillfällena i mjölk för ID Screen respektive Elitest.



Figur 4. Jämförande bild över medelvärdet och spridning av antikropps värde för respektive analysmetod och provmaterial vid respektive provtagningstillfälle och totalt över samtliga fyra provtagningstillfällen.

#### 4.4 Antikroppsfluktuation i serum

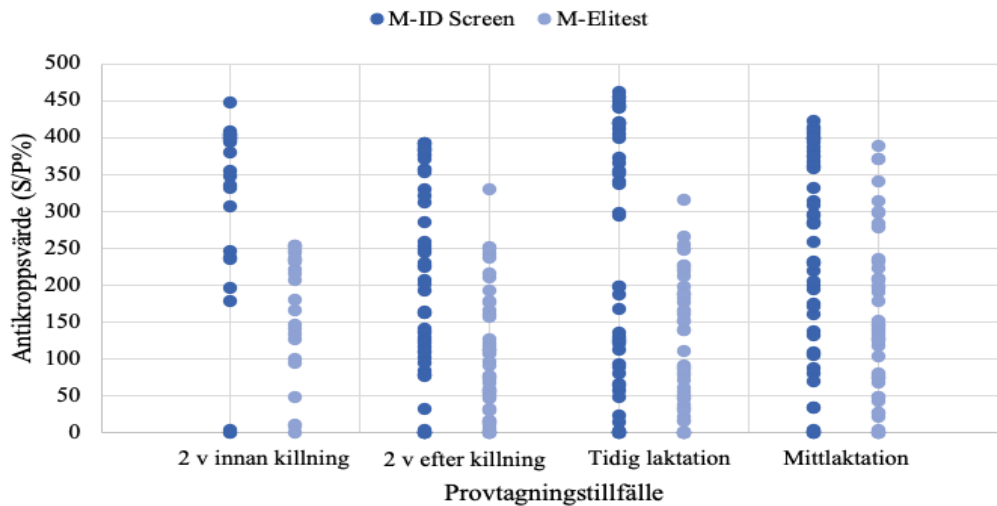
Resultat från analys av antikropps nivåer i individuella serumprover vid de fyra provtagningstillfällena under en laktation presenteras i Figur 5. Antikropps värdena fluktuerade mellan provtagningstillfällena enligt båda analysmetoderna. ID Screen visade konsekvent ett högre värde för antikropps värde än Elitest över samtliga provtagningstillfällena i relation till sitt cut-off värde. Det högsta genomsnittliga värdet för respektive analysmetod sågs vid mittlaktation med ID Screen och två veckor efter killning med Elitest.



Figur 5. Antikroppsfluktuation över samtliga fyra provtagningstillfällena i individuella serumprov som analyserats med ID Screen och Elitest. Varje punkt representerar ett individuellt serumprov.

## 4.5 Antikroppsfluktuation i mjölk

Resultat från analys av antikropps nivåer i individuella mjölkprover vid de fyra provtagningstillfällena under en laktation presenteras i Figur 6. Antikropps värdena fluktuerade mellan provtagningstillfällena vid analys av mjölkprov. Liksom för serumprover erhöles i genomsnitt ett högre antikropps värde i relation till dess cut-off vid analys med ID Screen i jämförelse med Elitest.

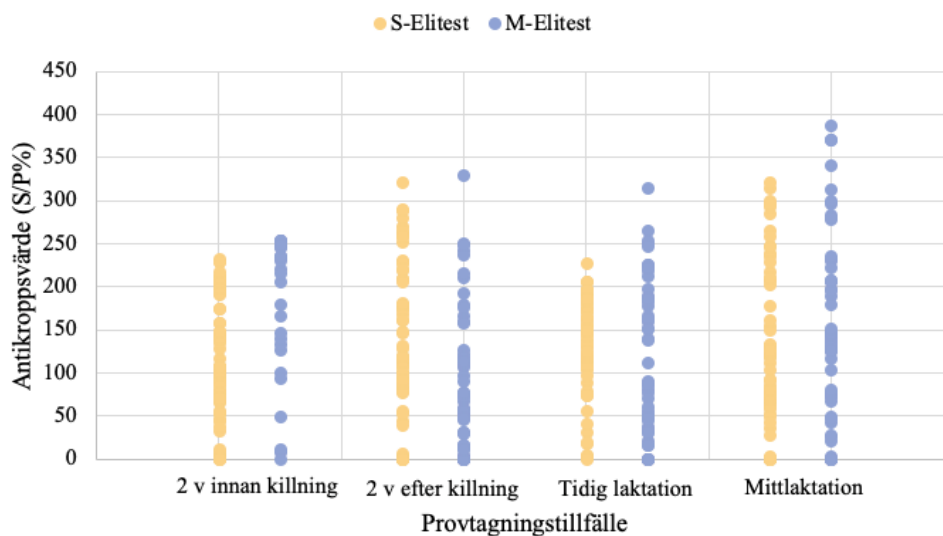


Figur 6. Antikroppsfluktuation över samtliga provtagningstillfällen i individuella mjölkprov analyserade med ID Screen och Elitest. Varje punkt representerar ett individuellt prov.

Figur 7–8 visar skillnaden i antikropps värde i serum- respektive mjölkprover för respektive analysmetod. För båda metoderna sågs generellt en god överensstämmelse mellan individuella testresultat i serum- respektive mjölkprover.



Figur 7. Antikroppsfluktuation över samtliga fyra provtagningstillfällen i individuella serum- och mjölkprov analyserade med ID Screen.



Figur 8. Antikroppsfluktuation över samtliga fyra provtagningsstillfällena i individuella serum- och mjölkprov analyserade med Elitest.

## 4.6 Jämförelse av ID screen och Elitest

Provresultat för respektive analysmetod och provmaterial finns presenterat i Tabell 3. Med Elitest var två fler prover positiva med serum som provmaterial jämfört med ID Screen. Med mjölk som provmaterial gav Elitest i stället fem färre positiva prover jämfört med ID Screen.

För totalt 37 prover skiljde sig resultatet (påvisad/ej påvisad) mellan testmetoderna vid analys av serum och mjölk; åtta individer vid provtagningsstillfälle två veckor efter killning, sju vid provtagningsstillfälle tidig laktation och åtta vid provtagningsstillfälle i mittlaktation. Fyra djur fick olika resultat beroende på provmaterial; tre var positiva i serum men negativa i mjölk (varav en från provtagningsstillfälle i tidig laktation och två från provtagningsstillfälle i mittlaktation) och en var positiv i mjölk men negativ i serum (från provtagningsstillfälle i mittlaktation). Dessa representerade olika individer. Detta ger 98 procent (96–99 procent med 95-procentigt konfidensintervall) överensstämmelse mellan provresultat från serum respektive mjölk från samma individ.

Tabell 3. Sammanställning av antal provresultat fördelat över provmaterial och analysmetod.

Provtagningstillfälle	Provmaterial	ID screen		Elitest		Totalt
		Påvisad	Ej påvisad	Påvisad	Ej påvisad	
2 v innan killning	Serum	53	8	53	8	61
	Mjök	23	3	23	3	26
2 v efter killning	Serum	53	9	53	9	62
	Mjök	47	10	41	16	57
Tidig laktation	Serum	50	9	51	8	59
	Mjök	44	12	44	12	56
Mittlaktation	Serum	54	9	55	8	63
	Mjök	45	9	46	8	54

#### 4.6.1 McNemars test och Cohens kapp

En 4x4-tabell för provresultat i serumprover finns presenterat i Tabell 4. För serumprover gav McNemars test  $X^2 \approx 0,286$ , med ett p-värde på 0,593, vilket innebär att det inte fanns någon statistiskt signifikant skillnad mellan testerna. Cohens kapp uppmätte för serumprover  $\kappa = 0,76$  vilket motsvarade en god överensstämmelse enligt Landis & Koch (1977).

Tabell 4. 4x4-tabell för provresultat från samtliga provtagningstillfällen mellan analysmetoderna för serumprover.

		ID Screen		
		Serum	Positiv	Negativ
Elitest	Positiv	204	8	212
	Negativ	6	27	33
	Totalt	210	35	245

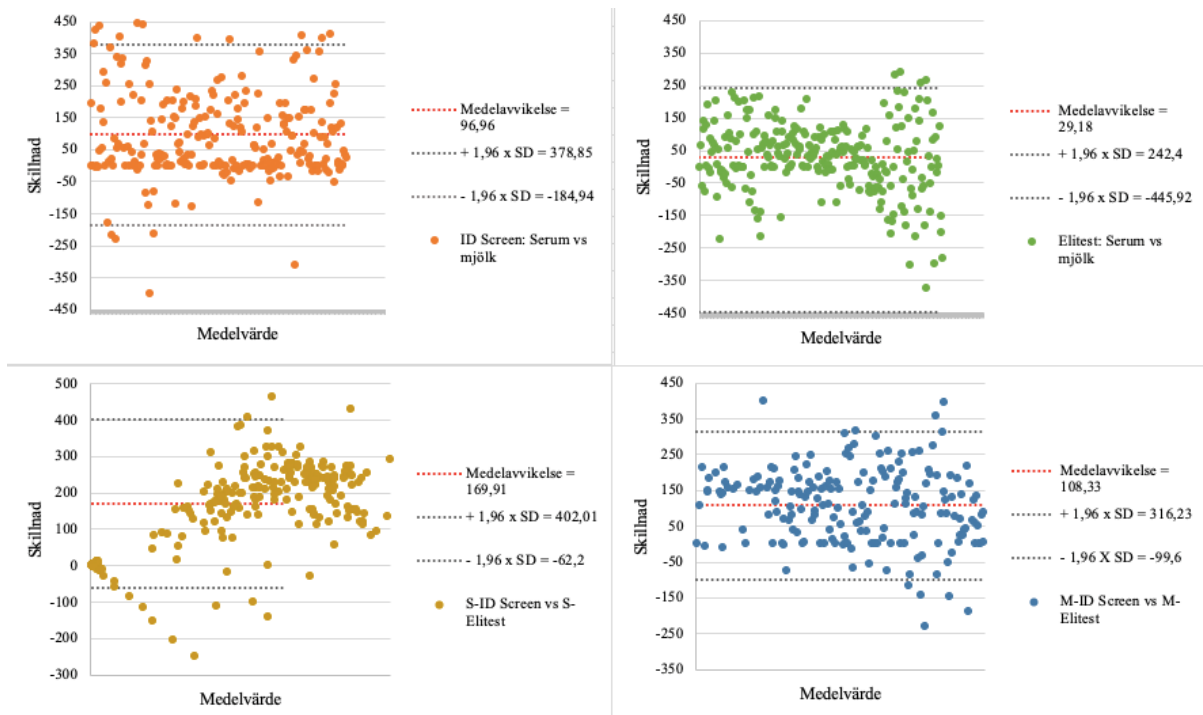
Motsvarande 4x4-tabell för provresultat i mjökprover finns presenterat i Tabell 5. McNemars test gav  $X^2 \approx 1,087$ , med ett p-värde på 0,297, vilket innebär att det inte fanns någon statistiskt signifikant skillnad mellan testerna. Cohens kapp uppmätte för mjökprover  $\kappa = 0,60$  vilket motsvarade en måttlig överensstämmelse enligt Landis & Koch (1977).

Tabell 5. 4x4-tabell för provresultat från samtliga provtagningstillfällen mellan analysmetoderna för mjökprover.

		ID Screen		
		Mjök	Positiv	Negativ
Elitest	Positiv	144	9	153
	Negativ	14	24	38
	Totalt	158	33	191

## 4.6.2 Bland-Altman-analys

Bland-Altman-analys utfördes för att utvärdera överensstämmelsen mellan ID Screen och Elitest i serum och mjölk, samt för att utvärdera olika provmaterial (serum respektive mjölk). Bland-Altman-diagrammen finns presenterade i Figur 9. I samtliga jämförelser uppmättes en medelavvikelse över noll. Datapunkterna var slumpmässigt fördelade kring medelavvikelsen med undantag för jämförelsen mellan ID Screen och Elitest i mjölkprover, där en koncentrationsberoende effekt kunde ansas.



Figur 9. Bland-Altman-diagram för jämförelse av ID Screen och Elitest i serum- respektive mjölkprover samt vardera analysmetoden i respektive provmaterial. Jämförelse mellan provmaterial för ID Screen ses upp t.v., jämförelse mellan provmaterial för Elitest ses upp t.h., jämförelse mellan analysmetod i serumprover ses ner t.v. och jämförelse mellan analysmetod i mjölkprover ses ner t.h.

## 4.6.3 Sensitivitet och specificitet

Sensitivitet och specificitet för respektive analysmetod finns sammanställt i Tabell 6.

Tabell 6. Sammanställning av  $Se$  respektive  $Sp$  för vardera analysmetoden och provmaterial.

Analysmetod	ID Screen (Elitest som referenstest)		Elitest (ID Screen som referenstest)	
	Serum	Mjölk	Serum	Mjölk
<b>Sensitivitet</b>	96,2 %	94,1 %	97,1 %	91,1 %
<b>Specificitet</b>	81,8 %	63,2 %	77,1 %	72,7 %

## 5. Diskussion

### 5.1 Fluktuation av antikroppar i serum och mjölk

Huvudsyftet med denna studie var att studera antikroppsfluktuation i serum och mjölk under en laktationsperiod för att därigenom kunna föreslå en optimal provtagningstidpunkt för att detektera seropositiva individer med hög säkerhet. Fluktuation i antikropps nivåer har rapporterats som en bakomliggande orsak till falskt negativa provsvar i serologiska tester och oenighet mellan diagnostiska tester (Clements & Zink 1996; Hanson *et al.* 1996; de Andrés *et al.* 2005; Barquero *et al.* 2013). I både serum- och mjölkprover sågs en fluktuation i antikropps nivåer. När serum- och mjölkresultaten i respektive analysmetod jämfördes kunde samma generella trend observeras i respektive provmaterial, vilket talar för en samvariation mellan antikropps nivåer i serum respektive mjölk. Orsaker bakom varför antikropparna fluktuerar är varken välstuderat eller välförstått (Hanson *et al.* 1996; de Andrés *et al.* 2005; Barquero *et al.* 2013; Faruk *et al.* 2020). Antikroppsproduktion är en dynamisk process som influeras av flertal faktorer såsom laktationsstadium, tidpunkt för serokonvertering och immunfunktion (Blacklaws 2012). Antikroppsfluktuation kan också relateras till maternell hälsostatus och andra fysiologiska variabler (Kaba *et al.* 2012; Shuralev *et al.* 2021). Fler studier behövs för att kunna uttala sig om bakomliggande orsaker.

Att högst genomsnittliga antikropps värde i mjölk sågs två veckor innan killning kan bero på att antalet prover var färre vid detta tillfälle i jämförelse med resterande provtagningstillfällen, att antikroppar ackumulerats i juvret under sintiden, att råmjölk eller övergångsmjölk provtagits och/eller att utspädningseffekten är mindre i initial laktation då mjölkproduktionen är lägre.

Variationen mellan individer och provtagningstillfällen följer ett liknande mönster oberoende av analysmetod men en större individuell variation kunde observeras i mjölk än i serum. En viss ökning av antikropps värde i mjölk kunde ses under tidig laktation. Hos mjölkko har man sett en minskning av antikroppstiter i serum vid samma tidpunkt, vilket tros bero på överföring till råmjölk (Burridge *et al.* 1982; Wisnieski *et al.* 2020). Detta går dock inte att bevisa genom denna studie. Sammanfattningsvis visar resultatet på ett stabilt antikropps svar i serum vilket korrelerar med nivåerna i mjölk.

Den praktiska betydelsen av antikroppsfluktuation är att djur kan testa falskt negativa om de provtas vid fel tillfälle. Den mest lämpliga tidpunkten för provtagning av serum var i denna studie i mittlaktation då andelen seropositiva djur var som störst och genomsnittlig antikropps värde som högst. För mjölkprovtagning var det mer lämpligt att provta strax efter killning. En större individuell variation

förväntas förekomma runt killning, särskilt i mjölk. På grund av en större individuell variation i mjölkprover kan det vara lämpligt att upprepa provtagningen eller tillämpa parallelltolkning för att öka sensitiviteten.

## 5.2 Epidemiologiska mått

Tidigare hade besättningen haft en besättningsprevalens på 71 procent (Persson *et al.* 2023). Resultaten från den aktuella studien visade en högre prevalens än så vid samtliga provtagningstillfällen i både serum och mjölk (se Tabell 1–2). Den höga prevalensen beror sannolikt på sjukdomens långa historik i besättningen, vilket resulterat i en successivt stigande prevalens, som återspeglar att både virusmängden och smittrycket var högt. Skillnader i de analysmetoder och provmaterial som använts vid undersökningarna skulle också kunna bidra till resultaten, liksom skillnader i stickprovsstorlek och -urval samt tiden för undersökningarnas genomförande. En hög besättningsprevalens stämmer väl överens med vad som rapporterats från andra smittade besättningar (Shuralev *et al.* 2021; Persson *et al.* 2022; 2023; Carrozza *et al.* 2023).

Incidens för både serokonvertering och insjuknande i CAE varierar betydligt mellan olika länder och besättningar (Rahman *et al.* 2023). Detta är att förvänta med hänsyn till sjukdomens kroniskt-progressiva art och besättningsdynamik (Constable *et al.* 2017; Rahman *et al.* 2023). Generellt medför en hög besättningsprevalens en låg incidens, då få djur som kan bli smittade kvarstår (Ravazzolo *et al.* 2006; Barquero *et al.* 2013; Constable *et al.* 2017; Shuralev *et al.* 2021). Detta stämmer överens med de resultat som erhöles i denna studie.

## 5.3 Påverkan på djurhälsa och produktion

Djurägaren uppfattade fertiliteten som god i besättningen. CAEV kan förorsaka förkortad dräktighet och avmagring hos moderdjuret, vilket rimligtvis kan förväntas inverka på fertiliteten (Constable *et al.* 2017). Varken avmagring eller förkortade dräktigheter hade dock noterats av djurägaren.

Sjukligheten i besättningen uppfattades av djurägaren som låg, trots tidigare problem med luftvägssymptom. Differentialdiagnoser till lunglidanden orsakade av CAEV är luftvägsparasiter och andra luftvägspatogener (Plummer *et al.* 2012; Constable *et al.* 2017; López & Martinson 2017). Enligt djurägaren hade de senaste träckproven inte påvisat några luftvägsparasiter, vilket ökar sannolikheten att de respiratoriska symptom som förekom faktiskt orsakades av CAEV. Djurägaren upplevde att andra sjukdomsuttryck av CAE inte var särskilt vanligt förekommande i besättningen. Ett skäl till att djurägaren upplevde låg sjuklighet i besättningen är att normalläget i besättningen är ett annat än normalläget i en CAE-fri besättning, exempelvis vad gäller avmagring. Detta kan även stämma för varför djurägaren

upplevde den totala dödligheten som låg trots att CAE var den huvudsakliga orsaken till utslagning av djur i besättningen.

Tidigare undersökningar påvisade ett tankcelltal över föreslaget gränsvärde för celltal i getmjölk (Persson & Olofsson 2011). Förhöjt celltal är en av de mest välbeskrivna följderna av SRLV-infektion hos små idisslare och det förhöjda tankcelltalet kan vara ett resultat av den höga besättningsprevalensen (Sánchez *et al.* 2001; Turin *et al.* 2005; Kaba *et al.* 2012; Nowicka *et al.* 2014; Minguijón *et al.* 2015; Tariba *et al.* 2017).

Djurägaren uppfattade mjölkproduktionen som nedsatt. Genomsnittlig mjölkproduktion är beroende av flera samverkande faktorer, till exempel hushållning, laktationsstadium, laktationsnummer, laktationslängd, juverhälsa, antal killingar samt genetik (Kaba *et al.* 2012; Tariba *et al.* 2017). En svensk studie angav genomsnittlig daglig mjölmängd till två och en halv liter per get och dag medan utomlandsstudier uppvisar siffror mellan tre till fem liter per get och dag (Högberg 2011; Boshoff *et al.* 2024). Mjölkproduktionsförluster kan bero på juverskador som direkt resultat av virusinfektion men också på grund av ökad förekomst av bakteriell mastit (Ryan *et al.* 1993). Djurägaren upplevde dock inte en ökad förekomst av mastit efter att besättningen diagnosticerats med CAEV, och framhöll ålder som en alternativ orsak till den nedsatta produktionen. Fler studier med objektiva data skulle behövas för att kunna uttala sig om virusets påverkan på djurhälsa och produktion i besättningen.

## 5.4 Jämförelse av ID Screen och Elitest

Eftersom det saknas både vaccin och effektiv behandling av CAEV krävs god diagnostik för att preventiva åtgärder ska ge effekt (Reina *et al.* 2006; Tavella *et al.* 2017; Czopowicz *et al.* 2018; Michiels *et al.* 2018). I detta arbete jämfördes två ELISA-analyser med hjälp av Cohens kappa, McNemars chi-test och Bland-Altman-analys. Cohens kappa ( $\kappa$ ) är ett index som jämför samstämmighet mellan två metoder med justering för att en viss överensstämmelse kan bero på slumpen (Landis & Koch 1977; Brinkhof & van Maanen 2007). McNemars chi-test testar om ett utfall ändras mellan de två testmetoderna; där  $X^2 < p$  påvisar en signifikant skillnad (McNemar 1947). Bland-Altman-analys används för att jämföra två mätmetoder eller provtyper i syfte att undersöka hur väl dessa överensstämmer, med hänsyn till både systematisk skillnad och spridning (Giavarina 2015).

Ett sätt att utvärdera testprestanda är att jämföra testets provresultat med ett referenstest, vilket är vanligt vid beräkning av sensitivitet och specificitet. I denna studie hade ID Screen en sensitivitet på 96,2 procent och specificitet på 81,8 procent i serum, medan Elitest hade en sensitivitet på 97,1 procent och specificitet på 77,1 procent i serum. Nackdelen med att jämföra med ett referenstest är att referenstestet

i sig inte är 100 procent tillförlitligt och därmed kan felaktig sjukdomsstatus tilldelas (Jerre *et al.* 2022; Fogelberg 2023). Ett alternativt sätt att utvärdera testprestanda är att utnyttja latent class analysis (LCA). LCA används för att uppskatta testernas diagnostiska egenskaper utan kravet på ett perfekt referenstest. Jerre *et al.* (2022) evaluerade i sin studie tre kommersiella ELISA-tester med en variant av LCA, där de fann att ID Screen hade sensitivitet på 99,3 procent och specificitet på 99,1 procent medan Elitest hade sensitivitet på 97,4 procent och specificitet på 93,7 procent vid analys av serumprover från får. Även i denna studie, trots att testerna ej utvärderades med LCA, uppvisade testerna en hög sensitivitet, särskilt vid analys av serumprover, vilket överensstämde med tidigare publicerade resultat (Nowicka *et al.* 2014; Michiels *et al.* 2018). Specificiteten är något lägre, särskilt för mjölkprover, men analysmetoderna tolkades ha likvärdig prestanda. Detta bekräftades av att det inte fanns statistisk signifikant skillnad mellan provresultat som analyserats med vardera analysmetoden enligt McNemars chi-test för varken serum eller mjölkprover samt att Cohens kappa för båda provmaterial uppvisar en måttlig-god överensstämmelse enligt Landis & Koch (1977). Andra studier stödjer att testerna är bra diagnostiska verktyg för både övervakning, akut diagnostik och certifiering inom ramen för kontrollprogram (Nowicka *et al.* 2014; Tavella *et al.* 2017; Czopowicz *et al.* 2018; Michiels *et al.* 2018; Adjadj *et al.* 2019; Jerre *et al.* 2022). Serie- respektive parallelltolkning av tester kan påverka sensitivitet och specificitet. Serietolkning av diagnostiska tester ger högre specificitet medan parallelltolkning i stället ger högre sensitivitet. Båda tolkningsprinciperna är applicerbara i fallet med CAEV. Jerre *et al.* (2022) fann att högst sensitivitet (96,7 procent) erhöles med serietolkning av ID Screen och Elitest, och att kombinationen även gav en specificitet på 100 procent, medan en parallelltolkning gav sensitivitet på 99,8 procent och specificitet på 92,7 procent. I Sverige tillämpas idag en serietolkning med screening med ID screen och konfirmerande analys med Elitest<sup>4</sup>, vilket med bakgrund av aktuell litteratur och denna studies resultat är en bra tillämpning av analysmetoderna för att maximera detektionsmöjligheterna av CAEV.

I en examensuppsats av Fogelberg (2023) utfördes jämförelse mellan Elitest och ID Screen vid analys av mjölkprover. Författaren fann en signifikant skillnad mellan analysmetoderna men resonerade kring att den lilla studiepopulationen kan ha påverkat resultatet. Jämförelsen utfördes genom att beräkna korrelationskoefficient mellan analysmetoderna. Resultaten från denna studie kunde ej påvisa en signifikant skillnad mellan analysmetoderna. En hög korrelation innebär emellertid inte per automatik en god överensstämmelse mellan två metoder. Korrelationskoefficient kan därför vara otillräcklig, eller till och med missvisande i utvärdering

---

<sup>4</sup> Anna Ordell, *leg. vet.*, SLU/SVA, personlig kommunikation 2025-09-22

av överensstämmelse, eftersom den enbart utvärderar linjär association mellan observationer och inte absolut överensstämmelse (Giavarina 2015).

Bland-Altman-analys är ett alternativt sätt att jämföra överensstämmelse. I samtliga jämförelser i denna studie låg medelavvikelse över noll, vilket innebär att serumprover konsekvent gav högre värden än mjölkprover samt att ID Screen gav konsekvent högre antikroppsvärden än Elitest. Samtliga jämförelser uppvisade breda gränser för överensstämmelse, vilket indikerade en betydande individuell variation (Giavarina 2015). Detta är logiskt då antikroppsvärden påverkas av både interna och externa faktorer (Blacklaws & Harkiss 2010; Blacklaws 2012). De breda gränserna för överensstämmelse innebär därav att ett enskilt prov kan ge olika resultat beroende på vilken metod och/eller provmaterial som används. Det begränsar testmetodernas användbarhet för individuell diagnostik. Punkterna ligger slumpmässigt utspridda runt medelavvikelsen, vilket visade på att överensstämmelsen inte påverkades av koncentrationen av antikroppar i provet (Giavarina 2015). Ett undantag var vid jämförelse av ID Screen och Elitest i mjölkprover, då en koncentrationsberoende effekt kunde ses. Sammanfattningsvis tolkades Bland-Altman-analysen påvisa en stor skillnad mellan analysmetoderna på individnivå, men relativt bra överensstämmelse på besättningsnivå, varför testerna anses vara bra att använda i serietolkning. Testmetoderna bedöms därmed vara bra alternativ för diagnostik för screening och övervakning, men att cut-off-värden kan behöva justeras och vidare validering av testens prestanda för olika provmaterial utföras.

## 5.5 Mjök som provmaterial

Resultaten från denna studie visade att mjök var ett lämpligt alternativt provmaterial till serum. Mjökprover uppvisade mycket god överensstämmelse med serumprover. Den här studien påvisade en högre andel prover med skillnader i resultat mellan serum och mjök jämfört med Fogelberg (2023). Detta kan bero på en större studiepopulation, fluktuation av antikroppar mellan provtagnings-tillfällena eller felkällor vid analys och provtagning. Liknande skillnader har rapporterats av andra studier (Adjadj *et al.* 2019; Shuralev *et al.* 2021; Persson *et al.* 2022). Trots detta är mjök ett frekvent utnyttjat provmaterial för CAEV-diagnostik (Nagel-Alne *et al.* 2015; Tavella *et al.* 2017; Adjadj *et al.* 2019; Shuralev *et al.* 2021; Persson *et al.* 2022). Persson *et al.* (2022) fann över 90 procents överensstämmelse mellan individuella serum- och mjökprover i svenska besättningar. Motsvarande siffra i denna studie var 98 procent, vilket indikerar en mycket hög diagnostisk samstämmighet mellan de två provmaterialen. En god överensstämmelse mellan serum och mjök kunde även bekräftas av Bland-Altman analys.

Mjök som provtagningsmaterial skulle vara mer kostnadseffektivt än serum, i synnerhet inom kontrollprogram, och utgör en mindre invasiv och mer praktisk

genomförbar provtagningsmetod än blodprov (Brinkhof *et al.* 2010; Persson *et al.* 2022). Dessutom möjliggör mjölkprover förenklad storskalig övervakning, då mjölk rutinmässigt kan samlas via mejerier och tankmjölk (Nagel-Alne *et al.* 2015). Potentiella nackdelar med mjölkprover är att tillgängliga analysmetoder inte är anpassade för mjölk samt att antikropps nivåer kan fluktuera med bland annat laktationsstadium, mjölkvolym och juverhälsa (Greenwood 1995; Blacklaws 2012). Det finns risk för en utspädningseffekt vid högt mjölkutbyte och endast mjölkande djur kan provtas, vilket ökar risken för att missa infektion hos icke-lakterande djur. Ett förslag skulle kunna vara att använda mjölkprov för övervakning och screening, medan bekräftande diagnostik utförs på serumprov, där högre sensitivitet och specificitet är av större vikt.

## 5.6 Studiedesign

Det fanns en del svagheter i studiedesignen som kan ha påverkat resultatet. Inledningsvis har enbart en besättning undersökts, vilket ger en låg extern validitet. Provtagna getter var alla av svensk lantras, vilket gör att resultaten ej kan appliceras på getter av andra raser. Dessutom användes inga objektiva mått vid utvärdering av vare sig djurhälsa eller djurproduktion. En styrka var att samtliga vuxna djur i besättningen ingick i studien. Slutligen hade det varit en fördel att särskilja råmjölk för särskild analys, då de provtagningsstillfällena som tillämpades i samband med killning var en blandning av råmjölk, övergångsmjölk och normal mjölk.

## 6. Konklusion

Den här studien påvisade en hög besättningsprevalens men låg incidens av CAEV i en mjölkproducerande getbesättning. Antikroppsfluktuation kunde påvisas mellan provtagningstillfällena, i både serum- och mjölkprover, med stor variation på individnivå men relativt stabil nivå på besättningsnivå. Serum gav högre antikroppsvärden än mjölk. Lämpligt provtagningstillfälle baserat på resultat från denna studie var under mittlaktation, då genomsnittligt värde i serum och mjölk var som högst och skillnaden i antikroppsvärde mellan testpositiva och testnegativa individer var som störst.

De problem som djurägaren beskrev stämmer väl överens med vad som sedan tidigare finns beskrivet för CAEV; minskad mjölkproduktion, förhöjt tankcelltal och ökad mortalitet. Vad gäller diagnostik visade sig ID Screen och Elitest vara bra analysmetoder med god överensstämmelse både för serum- och mjölkprover. De saknade statistiskt signifikanta skillnader i analysresultat och kan därför anses ge likvärdiga resultat. Så som de i dagsläget används i svensk diagnostik är båda testerna mycket effektiva diagnostiska verktyg för CAEV. Mjölk kan utifrån resultaten i studien anses vara ett fullgott alternativt provtagningsmedium till serum, framför allt inom ramen för screening, med god överensstämmelse mellan individuella serum- och mjölkprover. Högst testkänslighet erhöles dock med serumprover.

# Referenser

- Adams, D.S., Klevjer-Anderson, P., Carlson, J.L., McGuire, T.C. & Gorham, J.R. (1983). Transmission and control of caprine arthritis-encephalitis virus. *American Journal of Veterinary Research*, 44 (9), 1670–1675. <https://doi.org/10.2460/ajvr.1983.44.09.1670>
- Adjadj, N.R., Vicca, J., Michiels, R. & De Regge, N. (2019). (Non-)Sense of milk testing in small ruminant Lentivirus control programs in goats. Comparative analysis of antibody detection and molecular diagnosis in blood and milk. *Viruses*, 12 (1), 3. <https://doi.org/10.3390/v12010003>
- Altman, D.G. & Bland, J.M. (1983). Measurement in medicine: The analysis of method comparison studies. *Journal of the Royal Statistical Society Series D: The Statistician*, 32 (3), 307–317. <https://doi.org/10.2307/2987937>
- Álvarez, V., Daltabuit-Test, M., Arranz, J., Leginagoikoa, I., Juste, R.A., Amorena, B., de Andrés, D., Luján, LL., Badiola, J.J. & Berriatua, E. (2006). PCR detection of colostrum-associated Maedi-Visna virus (MVV) infection and relationship with ELISA-antibody status in lambs. *Research in Veterinary Science*, 80 (2), 226–234. <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2005.05.008>
- Andersson, E. (2019). *Böldsjuka och kaprin artrit encefalit hos svenska mjölkproducerande getter*. Sveriges lantbruksuniversitet. Veterinärprogrammet. <http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:slu:epsilon-s-10730>
- de Andrés, D., Klein, D., Watt, N.J., Berriatua, E., Torsteinsdottir, S., Blacklaws, B.A. & Harkiss, G.D. (2005). Diagnostic tests for small ruminant lentiviruses. *Veterinary Microbiology*, 107 (1–2), 49–62. <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2005.01.012>
- Arsenault, J., Dubreuil, P., Girard, C., Simard, C. & Bélanger, D. (2003). Maedi-visna impact on productivity in Quebec sheep flocks (Canada). *Preventive Veterinary Medicine*, 59 (3), 125–137. [https://doi.org/10.1016/s0167-5877\(03\)00086-2](https://doi.org/10.1016/s0167-5877(03)00086-2)
- Bagnicka, E., Winnicka, A., Józwik, A., Rzewuska, M., Strzałkowska, N., Kościuczuk, E., Prusak, B., Kaba, J., Horbańczuk, J. & Krzyżewski, J. (2011). Relationship between somatic cell count and bacterial pathogens in goat milk. *Small Ruminant Research*, 100 (1), 72–77. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2011.04.014>
- Barquero, N., Arjona, A., Domenech, A., Toural, C., Heras, A. de las, Fernández-Garayzabal, J.F., Quiteria, J.A.R.-S. & Gomez-Lucia, E. (2011). Diagnostic performance of PCR and ELISA on blood and milk samples and serological survey for small ruminant lentiviruses in central Spain. *Veterinary Record*, 168 (1), 20–20. <https://doi.org/10.1136/vr.c4951>
- Barquero, N., Gomez-Lucia, E., Arjona, A., Toural, C., las Heras, A., Fernández-Garayzabal, J.F. & Domenech, A. (2013). Evolution of specific antibodies and proviral DNA in milk of small ruminants infected by small ruminant Lentivirus. *Viruses*, 5 (10), 2614–2623. <https://doi.org/10.3390/v5102614>

- Blacklaws, B. & Harkiss, G.D. (2010). Small ruminant lentiviruses and human immunodeficiency virus: cousins that take a long view. *Current HIV research*, 8 (1), 26–52. <https://doi.org/10.2174/157016210790416406>
- Blacklaws, B.A. (2012). Small ruminant lentiviruses: Immunopathogenesis of visna-maedi and caprine arthritis and encephalitis virus. *Comparative Immunology, Microbiology and Infectious Diseases*, 35 (3), 259–269. <https://doi.org/10.1016/j.cimid.2011.12.003>
- Blacklaws, B.A., Berriatua, E., Torsteinsdottir, S., Watt, N.J., de Andres, D., Klein, D. & Harkiss, G.D. (2004). Transmission of small ruminant lentiviruses. *Veterinary Microbiology*, 101 (3), 199–208. <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2004.04.006>
- Bland, J.M. & Altman, D.G. (1999). Measuring agreement in method comparison studies. *Statistical Methods in Medical Research*, 8 (2), 135–160. <https://doi.org/10.1177/096228029900800204>
- Boshoff, M., Lopez-Villalobos, N., Andrews, C. & Turner, S.-A. (2024). Modeling daily yields of milk, fat, protein, and lactose of New Zealand dairy goats undergoing standard and extended lactations. *Journal of Dairy Science*, 107 (3), 1500–1509. <https://doi.org/10.3168/jds.2023-23926>
- Brinkhof, J. & van Maanen, C. (2007). Evaluation of five enzyme-linked immunosorbent assays and an agar gel immunodiffusion test for detection of antibodies to small ruminant lentiviruses. *Clinical and Vaccine Immunology : CVI*, 14 (9), 1210–1214. <https://doi.org/10.1128/CVI.00282-06>
- Brinkhof, J.M.A., Houwers, D.J., Moll, L., Dercksen, D. & van Maanen, C. (2010). Diagnostic performance of ELISA and PCR in identifying SRLV-infected sheep and goats using serum, plasma and milk samples and in early detection of infection in dairy flocks through bulk milk testing. *Veterinary Microbiology*, 142 (3–4), 193–198. <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2009.09.060>
- Burridge, M.J., Thurmond, M.C., Miller, J.M., Schmerr, M.J. & Van Der Maaten, M.J. (1982). Fall in antibody titer to bovine leukemia virus in the periparturient period. *Canadian Journal of Comparative Medicine*, 46 (3), 270–271. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC1320322/> [2025-10-16]
- Carrozza, M.-L., Niewiadomska, A.-M., Mazzei, M., Abi-Said, M.R., Hué, S., Hughes, J., Gatseva, A. & Gifford, R.J. (2023). Emergence and pandemic spread of small ruminant lentiviruses. *Virus Evolution*, 9 (1), vead005. <https://doi.org/10.1093/ve/vead005>
- Cebra, C. & Cebra, M. (2012). Chapter 16 - Diseases of the Hematologic, Immunologic, and Lymphatic Systems (Multisystem Diseases). I: Pugh, D.G. & Baird, A.N. (red.) *Sheep and Goat Medicine*. W.B. Saunders. 466–502. <https://doi.org/10.1016/B978-1-4377-2353-3.10016-2>
- Clements, J.E. & Zink, M.C. (1996). Molecular biology and pathogenesis of animal lentivirus infections. *Clinical Microbiology Reviews*, 9 (1), 100–117. <https://doi.org/10.1128/cmr.9.1.100>

- Constable, P.D., Hinchcliff, K.W., Done, S.D. & Grünberg, W. (2017). *Veterinary Medicine: A Textbook of the Diseases of Cattle, Horses, Sheep, Pigs, and Goats*. 11th edition. Elsevier.
- Cork, L.C., Hadlow, W.J., Crawford, T.B., Gorham, J.R. & Piper, R.C. (1974). Infectious leukoencephalomyelitis of young goats. *The Journal of Infectious Diseases*, 129 (2), 134–141. <https://doi.org/10.1093/infdis/129.2.134>
- Czopowicz, M., Szaluś-Jordanow, O., Moroz, A., Mickiewicz, M., Witkowski, L., Markowska-Daniel, I., Bagnicka, E. & Kaba, J. (2018). Use of two commercial caprine arthritis-encephalitis immunoenzymatic assays for screening of arthritic goats. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation : Official Publication of the American Association of Veterinary Laboratory Diagnosticians, Inc.*, 30 (1), 36–41. <https://doi.org/10.1177/1040638717729397>
- De Boer, G.F., Terpstra, C., Houwers, D.J. & Hendriks, J. (1979). Studies in epidemiology of maedi/visna in sheep. *Research in Veterinary Science*, 26 (2), 202–208. [https://doi.org/10.1016/S0034-5288\(18\)32917-5](https://doi.org/10.1016/S0034-5288(18)32917-5)
- Ellis, T., Robinson, W. & Wilcox, G. (1983). Effect of colostrum deprivation of goat kids on the natural transmission of caprine retrovirus infection. *Australian Veterinary Journal*, 60 (11), 326–329. <https://doi.org/10.1111/j.1751-0813.1983.tb02832.x>
- Faruk, Md.S.A., Jung, Y., Hur, T., Lee, S. & Cho, Y. (2020). Longitudinal study of *Mycobacterium avium* subsp. paratuberculosis antibody kinetics in dairy cattle using sera and milk throughout the lactation period. *Veterinary Sciences*, 7 (3), 81. <https://doi.org/10.3390/vetsci7030081>
- Fieni, F., Rowe, J., Van Hoosear, K., Burucoa, C., Oppenheim, S., Anderson, G., Murray, J. & BonDurant, R. (2002). Presence of caprine arthritis–encephalitis virus (CAEV) infected cells in flushing media following oviductal-stage embryo collection. *Theriogenology*, 57 (2), 931–940. [https://doi.org/10.1016/S0093-691X\(01\)00698-7](https://doi.org/10.1016/S0093-691X(01)00698-7)
- Fieni, F., Rowe, J., Van Hoosear, K., Burucoa, C., Oppenheim, S., Anderson, G., Murray, J. & BonDurant, R. (2003). Presence of caprine arthritis–encephalitis virus (CAEV) proviral DNA in genital tract tissues of superovulated dairy goat does. *Theriogenology*, 59 (7), 1515–1523. [https://doi.org/10.1016/S0093-691X\(02\)01194-9](https://doi.org/10.1016/S0093-691X(02)01194-9)
- Fogelberg, E. (2023). *Är mjölkprover en alternativ provtagningsmetod för diagnostik av lentivirus hos små idisslare?* Sveriges lantbruksuniversitet. Veterinärprogrammet. <http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:slu:epsilon-s-18730>
- Foster, R. A. (2017). Chapter 18 – Female Reproductive System and Mammas. I: Zachary, J. F. *Pathologic Basis of Disease*. Elsevier. 1147-1193.
- Gendelman, H.E., Narayan, O., Molineaux, S., Clements, J.E. & Ghotbi, Z. (1985). Slow, persistent replication of lentiviruses: role of tissue macrophages and macrophage precursors in bone marrow. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 82 (20), 7086–7090. <https://doi.org/10.1073/pnas.82.20.7086>

- Giavarina, D. (2015). Understanding Bland Altman analysis. *Biochemia Medica*, 25 (2), 141–151. <https://doi.org/10.11613/BM.2015.015>
- Greenwood, P.L. (1995). Effects of caprine arthritis-encephalitis virus on productivity and health of dairy goats in New South Wales, Australia. *Preventive Veterinary Medicine*, 22 (1), 71–87. [https://doi.org/10.1016/0167-5877\(94\)00399-4](https://doi.org/10.1016/0167-5877(94)00399-4)
- Grossi, P., Giudice, C., Bertoletti, I., Cioccarelli, G., Brocchi, E., Cammarata, G. & Gelmetti, D. (2005). Immunohistochemical detection of the p27 capsid protein of caprine arthritis-encephalitis virus (CAEV) in bone-marrow cells of seropositive goats. *Journal of Comparative Pathology*, 133 (2), 197–200. <https://doi.org/10.1016/j.jcpa.2005.01.009>
- Gård & djurhälsan (u.å.). *MV/CAE-programmet för får/get*. <https://www.gardochdjurhalsan.se/nationellt-ansvar/kontroll-overvakningsprogram/maedivisna-hos-far/> [2025-09-10]
- Gård och Djurhälsan (2023). Plan och riktlinjer för organiserad frivillig övervakning avseende Maedi Visna (MV) hos får samt Caprin Artrit Encephalit (CAE) hos get. (Uppdaterad 2023-10-13). Gård och Djurhälsan. <https://www.gardochdjurhalsan.se/wp-content/uploads/2023/11/pr-sept-2023.pdf>
- Hanson, J., Hydbring, E. & Olsson, K. (1996). A long term study of goats naturally infected with caprine arthritis-encephalitis virus. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 37 (1), 31–39. <https://doi.org/10.1186/BF03548117>
- Hedlund Salenstedt, E. (2021). *Lentivirus hos små idisslare*. Sveriges lantbruksuniversitet. Veterinärprogrammet. <http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:slu:epsilon-s-16520>
- Houwers, D.J. & van der Molen, E.J. (1987). A five-year serological study of natural transmission of maedi-visna virus in a flock of sheep, completed with post mortem investigation. *Journal of Veterinary Medicine, Series B*, 34 (1–10), 421–431. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0450.1987.tb00416.x>
- Högberg, M. (2011). Milk yield and composition in Swedish landrace goats (*Capra hircus*) kept together with their kids in two different systems. Sveriges lantbruksuniversitet. Agronomprogrammet. <http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:slu:epsilon-s-117>
- Jerre, A., Nordstoga, A.B., Dean, K.R. & Holmøy, I.H. (2022). Evaluation of three commercial ELISA tests for serological detection of maedi-visna virus using Bayesian latent class analysis. *Preventive Veterinary Medicine*, 208, 105765. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2022.105765>
- Jordbruksverket (2024). *Statistik över anmälningspliktiga djursjukdomar*. (Uppdaterad 2024-07-08). Statens jordbruksverk. <https://jordbruksverket.se/djur/personal-och-varldgivarer-inom-djurens-halso--och-sjukvard/anmalningskyldighet/statistik-over-anmalningspliktiga-djursjukdomar> [2025-10-14]
- Kaba, J., Czopowicz, M., Witkowski, L., Szaluś-Jordanow, O., Mickiewicz, M., Markowska-Daniel, I., Puchała, R. & Bagnicka, E. (2022). Longitudinal study on seroreactivity of goats exposed to colostrum and milk of small ruminant lentivirus-

- infected dams. *Journal of Veterinary Research*, 66 (4), 511–521.  
<https://doi.org/10.2478/jvetres-2022-0071>
- Kaba, J., Strzałkowska, N., Jóźwik, A., Krzyżewski, J. & Bagnicka, E. (2012). Twelve-year cohort study on the influence of caprine arthritis-encephalitis virus infection on milk yield and composition. *Journal of Dairy Science*, 95 (4), 1617–1622.  
<https://doi.org/10.3168/jds.2011-4680>
- Kampen, A.H., Åkerstedt, J. & Klevar, S. (2025). *The surveillance programme for small ruminant lentivirus infections in sheep and goats in Norway 2022*. Surveillance program report 51/2023. Veterinaer instituttet.  
[https://www.vetinst.no/overvaking/maedi-cae-sau-geit/\\_/attachment/inline/a69d0242-5f22-465c-90eb-11ce13e02744:68aab1ce8175baa80bb2da4a9bae74c8f4978cb/2023\\_51\\_OK\\_SRLV%20in%20sheep%20and%20goats%20in%20Norway%202022%20KOMPLETT.pdf](https://www.vetinst.no/overvaking/maedi-cae-sau-geit/_/attachment/inline/a69d0242-5f22-465c-90eb-11ce13e02744:68aab1ce8175baa80bb2da4a9bae74c8f4978cb/2023_51_OK_SRLV%20in%20sheep%20and%20goats%20in%20Norway%202022%20KOMPLETT.pdf)
- Kennedy-Stoskopf, S., Narayan, O. & Strandberg, J.D. (1985). The mammary gland as a target organ for infection with caprine arthritis-encephalitis virus. *Journal of Comparative Pathology*, 95 (4), 609–617. [https://doi.org/10.1016/0021-9975\(85\)90030-1](https://doi.org/10.1016/0021-9975(85)90030-1)
- Krieg, A. & Peterhans, E. (1990). [Caprine arthritis-encephalitis in Switzerland: epidemiologic and clinical studies]. *Schweizer Archiv Fur Tierheilkunde*, 132 (7), 345–352. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/2171140/>
- Lamara, A., Fieni, F., Mselli-Lakhal, L., Chatagnon, G., Bruyas, J.F., Tainturier, D., Battut, I., Fornazero, C. & Chebloune, Y. (2002). Early embryonic cells from in vivo-produced goat embryos transmit the caprine arthritis–encephalitis virus (CAEV). *Theriogenology*, 58 (6), 1153–1163. [https://doi.org/10.1016/S0093-691X\(02\)00950-0](https://doi.org/10.1016/S0093-691X(02)00950-0)
- Lamara, A., Fieni, F., Mselli-Lakhal, L., Tainturier, D. & Chebloune, Y. (2001). Efficient replication of caprine arthritis-encephalitis virus in goat granulosa cells. *Virus Research*, 79 (1), 165–172. [https://doi.org/10.1016/S0168-1702\(01\)00347-1](https://doi.org/10.1016/S0168-1702(01)00347-1)
- Lamara, A., Fieni, F., Mselli-Lakhal, L., Tainturier, D. & Chebloune, Y. (2002). Epithelial cells from goat oviduct are highly permissive for productive infection with caprine arthritis–encephalitis virus (CAEV). *Virus Research*, 87 (1), 69–77. [https://doi.org/10.1016/S0168-1702\(02\)00082-5](https://doi.org/10.1016/S0168-1702(02)00082-5)
- Landis, J.R. & Koch, G.G. (1977). The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics*, 33 (1), 159–174.  
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/843571/>
- Leitner, G., Krifucks, O., Weisblit, L., Lavi, Y., Bernstein, S. & Merin, U. (2010). The effect of caprine arthritis encephalitis virus infection on production in goats. *The Veterinary Journal*, 183 (3), 328–331. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2008.12.001>
- Lerondelle, C., Godet, M. & Mornex, J.-F. (1999). Infection of primary cultures of mammary epithelial cells by small ruminant lentiviruses. *Veterinary Research*, 30 (5), 467–474. <https://hal.science/hal-00902587> [2025-09-08]

- Lerondelle, C., Richard, Y. & Issartial, J. (1992). Factors affecting somatic cell counts in goat milk. *Small Ruminant Research*, 8 (1), 129–139. [https://doi.org/10.1016/0921-4488\(92\)90014-U](https://doi.org/10.1016/0921-4488(92)90014-U)
- Leroux, C., Lerondelle, C., Chastang, J. & Mornex, J.-F. (1997). RT-PCR detection of lentiviruses in milk or mammary secretions of sheep or goats from infected flocks. *Veterinary Research*, 28 (2), 115–121. <https://hal.science/hal-01600213> [2025-09-08]
- L'Homme, Y., Leboeuf, A., Arsenault, J. & Fras, M. (2015). Identification and characterization of an emerging small ruminant lentivirus circulating recombinant form (CRF). *Virology*, 475, 159–171. <https://doi.org/10.1016/j.virol.2014.11.006>
- López, A., & Martinson, S. A. (2017). Chapter 9 – Respiratory System, Mediastinum, and Pleurae. I: Zachary, J. F. (red.). *Pathologic Basis of Veterinary Disease*. Elsevier. 471-560.
- MacKay, E. (2024). *Lentivirus Pneumonia in Sheep and Goats*. Merck Veterinary Manual. <https://www.merckvetmanual.com/respiratory-system/respiratory-diseases-of-sheep-and-goats/lentivirus-pneumonia-in-sheep-and-goats> [2025-09-16]
- McNeilly, T.N., Baker, A., Brown, J.K., Collie, D., MacLachlan, G., Rhind, S.M. & Harkiss, G.D. (2008). Role of alveolar macrophages in respiratory transmission of visna/maedi virus. *Journal of Virology*, 82 (3), 1526–1536. <https://doi.org/10.1128/jvi.02148-07>
- McNemar, Q. (1947). Note on the sampling error of the difference between correlated proportions or percentages. *Psychometrika*, 12 (2), 153–157. <https://doi.org/10.1007/BF02295996>
- Michiels, R., Van Mael, E., Quinet, C., Adjadj, N.R., Cay, A.B. & De Regge, N. (2018). Comparative analysis of different serological and molecular tests for the detection of small ruminant lentiviruses (SRLVs) in Belgian sheep and goats. *Viruses*, 10 (12), 696. <https://doi.org/10.3390/v10120696>
- Minguijón, E., Reina, R., Pérez, M., Polledo, L., Villoria, M., Ramírez, H., Leginagoikoa, I., Badiola, J.J., García-Marín, J.F., de Andrés, D., Luján, L., Amorena, B. & Juste, R.A. (2015). Small ruminant lentivirus infections and diseases. *Veterinary Microbiology*, 181 (1), 75–89. <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2015.08.007>
- Muri, K., Leine, N. & Valle, P.S. (2016). Welfare effects of a disease eradication programme for dairy goats. *animal*, 10 (2), 333–341. <https://doi.org/10.1017/S1751731115000762>
- Muz, D., Oğuzoğlu, T.Ç., Rosati, S., Reina, R., Bertolotti, L. & Burgu, İ. (2013). First molecular characterization of visna/maedi viruses from naturally infected sheep in Turkey. *Archives of Virology*, 158 (3), 559–570. <https://doi.org/10.1007/s00705-012-1518-1>
- Nagel-Alne, G.E. (2015). *Healthier Goats disease eradication programme - a healthy initiative*. Diss. Norwegian University of Life Science. <https://hdl.handle.net/11250/2496982>

- Nagel-Alne, G.E., Asheim, L.J., Hardaker, J.B., Sølverød, L., Lindheim, D. & Valle, P.S. (2014). The Norwegian Healthier Goats programme--a financial cost-benefit analysis. *Preventive Veterinary Medicine*, 114 (2), 96–105.  
<https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2014.02.002>
- Nagel-Alne, G.E., Valle, P.S., Krontveit, R. & Sølverød, L.S. (2015). Caprine arthritis encephalitis and caseous lymphadenitis in goats: use of bulk tank milk ELISAs for herd-level surveillance. *The Veterinary Record*, 176 (7), 173.  
<https://doi.org/10.1136/vr.102605>
- Narayan, O. & Clements, J.E. (1989). Biology and pathogenesis of lentiviruses. *Journal of General Virology*, 70 (7), 1617–1639. <https://doi.org/10.1099/0022-1317-70-7-1617>
- Nord, K. & Ådnøy, T. (1997). Effects of infection by caprine arthritis-encephalitis virus on milk production of goats. *Journal of Dairy Science*, 80 (10), 2391–2397.  
[https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(97\)76190-3](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(97)76190-3)
- Nowicka, D., Czopowicz, M., Mickiewicz, M., Szaluś-Jordanow, O., Witkowski, L., Bagnicka, E. & Kaba, J. (2014). Diagnostic performance of ID screen MVV-CAEV Indirect Screening ELISA in identifying small ruminant lentiviruses-infected goats. *Polish Journal of Veterinary Sciences*, 17 (3), 501–506.  
<https://doi.org/10.2478/pjvs-2014-0072>
- Passler, T., Walz, P.H. & Pugh, D.G. (2012). Chapter 13 - Diseases of the Neurologic System. I: Pugh, D.G. & Baird, A.N. (red.) *Sheep and Goat Medicine*. W.B. Saunders. 361–405. <https://doi.org/10.1016/B978-1-4377-2353-3.10013-7>
- Pérez, M., Muñoz, J.A., Biecas, E., Salazar, E., Bolea, R., de Andrés, D., Amorena, B., Badiola, J.J., Reina, R. & Luján, L. (2013). Successful Visna/maedi control in a highly infected ovine dairy flock using serologic segregation and management strategies. *Preventive Veterinary Medicine*, 112 (3), 423–427.  
<https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2013.07.019>
- Persson, Y., Andersson, E., Frössling, J. & Wensman, J.J. (2022). Occurrence of CAE and CLA in Swedish dairy goats and comparison of serum and milk as sampling material. *Dairy*, 3 (1), 190–198. <https://doi.org/10.3390/dairy3010015>
- Persson, Y. & Olofsson, I. (2011). Direct and indirect measurement of somatic cell count as indicator of intramammary infection in dairy goats. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 53 (1), 15. <https://doi.org/10.1186/1751-0147-53-15>
- Persson, Y., Salenstedt, E.H., Andersson, E. & Wensman, J.J. (2023). An outbreak of small ruminant lentivirus in a Swedish dairy goat herd. *Veterinary Record Case Reports*, 11 (4), e683. <https://doi.org/10.1002/vrc2.683>
- Peterhans, E., Greenland, T., Badiola, J., Harkiss, G., Bertoni, G., Amorena, B., Eliaszewicz, M., Juste, R.A., Krassnig, R., Lafont, J.-P., Lenihan, P., Pétursson, G., Pritchard, G., Thorley, J., Vitu, C., Mornex, J.-F. & Pépin, M. (2004). Routes of transmission and consequences of small ruminant lentiviruses (SRLVs) infection and eradication schemes. *Veterinary Research*, 35 (3), 257–274.  
<https://doi.org/10.1051/vetres:2004014>

- Peterson, K., van den Brom, R., Aalberts, M., ter Bogt-Kappert, C. & Vellema, P. (2022). Loss of caprine arthritis encephalitis virus (CAEV) herd accreditation: characteristics, diagnostic approach, and specific follow-up scenarios on large dairy goat farms. *Pathogens*, 11 (12), 1541. <https://doi.org/10.3390/pathogens11121541>
- Plummer, P.J., Plummer, C.L. & Still, K.M. (2012). Chapter 7 - Diseases of the Respiratory System. I: Pugh, D.G. & Baird, A.N. (red.) *Sheep and Goat Medicine*. W.B. Saunders. 126–149. <https://doi.org/10.1016/B978-1-4377-2353-3.10007-1>
- Quérat, G. & Vigne, R. (1999). Caprine Arthritis Encephalitis Virus (*Retroviridae*). I: Granoff, A. & Webster, R.G. (red.) *Encyclopedia of Virology*. 2<sup>nd</sup> ed., Elsevier. 223–229. <https://doi.org/10.1006/rwvi.1999.0044>
- Rahman, M.H., Akther, S., Alam, M.S., Ali, M.Z. & Ahmed, S. (2023). Caprine arthritis and encephalitis virus infection in goats of Bangladesh: Serological detection and its associated risk factors. *Veterinary World*, 16 (11), 2256–2262. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2023.2256-2262>
- Ramírez, H., Glaria, I., Andrés, X. de, Martínez, H.A., Hernández, M.M., Reina, R., Iraizoz, E., Crespo, H., Berriatua, E., Vázquez, J., Amorena, B. & Andrés, D. de (2011). Recombinant small ruminant lentivirus subtype B1 in goats and sheep of imported breeds in Mexico. *The Veterinary Journal*, 190 (1), 169–172. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2010.09.005>
- Ravazzolo, A.P., Nenci, C., Vogt, H.-R., Waldvogel, A., Obexer-Ruff, G., Peterhans, E. & Bertoni, G. (2006). Viral load, organ distribution, histopathological lesions, and cytokine mRNA expression in goats infected with a molecular clone of the caprine arthritis encephalitis virus. *Virology*, 350 (1), 116–127. <https://doi.org/10.1016/j.virol.2006.02.014>
- Reina, R., Mora, M.I., Glaria, I., García, I., Solano, C., Luján, L., Badiola, J.J., Contreras, A., Berriatua, E., Juste, R., Mamoun, R.Z., Rolland, M., Amorena, B. & de Andrés, D. (2006). Molecular characterization and phylogenetic study of maedi visna and caprine arthritis encephalitis viral sequences in sheep and goats from Spain. *Virus Research*, 121 (2), 189–198. <https://doi.org/10.1016/j.virusres.2006.05.011>
- Rosati, S. (2025). Chapter 3.8.2. – Caprine Arthritis/Encephalitis and Maedi-Visna. I: World Organization for Animal Health (OIE) (red.) Manual of Diagnostic Tests and Vaccines for Terrestrial Animals. OIE. <https://www.woah.org/en/what-we-do/standards/codes-and-manuals/> [2025-12-08]
- Rowe, J.D. & East, N.E. (1997). Risk factors for transmission and methods for control of caprine arthritis-encephalitis virus infection. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 13 (1), 35–53. [https://doi.org/10.1016/S0749-0720\(15\)30363-7](https://doi.org/10.1016/S0749-0720(15)30363-7)
- Rowe, J.D., East, N.E., Thurmond, M.C., Franti, C.E. & Pedersen, N.C. (1992). Cohort study of natural transmission and two methods for control of caprine arthritis-encephalitis virus infection in goats on a California dairy. *American Journal of*

- Veterinary Research*, 53 (12), 2386–2395.  
<https://doi.org/10.2460/ajvr.1992.53.12.2386>
- Ryan, D.P., Greenwood, P.L. & Nicholls, P.J. (1993). Effect of caprine arthritis-encephalitis virus infection on milk cell count and N-acetyl-beta-glucosaminidase activity in dairy goats. *The Journal of Dairy Research*, 60 (3), 299–306.  
<https://doi.org/10.1017/s0022029900027643>
- Ryan, S., Tiley, L., McConnell, I. & Blacklaws, B. (2000). Infection of dendritic cells by the maedi-visna lentivirus. *Journal of Virology*, 74 (21), 10096–10103.  
<https://doi.org/10.1128/jvi.74.21.10096-10103.2000>
- Sánchez, A., Contreras, A., Corrales, J.C. & Marco, J.C. (2001). Relationships between infection with caprine arthritis encephalitis virus, intramammary bacterial infection and somatic cell counts in dairy goats. *Veterinary Record*, 148 (23), 711–714.  
<https://doi.org/10.1136/vr.148.23.711>
- Shuralev, E.A., Khammadoev, N.I., Osyanin, K.A., Elizarova, I.A., Salmanova, G.R., Shamaev, N.D., Petrov, S.V., Whelan, C., Saushkin, N.Yu., Samsonova, J.V., Galimzyanov, I.G., Efimova, M.A., Khaertynov, K.S., Faizov, T.Kh., Mukminov, M.N. & Ivanov, A.V. (2021). Initial multi-target approach shows importance of improved caprine arthritis-encephalitis virus control program in Russia for hobbyist goat farms. *Veterinary World*, 14 (7), 1718–1726.  
<https://doi.org/10.14202/vetworld.2021.1718-1726>
- Sihvonen, L., Hirvelä-Koski, V., Nuotio, L. & Kokkonen, U.-M. (1999). Serological survey and epidemiological investigation of maedi-visna in sheep in Finland. *Veterinary Microbiology*, 65 (4), 265–270. [https://doi.org/10.1016/S0378-1135\(98\)00312-5](https://doi.org/10.1016/S0378-1135(98)00312-5)
- Smith, M.C. & Cutlip, R. (1988). Effects of infection with caprine arthritis-encephalitis virus on milk production in goats. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 193 (1), 63–67
- Snowder, G.D., Gates, N.L., Glimp, H.A. & Gorham, J.R. (1990). Prevalence and effect of subclinical ovine progressive pneumonia virus infection on ewe wool and lamb production. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 197 (4), 475–479
- SVA (2020). *Surveillance of infectious diseases in animals and humans in Sweden 2020*. SVA:s rapportserie 68 1654-7098. Statens veterinärmedicinska anstalt.  
[https://www.sva.se/media/glund5y5/sva-rapport-68-surveillance2020\\_2022-04-08.pdf](https://www.sva.se/media/glund5y5/sva-rapport-68-surveillance2020_2022-04-08.pdf)
- SVA (2025). *Smittläget i Sverige för djursjukdomar och zoonoser 2024*. SVA:s rapportserie 122. Statens veterinärmedicinska anstalt.  
[https://www.sva.se/media/ui4btz3d/smittlege\\_2024\\_v250616.pdf](https://www.sva.se/media/ui4btz3d/smittlege_2024_v250616.pdf)
- Tariba, B., Kostelić, A., Roić, B., Benić, M. & Šalamon, D. (2017). Influence of caprine arthritis encephalitis virus infection on milk production of French Alpine goats in Croatia. *Mljekarstvo : Dairy Experts Journal*, 67 (1), 42–48.  
<https://doi.org/10.15567/mljekarstvo.2017.0105>

- Tavella, A., Bettini, A., Ceol, M., Zambotto, P., Stifter, E., Kusstatscher, N., Lombardi, R., Nardeli, S., Beato, M.S., Capello, K. & Bertoni, G. (2017). Achievements of an eradication programme against caprine arthritis encephalitis virus in South Tyrol, Italy. *The Veterinary Record*, 182 (2), 51. <https://doi.org/10.1136/vr.104503>
- Thor, E. (2022). *Celltalet i mjölk hos svenska mjölkgetter*. Sveriges lantbruksuniversitet. Veterinärprogrammet. <http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:slu:epsilon-s-17620>
- Travassos, C., Benoît, C., Valas, S., da Silva, A. & Perrin, G. (1998). [Detection of caprine arthritis encephalitis virus in sperm of experimentally infected bucks]. *Veterinary research*, 29 (6), 579–584
- Turin, L., Pisoni, G., Giannino, M.L., Antonini, M., Rosati, S., Ruffo, G. & Moroni, P. (2005). Correlation between milk parameters in CAEV seropositive and negative primiparous goats during an eradication program in Italian farm. *Small Ruminant Research*, 57 (1), 73–79. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2004.06.018>
- Wisnieski, L., Norby, B., Gandy, J., Byrem, T.M. & Sordillo, L.M. (2020). Changes in bovine leukemia virus serological status and lymphocyte count between dry-off and early lactation in Michigan dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 103 (10), 9473–9480. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-17839>
- Zachary, J. F. (2017). Chapter 4 – Mechanisms of Microbial Infection. I: Zachary, J. F. (red). *Pathologic Basis of Veterinary Disease*. Elsevier. 132–241.

## Tack till

Tack till mina handledare, Jonas och Anna, som tålmodigt besvarat frågor och väglett detta arbete. Tack även till djurägaren som deltagit i studien och Semaha Gül Yilmaz som bistod vid provinsamling. Tack till Formas (2021–02286) som finansierade den större studien som detta examensarbete varit en del av. Tack till Agnes Ringdahl och Madeleine Andersson för värdefull feedback.

# Populärvetenskaplig sammanfattning

Kaprin artrit- och encefalitvirus (CAEV) är ett virus som drabbar getter och orsakar en kronisk och obotlig sjukdom. Smittan finns i många länder, inklusive Sverige, och kan ge upphov till bland annat ledinflammation, hjärninflammation, nedsatt mjölkproduktion, avmagring och över lag en sämre djurhälsa. Den huvudsakliga smittvägen är från get till killing via mjölken men smitta kan även ske via luftvägarna hos vuxna getter. Sjukdomen förekommer över hela världen men hur vanlig den är i Sverige är oklart. I Sverige är det vanligast med sjukdom utan tydliga symtom, vilket gör att många individer går att påvisa virus eller antikroppar mot virus hos vid diagnos av CAEV. Det finns inte någon effektiv behandling eller vaccin mot sjukdomen. Utöver akut sjukdom orsakar infektionen ekonomiska förluster i att djurens hälsa och produktion minskar.

Traditionellt har blodprov använts för att undersöka om djur bär på antikroppar mot viruset, men blodprovstagning är både tidskrävande och mer inskränkande för djuren. Ett enklare och mer djur- samt djurägarvänligt alternativ skulle var att använda mjölk som provmaterial. Eftersom det saknas effektiv behandling eller vaccin mot sjukdomen är kraven på god diagnostik hög.

I den här studien undersöktes hur antikroppar mot CAEV förändras i blod och mjölk under den tiden då geten mjölkas hos en mjölkproducerande getbesättning som är känt positiv för viruset sedan tidigare. Mjölk som ett alternativt provmaterial har utvärderas och ett lämpligt provtagningstillfälle för att med bäst säkerhet påvisa antikroppar mot viruset i en besättning har föreslagits. Utöver detta har djurägaren intervjuats för att uppskatta hur virussjukdomen påverkar besättningens hälsa och produktion. Vidare har två test som detekterar antikroppar och som används inom svensk rutindiagnostik för CAEV jämförts.

Blod- och mjölkprover togs från alla mjölkande djur vid fyra tillfällen under en laktation. Proverna analyserades med två olika laborietester som används för att mäta antikroppar mot viruset. Resultaten visade att mängden antikroppar förändras under laktationen. Samma trend sågs i både blod och mjölk, även om mjölkprover konsekvent gav något lägre antikroppsvärde. Den individuella variationen i provsvar var stor men på besättningsnivå var antikroppsnivåerna relativt stabila. Det högsta genomsnittliga antikroppsvärdet sågs i mitten av perioden då geten mjölkas. Ett lämpligt provtagningstillfälle för virusantikroppar visade sig vara vid samma tidpunkt eftersom då avståndet mellan testpositiva och testnegativa individer var som störst.

Djurägaren upplevde problem med minskad mjölkproduktion, förhöjt celltal i mjölk och en förhöjd mortalitet i besättningen. Trots detta upplevde hon inte att sjuklig-

heten eller behovet av behandling av sina djur hade ökat sedan innan diagnos. Djurägaren har tidigare haft problem med hosta och andningsbesvär i sin besättning, vilket är ett känt uttryck för CAEV, men detta är inget hon upplevde ha problem med just nu. Jämförelsen mellan de två testmetoderna visade att båda gav liknande resultat, både i blod och mjölk. En av testerna gav något högre antikroppsvärde i både serum och i mjölk. Testen är effektiva i den utsträckning de används idag för svensk sjukdomsövervakning.

Studien visade att mjölk kan användas som ett pålitligt och mindre invasivt alternativ till blod vid provtagning för CAEV. Det gör provtagningen enklare, billigare och mer djurvänlig, vilket kan underlätta arbetet med att kontrollera och minska smittspridningen i svenska getbesättningar. Avslutningsvis kan ytterligare studie inom ämnet ge förbättrad diagnostik för CAEV och en bättre bild av sjukdomens förekomst i svensk getpopulation.

## Publicering och arkivering

Godkända självständiga arbeten (examensarbeten) vid SLU kan publiceras elektroniskt. Som student äger du upphovsrätten till ditt arbete och behöver i sådana fall godkänna publiceringen. I samband med att du godkänner publicering kommer SLU även att behandla dina personuppgifter (namn) för att göra arbetet sökbart på internet. Du kan närsomhelst återkalla ditt godkännande genom att kontakta biblioteket.

Även om du väljer att inte publicera arbetet eller återkallar ditt godkännande så kommer det arkiveras digitalt enligt arkivlagstiftningen.

Du hittar länkar till SLU:s publiceringsavtal och SLU:s behandling av personuppgifter och dina rättigheter på den här sidan:

<https://libanswers.slu.se/sv/faq/228316>

JA, jag har läst och godkänner avtalet för publicering samt den personuppgiftsbehandling som sker i samband med detta

NEJ, jag ger inte min tillåtelse till att publicera fulltexten av föreliggande arbete. Arbetet laddas dock upp för arkivering och metadata och sammanfattning blir synliga och sökbara.