



# Resistensläget mot pyrantel hos *Cyathostominae* spp. på svenska gårdar

---

Vendela Törngren

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

Uppsala 2024





# Resistensläget mot pyrantel hos *Cyathostominae* spp. på svenska gårdar

*The resistance status of pyrantel in Cyathostominae spp. on Swedish farms*

Vendela Törngren

**Handledare:** Eva Tydén, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för husdjurens biovetenskaper  
**Bitr handledare:** Eva Osterman Lind, Sveriges veterinärmedicinska anstalt  
**Examinator:** Frida Martin, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för husdjurens biovetenskaper

**Omfattning:** 30 hp  
**Nivå och fördjupning:** Avancerad nivå, A2E  
**Kurstitel:** Självständigt arbete i veterinärmedicin  
**Kurskod:** EX1003  
**Program/utbildning:** Veterinärprogrammet  
**Kursansvarig inst.:** Institutionen för kliniska vetenskaper  
**Utgivningsort:** Uppsala  
**Utgivningsår:** 2024  
**Upphovsrätt:** Alla bilder används med upphovspersonens tillstånd.

**Nyckelord:** *Cyathostominae*, små strongylider, hästens små blodmaskar, anthelmintika, pyrantel, anthelmintikaresistens

**Sveriges lantbruksuniversitet**

Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap

Veterinärprogrammet



## Sammanfattning

Hästens små strongylider, *Cyathostominae* spp., är en betesburen grupp endoparasiter som drabbar häst och finns endemiskt över stora delar av världen. Infekterade hästar utvecklar i normalfallet inte några sjukdomssymtom och avmaskning sker för att hålla smittrycket hos betande hästar och på betet lågt, inte för att eliminera smittan helt. Sedan mitten av 1900-talet har en handfull olika anthelmintika-grupper utvecklats som varit verksamma mot de små strongyliderna. Över tid har dock oaktsamma avmaskningsrutiner lett till resistensutveckling mot bland annat pyrantel och benzimidazol, och på senare tid även makrocycliska laktoner i vissa länder. I dagsläget används makrocycliska laktoner och pyrantel i störst utsträckning som behandling mot de små strongyliderna, och det är därför av intresse att övervaka rådande resistensläge med jämna mellanrum. I den här studien analyserades träckprover från 132 hästar med minst 100 ägg per gram (EPG) träck fördelat på 16 gårdar runt om i södra Sverige för att undersöka resistensutvecklingen hos *Cyathostominae* mot pyrantel. I samband med insamling av provmaterial fick gårdsägarna svara på en enkät rörande gårdens hästhållning och rutiner gällande förebyggande åtgärder och avmaskningsrutiner. Träckprover togs i samband med avmaskning med pyrantel och 14 dagar efter avmaskning. Faecal Egg Count (FEC) analyserades med en modifierad McMaster-metod och Faecal Egg Count Resistance Test (FECRT) genomfördes för att analysera resistensläget. Åtta av de 16 medverkande gårdarna uppvisade en resistent strongylidpopulation. Resultatet tyder på att resistensutvecklingen har fortskridit sedan den senast kontrollerades 2007, trots reglerad användning av anthelmintika sedan dess. Det sågs inga statistiska samband mellan EPG före avmaskning och ålder, eller EPG innan avmaskning och hur ofta gårdarna mockade sina hagar. Det sågs däremot en koppling mellan användandet av separata sommar- och vinterhagar och effekten av pyrantel, de gårdar som applicerade användande av separata sommar- och vinterhagar hade en statistiskt signifikant högre effekt än de gårdar som använde samma hagar året om.

*Nyckelord:* *Cyathostominae*, små strongylider, hästens små blodmaskar, anthelmintika, pyrantel, anthelmintikaresistens

## Abstract

The horse's small strongyles, *Cyathostominae* spp., are a pasture-borne group of endoparasites that affect horses and are endemic over large parts of the world. Infected horses do not normally develop any symptoms of disease and deworming is done to keep the infection in grazing horses and on the pasture low, not to eliminate the infection completely. Since the middle of the 20th century, different anthelmintic groups effective against small strongyles have been developed. Over time, however, negligent use of anthelmintics has led to the development of resistance to, among other things, pyrantel and benzimidazoles, and more recently also macrocyclic lactones in some countries. Currently, macrocyclic lactones and pyrantel are the main drugs used as treatment against the small strongyles in horses, and it is therefore of interest to monitor the prevailing resistance for the two anthelmintics. In this study, faecal samples from 132 horses with at least 100 Eggs Per Gram (EPG) faeces distributed over 16 farms around southern Sweden were analyzed to investigate the development of resistance to pyrantel in *Cyathostominae* spp. The farm owners also answered a questionnaire concerning the farm's horse management and routines regarding preventive measures and deworming routines. Faecal samples were collected the same day as deworming and 14 days after deworming. Faecal Egg Count (FEC) was performed on the stool samples in the form of a modified McMaster method. Faecal Egg Count Resistance Test (FECRT) was performed to analyze the resistance status of the farms. Eight of the 16 participating farms showed a resistant strongyle population. The result indicates that the development of resistance in Sweden has progressed since it was last checked in 2007, despite regulated use of anthelmintics since then. No connection was seen between EPG before deworming and age, or EPG before deworming and how often the farms cleaned their paddocks of manure. There was a connection between the use of separate pastures depending on season and a lower risk of anthelmintic resistance.

*Keywords:* *Cyathostominae*, small strongyles, anthelmintics, pyrantel, anthelmintic resistance

# Innehållsförteckning

<b>Förkortningar .....</b>	<b>9</b>
<b>1. Inledning .....</b>	<b>11</b>
<b>2. Litteraturoversikt.....</b>	<b>13</b>
2.1 Hästens små blodmaskar ( <i>Cyathostominae</i> spp.) .....	13
2.1.1 Livscykel .....	13
2.1.2 Patogenes och epidemiologi.....	15
2.2 Diagnostik .....	16
2.2.1 Provtagning.....	16
2.3 Anthelmintika.....	16
2.3.1 Pyrantel.....	17
2.4 Resistens .....	17
2.5 Förebyggande åtgärder .....	19
2.5.1 Selektiv avmaskning .....	19
2.5.2 Övriga åtgärder.....	20
<b>3. Material och metoder .....</b>	<b>21</b>
3.1 Insamling av data.....	21
3.1.1 Lämpligt urval av studieobjekt .....	21
3.1.2 Insamling av provmaterial.....	21
3.1.3 Avläsning .....	22
3.1.4 Enkät.....	22
3.2 Analys av data.....	23
<b>4. Resultat .....</b>	<b>25</b>
4.1 FECRT .....	26
4.2 Enkät svar .....	27
4.3 Statistisk analys .....	32
<b>5. Diskussion .....</b>	<b>35</b>
5.1 FECRT .....	35
5.2 Enkät .....	37
5.3 Statistiska analyser .....	38

5.4	Konklusion.....	38
	<b>Referenser.....</b>	<b>39</b>
	<b>Populärvetenskaplig sammanfattning .....</b>	<b>43</b>
	<b>Tack .....</b>	<b>44</b>
	<b>Bilaga 1.....</b>	<b>45</b>



## Förkortningar

EPG	Eggs Per Gram
ERP	Egg Reappearance Period
FEC	Faecal Egg Count
FECR	Faecal Egg Count Reduction
FECRT	Faecal Egg Count Reduction Test
SLU	Sveriges lantbruksuniversitet
SVA	Sveriges veterinärmedicinska anstalt
WAAVP	World Association for the Advancement of Veterinary Parasitology



# 1. Inledning

Hästens små blodmaskar, *Cyathostominae* spp., är i normalfallet inte sjukdomsframkallande, och dagens behandling inriktar sig mot att minska parasittrycket i omgivningen (Kaplan 2002). Målet är inte att få hästen parasitfri. Genom att hålla parasittrycket lågt minskas risken för sjukdomssymtom kopplat till kraftig parasitbörda, så som avmagring, nedsatt allmäntillstånd och dålig pälskvalitet. En kraftig parasitbörda med *Cyathostominae* spp. kan leda till larval cyathostominos, vilket är ett sjukdomstillstånd orsakat av massivt utträde av parasitlarver från slemhinnan i hästens grovtarm (Love *et al.* 1999; Walshe *et al.* 2021). Tillståndet är ovanligt, men har hög mortalitet, upp till 50 %.

Under senare halvan av 1900-talet har ett antal effektiva anthelmintika utvecklats, vilka har använts för att bekämpa bland annat hästens farligaste parasit, *Strongylus vulgaris*, som kan orsaka embolisk kolik (Lyons *et al.* 1999). Behandlingen ansågs mycket effektiv och i princip utan negativ påverkan på värdjuret, varvid behandlingen sattes in rutinmässigt så ofta som var sjätte till åttonde vecka. Denna oaktsamma hantering av anthelmintika har lett till utbredd resistens mot de verksamma substanserna hos hästens små blodmaskar, vilka inte var de som avsågs behandlas, men som också bekämpades vid behandling (Kaplan 2002). Resistens mot pyrantel och benzimidazoler har varit känt sedan länge, och på senare år har även resistens mot makrocykliska laktoner upptäckts i vissa områden runt om i världen (Nielsen 2022). Det är av vikt att övervaka anthelmintikans effekt för att tidigt upptäcka förändringar i resistensläget, för att kunna hålla behandlingsriktlinjer uppdaterade med rådande läge, både globalt och regionalt.

Trots att effekten av pyrantel inte varit fullgod i vissa länder under en längre tid, har substansen ändå varit förhållandevis effektivt (Nielsen 2022). För att kunna fortsätta använda pyrantel på ett effektivt vis i kontrollprogram mot hästens små strongylider i Sverige krävs det kunskap om resistensläget. Av den anledningen är det viktigt att regelbundet göra uppföljande kontroller av anthelmintikans effekt. Det här examensarbetet kommer att undersöka effekten av pyrantel på *Cyathostominae* spp. genom att samla in data från ett tiotal utvalda gårdar runt om i Sverige.

Eftersom det inte utvecklas nya anthelmintika i samma takt som resistens har utvecklats under de senare åren kan övriga åtgärder för att minska smittspridningen av de små strongyliderna vara av intresse (Tzelos & Matthews 2016). I samband med provtagning ute på gårdarna har även en enkät med rutiner för gårdarna skickats ut för att undersöka om olika förebyggande åtgärder kan vara med och bidra till ett hållbart avmaskningsprogram. Enkäten ger även svar på individskillnader på gårdarnas hästar för att undersöka om det finns skillnader i utsöndrade ägg per gram träck beroende på ålder och ras. Förhoppningen är att examensarbetet kommer att bidra till kunskap om huruvida pyrantels effekt har minskat under de senaste åren eller ligger kvar på cirka 90 % som vid tidigare undersökningar.

## 2. Litteraturöversikt

### 2.1 Hästens små blodmaskar (*Cyathostominae* spp.)

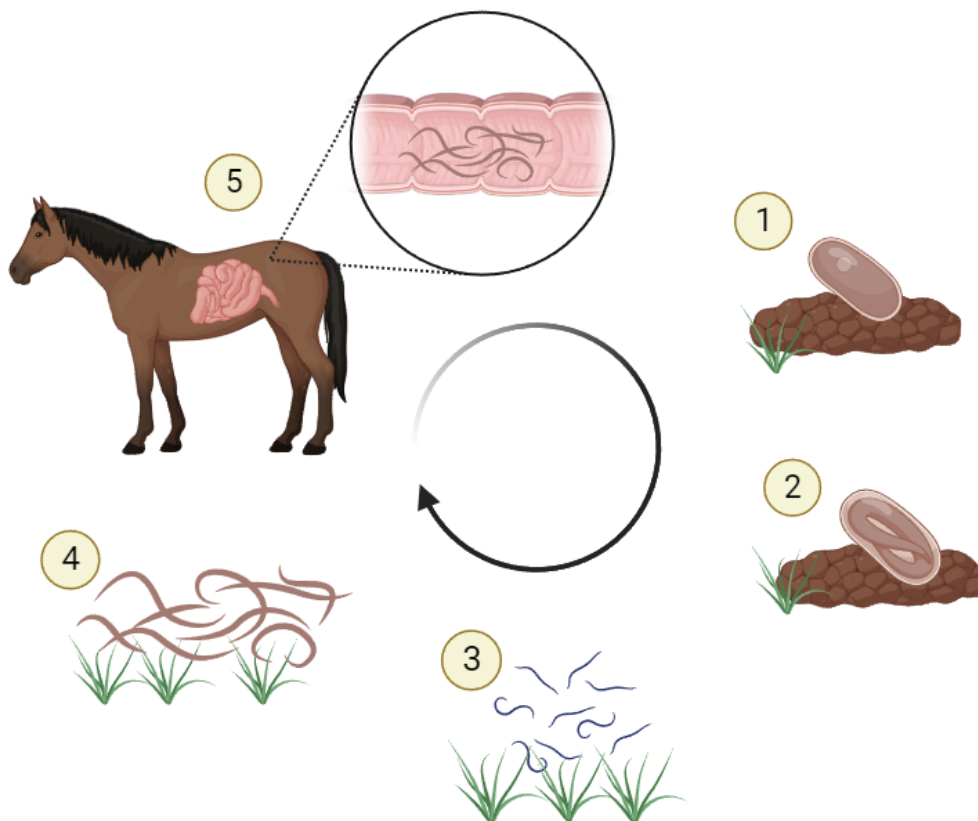
Det finns ett drygt hundratal endoparasiter som parasiterar på häst (Lyons *et al.* 1999). Hästens blodmaskar (strongylider), vilka delas in i stora och små strongylider, utgör en stor andel av dessa endoparasiter. De små strongyliderna, *Cyathostominae* spp., är ett släkte med över 50 olika arter, där cirka tio arter är överrepresenterade. Några av de vanligaste arterna är *Cylicostephanus longibursatus*, *Cyathostomum catinatum*, *Cylicocyclus nassatus*, och *Coronocyclus coronatus* (Kaplan 2002; Osterman Lind *et al.* 2003). De små strongyliderna har en prevalens nära på 100 % hos alla betande hästar, och ofta är en individ infekterad med flera olika arter samtidigt (Osterman Lind *et al.* 2003; Bellaw & Nielsen 2020).

#### 2.1.1 Livscykel

Små strongylider har en direkt livscykel vilket innebär att de inte är beroende av någon mellanvärd (Reinemeyer 1986; Lyons *et al.* 2000). De adulta maskarna förökar sig och lägger ägg i hästens grovtarm. Äggen lämnar värdjuret med träcken och hamnar i värdjurets närmiljö, till exempel i beteshagar (*Figur 1.1*). I ägget utvecklas embryot till en larv i första utvecklingsstadiet (L1) (*Figur 1.2*), varefter ägget kläcks (*Figur 1.3*). L1 utvecklas till utvecklingsstadium L2 och L3 på betet genom att livnära sig på organiskt material i miljön (*Figur 1.4*). L3 är det infektiösa stadiet som finns i gräset och smittar vid intag den betande hästen. De frilevande larverna (L1-L3) gynnas av fuktig och varm väderlek, och missgynnas av torka och av extrem hetta eller kyla (Herd 1986; Reinemeyer 1986). Ägg och L3 har god överlevnadsförmåga även under svårare förhållande (Reinemeyer 1986; Lyons *et al.* 2000). L1 och L2 klarar inte av ogynnsamma förhållande lika bra eftersom de behöver tillgång till organisk föda för överlevnad och vidare utveckling. Under höst och vår ses vanligen de mest gynnsamma förhållandena för de frilevande larvstadierna.

L3 som svalts av en häst kommer att borra in sig i tarmväggen i hästens grovtarm för vidare utveckling (Lyons *et al.* 2000). Väl inne i tarmslemhinnan kommer

värdjurets inflammatoriska respons att kapsla in larven i ett fibröst hölje. Under inkapslingen utvecklas larverna till utvecklingsstadium L4, och ibland även L5 innan de återigen antrar grovtarmslumen (*Figur 1.5*). Hur länge L3 är inkapslade i det fibrösa höljet varierar mellan strongylidarter, enligt (Reinemeyer 1986) tar det i genomsnitt 6–12 dagar för en mukosainkapslad L3 att utvecklas till L4. Mukosainkapslade larver kan återigen äntra tarmlumen efter att ha varit inkapslade i en till två månader (Lyons *et al.* 2000). De färdigutvecklade adulta maskarna utvecklar förmåga till reproduktion, vilket startar om livscykeln.



*Figur 1. Livscykel för de små strongyliderna. 1. Adulta maskar lägger ägg i hästens grovtarm, äggen förs med träcken ut i miljön. 2. L1-larver kläcks ur äggen ute i miljön. 3. L1-larverna lever som frilevande larver och utvecklas till L2 och sedan L3 på betet. 4. L3-larver är infektiösa och följer med gräs in i hästens GI-kanal när hästen betar. 5. L3-larver borrar in sig i grovtarmens vägg för vidare utveckling till L4 och L5 (adulta maskar). L5 har förmåga till reproduktion och livscykeln börjar därmed om. Figur skapad på biorender.com.*

I särskilda fall kan inkapslade L3 gå in i hibernation, så kallat *hypobios*, och kan ligga vilande i tarmväggen i flera månader upp till två år (Love *et al.* 1999). Detta sker i övervintringssyfte. När vårvintern närmar sig avslutas normalt hypobiosen, larverna migrerar från tarmväggen ut i tarmlumen, och utvecklingen av larverna fortsätter.

De små strongyliderna föredrar att leva i olika delar av grovtarmen både beroende på utvecklingsstadium och släkte (Lyons *et al.* 2000). Till exempel kapslar L3 främst in sig i de proximala delarna av ventrala colon och i cecum medan de adulta maskara förflyttar sig längre distalt i tarmen och återfinns i lika delar i både ventrala och dorsala tarmlägen. En studie genomförd av Reinemeyer & Herd (1986) visade vid obduktion av grovtarmarna från sex hästar att 57 % av de inkapslade larverna återfanns i cecum, och majoriteten av de övriga återfanns i proximala colon. Av de adulta larverna spelar art in för vilken del av tarmen som föredras (Ogbourne 1978). *Cyathostomum catinatum* och *Cylicocyclus nassatus* återfinns oftare i de ventrala delarna av colon, medan *Cylicostephanus longibursatus* oftare återfinns i de dorsala delarna.

### 2.1.2 Patogenes och epidemiologi

Hästens små strongylider är i normalfallet inte patogena eftersom de inte lämnar värdjurets magtarmsystem under sin levnadscykel i värdjuret (Lyons *et al.* 2000). Närapå 100 % av hästpopulationen som går på bete kan anses vara infekterad, ändå ses mycket sällan några komplikationer av parasitbördan. Det finns dock ett patologiskt tillstånd som heter *larval cyathostominos*. Sjukdomen uppstår oftast under vårvintern då inkapslade L3 går ur hypobios och lämnar tarmlumen, men sjukdomen förekommer även under hela året (Love *et al.* 1999). Stora mängder inkapslade L3 är i sig inget farligt eftersom larverna är små och hästens grovtarm stor, vilket innebär att tarmens arbete inte blir nämnbart påverkat (Lyons *et al.* 2000). Varje inkapslad larv orsakar skador på tarmslemhinnan när den migrerar, men skadorna är så små att de är försumbara. Problem kan dock uppstå om stora mängder inkapslade larver migrerar ut till tarmlumen samtidigt. Det mest utmärkande symtomet vid larval cyathostominos är en allvarlig diarré med stora förluster av protein och vätska via tarmen, men även nedsatt allmäntillstånd, viktminskning, feber, och ventralt ödem kan ses. Sekundär kolik kan utvecklas på grund av skadorna på tarmen vilket kan bidra till förändrad tarmmotilitet. Larval cyathostominos är en ovanlig men kan vara en fatal sjukdom. Sjukdomen kräver ofta vård på djursjukhus, och upp till 50 % av hästarna som utvecklar allvarlig sjukdom självdör eller behöver avlivas (Nielsen *et al.* 2021). Dödsfall sker oftast två till tre veckor efter symtomdebut.

Vid larval cyathostominos ses generellt leukocytos på grund av neutrofili och hypoalbuminemi (Love *et al.* 1999; Lyons *et al.* 2000). Ibland ses även eosinofili och anemi. Neutrofili har i experimentella studier setts tre till nio veckor efter infektion och uppstår på grund av att tarmskadorna orsakar en kraftig kolit (Love *et al.* 1999). Vid obduktion ses en kronisk inflammationsbild i drabbade delar av cecum och colon med förtjockad tarmslemhinna, ödem och fokala blödningar med tillhörande nekrotiska områden i tarmslemhinnan (Walshe *et al.* 2021). Rikliga

mängder inkapslade och migrerande L3 återfinns också (Love *et al.* 1999). Histologiskt ses multifokala hemorragiska områden med nekros, och infiltration av neutrofiler i tarmslemhinnan (Walshe *et al.* 2021). I mukosa och submukosa kan inkapslade L3 och L4 ses.

För att diagnosticera larval cyathostominos behöver andra orsaker till den kolit som uppstår uteslutas, då det är en så kallat uteslutningsdiagnos (Lyons *et al.* 2000). Viktiga faktorer för att ställa diagnos innefattar symtombild, tid på året, och när hästen senast avmaskades. Träckprov tas för att undersöka förekomst av små strongylider, ett högt EPG ökar misstanken om larval cyathostominos. För att kunna ställa en definitiv diagnos krävs obduktion för att se *Cyathostominae* spp. och tillhörande patologiska förändringar i tarmen (Love *et al.* 1999).

## 2.2 Diagnostik

För att diagnosticera förekomst av små blodmaskar mäts antalet ägg per gram träck (EPG) som hästen avger, äggräkningen är generellt enkel att utföra och påverkar ej hästen som undersöks (Lyons *et al.* 1999, SVA 2023a). Det finns olika metoder för att räkna EPG, samlingsnamnet för metoderna är Faecal Egg Count (FEC). Vissa individer utsöndrar i snitt ett högre EPG än genomsnittet trots att samtliga individer utsatts för samma smittryck och samma miljö (Tzelos & Matthews 2016).

### 2.2.1 Provtagning

En noggrann och metodisk provtagning är viktig för att säkerställa en korrekt FEC (Tzelos & Matthews 2016). Provtagningsmaterialet (träck) ska vara färskt (helst inte mer än 12 timmar gammalt) (Kaplan *et al.* 2023). Dessutom ska en tillräcklig mängd provmaterial samlas in, cirka 30–40 gram, från olika delar av samma träckhög eller från olika träckhögar (Tzelos & Matthews 2016). Det nyligen insamlade provtagningsmaterialet behöver förvaras korrekt för längre hållbarhet. Materialet bör förvaras i lufttät förpackning, till exempel i dubbla zip-lock-påsar tömda på luft. I den mån det är möjligt ska materialet även förvaras kylskåpskallt (4 °C). Vid korrekt förvaring kan provmaterialet förvaras i flera dagar utan problem, men ju tidigare proverna läses av desto bättre.

## 2.3 Anthelmintika

Mellan åren 1940–1980 utvecklades det en ny antiparasitär läkemedelsgrupp ungefär var tionde år. På 1940-talet kom fentiaziner, på 1950-talet piperazin. På 1960–70-talen introducerades benzimidazoler och organofosfater (triklorfon och diklorvos), på 1970-talet tetrahydropyrimidiner, och på 1980–90-talen makrocystiska



laktoner (ivermektin och moxidektin) (Lyons *et al.* 1999). Över tid har anthelmintika blivit mer effektiva och lättare att administrera, samtidigt som färre biverkningar ses (Lyons *et al.* 2000). I dagsläget används benzimidazoler, makrocycliska laktoner (ivermektin, moxidektin), piperaziner och pyrimidiner (pyrantel) i störst utsträckning till häst.

Frekventa och rutinmässiga avmaskningsrutiner under lång tid har medfört att de små strongyliderna har utvecklat varierande grad av resistens mot samtliga läkemedelsgrupper (Bellaw & Nielsen 2020). Utbredd resistens mot benzimidazoler och pyrimidiner har funnits under en längre tid (Nielsen 2022). Viss resistens mot ivermektin har även setts på senare år. Makrocycliska laktoner är en av de vanligaste anthelmintikan i användning mot de små strongyliderna i dagsläget (Buono *et al.* 2023).

### 2.3.1 Pyrantel

Pyrantel är den enda verksamma substansen som används till häst i läkemedelsgruppen tetrahydropyrimidiner (Buono *et al.* 2023). Det finns olika pyrantelsalter som används, bland annat pyrantelpamoate, -embonat, och -tartrate (Love 2003). Molekylernas verkningsmekanism är att binda till nikotin-acetylkolin-receptorer i parasitens somatiska muskelceller, vilket orsakar spastisk paralyt hos parasiten (Love 2003; Martin & Robertson 2007). Pyrantelembonat administreras peroralt och absorberas enbart i mycket liten mängd över tarmslemhinnan, vilket resulterar i att en hög koncentration av läkemedlet kan ansamlas i grovtarmarna där de adulta maskarna återfinns (Lanusse & Prichard 1993).

## 2.4 Resistens

Förr gavs anthelmintika med regelbundna intervall, ofta var fjärde till åttonde vecka, tillräckligt ofta för att vara säkra på att bryta livscykeln för de vanligaste parasiterna (Love 2003; Tzelos & Matthews 2016). En så ogenomtänkt avmaskningsrutin bidrog till att selektera fram en resistent nematodpopulation på grund av överanvändning av anthelmintika (Reinemeyer 1987). Första gången resistens observerades hos små strongylider var redan på 1960-talet mot fentiaziner. Första gången det rapporterades om resistens hos små blodmaskar mot pyrantel var i mitten på 1990-talet (Kaplan 2004), och idag är resistens mot pyrantel utbredd hos hästens små blodmaskar (Nielsen *et al.* 2021). Det har bland annat uppmätts resistens i Norge (Ihler 1995), Danmark (Craven *et al.* 1998), och USA (Chapman *et al.* 1996; Tarigo-Martinie *et al.* 2001), samt även i Sverige (Osterman Lind *et al.* 2007). Resistens mot makrocycliska laktoner har även rapporterats på flera håll runt

om i världen på senare år, men en nyligen genomförd studie såg inga tecken på resistens i Sverige (Hedberg Alm *et al.* 2023).

Resistens innebär att en del av parasitpopulationen har förmågan att överleva sådan kontakt med läkemedel som i normalfallet avdödar parasiten (Buono *et al.* 2023). Resistens benämns ofta som en minskad effekt av ett anthelmintika som tidigare varit effektiv (Coles *et al.* 2006). Den minskande effekten definieras genom Faecal Egg Count Reduction (FECR), vilket innebär att EPG inte minskar lika mycket som förväntat efter avmaskning. För att räkna ut FECR för de små strongyliderna vid giva av ett visst anthelmintikum genomförs ett Faecal Egg Count Reduction Test (FECRT), vilket är en metod för att mäta ett anthelmintikums effekt mot särskilda parasiter (Coles *et al.* 1992). Det baseras på Faecal Egg Count (FEC) strax innan och 14 dagar efter avmaskning. FEC genomförs individuellt, men FECRT räknas på gruppens genomsnittliga FEC. Det finns olika gränsdragningar för vad som räknas som resistens beroende på vilken parasit och vilket avmaskningsmedel som kontrolleras (Tzelos & Matthews 2016). World Association for the Advancement of Veterinary Parasitology (W.A.A.V.P) har tagit fram riktlinjer för FECRT för olika agens och värdjur (Kaplan *et al.* 2023). Riktlinjerna beskriver hur provtagningen ska genomföras för ett säkert resultat, till exempel behöver testgruppen vara tillräckligt stor, och värdjuret ha ett tillräckligt högt EPG innan avmaskning. FECRT är effektivt för att undersöka effekten av anthelmintika i fält (Kaplan *et al.* 2023). Metoden kan genomföras utan påverkan på värdjuret. Det är dessutom enkelt att samla ihop material, och krävs ingen dyr specialutrustning för att analysera insamlat material.

Tidig resistensutveckling kan även upptäckas genom att undersöka Egg Reappearance Period (ERP) (Tzelos & Matthews 2016). Detta görs genom att beräkna FEC innan och flera gånger med jämna intervall efter avmaskning för att se när EPG börjar stiga (Nielsen *et al.* 2022). En tydlig ökning av FEC innan förväntad ERP indikerar minskad effekt av anthelmintikan. För att få ett så korrekt resultat som möjligt är det bra om det finns möjlighet att genomföra en FEC varannan vecka fram till förväntad ERP. Detta är kostsamt och tidskrävande och därför inte alltid genomförbart. Om regelbundna FEC inte är möjligt behövs det som minimum genomföras en FEC före avmaskning och en FEC vid förväntad ERP (Tzelos & Matthews 2016). Vid ett sådant tillvägagångssätt kan minskad effekt bedömas finnas närvarande om ett flertal av individerna har högt EPG. Det har visat sig att yngre individer oftare har kortare ERP och högre EPG än genomsnittet, av den anledningen är åldern på individerna i undersökningen viktigt att känna till och ha med i beaktande (Tzelos & Matthews 2016; Nielsen *et al.* 2022).

Risikfaktorer för resistensutveckling inkluderar felaktig giva av anthelmintika (för låg dos, felaktig administrering), felaktig hantering av anthelmintika (utgången

datum, felaktig förvaring) och överdriven användning av anthelmintika (Buono *et al.* 2023).

## 2.5 Förebyggande åtgärder

De små strongyliderna är en grupp parasiter som finns utbredd över stora delar av världen och inte minst i Sverige (SVA 2023b). Det vore nästintill en omöjlighet att undanröja dem till den grad att inga hästar i landet skulle infekteras (Tzelos & Matthews 2016). Av den anledningen krävs kontinuerligt arbete för att hålla smittspridningen och infektionsdoserna låga. Till detta är anthelmintika en stor hjälp, men det krävs att använda de få effektiva anthelmintika som finns tillgängliga med försiktighet för att inte göra dem verkningslösa. Selektiv avmaskning är en utbredd metod som vid korrekt utförande resulterar i minskad anthelmintika-åtgång med förhoppningsvis samma resultat på minskad smittspridning och lägre infektionsdoser (Nielsen 2022). Till vidare hjälp utöver anthelmintika finns det även förebyggande åtgärder som kan appliceras. Dessa blir mer och mer nödvändiga ju mer utbredd anthelmintikaresistensen blir.

Eftersom vi inte kan utrota behöver vi kontrollera parasitbördan i miljön och hos värdjur (Tzelos & Matthews 2016). Detta görs genom att följa följande principer:

- Förhindra spridning av infektiösa L3-larver på beten.
- Förebygg höga EPG hos värdjur genom att genomföra genomtänkt FEC och därefter lämplig avmaskningsrutin.
- Använd effektiva anthelmintika korrekt. Rätt dos, rätt hantering, rätt administrering.

### 2.5.1 Selektiv avmaskning

Målet med att behandla hästar mot små strongylider är inte att eliminera smittan, utan att hålla smittrycket på en så låg nivå att inga kliniska symtom av smittan uppkommer (Lyons *et al.* 2000). Av den anledningen är det kritiskt att identifiera individer med hög förekomst av ägg i träcken, då det är dessa som bidrar mest till ett ökat smittryck i miljön. Genom att identifiera och avmaska dessa individer kan smittrycket på ett enkelt vis minskas markant (Tzelos & Matthews 2016). Avmaskningen påverkar inte frilevande parasiter på betet, och det kan även finnas infekterade värdjur som ej börjat utsöndra ägg i avföringen än. Av den anledningen innebär en riktad avmaskning inte att smittan elimineras helt, utan i stället att smittrycket hålls på en låg nivå.

Att avmaska hästar baserat på FEC är en bra metod för att minska anthelmintikagivan eftersom olika individer sprider olika mycket strongylidägg (Tzelos & Matthews 2016). Generellt så sprider cirka 20 % av en hästpopulation cirka 80 %

av alla strongylidägg. Genom att utföra en FEC kan därmed de individerna med högst EPG i träcken identifieras och avmaskas. Detta medför en stor påverkan på antalet ägg i miljön förutsatt att ett effektivt anthelmintika väljs och att avmaskningen genomförs korrekt.

Avmaskningsprotokoll som styrs av FEC har ofta en förutbestämd gräns för vilka individer som ska avmaskas, oftast de med >200 EPG. Undantag är givetvis de individer med symtom som skulle kunna härledas till parasitbördan, såsom avmagring, håglöshet och sämre pälskvalitet (Lyons *et al.* 2000). Detta bidrar både till att mindre anthelmintika används, och förhoppningen att eventuell population med resistensutveckling kommer spädas ut med icke-resistent population (Tzelos & Matthews 2016).

Fördelar med FEC före avmaskning, utöver minskad läkemedelsanvändning (Tzelos & Matthews 2016):

- Vetskap om vilka individer som sprider mest ägg (planering av hagvistelse, mockning osv).
- Identifiering av nyinflyttade hästar med högt EPG så de kan hållas i karantän och få behandling tidigt.
- En extra FEC cirka 14 dagar efter avmaskning utvärderar effekten av anthelmintikan lokalt.

## 2.5.2 Övriga åtgärder

Enbart tilltro till anthelmintika för att hålla smittrycket nere ökar risken för resistensutveckling eftersom det då behövs användas mer frekventa avmaskningar, än om man även implementerar övriga förebyggande åtgärder (Nielsen 2022). Som komplement till avmaskning finns det andra metoder att använda sig av som minskar parasitförekomsten i miljön (Kaplan 2002). Det avmaskning och andra riktade åtgärder har gemensamt är att de bryter de små strongylidernas naturliga livscykel. Att fysiskt minska antalet frilevande parasiter på betet är ett visat effektivt sätt att minska smittrycket på (Herd 1986). Det kan göras genom att mocka hagarna med jämna mellanrum, gärna dagligen, eller genom att låta hästarna beta i olika hagar från säsong till säsong. Växelbete med annan betande art, till exempel nöt eller får, minskar även smittrycket på betet eftersom de små strongyliderna inte kan använda dessa djur som värdjur. Att harva hagar och så nytt gräs kan vara arbetskrävande men stoppar effektivt de små strongylidernas livscykel. En studie genomförd av Osterman Lind *et al.* (2022) visade att mockning av hagar två gånger i veckan signifikant minskade antalet L3 i miljön. Studien undersökte även effekten av att harva hagarna, men kunde inte visa att det gav en signifikant minskning av antalet L3 i miljön.

## 3. Material och metoder

### 3.1 Insamling av data

#### 3.1.1 Lämpligt urval av studieobjekt

För att hitta passande gårdar till studien gjordes ett samarbete med Statens veterinärmedicinska anstalt (SVA) som genomför träckprovsanalyser i samband med programmet för parasitövervakning på hästgårdar. Gårdar som medverkade under 2022, och som hade minst åtta hästar med 200 EPG eller högre innan avmaskning erbjöds att delta i studien. Till medverkande gårdar skickades anthelmintika, packmaterial för träckprover och instruktioner för genomförande av provtagning och avmaskning.

#### 3.1.2 Insamling av provmaterial

Samtliga hästar som ingick i studien på en gård skulle avmaskas vid samma tillfälle. Instruktioner för att underlätta korrekt utförd avmaskning gavs till djurägarna (uppskatta korrekt vikt hos behandlat djur och administrera anthelmintika korrekt), för att eliminera handhavandefel i så stor utsträckning som möjligt. Provtagningsmaterial (träck) samlades in på morgonen då hästarna var uppstallade i enskilda boxar. Därefter behandlades gårdens hästar. På så vis kan det säkerställas att rätt provmaterial tillhör rätt individ. Proverna skickades med posten under en måndag eller tisdag för att de skulle hinna fram till laboratoriet samma vecka, eftersom proverna bör kylas så snart som möjligt och fram till avläsning för ett tillförlitligt resultat. Vid eventuell förvaring hos djurägaren innan transport skulle även denna förvaring ske kylt.

Två veckor efter avmaskning och första insamling av provmaterial skulle en ny insamling på samma vis som förra gången göras, med skillnaden att ingen avmaskning skedde vid detta tillfälle.

### 3.1.3 Avläsning

En FEC utfördes genom en modifierad McMaster-metod (Coles *et al.* 1992). Sex gram träck mättes upp och blandades med 42 ml vatten. Träckvattnet silades genom en finmaskig sil (150 µm) för att avlägsna större träckpartiklar. Den silade vätskan hölls upp i ett uppmärkt provrör. Provrören centrifugerades 1500 varv/minut i 3 min, varefter supernatanten sögs bort så att enbart en pellet blev kvar i provrören. Därefter fylldes provrören upp till ursprunglig nivå med en mättad koksaltlösning. Med hjälp av en pipett blandades vätskan i provröret för en homogen fördelning av rörets innehåll innan två McMasterkammare fylldes med vätskan. Vätskan i kammarna studerades i mikroskop i x10 förstoring och samtliga strongylidägg räknades. Antalet räknade ägg multiplicerades med faktorn 12,5 för att få fram EPG.

### 3.1.4 Enkät

I samband med provtagning fick även varje gård besvara en enkät med frågor om medverkande hästar (ras, ålder) och gården (typ av stall, antal hästar, hästomsättning, avmaskningsrutiner, betesrutiner, tidigare avmaskningar och så vidare). Alla enkätsvar sammanställdes i en Excel-fil. För enkätfrågor se *tabell 1*.

Tabell 1. Enkätfrågor och svarsalternativ.

Enkätfråga	Svarsalternativ
1. Hur många hästar finns det på gården?	8–10; 11–20; 21–30; 31–40; fler än 40 hästar
2. Vilken typ av stall är det? Mer än ett alternativ kan väljas om stallet till exempel både har uppfödning och inackordering.	Inackorderingsstall; trav-/galoppstall; stuteri; ridskola; annat ( <i>fritext</i> )
3. Vilken omsättning av hästar är det på gården under ett år?	Vi har ingen omsättning av hästar; vi får ca 1 ny häst/år till gården; vi får ca 2–3 nya hästar/år till gården; vi får fler än 5 nya hästar/år till gården
4. En ny häst kommer till gården. Har ni speciella rutiner för att hantera hästen med avseende på eventuella parasiter? Välj det/de alternativ som passar bäst, fler alternativ kan väljas.	Hästen avmaskas alltid; hästen avmaskas endast om träckprovsanalys visar förekomst av parasiter; hästen avmaskas inte; hästen går i separat hage eller står i box mer än en vecka; hästen går i separat hage eller står i box upp till en vecka; hästen går med andra hästar/i ordinarie hage direkt vid ankomst
5. Gården har separata vinter- och sommarhagar	Ja; nej

6. Mockning av vinterhagar görs:	Flera gånger varje vecka; varje vecka; varje månad; varje halvår; varje år; vi mockar inte vinterhagarna
7. Mockning av sommarhagar görs	Flera gånger varje vecka; varje vecka; varje månad; varje halvår; varje år; vi mockar inte sommarhagarna; vi har ej separata sommarhagar
8. Harvning eller betesputsning av hagar. Flera alternativ kan väljas.	Sommarhagar harvas eller betesputsas 1 gång/år; sommarhagar harvas eller betesputsas 2 gånger/år; sommarhagar harvas eller betesputsas mer än 2 gånger/år; Vinterhagar harvas eller betesputsas 1 gång/år; vinterhagar harvas eller betesputsas 2 gånger/år; vinterhagar harvas eller betesputsas mer än 2 gånger/år; Vi harvar eller betesputsar inte våra hagar
9. Använder gården någon annan typ av förebyggande åtgärd?	<i>Fritext.</i>
10. Kryssa i det som stämmer bäst med gårdens avmaskningsrutiner. (flervalsfråga)	Vi avmaskar endast när träckprov visar att det behövs; vi skickar prov för både äggräkning och odling för stor blodmask minst en gång per år; vi avmaskar alltid en gång per år, oavsett träckprovsresultat; vi avmaskar alltid minst 2–4 gånger per år, oavsett träckprovsresultat
11. Vilket/vilka avmaskningsmedel har använts på gården under de senaste 2 åren? (flervalsfråga)	Axilur/Rintal; Banminth/Fyrantel; Cydectin/Ivomec/Eraquell/ Noromectin/Bimectin; Cydectin comp/Ivomec comp/Equimax/Equimax tabs; kommer inte ihåg; annat ( <i>fritext</i> )

---

## 3.2 Analys av data

För att räkna ut effekten av pyrantel på gårdarna användes hemsidan fecrt.com, en hemsida som enkelt räknar ut FECRT baserat på provresultat (Denwood *et al.* 2023). På hemsidan matas EPG före och efter avmaskning, typ av anthelmintika, parasit och värddjur in och effekten räknas därefter ut. I den här studien beräknades pyrantels effekt på *Cyathostominae* spp. hos häst. För behandling av *Cyathostominae* spp. med hjälp av pyrantel är förväntad effekt 98,0 % (Kaplan *et al.* 2023). Enligt riktlinjer framtagna av World Association for the Advancement of Veterinary Parasitology (WAAVP), ska därför FECRT ha ett övre 90 % konfidensintervall <98,0 % för att resistens ska misstänkas föreligga. Gränsen för det undre

90 % konfidensintervallet är 88,0 %. Om det undre konfidensintervallet understiger 88,0 %, samtidigt om det övre konfidensintervallet överstiger 98 %, hamnar resultatet i en gråzon och resultatet benämns *låg resistensutveckling*, med förväntad låggradigt minskad effekt.

Delar av insamlade data analyserades i GraphPad Prism version 10.1.0. Jämförelser gjordes för att undersöka statistiskt samband mellan bland annat ålder, EPG och FECR. Grafer och tabeller som redovisas i resultatet är skapade med Microsoft Excel och GraphPad Prism 10.1.0 samt 10.1.1.



## 4. Resultat

Efter screeningen var det 17 gårdar runt om i landet som uppfyllde kriterierna för studien. En av de 17 gårdarna föll bort under studiens gång då prover försvann i posten. För geografisk lokalisation av de kvarvarande 16 gårdarna se *Figur 2*. Flera hästar på dessa gårdar uppfyllde inte kriteriet >200 EPG innan avmaskning. För att inte få ett för litet studieunderlag drogs en ny gräns för att kunna inkludera hästar med >100 EPG. Det resulterade i att totalt 132 hästar deltog i studien, hästarna delades upp efter hästtyp (fullblod, varmblod, kallblod, islandshäst, ponny eller okänd, se *Tabell 2*) samt efter ålder (0–5, 6–10, 11–15, och >15 år, se *Tabell 3*).

*Tabell 2. Typer av hästar (n=132) som deltog i studien.*

Hästtyper	Antal	Procentandel
Fullblod	10	7,5 %
Varmblod	35	26,5 %
Kallblod	3	2,3 %
Islandshäst	40	30,3 %
Ponny	32	24,2 %
Korsning	6	4,5 %
Okänd	6	4,5 %
<b>Totalt</b>	<b>132</b>	



*Figur 2. Visar geografisk positionering för de 16 deltagande gårdarna i södra Sverige. (Pixabay.com, 2012, modifierad bild).*

*Tabell 3. Åldersfördelning bland hästar som deltog i studien.*

Ålder (år)	Antal	Procentandel
0–5	27	20,5 %
6–10	35	26,5 %
11–15	35	26,5 %
>15	35	26,5 %
<b>Totalt</b>	<b>132</b>	

## 4.1 FECRT

I tabellen nedan (*Tabell 4*) redovisas resultatet av utförd FECRT för samtliga gårdar. FECRT baseras på en förväntad effekt av 98,0 %. Åtta av gårdarna hade förväntad effekt av avmaskningen, och åtta gårdar bedömdes ha resistenta *Cyathostominae*-populationer.

*Tabell 4. Information om medverkande gårdar och hästar, samt medel-FEC, FECRT, och resistensklassificering.*

G*	Antal hästar	Medel-ålder (år)	Medel-EPG före avmaskning (min-max)	Medel-EPG 14 dagar efter avmaskning (min-max)	FECRT (90 % KI) (%)	K/L/R**
1	7	11,3	450 (225–925)	68 (0–187,5)	72,5–94,1	R
2	7	12,0	375 (175–950)	9 (0–12,5)	95,5–99,2	K
3	9	12,7	589 (400–900)	11 (0–37,5)	96,9–99,1	K
4	8	10,1	398 (112,5–650)	8 (0–25)	96,4–99,3	K
5	10	15,1	535 (337,5–937,5)	11 (0–50)	95,7–99,4	K
6	6	9,3	313 (125–437,5)	6 (0–25)	95,3–99,7	K
7	9	15,9	444 (175–1187,5)	67 (0–250)	68,9–95,8	R
8	10	12,7	494 (162,5–1112,5)	28 (0–125)	89,5–98,0	K
9	9	16,3	606 (250–1137,5)	90 (0–612,5)	63,0–97,9	R
10	8	11,4	470 (125–887,5)	67 (0–250)	72,7–95,0	R
11	8	7,0	500 (200–925)	100 (0–312,5)	63,9–92,0	R
12	6	15,8	567 (100–925)	69 (12,5–212,5)	76,7–95,8	R
13	10	9,1	313 (125–762,5)	6 (0–25)	95,8–99,5	K
14	8	5,6	409 (112,5–912,5)	119 (0–737,5)	25,7–96,3	R
15	8	5,3	602 (300–1287,5)	142 (0–425)	55,4–91,4	R
16	9	12,1	361 (125–650)	13 (0–87,5)	91,3–99,6	K

\*Gård

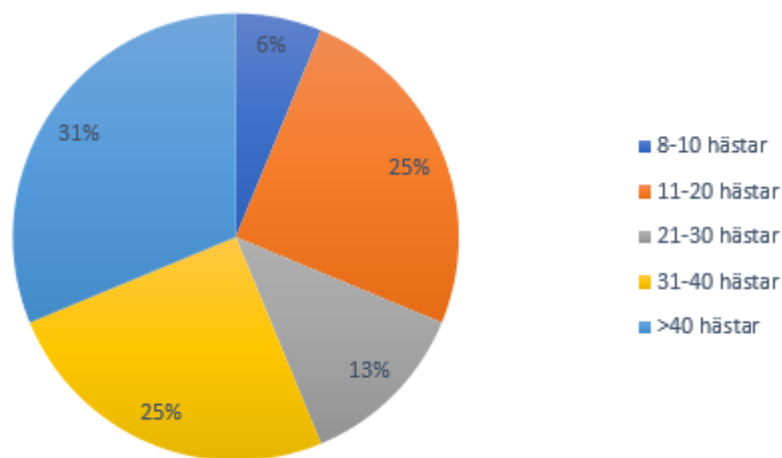
\*\*Känslig/Lågresistent/Resistent

## 4.2 Enkät svar

Samtliga medverkande gårdar svarade på den utskickade enkäten. Enkät svaren redovisas nedan fråga för fråga.

### Fråga 1: Hur många hästar finns det på gården?

De flesta gårdar som medverkade i studien hade stora stall med över 30 hästar. En gård hade 8–10 hästar, fyra gårdar hade 11–20, och två gårdar hade 21–30 hästar. Fyra gårdar hade 31–40 hästar och fem gårdar hade fler än 40 hästar. Se *Figur 3* för procentuppdelning.



*Figur 3. Antal hästar på gårdarna.*

### Fråga 2: Vilken typ av stall är det? Mer än ett alternativ kan väljas om stallet till exempel både har uppfödning och inackordering

Majoriteten av deltagande gårdar klassificerades som inackorderingsstall (75,0 %). Den näst största verksamheten som drevs på gårdarna var ridskola, vilket drevs på 37,5 % av gårdarna. Flera av gårdarna hade även annan verksamhet, se *Tabell 4* för typ av verksamheter.

*Tabell 5. Verksamhetstyper som de olika gårdarna angav bedrevs på gården.*

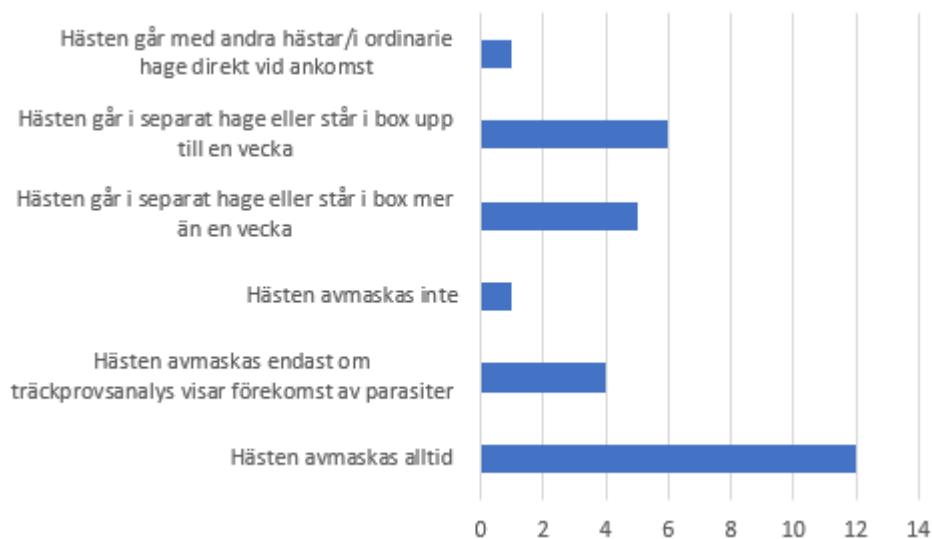
Verksamhet	Gårdar	Antal gårdar	Procentandel
Inackorderingsstall	1, 2, 4, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 15, 16	12	75 %
Trav- eller galoppstall	14	1	6,3 %
Stuteri	4, 13, 15	3	18,8 %
Ridskola	3, 5, 8, 9, 12, 16	6	37,5 %
Träning och försäljning	13	1	6,3 %

*Fråga 3: Vilken omsättning av hästar är det på gården under ett år?*

En gård angav att de inte hade någon årlig omsättning av hästar, två gårdar fick en ny häst till gården/år. Majoriteten av gårdarna, 56,3 %, fick in två till tre nya hästar till gården per år. Resterande fyra gårdar angav att de välkomnade mer än fem hästar till gården varje år.

*Fråga 4: En ny häst kommer till gården. Har ni några speciella rutiner för att hantera den hästen med avseende på eventuella parasiter? Välj det/de alternativ som passar bäst, fler alternativ kan väljas.*

Tolv av gårdarna angav att nya hästar alltid avmaskades vid ankomst till gården och fyra gårdar angav att nya hästar avmaskas om FEC visar på förekomst av parasiter. Två av gårdarna valde båda dessa alternativ. En gård angav att nya hästar inte avmaskas. Elva av gårdarna angav att de använder sig av någon typ av isolering av nya hästar, sex gårdar isolerar en ny häst i upp till en vecka, och fem gårdar isolerar en ny häst i mer än en vecka. En gård svarade både att de använder sig av isolering i upp till en vecka, och att de inte isolerar nya hästar. Se *Figur 4* för svarsalternativen.



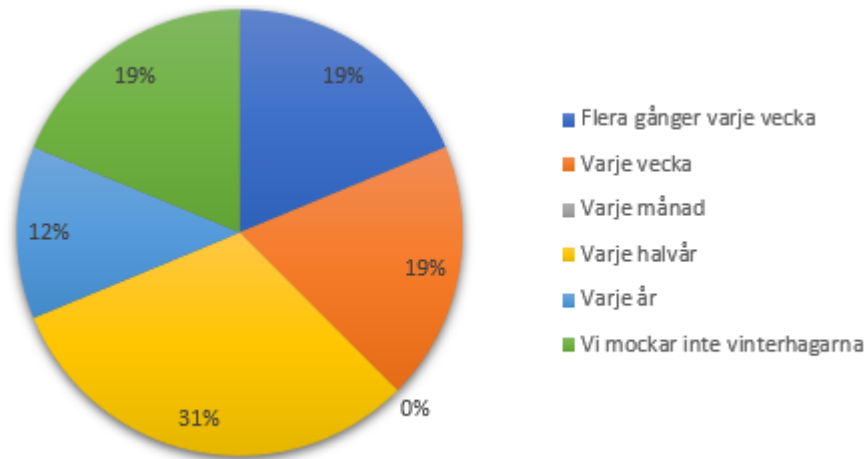
*Figur 4. Rutiner för när en ny häst anländer till gården.*

*Fråga 5: Gården har separata sommar- och vinterhagar?*

Tio av gårdarna svarade att de har separata sommar- och vinterhagar. Resterande sex gårdar svarade att de inte har det.

*Fråga 6: Mockning av vinterhagar görs:*

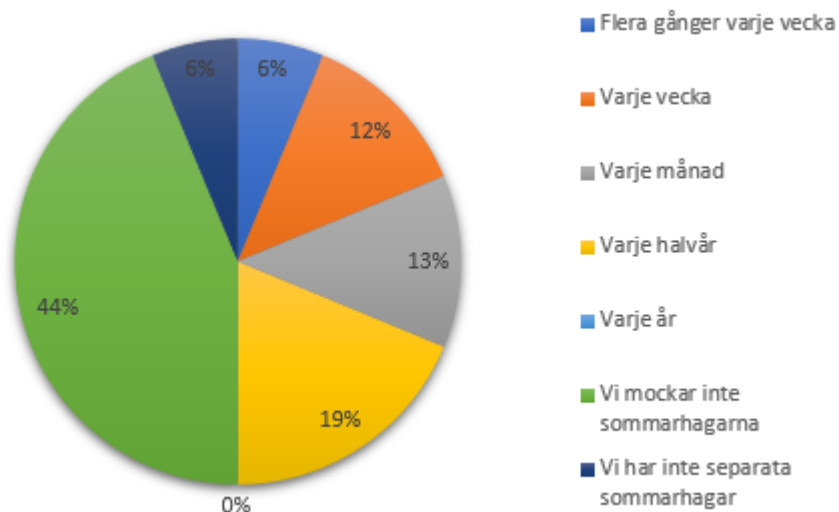
Tre gårdar mockar inte vinterhagarna. Resterande gårdar mockar sina vinterhagar med varierande intervall, se *Figur 5*. Ingen gård mockar sina vinterhagar på månadsbasis.



*Figur 5. Hur ofta vinterhagarna mockas.*

*Fråga 7: mockning av sommarhagar görs:*

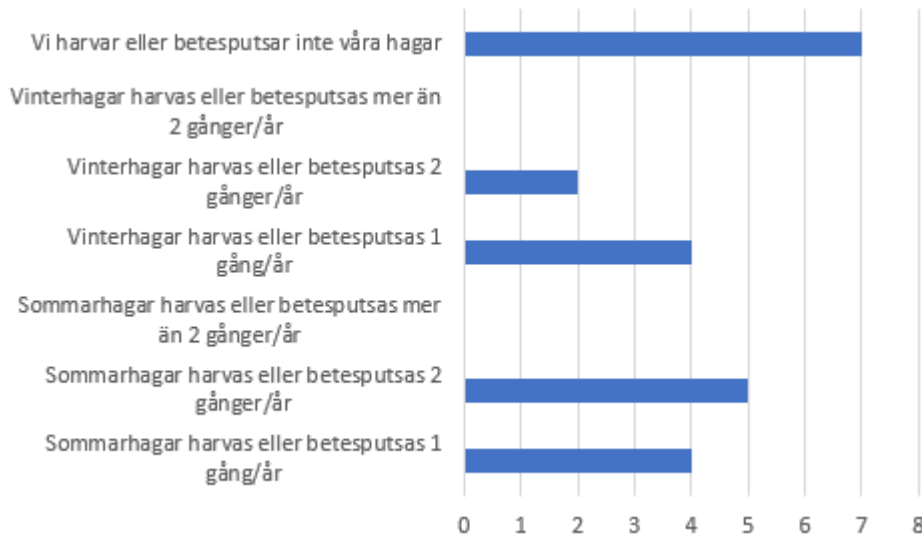
Sju gårdar mockar inte sommarhagarna. En gård har inte separata sommar- och vinterhagar. Resterade gårdar mockar sina sommarhagar med intervall från flera gånger varje vecka till varje halvår, se *Figur 6*. Ingen gård mockar sina hagar på årsbasis.



*Figur 6. Hur ofta sommarhagarna mockas.*

*Fråga 8: Harvning eller betesputsning av hagar (flera alternativ kan väljas):*

Sju gårdar harvar eller betesputsar inte sina hagar. Nio gårdar harvar eller betesputsar sina sommarhagar en eller två gånger om året, medan sex gårdar harvar eller betesputsar sina vinterhagar en eller två gånger om året. Det innebär att tre gårdar enbart harvar eller betesputsar sina sommarhagar. Ingen gård harvar eller betesputsar sina sommar- eller vinterhagar mer än två gånger per år. Se *Figur 7* för överblick.



*Figur 7. Harvning eller betesputsning av hagar.*

*Fråga 9: Använder gården någon annan typ av förebyggande åtgärd?*

Detta var en valfri fritextfråga. Sex gårdar angav att de använde sig av andra förebyggande åtgärder än de tidigare listade. Bland svaren sågs att vissa gårdar delvis använde sig av växelvis bete med nötkreatur, eller lät hagarna vila delar av eller hela säsonger. Andra åtgärder som nämndes var att hästarna på gården delades upp i mindre grupper som inte blandades i vinterhagarna, och att betesputsning skedde mer sällan än varje år.

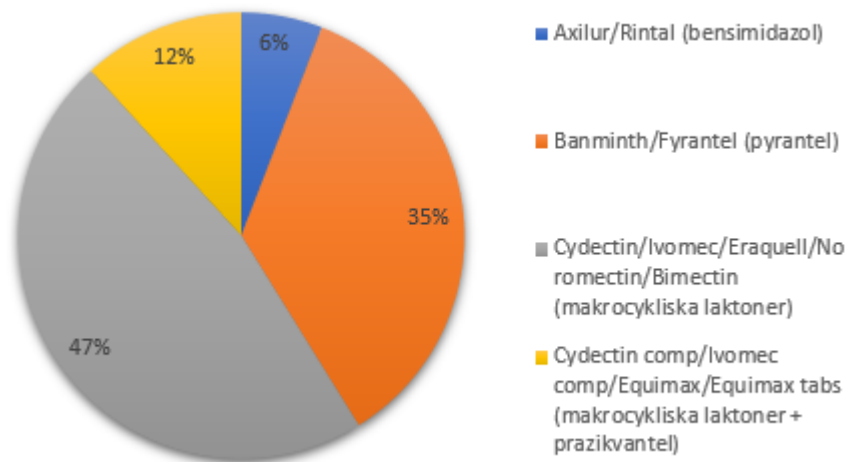
*Fråga 10: Kryssa i det som stämmer bäst med gårdens avmaskningsrutiner (flera alternativ kan väljas):*

Majoriteten av gårdarna skickar prov för äggräkning och odling för stor blodmask minst en gång per år (13/16 gårdar). Tio av gårdarna avmaskar enbart när träckprov visar att det behövs. En gård avmaskar en gång om året oavsett träckprovresultat. Ingen gård avmaskar alltid mer än en gång om året oberoende av träckprovresultat.

*Fråga 11: Vilket/vilka avmaskningsmedel har använts på gården under de senaste 2 åren (kan välja flera svarsalternativ)?*

Avmaskningsmedel som använts på gårdarna de senaste två åren visas nedan, se *Figur 8*. Cydectin/Ivomec/Eraquell/Noromectin/Bimectin (markocykliska laktoner) är den vanligast förekommande läkemedelsgruppen och har använts på samtliga 16 gårdar. Näst störst grupp är Banminth/Fyrantel (pyrantel) som använts på tolv av gårdarna.

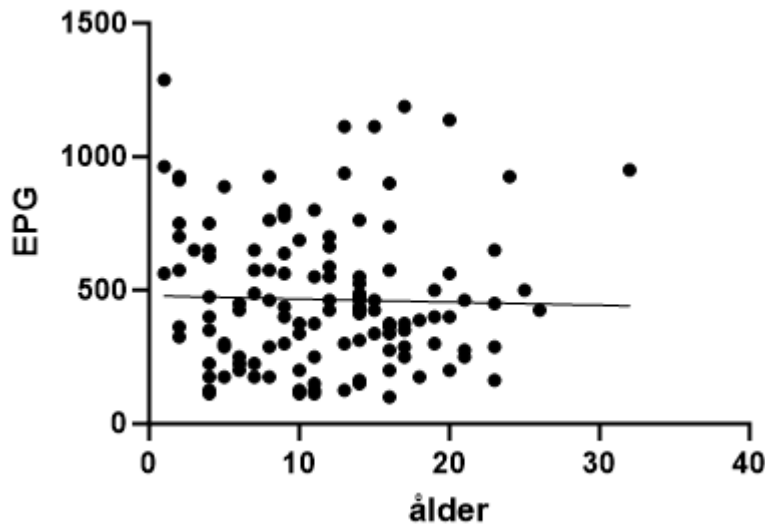
Tio av gårdarna har använt avmaskningsmedel från två olika läkemedelsgrupper under de senaste två åren. Tre gårdar har använt avmaskningsmedel från en läkemedelsgrupp, en gård från tre olika läkemedelsgrupper och två gårdar från fyra läkemedelsgrupper.



*Figur 8. Användning av olika avmaskningsmedel de senaste 2 åren. Figuren visualiserar vilka avmaskningsmedel som är vanligast på gårdarna.*

### 4.3 Statistisk analys

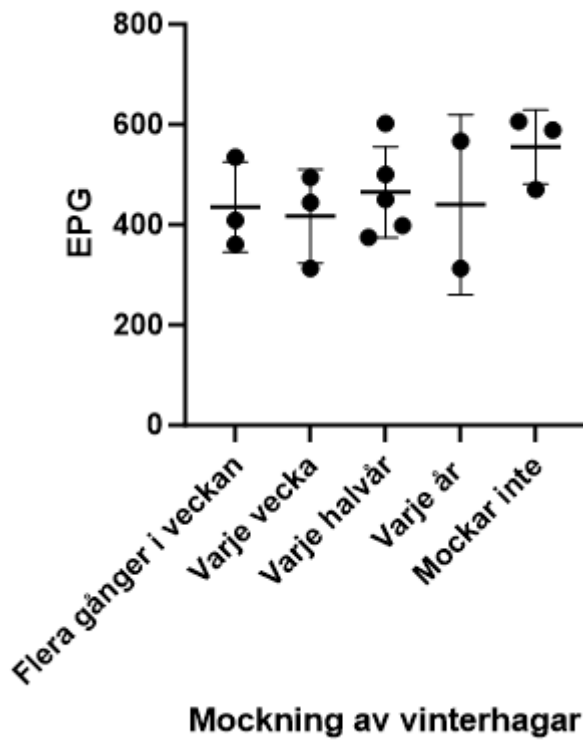
Ålder och EPG plottades mot varandra i en graf representerande enkel linjär regression. Inget signifikant samband kunde ses mellan ålder och EPG ( $p = 0,74$ ,  $R^2 0,0008$ ,  $F_{1,13} = 0,1038$ ), som ses i *Figur 9*.



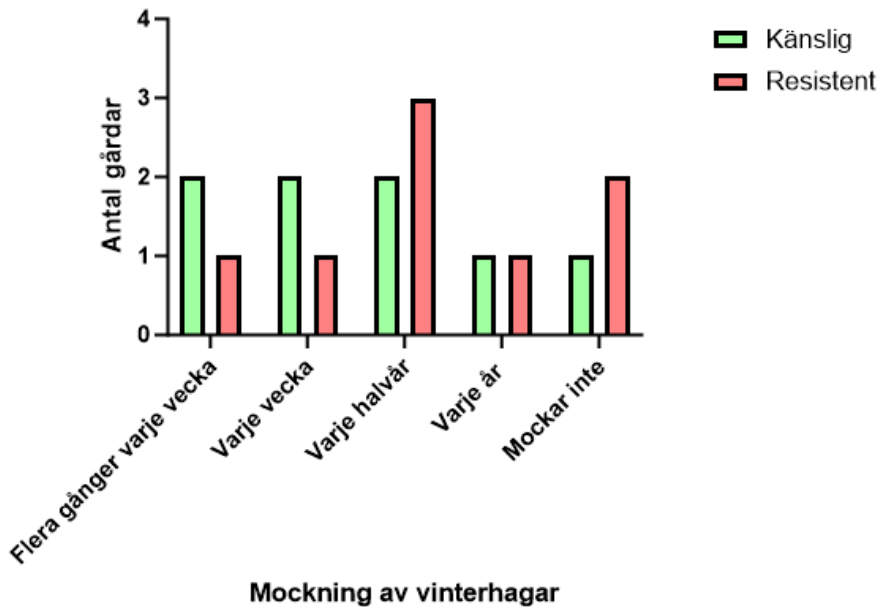
*Figur 9. En graf med överblick över relation mellan hästars ålder och uppmätta EPG innan avmaskning. Inget signifikant samband kunde ses mellan ålder och EPG. Skapad med GraphPad Prism 10.1.0.*

*Figur 10* visar samband mellan EPG före avmaskning hos de inkluderade hästarna ( $EPG > 100$ ) och hur ofta gårdarna mockar sina vinterhagar. Tre gårdar mockade sina vinterhagar flera gånger per vecka och hade i genomsnitt 435 EPG innan avmaskning. Det var även tre gårdar som aldrig mockade sina vinterhagar, de hade i genomsnitt 555 EPG före avmaskning. Envägs variationsanalys (ANOVA) visade att skillnaden i EPG mellan grupperna inte är statistiskt signifikant ( $P = 0,5061$ ). I *Figur 11* ses precis som i *Figur 10* en uppdelning av gårdarna efter hur ofta de mockar sina vinterhagar, men i stället sätts det i relation till om deras strongylidpopulationer uppvisade resistens eller inte. Av de tre gårdar som mockade sina hagar flera gånger i veckan hade en av tre gårdar en resistent strongylidpopulation, medan två av tre gårdar som inte mockade sina hagar uppvisade en resistent strongylidpopulation. Skillnaden är inte statistiskt signifikant ( $P = 0,4320$ ).



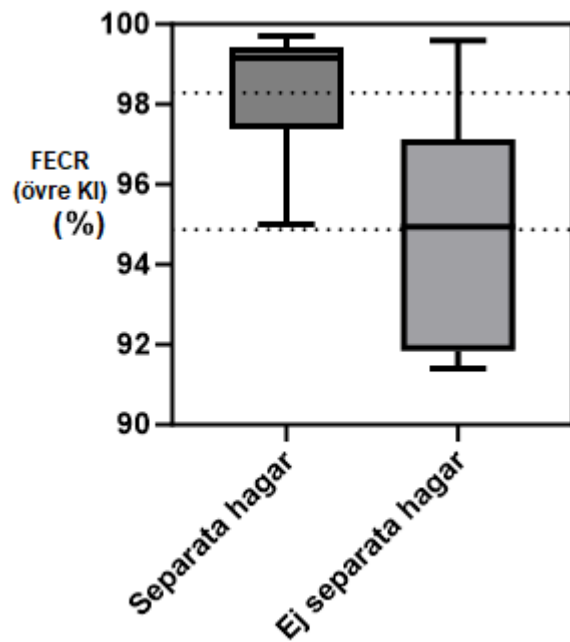


Figur 10. EPG innan avmaskning i förhållande till frekvens av mockning av vinterhagar. Skapad med GraphPad Prism 10.1.0.



Figur 11. Frekvens av känsliga/resistenta populationer på gårdarna i förhållande till hur ofta hagarna mockas. Skapad med GraphPad Prism 10.1.1.

Som framgick av enkätsvaren använde tio av gårdarna sig av separata sommar- och vinterhagar, medan resterande sex gårdar inte gjorde det. I *Figur 12* nedan ses en graf representerande ett operat T-test vilket synliggör skillnaden i övre konfidensintervall beroende på om hästarna hade separata sommar- och vinterhagar eller inte. Medelvärdet för gruppen som har separata hagar är 98,3 %, medelvärdet för gruppen som inte har separata hagar är 94,9 %. Skillnaden är statistiskt signifikant ( $P = 0,0105$ ).



*Figur 12. Skillnader i övre konfidensintervallet (KI) för FECRT beroende på om gården använde separata sommar- och vinterhagar eller inte. Signifikanta skillnader mellan grupperna ( $P = 0,0105$ ) beräknades med ett operat t-test i GraphPad Prism 10.1.1.*

## 5. Diskussion

Global resistensförekomst hos *Cyathostominae* spp. är känt sedan en längre tid. Syftet med den här studien var att undersöka resistensläget mot pyrantel på svenska gårdar. Resistens observerades på hälften av gårdarna och baseras på om det övre 90 % konfidensintervallet vid FECRT understeg 98,0 %. Vid en studie av Osterman Lind *et al.* (2007), som också undersökte resistensförekomst hos *Cyathostominae* i Sverige, medverkade hästar från 23 gårdar. På sex av dessa gårdar sågs tidiga tecken på resistensutveckling vid behandling med pyrantel när FECRT utfördes 7, 14 och 21 dagar efter avmaskning. Detta verkar vid en första anblick tyda på att - hos *Cyathostominae* spp. kan ha blivit mer utbredd under de senaste 15 åren. Det är dock svårt att dra några säkra slutsatser mellan den här studien och den 2007, eftersom parametrarna för resistens skiljer sig åt. I studien gjord 2007 ansågs FECR <90 % vara ekvivalent med resistensförekomst, dessutom skedde provtagningar i flera omgångar.

Riktlinjer från WAAVP (Kaplan *et al.* 2023) har använts för att bestämma kriterier för gårdarna som medverkade i studien. I riktlinjerna finns olika protokoll beroende på antalet hästar och EPG. Deltagande av minst sex hästar från samtliga undersökta gårdar krävs för att kunna beräkna ett tillförlitligt FECRT. Detta uppfylldes av alla gårdar som deltog i den här studien. Enligt riktlinjerna hade det varit önskvärt med minst nio hästar från deltagande gårdar, vilket bara uppfylldes av sju av de deltagande gårdarna. Ett mindre studieunderlag påverkar tillförlitligheten av studieresultatet, något som behöver tas i beaktande vid tolkning av resultatet.

### 5.1 FECRT

Det släpptes nyligen nya rekommendationer för beräkandet av anthelmintika-resistens med hjälp av FECRT av WAAVP (Kaplan *et al.* 2023). I rekommendationerna finns det inbyggt en osäkerhetsfaktor som varierar beroende på vilket värdjur, parasit och anthelmintika som undersöks. Vid undersökning av pyrantels effekt mot *Cyathostominae* spp. hos häst anges en gråzon vid konfidensintervall mellan 88–98 % effekt. Det övre konfidensintervallet varierade mellan 91,4–99,7 % för samtliga medverkande gårdar i den här studien. Hälften av gårdarna

uppvisade resistenta strongylidpopulationer med ett övre konfidensintervall mellan 91,4–97,9 %, medelvärde 95,1 %. Resultatet av FECRT visar på en utbredd resistensförekomst i södra Sverige, men att pyrantel fortfarande innehar viss effekt även hos gårdar med resistenta strongylidpopulationer.

Det finns alltid en risk för felkällor vid FECRT, som bidrar till höjd EPG efter avmaskning av andra orsaker än resistensutveckling. Till exempel kan det handla om att hästen inte fått i sig korrekt dos anthelmintika, antingen för att den spottat ut dosen eller för att dess vikt har underskattats och att den därmed fått för låg dos. Ett annat exempel kan vara att anthelmintikan som getts renderats verkningslös, på grund av utgången datum eller felaktig förvaring. Även övriga handhavandefel kan påverka slutresultatet, träckprover kan tas från fel individ eller blandas ihop efter provtagning. Detta kan ge ett missvisande resultat som visar på lägre effekt än den som faktiskt föreligger. Av den anledningen är det viktigt med noggranna rutiner vid provtagning och provhantering. För att resultatet skulle bli så tillförlitligt som möjligt fick djurägarna som medverkade i studien instruktioner om viktbestämning av häst och hur de skulle ta proverna.

Som beskrivits ovan kan det vara svårt att avgöra om en minskad FECR beror på en felkälla vid avmaskning och provtagning eller om det faktiskt beror på anthelmintikaresistens. I studien hade flertalet hästar ägg i träcken efter avmaskning, men ofta i låga antal. Två hästar hade dock högre EPG efter avmaskning än innan. En häst på gård 9 gick från 462,5 EPG till 612,5 EPG, och en häst på gård 14 gick från 362,5 EPG till 737,5 EPG. Eftersom individuellt EPG fluktuerar över tid kan ökningen ske naturligt (Denwood *et al.* 2012), men huruvida ökningen har fått möjlighet att ske på grund av anthelmintikaresistens eller på grund av felaktig avmaskning är svårare att säga. Med tanke på att dessa två fall skedde på två olika gårdar som gemensamt avmaskade ett drygt tiotal hästar utan några övriga avvikelser i resultatet jämfört med andra gårdar, ökar sannolikheten för att avmaskningen genomfördes korrekt med ett fungerande anthelmintika. Både gård 9 och 14 hade resistenta strongylidpopulationer med ett övre konfidensintervall på 97,9 % respektive 96,3 %. Gårdarna hade nio respektive åtta medverkande hästar, vilket gör underlaget tillräckligt stort för att undersöka effekten av pyrantel även om man räknar bort de två hästarna med högre EPG efter avmaskning. Gård 9 uppvisar då en icke-resistent strongylidpopulation (övre konfidensintervall 98,9 %), medan gård 8 fortfarande uppvisar resistensförekomst (övre konfidensintervall 97,4 %). Eftersom det inte går att utesluta att de två avvikande värdena inte beror på bristande behandlingseffekt räknas de med i resultatet. För att undersöka om det är resistens som föreligger kan FECRT upprepas nästkommande år.

## 5.2 Enkät

Enkäten visade att de flesta medverkande gårdar hade många hästar, endast en gård hade färre än elva hästar på gården. Majoriteten av gårdarna hade mer än 30 hästar och drygt hälften av dessa hade fler än 40 hästar. De flesta av de medverkande gårdarna hade även viss omsättning av hästar, enbart en gård angav att de inte hade en omsättning av hästar på årlig basis. Tretton gårdar omsatte mer än en häst per år, och fyra gårdar omsatte mer än fem hästar per år. Både det stora antalet hästar på gårdarna och andelen nya hästar som kommer till stallet varje år innebär att det kan vara svårt att applicera studieresultatet på de många, mindre, privatägda stall som finns runt om i landet. Dessa stall innehar ofta färre hästar och har inte lika stor omsättning av hästar (Jordbruksverket 2018). Studier inriktade på dessa mindre gårdar hade varit önskvärt för att undersöka strongylidpopulationernas resistensläge även i den miljön, en svårighet ligger i att studiematerialet per gård ofta blir för litet för att med säkerhet kunna genomföra ett FECRT.

Det framgick även av enkäten att majoriteten av gårdarna alltid avmaskade nya hästar som ankom till gården, två av dessa angav att nya hästar enbart avmaskades om träckprov visade på parasitförekomst. Det rekommenderas att avmaska nyanlända hästar utan resultat från föregående träckprov (Alm *et al.* 2002). Det rekommenderas även att ta ett träckprov 14 dagar efter avmaskning för att följa upp behandlingen, innan hästen släpps in i gemensamma beteshagar. Detta för att säkerställa att avmaskningen var effektiv. Detta blir extra viktigt om man avmaskar med pyrantel eller annat anthelmintika där det finns bekräftad resistensutveckling.

Utan ett uppföljande träckprov finns det risk att den nyanlända hästen för med sig resistenta strongylidpopulationer in i beteshagarna.

Tidigare studier har visat att makrocycliska laktoner är den mest använda anthelmintikan hos vuxna hästar (Tydén *et al.* 2019), men pyrantel är fortfarande en substans som används regelbundet. Bland gårdarna som medverkade i den här studien hade Banminth/Fyrantel (pyrantel) använts på tolv av 16 gårdar. Det sågs inget samband mellan användning av pyrantel de senaste två åren och resistens. Med tanke på resultatet av den här studien kan det fortfarande rekommenderas att använda pyrantel mot *Cyathostominae* spp. i Sverige till viss utsträckning. Att resistens mot pyrantel förekommer är något som varit känt sedan tidigt 2000-tal (Osterman Lind *et al.* 2007), men pyrantel har fortfarande så pass hög effekt att det kan minska parasittrycket efter behandling markant. Det är dock av vikt att noggrant övervaka effekten i framtiden för att tidigt upptäcka eventuell drastisk minskning av effekten.

## 5.3 Statistiska analyser

Studiegruppen var förhållandevis heterogen och jämnt utspridd mellan åldrarna, trots detta sågs inget samband mellan ålder på häst och EPG innan avmaskning. Tidigare studier har visat på ett visst ålderssamband, i form av att yngre djur generellt har högre EPG (Herd & Gabel 1990; Herd & Majewski 1994). Framför allt är det hästar upp till två år som generellt utsöndrar högre EPG än övriga ålderskategorier. I den här studien deltog åtta tvååringar och tre åringar. Det är för få individer för att med säkerhet kunna dra någon slutsats om åldersrelaterad hög EPG.

Vid en första anblick tyder resultatet på att de som mockar sina vinterhagar oftare har lägre EPG innan avmaskning och mindre sannolikhet för resistentastrongylidpopulationer, än de som inte mockar sina vinterhagar. Underlaget är dock för litet för att kunna dra säkra slutsatser och ingen signifikant skillnad kunde ses varken för lägre EPG ( $P = 0,6317$ ) eller för resistentastrongylidpopulationer ( $P = 0,4320$ ). Mockning är dock något som effektivt visat sig kunna minska smittrycket på hagarna och i förlängningen EPG hos de betande hästarna (Osterman Lind *et al.* 2022). Det ska dock understrykas att bara hästar med 100 EPG eller mer inkluderades i analysen.

Däremot verkar separata sommar- och vinterhagar spela roll för utvecklandet av anthelmintikaresistens enligt det här studieresultatet. De gårdar som hade separata sommar- och vinterhagar hade statistiskt signifikant bättre effekt av pyrantel jämfört med de gårdar som inte hade separata hagar ( $P = 0,0105$ ). Tidigare studier har visat att separata sommar- och vinterhagar är ett bra hjälpmedel för att hålla parasittrycket på betet lågt (Hedberg Alm *et al.* 2022).

## 5.4 Konklusion

Resistens mot pyrantel förekommer hos *Cyathostominae* spp. i Sverige. Det är svårt att uttala sig om huruvida resistensutvecklingen är mer utbredd idag än för 15 år sedan eftersom tidigare studier (Osterman Lind *et al.* 2007) har använt sig av andra riktvärden för att beräkna resistensförekomst. Pyrantel har fortfarande en relativt hög effekt och kan fortsätta användas i viss utsträckning, men det är av vikt att ha i åtanke att resistens förekommer. Det kan vara en nödvändighet att utföra uppföljande träckprover efter avmaskning om osäkerhet gällande effekten föreligger. Resultatet tyder också på att det kan vara av vikt att använda sig av separata sommar- och vinterhagar som en del av det förebyggande arbetet för att hålla parasittrycket på betet lågt. För en mer övergripande kunskap om hur mockning av hagar påverkar EPG och resistensutveckling krävs ytterligare data.

## Referenser

- Bellaw, J.L. & Nielsen, M.K. (2020). Meta-analysis of cyathostomin species-specific prevalence and relative abundance in domestic horses from 1975-2020: Emphasis on geographical region and specimen collection method. *Parasites and Vectors*, 13 (1). <https://doi.org/10.1186/s13071-020-04396-5>
- Buono, F., Veneziano, V., Veronesi, F. & Molento, M.B. (2023). Horse and donkey parasitology: differences and analogies for a correct diagnostic and management of major helminth infections. *Parasitology*, 1–20. <https://doi.org/10.1017/S0031182023000525>
- Chapman, M.R., French, D.D., Monahan, C.M. & Klei, T.R. (1996). Identification and characterization of a pyrantel pamoate resistant cyathostome population. *Veterinary Parasitology*, 66 (3–4), 205–212. [https://doi.org/10.1016/s0304-4017\(96\)01014-x](https://doi.org/10.1016/s0304-4017(96)01014-x)
- Coles, G.C., Bauer, C., Borgsteede, F.H.M., Geerts, S., Klei, T.R., Taylor, M.A. & Waller, P.J. (1992). World Association for the Advancement of Veterinary Parasitology (W.A.A.V.P.) methods for the detection of anthelmintic resistance in nematodes of veterinary importance. *Veterinary Parasitology*, 44 (1–2), 35–44. [https://doi.org/10.1016/0304-4017\(92\)90141-U](https://doi.org/10.1016/0304-4017(92)90141-U)
- Coles, G.C., Jackson, F., Pomroy, W.E., Prichard, R.K., von Samson-Himmelstjerna, G., Silvestre, A., Taylor, M.A. & Vercruyse, J. (2006). The detection of anthelmintic resistance in nematodes of veterinary importance. *Veterinary Parasitology*, 136 (3), 167–185. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2005.11.019>
- Craven, J., Bjørn, H., Henriksen, S.A., Nansen, P., Larsen, M. & Lendal, S. (1998). Survey of anthelmintic resistance on Danish horse farms, using 5 different methods of calculating faecal egg count reduction. *Equine Veterinary Journal*, 30 (4), 289–293. <https://doi.org/10.1111/j.2042-3306.1998.tb04099.x>
- Denwood, M.J., Kaplan, R.M., McKendrick, I.J., Thamsborg, S.M., Nielsen, M.K. & Levecke, B. (2023). A statistical framework for calculating prospective sample sizes and classifying efficacy results for faecal egg count reduction tests in ruminants, horses and swine. *Veterinary Parasitology*, 314, 109867. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2022.109867>
- Denwood, M.J., Love, S., Innocent, G.T., Matthews, L., McKendrick, I.J., Hillary, N., Smith, A. & Reid, S.W.J. (2012). Quantifying the sources of variability in equine faecal egg counts: Implications for improving the utility of the method. *Veterinary Parasitology*, 188 (1), 120–126. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2012.03.005>

- Hedberg Alm, Y., Osterman Lind, E., Martin, F., Lindfors, R., Roepstorff, N., Hedenström, U., Fredriksson, I., Halvarsson, P. & Tydén, E. (2023). Retained efficacy of ivermectin against cyathostomins in Swedish horse establishments practicing selective anthelmintic treatment. *Veterinary Parasitology*, 322, 110007. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2023.110007>
- Hedberg Alm, Y., Tydén, E., Riihimäki, M., Anlén, K., Nyman, S., Hedenby, J., Osterman Lind, E., Wartel, M. & Svedberg, P. (2022). *Hästens mag-tarmparasiter - Att förebygga och behandla*. Statens veterinärmedicinska anstalt. [https://www.sva.se/media/tilhmqmf/hastens\\_mag-tarmparasiter.pdf](https://www.sva.se/media/tilhmqmf/hastens_mag-tarmparasiter.pdf) [2023-12-07]
- Herd, R.P. (1986). Epidemiology and control of equine strongylosis at Newmarket. *Equine Veterinary Journal*, 18 (6), 447–452. <https://doi.org/10.1111/j.2042-3306.1986.tb03684.x>
- Herd, R.P. & Gabel, A.A. (1990). Reduced efficacy of anthelmintics in young compared with adult horses. *Equine Veterinary Journal*, 22 (3), 164–169. <https://doi.org/10.1111/j.2042-3306.1990.tb04237.x>
- Herd, R.P. & Majewski, G.A. (1994). Comparison of daily and monthly pyrantel treatment in yearling Thoroughbreds and the protective effect of strategic medication of mares on their foals. *Veterinary Parasitology*, 55 (1), 93–104. [https://doi.org/10.1016/0304-4017\(94\)90059-0](https://doi.org/10.1016/0304-4017(94)90059-0)
- Ihler, C.E. (1995). A field survey on anthelmintic resistance in equine small strongyles in Norway. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 36 (1), 135–143. <https://doi.org/10.1186/BF03547710>
- Jordbruksverket (2018). *Hästhållning i Sverige 2016*. (Rapport 2018:12). [https://www2.jordbruksverket.se/download/18.29f2c2f51624fb1736d1ec63/1521792986570/ra18\\_12v2.pdf](https://www2.jordbruksverket.se/download/18.29f2c2f51624fb1736d1ec63/1521792986570/ra18_12v2.pdf) [2023-12-02]
- Kaplan, R.M. (2002). Anthelmintic resistance in nematodes of horses. *Veterinary Research*, 33 (5), 491–507. <https://doi.org/10.1051/vetres:2002035>
- Kaplan, R.M. (2004). Drug resistance in nematodes of veterinary importance: a status report. *Trends in Parasitology*, 20 (10), 477–481. <https://doi.org/10.1016/j.pt.2004.08.001>
- Kaplan, R.M., Denwood, M.J., Nielsen, M.K., Thamsborg, S.M., Torgerson, P.R., Gilleard, J.S., Dobson, R.J., Vercruyssen, J. & Levecke, B. (2023). World Association for the Advancement of Veterinary Parasitology (W.A.A.V.P.) guideline for diagnosing anthelmintic resistance using the faecal egg count reduction test in ruminants, horses and swine. *Veterinary Parasitology*, 318, 109936. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2023.109936>
- Lanusse, C.E. & Prichard, R.K. (1993). Relationship between pharmacological properties and clinical efficacy of ruminant anthelmintics. *Veterinary Parasitology*, 49 (2), 123–158. [https://doi.org/10.1016/0304-4017\(93\)90115-4](https://doi.org/10.1016/0304-4017(93)90115-4)
- Love, S. (2003). Treatment and prevention of intestinal parasite-associated disease. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*, 19 (3), 791–806. <https://doi.org/10.1016/j.cveq.2003.08.003>



- Love, S., Murphy, D. & Mellor, D. (1999). Pathogenicity of cyathostome infection. *Veterinary Parasitology*, 85 (2), 113–122. [https://doi.org/10.1016/S0304-4017\(99\)00092-8](https://doi.org/10.1016/S0304-4017(99)00092-8)
- Lyons, E.T., Drudge, J.H. & Tolliver, S.C. (2000). Larval cyathostomiasis. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*, 16 (3), 501–513. [https://doi.org/10.1016/S0749-0739\(17\)30092-5](https://doi.org/10.1016/S0749-0739(17)30092-5)
- Lyons, E.T., Tolliver, S.C. & Drudge, J.H. (1999). Historical perspective of cyathostomes: prevalence, treatment and control programs. *Veterinary Parasitology*, 85 (2), 97–112. [https://doi.org/10.1016/S0304-4017\(99\)00091-6](https://doi.org/10.1016/S0304-4017(99)00091-6)
- Martin, R.J. & Robertson, A.P. (2007). Mode of action of levamisole and pyrantel, anthelmintic resistance, E153 and Q57. *Parasitology*, 134 (8), 1093–1104. <https://doi.org/10.1017/S0031182007000029>
- Nielsen, M.K. (2022). Anthelmintic resistance in equine nematodes: Current status and emerging trends. *International Journal for Parasitology: Drugs and Drug Resistance*, 20, 76–88. <https://doi.org/10.1016/j.ijpddr.2022.10.005>
- Nielsen, M.K., Gee, E.K., Hansen, A., Waghorn, T., Bell, J. & Leathwick, D.M. (2021). Monitoring equine ascarid and cyathostomin parasites: Evaluating health parameters under different treatment regimens. *Equine Veterinary Journal*, 53 (5), 902–910. <https://doi.org/10.1111/evj.13374>
- Nielsen, M.K., von Samson-Himmelstjerna, G., Kuzmina, T.A., van Doorn, D.C.K., Meana, A., Rehbein, S., Elliott, T. & Reinemeyer, C.R. (2022). World association for the advancement of veterinary parasitology (WAAVP): Third edition of guideline for evaluating the efficacy of equine anthelmintics. *Veterinary Parasitology*, 303, 109676. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2022.109676>
- Ogbourne, C.P. (1978). *Pathogenesis of Cyathostome (Trichonema) Infections of the Horse. A Review*. Commonwealth Agricultural Bureaux. <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/19782217510> [2023-11-16]
- Osterman Lind, E., Hedberg Alm, Y., Hassler, H., Wilderoth, H., Thorolfson, H. & Tydén, E. (2022). Evaluation of Strategies to Reduce Equine Strongyle Infective Larvae on Pasture and Study of Larval Migration and Overwintering in a Nordic Climate. *Animals*, 12 (22), 3093. <https://doi.org/10.3390/ani12223093>
- Osterman Lind, E., Kuzmina, T., Uggla, A., Waller, P.J. & Höglund, J. (2007). A Field Study on the effect of some anthelmintics on cyathostomins of horses in Sweden. *Veterinary Research Communications*, 31 (1), 53–65. <https://doi.org/10.1007/s11259-006-3402-5>
- Osterman Lind, E., Eysker, M., Nilsson, O., Uggla, A. & Höglund, J. (2003). Expulsion of small strongyle nematodes (cyathostomin spp) following deworming of horses on a stud farm in Sweden. *Veterinary Parasitology*, 115 (4), 289–299. [https://doi.org/10.1016/S0304-4017\(03\)00200-0](https://doi.org/10.1016/S0304-4017(03)00200-0)
- Pixabay.com (2012). *Sverige, Karta, Land bild*. [modifierad bild]. <https://pixabay.com/sv/vectors/sverige-karta-land-europa-23576/> [2023-11-17]

- Reinemeyer, C.R. (1986). Small strongyles: Recent advances. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*, 2 (2), 281–312. [https://doi.org/10.1016/S0749-0739\(17\)30717-4](https://doi.org/10.1016/S0749-0739(17)30717-4)
- Reinemeyer, C.R. (1987). Anthelmintic resistance in horses. *Journal of Equine Veterinary Science*, 7 (6), 390–391. [https://doi.org/10.1016/S0737-0806\(87\)80013-8](https://doi.org/10.1016/S0737-0806(87)80013-8)
- SVA (2023). *Träckprov från häst*. Sveriges veterinärmedicinska anstalt <https://www.sva.se/sport-och-sallskapsdjur/hast/parasiter-hos-hast/trackprov-fran-hast/> [2023-11-13]
- SVA (2023b). *Invärtes parasiter (endoparasiter) hos häst*. Sveriges veterinärmedicinska anstalt. <https://www.sva.se/amnesomraden/djursjukdomar-a-o/invartes-parasiter-endoparasiter-hos-hast/> [2023-11-02]
- Tarigo-Martinie, J.L., Wyatt, A.R. & Kaplan, R.M. (2001). Prevalence and clinical implications of anthelmintic resistance in cyathostomes of horses. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 218 (12), 1957–1960. <https://doi.org/10.2460/javma.2001.218.1957>
- Tydén, E., Enemark, H.L., Franko, M.A., Höglund, J. & Osterman Lind, E. (2019). Prevalence of *Strongylus vulgaris* in horses after ten years of prescription usage of anthelmintics in Sweden. *Veterinary Parasitology*, 276, 100013. <https://doi.org/10.1016/j.vpoa.2019.100013>
- Tzelos, T. & Matthews, J. (2016). Anthelmintic resistance in equine helminths and mitigating its effects. *In Practice*, 38 (10), 489–499. <https://doi.org/10.1136/inp.i5287>
- Walshe, N., Mulcahy, G., Crispie, F., Cabrera-Rubio, R., Cotter, P., Jahns, H. & Duggan, V. (2021). Outbreak of acute larval cyathostominosis – A “perfect storm” of inflammation and dysbiosis. *Equine Veterinary Journal*, 53 (4), 727–739. <https://doi.org/10.1111/evj.13350>

## Populärvetenskaplig sammanfattning

Hästens små blodmaskar är en grupp parasiter som drabbar häst som går och betar ute i infekterade hagar. De små blodmaskarna återfinns över stora delar av världen. Parasiterna antror hästen via matintag och lever därefter inne i magtarmsystemet på hästen där de förökar sig och lägger ägg. Äggen lämnar hästen med avföringen och hamnar då bland annat på bete där de kläcks. De nykläckta larverna växer till sig på betet och kan därefter infektera nya hästar. Infekterade hästar utvecklar i normalfallet inte några sjukdomssymtom och avmaskning sker för att hålla smittan hos betande hästar och på betet lågt, inte för att eliminera smittan helt.

Sedan mitten av 1900-talet har en handfull olika avmaskningsmedel utvecklats som varit verksamma mot de små blodmaskarna. Över tid har dock oaktsamma avmaskningsrutiner lett till resistensutveckling mot vissa avmaskningsmedel, bland annat pyrantel. I dagsläget används pyrantel i viss utsträckning som behandling mot de små blodmaskarna, och det är därför av intresse att övervaka rådande resistensläge med jämna mellanrum. I den här studien analyserades avföringsprover från 132 hästar fördelat över 16 gårdar runt om i södra Sverige för att undersöka resistensutvecklingen hos de små blodmaskarna mot pyrantel. I samband med insamling av provmaterial fick gårdsägarna svara på en enkät rörande gårdens hästhållning och rutiner gällande förebyggande åtgärder och avmaskningsrutiner. Avföringsprover togs i samband med avmaskning med pyrantel och 14 dagar efter avmaskning. Parasitäggen i avföringsproverna räknades innan och efter avmaskning för att bedöma resistensläget. Åtta av de 16 medverkande gårdarna hade populationer av resistent små blodmaskar. Resultatet tyder på att resistensutvecklingen har fortskridit sedan den senast kontrollerades 2007, trots reglerad användning av avmaskningsmedel sedan dess. Det sågs inga samband mellan antal parasitägg i avföringen innan avmaskning och ålder på hästen, eller antal parasitägg i avföringen innan avmaskning och hur ofta gårdarna mockade sina hagar. Det sågs en koppling mellan användandet av separata sommar- och vinterhagar och mindre risk för resistensutveckling mot pyrantel.

# Tack

Jag skulle vilja rikta ett stort tack till de gårdar runt om i landet som varit med och bidragit med träckprover och svarat på enkätfrågor till mitt examensarbete. Jag skulle även vilja tacka handledare Eva Tydén och biträdande handledare Eva Osterman Lind, samt Frida Martin för stöttning under arbetets gång. Till sist vill jag även tacka de studiekamrater som alltid funnits för frågor och funderingar.

Uppsala, 3 januari, 2024  
Vendela Törngren

## Bilaga 1

Fullständiga EPG före och efter avmaskning för de hästar som deltog i studien.

*Tabell 6. EPG före och efter avmaskning hos samtliga individer.*

Gård	Häst	EPG dag 0	EPG dag 14
1	1:1	225	187,5
1	1:2	750	62,5
1	1:3	925	112,5
1	1:4	225	25
1	1:5	500	0
1	1:6	275	87,5
1	1:7	250	0
2	2:1	950	0
2	2:2	225	12,5
2	2:3	250	12,5
2	2:4	200	12,5
2	2:5	175	12,5
2	2:6	450	0
2	2:7	375	12,5
3	3:1	400	12,5
3	3:2	425	0
3	3:3	700	12,5
3	3:4	575	12,5
3	3:5	900	37,5
3	3:6	425	12,5
3	3:7	800	0
3	3:8	650	12,5
3	3:9	425	0
4	4:1	650	12,5
4	4:2	575	12,5
4	4:3	112,5	0

4	4:4	625	25
4	4:5	112,5	0
4	4:6	400	12,5
4	4:7	550	0
4	4:8	162,5	0
5	5:1	487,5	0
5	5:2	587,5	0
5	5:3	375	0
5	5:4	462,5	50
5	5:5	462,5	37,5
5	5:6	475	0
5	5:7	937,5	0
5	5:8	337,5	12,5
5	5:9	800	0
5	5:10	425	12,5
6	6:1	300	0
6	6:2	400	25
6	6:3	125	0
6	6:4	412,5	12,5
6	6:5	437,5	0
6	6:6	200	0
7	7:1	1187,5	250
7	7:2	275	0
7	7:3	175	12,5
7	7:4	562,5	237,5
7	7:5	562,5	12,5
7	7:6	300	75
7	7:7	287,5	12,5
7	7:8	362,5	0
7	7:9	287,5	0
8	8:1	337,5	37,5
8	8:2	550	12,5
8	8:3	287,5	25
8	8:4	637,5	0
8	8:5	400	0
8	8:6	337,5	0
8	8:7	337,5	12,5

---

8	8:8	775	12,5
8	8:9	1112,5	125
8	8:10	162,5	50
9	9:1	450	0
9	9:2	312,5	12,5
9	9:3	462,5	612,5
9	9:4	500	12,5
9	9:5	1137,5	37,5
9	9:6	787,5	12,5
9	9:7	1112,5	112,5
9	9:8	437,5	12,5
9	9:9	250	0
10	10:1	425	0
10	10:2	650	112,5
10	10:3	525	12,5
10	10:4	125	12,5
10	10:5	287,5	12,5
10	10:6	662,5	250
10	10:7	887,5	100
10	10:8	200	37,5
11	11:1	337,5	12,5
11	11:2	575	137,5
11	11:3	425	12,5
11	11:4	462,5	0
11	11:5	200	0
11	11:6	750	137,5
11	11:7	925	312,5
11	11:8	325	187,5
12	12:1	487,5	62,5
12	12:2	762,5	37,5
12	12:3	737,5	212,5
12	12:4	387,5	12,5
12	12:5	925	75
12	12:6	100	12,5
13	13:1	762,5	25
13	13:2	150	0
13	13:3	375	0

---

13	13:4	150	0
13	13:5	125	0
13	13:6	225	12,5
13	13:7	287,5	0
13	13:8	175	0
13	13:9	575	25
13	13:10	300	0
14	14:1	175	0
14	14:2	125	12,5
14	14:3	912,5	75
14	14:4	200	25
14	14:5	362,5	737,5
14	14:6	700	62,5
14	14:7	687,5	37,5
14	14:8	112,5	0
15	15:1	462,5	0
15	15:2	412,5	0
15	15:3	962,5	137,5
15	15:4	350	62,5
15	15:5	475	87,5
15	15:6	300	25
15	15:7	562,5	425
15	15:8	1287,5	400
16	16:1	650	0
16	16:2	125	0
16	16:3	375	12,5
16	16:4	175	0
16	16:5	550	0
16	16:6	250	12,5
16	16:7	350	0
16	16:8	200	0
16	16:9	575	87,5

---



## Publicering och arkivering

Godkända självständiga arbeten (examensarbeten) vid SLU publiceras elektroniskt. **Som student äger du upphovsrätten** till ditt arbete och behöver godkänna publiceringen. Om du kryssar i **JA**, så kommer fulltexten (pdf-filen) och metadata bli synliga och sökbara på internet. Om du kryssar i **NEJ**, kommer endast metadata och sammanfattning bli synliga och sökbara. Även om du inte publicerar fulltexten kommer den arkiveras digitalt. Om fler än en person har skrivit arbetet gäller krysset för samtliga författare. Läs om SLU:s publiceringsavtal här:

- <https://www.slu.se/site/bibliotek/publicera-och-analysera/registrera-och-publicera/avtal-for-publicering/>.

JA, jag ger härmed min tillåtelse till att föreliggande arbete publiceras enligt SLU:s avtal om överlåtelse av rätt att publicera verk.

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