

AI för detektering och märkning av grisar inför slakt

RISE Rapport 2026:98

ISBN: 978-91-90193-29-7

Projektledare RISE: Diana Maximez

E-post: Diana.Maximez@ri.se

Telefonnummer: +46 10 516 62 13

Projektpartner: RISE, Agroväst Livsmedel AB och Smart Agritech Solution of Sweden AB



Innehållsförteckning

Sammanfattning	3
1. Bakgrund	4
2. Syfte och frågeställningar	5
3. Försöksupplägg och beskrivning	6
3.1 Försöksmiljö och urval	6
3.2 Teknisk lösning	7
4. Databearbetning och statistisk analys	8
4.1 Analys av dricksbeteende över tid	8
4.2 Analys av omedelbara beteendereaktioner	8
4.3 Klassificering av beteendereaktioner.	9
4.4 Indelning av träffområde och kroppsregion	10
4.5 Statistisk analys	11
4.5.1 Effekt över tid	11
5. Resultat	13
5.1 Effekt över tid	13
5.2 Direkteffekt	16
6. Diskussion	19
6.2 Metodologiska begränsningar	20
6.3 Möjliga ekonomiska och operativa tillämpningar vid framtida implementering	21
7. Slutsats	22
Referenser	23

Sammanfattning

Denna studie utvärderade en AI-baserad metod för automatisk färgmärkning av slaktgrisar vid vattennippeln som ett led i utvecklingen av mer automatiserade system för identifiering och urval av slaktmogna djur. Syftet var att undersöka om tekniken kan användas under praktiska produktionsförhållanden utan att negativt påverka grisarnas beteende och välfärd.

Resultaten visade att majoriteten av färgmarkeringarna inte gav upphov till någon observerbar beteendereaktion och att grisarnas drickbeteende i huvudsak förblev oförändrat efter märkning. När reaktioner förekom var de vanligtvis kortvariga och främst kopplade till markeringar som träffade känsliga områden i huvudregionen, såsom ögon, öron och ansikte. Studien identifierade samtidigt ett behov av förbättrad träffsäkerhet för att minska risken för markeringar på känsliga kroppsdelar. Sammantaget indikerar resultaten att automatisk färgmärkning har potential att bidra till en mer effektiv, standardiserad och datadriven grisproduktion genom minskad manuell hantering och förbättrade möjligheter till selektion av slaktmogna djur. Ytterligare studier krävs dock för att verifiera resultaten i större skala och under kommersiella produktionsförhållanden.

1. Bakgrund

Automatisering av identifiering och urval av slaktmogna grisar är ett område som får allt större uppmärksamhet inom modern grisproduktion. I takt med utvecklingen inom kamerateknik, artificiell intelligens och automatiserad datainsamling ökar möjligheterna att effektivisera arbetsmoment som vägning, urval och sortering av djur inför slakt. Intresset för automatiserade lösningar inom grisproduktionen drivs bland annat av behovet av ökad effektivitet, förbättrad djurvelfärd och minskad arbetskraftsanvändning (Kopler et al., 2023). För att sådana system ska kunna användas i praktiken krävs en tillförlitlig metod för att identifiera de djur som har valts ut för vidare hantering. I dagsläget sker detta ofta genom manuell färgmarkering, vilket vanligen innebär att djuren drivs samman eller hålls kvar för applicering av färg och därmed utsätts för direkt mänsklig kontakt. Automatisk färgmarkering är en möjlig lösning där djur märks individuellt utan direkt manuell hantering. Tekniken har potential att minska arbetsinsatsen vid sortering och samtidigt skapa förutsättningar för mer automatiserade produktionsflöden mellan producent och slakteri.

Vid införandet av ny teknik i animalieproduktionen är det av central betydelse att utvärdera dess påverkan på djurens beteende och välfärd. För att en teknisk lösning ska vara praktiskt tillämpbar och möjlig att implementera i kommersiell produktion krävs att djurens respons på tekniken undersöks. En sådan utvärdering är nödvändig för att säkerställa att tekniken inte orsakar beteendeförändringar eller andra effekter som kan försämra djurvelfärden. Drickbeteende och vattenintag har föreslagits som indikatorer på grisars hälsa och välfärd, eftersom förändringar i dessa parametrar kan vara associerade med sjukdom, stress eller andra produktionsrelaterade störningar (Maselyne et al., 2016). Tidigare studier har visat att drickbeteendet hos slaktgrisar påverkas av flera faktorer, däribland ålder och beläggningsgrad (Larsen & Pedersen, 2022). Samtidigt har grisar visats kunna anpassa olika komponenter av sitt drickbeteende för att bibehålla sitt vattenintag. Exempelvis kan en förändring i antalet drickbesök åtföljas av motsvarande förändringar i besökslängd eller vattenmängd per besök, vilket innebär att det totala vattenintaget kan upprätthållas trots variationer i drickfrekvensen (Andersen et al., 2014).

Automatisk färgmarkering utgör en potentiellt värdefull metod för identifiering och uppföljning av enskilda djur i produktionsmiljö. Trots detta är kunskapen begränsad avseende hur grisar reagerar på automatisk färgmarkering i samband med utförandet av naturliga beteenden, såsom vattenintag. Syftet med föreliggande studie var därför att utvärdera genomförbarheten av automatisk färgmarkering under praktiska produktionsförhållanden samt att undersöka om tekniken påverkar slaktgrisars beteende i samband med vattenintag. Motiveringen till detta fokus är att teknikens praktiska användbarhet i hög grad avgörs av hur djuren reagerar på märkningen i sin vardagsmiljö. En analys av beteendereaktioner utgör därför en viktig grund för att bedöma om tekniken kan vidareutvecklas och valideras för användning i kommersiella produktionsförhållanden.

2. Syfte och frågeställningar

Syftet med denna studie är att utvärdera effektiviteten och djurvälståndseffekterna av en automatiserad färgmärkningsmetod för slaktmogna slaktgrisar. Vi avser att undersöka två huvudaspekter:

1. Om det är tekniskt genomförbart att automatiskt färgmarkera grisar när de når slaktvikt.
2. Om märkningen påverkar grisarnas beteende negativt, särskilt i samband med dricksbeteende.

Dessutom syftar studien till att identifiera de ekonomiska fördelarna för grisproducenterna genom att:

- Minska risken för att skicka för små eller för stora grisar till slakt, vilket påverkar avräkningen från slakteriet.
- Öka precisionen i grisproduktionen, vilket förbättrar lönsamheten på gårdsnivå.
- Optimera logistiken för slakterier genom bättre planering baserad på realtidsinformation om grisarnas vikt på de gårdar som levererar till slakteriet.

För att svara på ovanstående syfte kommer rapporten specifikt att avhandla nedanstående frågeställningar som syftar till att undersöka grisens beteenden i närheten av vattennippeln, med särskilt fokus på omedelbara reaktioner vid märkning, förändringar i dricksbeteende i anslutning till märkning samt betydelsen av markeringens träffområde.

- kvantifiera omedelbara beteendereaktioner och förändringar i dricksbeteende i samband med automatisk färgmarkering,
- undersöka om sannolikheten för observerade beteendereaktioner skiljer sig mellan olika träffområden,
- analysera förekomsten av reaktioner vid upprepade markeringar samt vid markeringar som sker utanför aktiva drickstillfällen,
- redovisa tekniska observationer som är relevanta för tolkningen av beteenderesultaten utan att genomföra en separat teknisk prestandautvärdering.

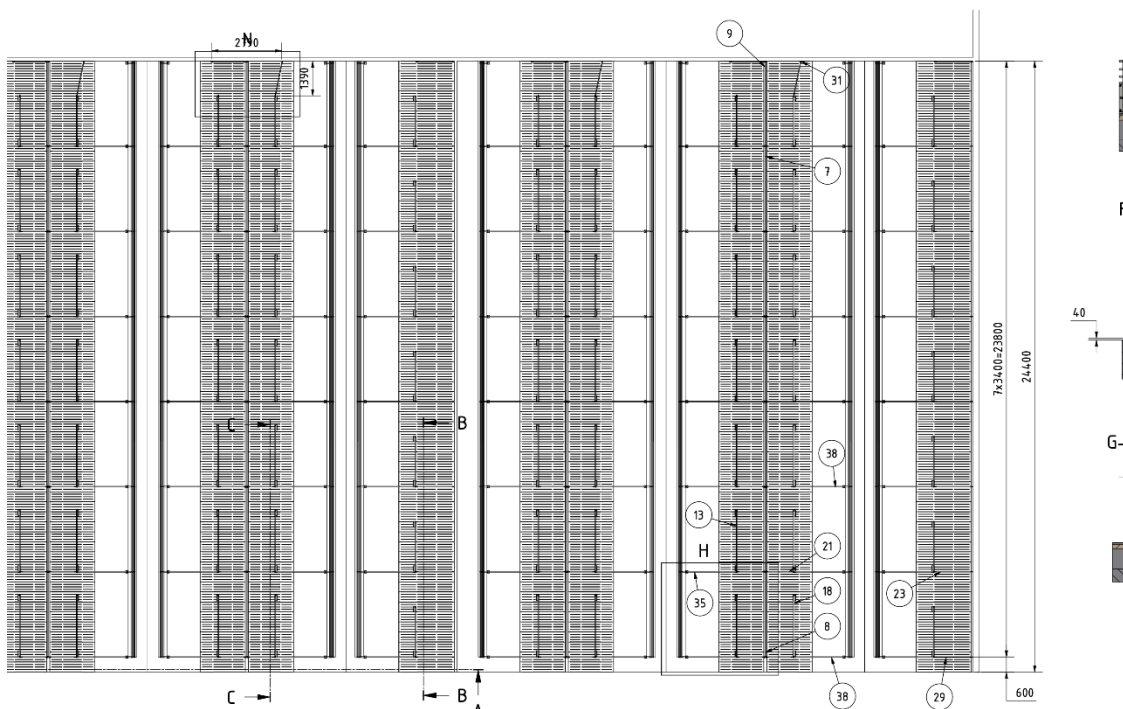
Avgränsning

Det tekniska systemets funktionalitet och prestanda utvärderades inte inom ramen för detta projekt. Fokus ligger i stället på grisarnas beteendemässiga respons vid användning av funktionen för färgmärkning. Under praktiska förhållanden bör denna funktion utvärderas när djuren har uppnått faktisk slaktvikt. På grund av praktiska begränsningar genomfördes dock samtliga märkningar under en och samma dag, oberoende av grisarnas aktuella vikt.

3. Försöksupplägg och beskrivning

3.1 Försöksmiljö och urval

Studien genomfördes i ett kommersiellt slaktgrisstall i Västra Götaland. Försöket genomfördes i en slaktgrisavdelning med 35 boxar, där fyra boxar ingick i försöket. Avdelningen har långtrågsboxar, där de fyra boxarna som ingick i försöket var placerade utmed en yttervägg. På betongväggen är vattennipplarna placerade och därmed är även spalten placerad mot ytterväggen. På andra sidan, ”inåt stallet”, är tvärtrågen placerad och på den sidan finns ett betonggolv, se figur 1.



Figur 1. Planritning över grisstallets avdelning. Det rymmer totalt 35 boxar, varav 7 boxar över 6 rader.

Totalt ingick 36 grisar av treraskorsning lantras/Yorkshire/Hampshire i försöket, fördelade på de fyra boxarna enligt tabell 1. Försöket pågick under en vecka. Vid veckostart var grisarna 18 veckor gamla med en startvikt på ca 76 kg och en slutvikt på ca 83 kg.

Tabell 1. Fördelning av antalet grisar i de fyra boxarna som ingick i försöket.

Box	Antal grisar
1	10
2	9
3	8
4	9

3.2 Teknisk lösning

Försöksutrustningen för automatisk identifiering och märkning monterades i de fyra boxarna. Utrustningen placerades ovanför vattennippeln, där grisen vanligtvis står relativt still när den dricker, så att systemet hinner identifiera och märka grisen.

Systemet bestod av tre integrerade komponenter:

- AI-system med kamera som identifierar grisar på individnivå
- signalöverföring mellan AI-system och märkningsenhet
- färgdispenser med livsmedelsanpassad färg monterad vid vattennippeln för automatisk märkning

I varje box placerades en rörelseaktiverad kamera på en höjd av ca 190 cm ovanför spaltgolvet, rakt över vattennippeln. Kamera- och märkningsutrustning kopplas ihop så att när AI-systemet identifierar en gris som står vid vattennippeln och dricker, skickas en signal till färgdoseraren, som därefter märker grisen automatiskt. Under testperioden genomfördes märkning under en förbestämd dag oberoende av vikten på grisen. Eftersom systemet inte kunde känna igen grisen eller inte som om grisen redan var märkt, blev grisarna märkta varje gång de besökte dricknippeln. Utrustningen monterades några veckor innan projektstart och togs ned några veckor efter projektets slut.

Videodata samlades in dygnet runt under 7 dagar. Tre dagar innan märkning, på dagen för märkning och tre dagar efter märkning. Videomaterialet användes som underlag för analys.

4. Databearbetning och statistisk analys

Beteenderegistreringen genomfördes genom manuell granskning av videomaterial och utfördes i två steg för att undersöka både eventuella förändringar i drickbeteende över tid (effekt över tid) och omedelbara beteendereaktioner (direkt effekt) i samband med färgmarkering. För analyserna av omedelbara reaktioner sammanfördes observationer från samtliga grupper. Detta gjordes eftersom antalet observationer varierade mellan grupperna, vilket möjliggjorde ett större och mer balanserat underlag för de statistiska analyserna.

4.1 Analys av drickbeteende över tid

För att undersöka om färgmarkeringen påverkade grisarnas användning av vattennippeln över tid registrerades djurens besök vid vattennippeln under ett dygn två dagar före respektive två dagar efter att färgmarkeringen påbörjades. För respektive grupp beräknades duration, frekvens samt hur besöket vid vattennippeln startades och avslutades. Vid start av ett drickstillfälle registrerades hur grisen startade besöket, om det var direkt eller om det var kö samt eventuell väntetid. Vid avslutat drickstillfälle registrerades förekomsten av frivilligt avslutade drickmoment, icke-frivilliga avbrott med återupptaget drickande samt icke-frivilliga avbrott utan återupptaget drickande. Registreringarna användes för att analysera eventuella förändringar i drickbeteende före och efter märkning.

4.2 Analys av omedelbara beteendereaktioner

För att undersöka direkta effekter av färgmarkeringen genomfördes en analys under de första fem timmarna efter att färgdispensern aktiverades.

Videomaterialet granskades kontinuerligt och djurens beteende observerades före, under och efter varje färgmarkering. Särskilt fokus lades på omedelbara beteendereaktioner i anslutning till märkningstillfället.

För varje markering registrerades:

- träffområde
- förekomst av beteendereaktion
- typ av beteendereaktion
- situationen vid märkningstillfället (under drickande, före drickstart, efter avslutat drickande eller utan besök vid vattennippeln)

Varje färgmärkningstillfälle behandlades som en separat observation i analysen.

Tekniska observationer som kunde påverka märkningens funktion dokumenterades också, exempelvis situationer där färgen inte träffade djuret som avsett eller där färgen träffade djuret som var täckt med strö över träffområdet.

4.3 Klassificering av beteendereaktioner.

Direkta beteendereaktioner klassificerades enligt tabell 2.

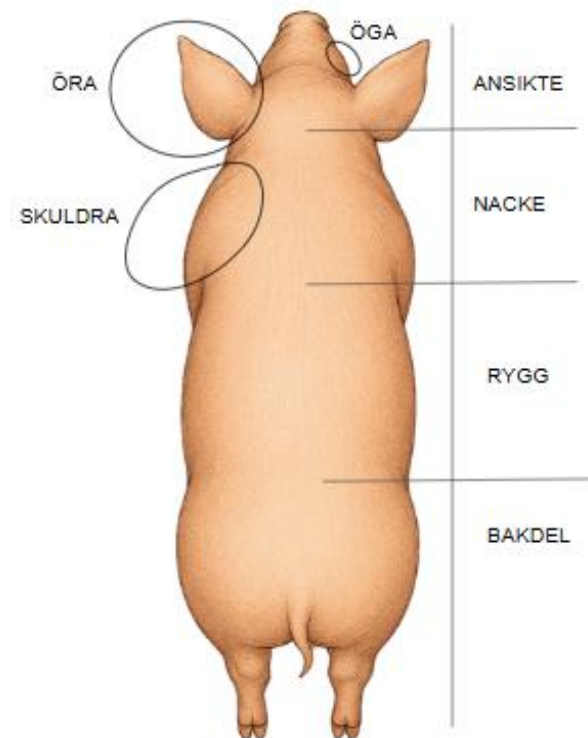
Tabell 2. Reaktionskategorier med tillhörande beskrivning samt klassificering (0/1)

Reaktionskategori	Beskrivning	Klassificering
Ingen reaktion	Avsaknad av beteendeförändring, definierad som ingen observerbar avvikelse från individens omedelbara baslinjebeteende under eller efter markering.	0
Mild reaktion	Kortvarig och lågintensiv beteenderespons, definierad som enstaka rörelser i huvud- eller öronregionen i direkt anslutning till markering.	1
Kraftig reaktion	Tydlig och högintensiv beteenderespons, definierad som upprepade och riktade rörelser vid eller på märkningsområdet, i kombination med frekventa blinkningar och/eller sammandragning av ögonen i direkt anslutning till markeringen.	1
Undvikandereaktion	Individen backar undan eller flyttar sig lateralt från vattennippeln vid märkning, men kan återuppta drickandet	1
Avbrutet drickande	Avbrott i pågående drickbeteende, definierat som att individen släpper vattennippeln i anslutning till markering och inte återupptar drickandet inom två sekunder.	1

För de statistiska analyserna sammanfördes samtliga reaktionskategorier till den binära variabeln **reaktion (1)**, medan observationer utan observerbar respons klassificerades som **ingen reaktion (0)**.

4.4 Indelning av träffområde och kroppsregion

Grisen delades in i olika träffområden, se indelning enligt figur 2.



Figur 2. Indelning av träffområden samt kroppsregioner.

För att möjliggöra jämförelser mellan olika delar av kroppen, grupperades träffområdena i anatomiska regioner enligt tabell 3.

Tabell 3. Indelning av grisen anatomiska delar i regioner.

Anatomisk region	Ingående träffområden
Huvudregion	Öga, öra, ansikte
Halsregion	Nacke
Skulderregion	Skuldror
Bakdel	Rygg och bakdel

4.5 Statistisk analys

4.5.1 Effekt över tid

Duration och frekvens

Duration definierades som den totala tidslängden för ett drickmoment, uttryckt i sekunder. För att undvika att flera observationer från samma individ överrepresenterade resultaten summerades samtliga registrerade drickmoment Före respektive Efter till en total duration per individ och dygn. Frekvens definierades som antalet registrerade drickmoment per individ. För varje individ summerades antalet registrerade händelser Före respektive Efter för att generera ett frekvensmått per individ och dygn. För varje grupp beräknades därefter medelvärde (M) och den procentuella förändringen mellan faserna för duration respektive frekvens.

Start av drickmoment

Start av drickmoment kategoriserades som antingen Direkt eller Kö. Direkt definierades som ett drickmoment utan väntetid före start, medan Kö definierades som ett drickmoment där individen behövde vänta innan drickstart.

För varje individ summerades:

- antal direktstartade drickmoment,
- antal köstartande drickmoment,
- samt total väntetid i sekunder.

Analyserades på samma sätt som duration och frekvens.

Avslut av drickmoment

Avslut av drickmoment klassificerades som:

- E1 = frivilligt avslut. Definierat som att gris har släppt vattenpipeln i över 2 sekunder.
- E2 = icke-frivilligt avslut. Definierat som fysisk störning av en annan individ som leder till att avslutat drickintag.

För varje individ summerades antalet E1- respektive E2-händelser inom respektive fas. Gruppvisa medelvärden och procentuella förändringar mellan före (Före) och efter (Efter) dagen för märkning beräknades därefter.

Statistisk analys

Eftersom datasetet bestod av små stickprov och flera variabler uppvisade avvikelse från normalfördelning användes Wilcoxon signed-rank test för jämförelser mellan Före och Efter inom respektive grupp.

Testet användes för att undersöka om skillnader förelåg mellan faserna avseende:

- duration,
- frekvens,

- direktstart,
- köstarter,
- väntetid,
- frivilliga avslut (E1)
- samt icke-frivilliga avslut (E2).

Samtliga tester var tvåsidiga och en signifikansnivå på $\alpha = 0,05$ tillämpades. Resultaten presenterades som gruppvisa medelvärden (M), procentuell förändring mellan faserna samt p-värden. Skillnader mellan perioderna utvärderades statistiskt och redovisades med p-värden, SD och/eller 95% konfidensintervall (KI).

4.5.2 Direkt effekt

För analysen av direkta beteendereaktioner beräknades reaktionsfrekvenser för enskilda träffområden och anatomiska regioner. Reaktionsfrekvenserna redovisades både för individuella träffområden och för de anatomiska regionerna. För att undersöka om sannolikheten för en beteendereaktion skilde sig mellan huvudregionen och övriga delar av kroppen genomfördes ett chi-två-test. Analysen baserades på antalet observationer med respektive utan reaktion inom de definierade kroppsregionerna.

Observationer med upprepade markeringar samt markeringar som utfördes före drickstart, efter avslutat drickande eller utan att djuret besökte vattennippeln analyserades separat genom deskriptiv sammanställning av reaktioner och icke-reaktioner.

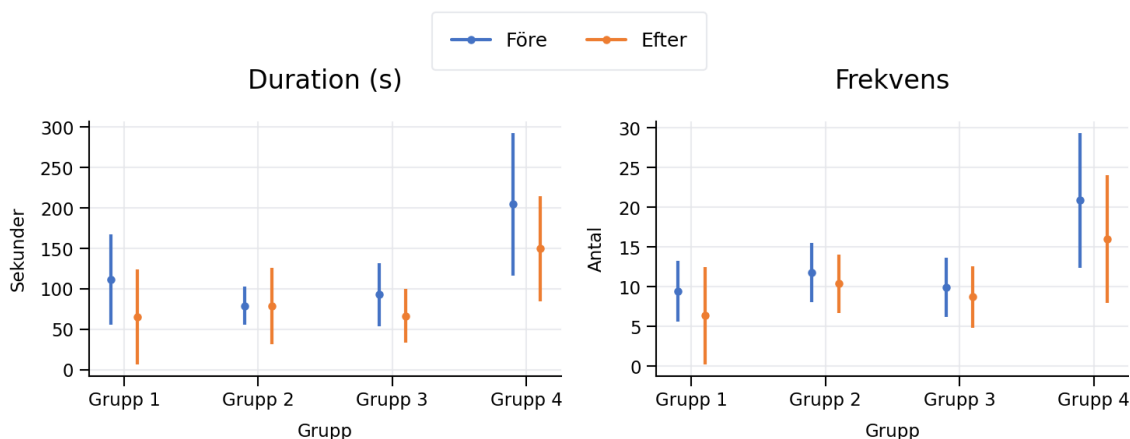
5. Resultat

Resultaten redovisas i två delar. Först presenteras analyser av drickbeteendet före och efter färgmarkering för att undersöka eventuella förändringar i djurens användning av vattennippeln över tid. Därefter redovisas resultaten från den händelsenära analysen av direkta beteendereaktioner i samband med färgmarkering, inklusive betydelsen av träffområde, upprepade markeringar och markeringar som utfördes utanför aktiva drickstillfällen.

5.1 Effekt över tid

5.1.1 Duration och frekvens

Resultaten visade generellt få statistiskt signifikanta skillnader mellan Före- och Efter (fig. 2). Även om samtliga grupper uppvisade små numeriska minskningar i både duration och frekvens efter märkningen var majoriteten av förändringarna inte statistiskt säkerställda.



Figur 3. Linjediagram som ger en överblick över frekvens och duration Före och Efter i grupp 1–4. Punkter representerar medelvärden (M) och felstaplar visar 95 % konfidensintervall (KI).

Den genomsnittliga tiden som djuren tillbringade vid vattennippeln minskade numeriskt i de flesta grupper, medan Grupp 2 uppvisade i stort sett oförändrade värden. Ingen av förändringarna i duration var dock statistiskt signifikant ($p > 0,05$).

Tabell 4. Nedan redovisas medelvärde (M), standardavvikelse (SD) och 95 % konfidensintervall (95 % KI) för frekvens och duration över samtliga grupper. * Markerar signifikanta värden.

Duration

(sekunder)

Grupp	Före M (SD)	Efter M (SD)	95% KI Före	95% KI Efter	p-värde
Grupp 1	111.67 (72.72)	65.50 (56.05)	55.77–167.56	6.68–124.32	.094
Grupp 2	79.00 (27.99)	79.00 (56.62)	55.60–102.40	31.66–126.34	.742
Grupp 3	92.80 (54.38)	66.50 (46.82)	53.90–131.70	33.01–99.99	.160
Grupp 4	204.50 (123.90)	149.80 (91.20)	115.87–293.13	84.56–215.04	.131

Frekvens

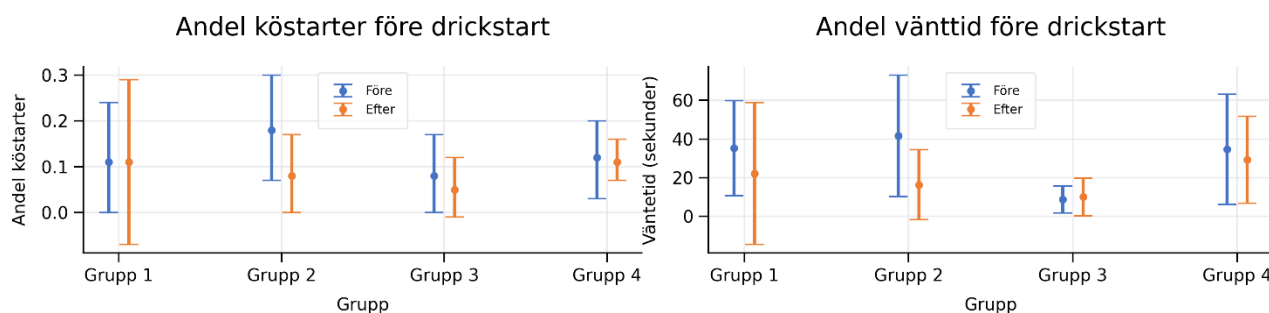
(antal drickbesök per dygn)

Grupp	Före M (SD)	Efter M (SD)	95% KI Före	95% KI Efter	p-värde
Grupp 1	9.44 (5.00)	6.33 (5.82)	5.60–13.29	0.23–12.44	.031*
Grupp 2	11.75 (4.46)	10.38 (4.37)	8.02–15.48	6.72–14.03	.463
Grupp 3	9.90 (5.20)	8.70 (5.40)	6.18–13.62	4.84–12.56	.625
Grupp 4	20.90 (11.87)	16.00 (11.27)	12.41–29.39	7.93–24.07	.049*

Frekvens hade en mindre individuell variation än duration.

5.1.2 Före och efter besök till vattennippeln

Resultaten visade inga statistiskt signifikanta skillnader mellan före- och efterperioden i någon grupp, vare sig för andel köstarter eller väntetid före drickstart (fig.4).



Figur 4. Figuren visar medelvärden (punkter) och 95 % konfidensintervall (felstaplar) för fyra grupper före (blå) och efter (orange) drickstart. I den vänstra panelen/delen av) visas andel köstarter före drickstart, och i den högra panelen visas andel väntetid före drickstart.

Nedan i tabell 5 och 6 redovisas de faktiska siffrorna som visas grafiskt ovan. Den tydligaste numeriska förändringen observerades i Grupp 2, där både andelen köstarter och väntetiden minskade efter märkningen, men skillnaderna nådde inte statistisk signifikans ($p > 0,05$). Konfidensintervallen överlappade i samtliga grupper, vilket indikerar att variationen mellan individerna var större än de observerade förändringarna mellan perioderna. Sammantaget ger resultaten inget stöd för att färgmarkeringen påverkade hur dricksmomentet initierades eller väntetiden före drickstart (tab.5+6)

Tabell 5. Förändringar efter-före för hur besök startades.

Grupp	Andel köstarter Före (M)	Andel köstarter Efter (M)	95 % KI Före	95 % KI Efter	p-värde
Grupp 1	0,11	0,11	0,00–0,24	-0,07–0,29	1,000
Grupp 2	0,18	0,08	0,07–0,30	0,00–0,17	0,098
Grupp 3	0,08	0,05	0,00–0,17	-0,01–0,12	0,674
Grupp 4	0,12	0,11	0,03–0,20	0,07–0,16	0,846

Tabell 6. Förändringar efter – före väntetid innan besöket startades.

Grupp	Väntetid Före (M)	Väntetid Efter (M)	95 % KI Före	95 % KI Efter	p-värde
Grupp 1	35,3 s	22,2 s	10,8–59,8	-14,5–58,9	0,416
Grupp 2	41,7 s	16,4 s	10,3–73,0	-1,6–34,5	0,074
Grupp 3	8,8 s	10,1 s	1,9–15,7	0,3–19,9	0,833
Grupp 4	34,7 s	29,3 s	6,2–63,2	6,8–51,8	0,695

Antalet icke-frivilliga avslut (E2) minskade numeriskt i samtliga grupper efter att färgmarkeringen hade påbörjats. De största relativa numeriska minskningarna observerades i Grupp 1 (-68,4 %) och Grupp 4 (-57,1 %), medan Grupp 3 uppvisade en tendens till minskning (-16,7 %). Ingen av förändringarna var statistiskt signifikant ($p > 0,05$). Konfidensintervallen överlappade mellan före- och efterperioderna i samtliga grupper, vilket indikerar att den individuella variationen var större än de observerade skillnaderna mellan perioderna. Grupp 1 uppvisade den tydligaste minskningstendensen ($p = 0,063$). Sammantaget ger resultaten inget statistiskt stöd för att färgmarkeringen på gruppnivå påverkade förekomsten av icke-frivilliga avslut av drickmoment (tab.7).

Tabell 7. Andel icke-frivilliga avslut Efter-Före, grupp 1–4.

Grupp	Före M (SD)	Efter M (SD)	95 % KI Före	95 % KI Efter	Förändring	p-värde
Grupp 1	2,11 (1,90)	0,67 (1,12)	0,65–3,57	0,00–1,53	-68,4 %	0,063
Grupp 2	2,11 (1,36)	1,44 (2,19)	1,06–3,16	0,00–3,12	-31,6 %	0,438
Grupp 3	0,60 (0,97)	0,50 (0,97)	0,00–1,29	0,00–1,20	-16,7 %	1
Grupp 4	1,40 (1,71)	0,60 (1,58)	0,17–2,63	0,00–1,73	-57,1 %	0,344

5.2 Direkteffekt

5.2.1 Reaktioner i relation till träffområde

Samtliga fyra grupper analyserades tillsammans för att undersöka om markeringarna gav upphov till en beteendereaktion och om reaktionen kunde kopplas till den kroppsdel som träffades. Observationerna kategoriserades efter träffområde: öga, öra, ansikte, nacke, skuldra, rygg och bakdel. Totalt registrerades 181 markeringar, varav 28 (15,5 %) resulterade i någon form av beteendereaktion medan 153 (84,5 %) inte gav någon observerbar reaktion.

Reaktionsfrekvensen varierade tydligt mellan olika träffområden. De högsta reaktionsfrekvenserna observerades vid markeringar i huvudregionen. Reaktionsfrekvensen varierade mellan de olika kroppsregionerna. Högst frekvens observerades för markeringar mot ögat, örat och ansiktet, medan reaktioner vid markeringar mot nacke, skuldra, rygg och bakdel sällan förekom eller inte alls förekom. Resultaten visar således att markeringar mot huvudregionen generellt var förknippade med en högre sannolikhet för reaktion än markeringar mot övriga kroppsdelar (tab. 8).

Tabell 8. Reaktionsfrekvens fördelad efter träffområde, från högst till lägst. Presenteras i antal.

Träffområde	Reaktion	Ingen reaktion	Totalt	Reaktionsfrekvens (%)
Öga	2	1	3	66,7
Öra	17	19	36	47,2
Ansikte	3	6	9	33,3
Nacke	3	51	54	5,6
Bakdel	1	18	19	5,3
Skuldra	2	40	42	4,8
Rygg	0	17	17	0,0

Resultaten visar att sannolikheten för en beteendereaktion var betydligt högre när markeringen träffade områden vid huvudet än när den träffade övriga delar av kroppen.

5.2.2 Reaktionstyper kopplat till kroppsregion

De observerade reaktionerna bestod huvudsakligen av huvudskakningar, öronrörelser, att djuret backade undan, att det avbröt drickandet eller att det avslutade drickandet. Träffområdena grupperades i fyra kroppsregioner, fördelningen av reaktioner mellan dessa regioner visas i tabell 9 nedan.

Tabell 9. Reaktioner fördelade efter anatomisk region.

Region	Reaktion	Ingen reaktion	Totalt	Reaktionsfrekvens (%)
Huvudregion (öga, öra, ansikte)	22	26	48	45,8
Halsregion (nacke)	3	51	54	5,6
Skulderregion	2	40	42	4,8
Bakdel (rygg och bakdel)	1	35	36	2,8

Resultaten indikerade att markeringar nära djurets sinnesorgan och huvud har en betydligt större sannolikhet att framkalla en beteendereaktion än markeringar mot nacke, skuldra, rygg eller bakdel (tab. 9). För att undersöka om sannolikheten för en beteendereaktion skiljde sig mellan markeringar i huvudregionen och markeringar på övriga delar av kroppen genomfördes ett Chi-två-test. Analysen visade en statistiskt signifikant skillnad mellan grupperna ($\chi^2 = 42,59$; $df = 1$; $p < 0,001$). Reaktioner observerades vid 45,8 % av markeringarna i huvudregionen jämfört med 4,5 % av markeringarna på övriga delar av kroppen. Resultatet visar att markeringens placering hade en tydlig betydelse för sannolikheten att en beteendereaktion uppstod.

5.2.3 Reaktioner vid upprepade markeringar och markeringar utanför drickstillfällen

För att undersöka om upprepade markeringar eller markeringar som skedde utanför ett aktivt drickstillfälle påverkade sannolikheten för en beteendereaktion analyserades dessa observationer separat. Totalt identifierades åtta observationer där djuret färgmarkerades flera gånger under samma observationstillfälle. Ingen av dessa resulterade i en registrerad beteendereaktion (tab.10).

Vidare identifierades elva observationer där färg applicerades innan djuret började dricka, efter att drickandet avslutats eller utan att djuret besökte vattennippeln. Av dessa resulterade en observation i en registrerad reaktion medan tio klassificerades som ingen reaktion (tab.10)

Tabell 10. Reaktioner vid upprepade markeringar och markeringar utanför drickstillfällen.

Observationstyp	Reaktion	Ingen reaktion	Totalt	Reaktionsfrekvens %
Upprepade markeringar	0	8	8	0
Markeringar utanför drickstillfällen 1	10	11	9	

Resultaten visar att varken upprepade markeringar eller markeringar som utfördes före drickstart, efter avslutat drickande eller utan besök vid vattennippeln i någon större utsträckning gav upphov till observerbara beteendereaktioner.

6. Diskussion

Syftet med studien var att undersöka om automatisk färgmarkering av grisar påverkar djurens beteende i samband med märkningen samt om tekniken kan användas utan att ge upphov till negativa välfärdseffekter. Resultaten visar att färgmarkeringen i de flesta fall inte gav upphov till någon observerbar beteendereaktion. Detta stöds även av att analyserna av frivilligt avslutade dricksmoment samt icke-frivilliga avbrott inte visade någon konsekvent negativ förändring efter märkningen mellan grupperna.

Samtidigt bör resultaten tolkas med viss försiktighet eftersom antalet djur var begränsat och studien genomfördes under kontrollerade förhållanden på en enskild gård. Individuella variationer mellan djur samt skillnader mellan besättningar kan därför inte uteslutas.

6.1.1 Påverkan på dricksbeteende

Analysen av dricksbeteendet före och efter märkning visade en tendens till färre besök vid vattennippeln efter att färgmarkeringen påbörjades. Besöksfrekvensen var statistiskt signifikant i två av de fyra grupperna. Den tid som djuren tillbringade vid vattennippeln hade inga förändringar som var statistiskt signifikanta. Sammantaget tyder resultaten på att märkningen i viss utsträckning kan ha påverkat hur ofta djuren besökte vattennippeln, men att effekterna var begränsade och inte konsekventa mellan grupperna. Resultaten ger därför inget stöd för att färgmarkeringen skulle ha orsakat någon tydlig eller långvarig störning av djurens normala dricksbeteende. Detta skulle till en del kunna förklaras av att grisar naturligt har individuella skillnader i vattenbehov som kan se olika ut mellan olika grupper (Maselyne et al. 2016). De breda och överlappande konfidensintervallen indikerar en relativt stor individuell variation inom grupperna. Detta kan delvis förklara varför flera deskriptiva minskningar mellan före- och eftermätningarna inte är statistiskt signifikanta trots skillnader i medelvärden. Som tidigare nämnts av Andersen et al. (2014) kan grisar anpassa frekvens, duration eller vattenmängd för att uppnå sitt vattenintag.

6.1.2 Direkta beteendereaktioner och träffområde

Majoriteten (85,4%) av alla markeringar gav ingen observerbar respons. Den statistiska analysen visade att sannolikheten för en beteendereaktion var betydligt högre när markeringen träffade huvudregionen än när den träffade övriga delar av kroppen. Reaktioner observerades ungefär tio gånger oftare när markeringen träffade ögon, öron eller ansikte jämfört med nacke, skuldra, rygg eller bakdel. Resultatet talar för att framtida system bör utformas så att markeringar i möjligaste mån riktas mot mindre känsliga kroppsregioner för att minimera risken för negativa beteendereaktioner.

Skillnaden mellan huvudregionen och övriga delar av kroppen var statistiskt signifikant, vilket visar att markeringens placering hade stor betydelse för sannolikheten att en beteendereaktion uppstod. Trots att huvudregionen uppvisade en högre reaktionsfrekvens var även dessa reaktioner i regel kortvariga. I många fall fortsatte djuren att dricka eller återgick snabbt till sitt tidigare beteende.

Att beteendereaktioner förekom betydligt oftare vid markeringar mot huvudregionen än mot övriga kroppsdelar tyder på att träffområdets lokalisering har stor betydelse för hur stimulansen uppfattas av djuret. Huvudregionen innefattar flera sensoriskt känsliga områden, vilket sannolikt bidrog till den högre reaktionsfrekvensen. Resultaten indikerar därmed att den observerade responsen i första hand speglar en reaktion på stimulansens placering snarare än en generell negativ respons på den automatiska färgmarkeringen. Det kan även vara så att

grisarna har en individuell känslighet för yttre stimuli såsom färgmarkering, något som skulle vara relevant och intressant att undersöka i vidare studier.

En teknisk begränsning observerades när färg applicerades på ett djur som var delvis täckt av strömmaterial. I detta fall fäste en del av färgen på strömaterialet i stället för på djuret. Detta visar att strömmaterial och distribuering skulle kunna ha en inverkan på märkningens funktion och bör beaktas vid framtida implementeringar.

6.1.3 Upprepade markeringar och markeringar utanför drickstillfällen

Det observerades inga tecken på att upprepade markeringar eller markeringar utanför aktiva drickstillfällen ökade sannolikheten för en reaktion. Detta skulle kunna tyda på att markeringens placering på kroppen sannolikt hade större betydelse för reaktionen än antalet markeringar eller om markeringen utfördes i direkt anslutning till ett drickstillfälle.

6.2 Metodologiska begränsningar

Studien omfattade ett begränsat antal djur och genomfördes på en enskild gård, vilket begränsar resultatens externa validitet. Resultaten bör därför tolkas med försiktighet och verifieras genom ytterligare studier i flera besättningar och under varierande produktionsförhållanden.

Eftersom märkningarna i föreliggande studie utfördes oberoende av djurens individuella vikt är resultatens generaliserbarhet till situationer där märkning sker vid uppnådd slaktvikt begränsad. För att ytterligare utvärdera metodens praktiska tillämpbarhet bör framtida studier genomföras under faktiska produktionsförhållanden, där systemets förmåga att identifiera rätt individ vid en förutbestämd viktgräns kan testas och valideras.

Datainsamlingen baserades på videoobservationer från en enda kameravinkel, vilket kan ha medfört att kortvariga eller subtila beteendereaktioner inte registrerades. Studien påverkades även av vissa tekniska begränsningar. Vid ett antal tillfällen övergick kamerorna till nattläge under dagtid till följd av variationer i det naturliga ljuset i stallet. Detta resulterade i svartvita videosekvenser, vilket medförde att de individuella färgmärkningarna inte kunde särskiljas, då märkningarna utgjordes av olika färger. Följaktligen kunde vissa observationer inte inkluderas i analysen, vilket bidrog till ett lägre antal observationer än förväntat. Det reducerade observationsunderlaget innebar att vissa statistiska analyser behövde genomföras på sammanslagna grupper snarare än på gruppnivå, vilket kan ha påverkat möjligheten att upptäcka eventuella grupp-specifika effekter. Dessutom var antalet observationer för vissa träffområden begränsat, vilket motiverar försiktighet vid tolkningen av de beräknade reaktionsfrekvenserna.

För att stärka evidensunderlaget och validera resultaten från den föreliggande studien vore det värdefullt att i framtida forskning jämföra beteendereaktioner vid den undersökta märkningstekniken med reaktioner vid konventionell manuell märkning. En sådan jämförelse skulle möjliggöra en mer omfattande bedömning av metodens påverkan på djurens beteende och välfärd.

6.3 Möjliga ekonomiska och operativa tillämpningar vid framtida implementering

Resultaten från denna studie indikerar att automatisk färgmarkering har potential att utgöra ett användbart verktyg inom grisproduktionen, förutsatt att teknikens träffsäkerhet kan säkerställas. Samtidigt identifierades situationer där markeringar mot känsliga områden i ansiktet, såsom ögon och öron, var förknippade med en hög sannolikhet för omedelbara beteendereaktioner. Resultaten bör därför betraktas som ett första steg i utvärderingen av tekniken och ytterligare studier krävs för att bekräfta resultaten under varierande produktionsförhållanden och med ett större antal individer.

Om framtida forskning visar att tekniken kan tillämpas med begränsad påverkan på djurvälfaerden genom förbättrad träffsäkerhet, finns flera potentiella användningsområden. En möjlig tillämpning är att förbättra identifieringen av slaktmogna djur. Genom att automatiskt märka djur i samband med vägning kan producenter få ett mer standardiserat underlag för beslut om urval till slakt, vilket kan bidra till jämnare slaktvikter, minskad variation mellan leveranser och ett mer träffsäkert urval av djur som uppfyller slakteriernas viktkrav. Tekniken skulle även kunna möjliggöra en avveckling av manuell färgmarkering, eftersom märkningen kan utföras automatiskt när djuren passerar utrustningen. Detta skulle kunna minska behovet av manuell hantering och bidra till en mer standardiserad och effektiv identifieringsprocess. Därutöver skulle tekniken kunna bidra till effektivare planering av transporter, utsortering och slaktkapacitet. Genom att kontinuerligt samla in information om djurens vikt och märkning skapas bättre förutsättningar för planering genom hela produktionskedjan. Detta kan minska behovet av manuella kontroller och underlätta logistiska beslut på såväl gårds- som slakterinivå.

Ytterligare en potentiell fördel är en minskad arbetsbelastning, eftersom märkningen utförs automatiskt när djuren passerar utrustningen. En reducerad manuell hantering kan inte bara effektivisera arbetsflödena utan även minska den fysiska belastningen för djurskötare och potentiellt minska den störning för djuren som är förknippad med traditionella manuella märkningsrutiner. Om teknikens funktion och påverkan på djurvälfaerden kan verifieras i större skala skulle automatisk färgmarkering kunna integreras med vägning, individidentifiering och digital datainsamling för att skapa mer automatiserade beslutsstödsystem. Detta skulle kunna möjliggöra en mer datadriven produktionsstyrning där information om djurens tillväxt och slaktmognad samlas in, analyseras och används fortlöpande i produktionsplaneringen.

Sammantaget visar studien att tekniken har potential för praktisk användning inom kommersiell grisproduktion. Samtidigt krävs fortsatt teknikutveckling för att säkerställa korrekt placering av färgmarkeringen och minimera risken för att färg träffar känsliga områden såsom ögonen. Vidare behövs ytterligare forskning innan säkra slutsatser kan dras om teknikens effekter på djurvelfärd, produktionseffektivitet samt dess ekonomiska och operativa konsekvenser under kommersiella produktionsförhållanden.

7. Slutsats

Studien visade att automatisk färgmarkering av slaktgrisar kunde genomföras under praktiska förhållanden med övervägande begränsad påverkan på djurens beteende. De flesta markeringar gav inte upphov till någon observerbar reaktion och analyserna av dricksbeteendet visade inga konsekventa förändringar mellan grupperna, även om vissa grupper uppvisade en minskad besöksfrekvens efter märkning. När beteendereaktioner förekom var de huvudsakligen kortvariga och starkt kopplade till markeringar som träffade huvudregionen, särskilt områden kring ögon och öron. Den statistiska analysen visade att sannolikheten för en reaktion var signifikant högre vid träffar mot huvudregionen än vid träffar mot övriga delar av kroppen. För upprepade markeringar samt markeringar som utfördes före drickstart, efter avslutat drickande eller utan besök vid vattennippeln observerades få reaktioner, men underlaget var begränsat.

Sammantaget indikerar resultaten att automatisk färgmarkering har potential att användas i praktiken. Resultaten visar samtidigt att träffområdet är en central faktor för sannolikheten att en beteendereaktion uppstår. För att tekniken ska kunna implementeras i produktion bör den tekniska träffsäkerheten för färgmarkering vidareutvecklas för att säkerställa att markering inte sker i huvudregionen för att minska risken för en negativ inverkan på grisarnas välfärd.

Ytterligare studier behövs för att verifiera resultaten under kommersiella produktionsförhållanden där systemet automatiskt identifierar rätt individ när den uppnår slaktvikt, samt för att utvärdera tekniken med ett större antal djur och under längre tidsperioder. Det skulle även vara fördelaktigt att genomföra en studie där man har mätbara fysiologiska reaktioner som välfärdsindikator.

RISE Research Institutes of Sweden AB
Jordbruk och kretsloppsteknik - Djurhållning

Utfört av

Diana Maximez

Referenser

Andersen, H. M.-L., Dybkjær, L., & Herskin, M. S. (2014). Growing pigs' drinking behaviour: Number of visits, duration, water intake and diurnal variation. *Animal*, 8(11), 1881–1888. <https://doi.org/10.1017/S175173111400192X>

Kopler, I., Marchaim, U., Tikász, I. E., Opaliński, S., Kokin, E., Mallinger, K., Neubauer, T., Gunnarsson, S., Soerensen, C., Phillips, C. J. C., & Banhazi, T. (2023). Farmers' perspectives of the benefits and risks in precision livestock farming in the EU pig and poultry sectors. *Animals*, 13(18), 2868. <https://doi.org/10.3390/ani13182868>

Larsen, M. L. V., & Pedersen, L. J. (2022). Use of drinkers by finisher pigs depend on drinker location, pig age, time of day, stocking density and tail damage. *Frontiers in Veterinary Science*, 9, Article 1029803. <https://doi.org/10.3389/fvets.2022.1029803>

Maselyne, J., Adriaens, I., Huybrechts, T., De Ketelaere, B., Millet, S., Vangeyte, J., Van Nuffel, A., & Saey, W. (2016). Measuring the drinking behaviour of individual pigs housed in group using radio frequency identification (RFID). *Animal*, 10(9), 1557-1566. <https://doi.org/10.1017/S1751731115000774>