



*Mätning av sultjocklek med hjälp av ett portabelt ultraljud.*

Tillämpning av en uppdaterad klövverkningsrutin i moderna mjölkstall

SLU Partnerskap Alnarps projekt nr: 1377

Projekttitel på svenska enligt projektansökan: Tillämpning av en uppdaterad klövverkningsrutin i moderna mjölkstall

Projekttitel på engelska enligt projektansökan Application of an updated hoof trimming routine in modern dairy farms

Projektledare: Frida Åkerström

Författare till rapporten: Frida Åkerström

Fakultet: LTV-fakulteten

Institution: Biosystem och Teknologi

Projektid: 2201–2212

Projektpartners: Skånesemin

## Sammanfattning

Att klövvård utförs på rätt sätt är avgörande för att förebygga och behandla klövskador. Felaktig klövvård kan däremot orsaka skador och hälta, vilket påverkar både djurvälstånd och ekonomin för lantbrukaren. Eftersom dagens rekommendationer för hur man ska klövverka är över 40 år gamla finns ett behov av uppdaterade riktlinjer anpassade till dagens djurhållning.

Detta projekt syftade till att utveckla bästa praxis för svensk klövvård, med fokus på djurvälstånd och hållbarhet inom mjölkproduktionen. Arbetet bestod av tre delar: laboratorietester av olika verkningstekniker, fältstudier för att undersöka sambandet mellan verkning och klövhälsa samt utveckling av ett protokoll för att kvalitetssäkra klövverkning i fält.

I laboriestudierna användes en unik modell men en slaktklöv med en tunn trycksensor innanför sulan för att mäta belastning inne i klöven. Resultaten visade att både tåvinkel och urskålningsgrad påverkar tryckfördelningen. En brantare tåvinkel och en större urskålning minskade belastningen på de känsligare, mer skadebenägna delarna av klöven. Samtidigt är det väldigt viktigt att sulan i tådelen är minst 6 mm tjock efter verkning för att undvika ökad risk för skador.

I fältstudierna delades 19 certifierade klövvårdare in i två grupper, där den ena fick utbildning i verkningsteknik enligt labbtesteternas resultat. Klövvårdarnas teknik utvärderades sedan på 20 kor per klövvårdare genom mätningar och visuella bedömningar. Studien omfattade totalt 426 besättningar och över 52 000 kor. Resultaten visade att klövverkningstekniken varierade stort mellan klövvårdarna och att den korta utbildningen hade haft begränsad effekt på deras arbetsätt. Dock kunde vissa verkningstekniker kopplas till bättre klövhälsa – särskilt om man gjorde en bredare, men framförallt djupare urskålning i kombination med brantare tåvinkel och tjockare sula.

För att säkerställa en hög kvalitet vid klövvård utvecklades även ett protokoll för fältkontroller av klövvård. Den omfattade områden som smittskydd, arbetsmiljö, verkningsteknik och rapportering av klövhälsa. Protokollet testades på fem klövvårdare och både klövvårdare och djurägare var positiva till att en liknande kontroll skulle kunna införas i praktiken i framtiden.

Sammanfattningsvis bekräftade projektet vikten av korrekt utförd klövvård och gav nya insikter om hur verkningstekniken kan anpassas för att förbättra djurvälståndet och hållbarheten i svensk mjölkproduktion

## Abstract

Proper hoof trimming is essential for preventing and treating hoof lesions in dairy cows. However, incorrect trimming can cause hoof lesions and lameness, leading to economic loss and impaired animal welfare. Since current hoof-trimming guidelines are over 40 years old, this project aimed to develop an updated best practice for Swedish hoof care, improving both animal welfare and the sustainability of dairy production.

The project had three main parts: laboratory testing of trimming techniques, field studies on their impact on hoof health, and the development of a quality control system for hoof trimming. In the lab, a unique model with pressure sensors in a bovine foot was used to measure how different trimming methods affect weight distribution in the claw. The results showed that a steeper hoof angle combined with a wider modelling reduced the pressure on sensitive areas, lowering the risk of claw lesions. However, the sole in the toe area must remain at least 6 mm thick to prevent damage. Removing too much of the hoof's weight-bearing structures increased pressure on sensitive internal structures, leading to a higher risk of claw lesions. While softer flooring reduced peak pressure, it did not require a different hoof-trimming approach.

In the field studies, 19 certified hoof trimmers were divided into two groups—one received one day of training based on the lab findings, while the other did not. Their trimming techniques were then assessed when they trimmed 20 cows each. More than 52,000 cows and over 200 dairy herds were included in the study. Results showed large individual variations in trimming methods, and the brief training had limited impact on the trimming technique. However, trimming techniques that involved a wider and deeper modelling in combination with a steeper toe angle and a thicker sole were associated to fewer hoof lesions, while shallow modelling in combination with low toe angle, and excessive removal of the sole increased the risk of claw lesions.

To ensure better hoof-trimming quality, a protocol for field audits was developed, covering different aspects like biosecurity, work environment, trimming methods, and communication with farmers. The protocol was tested with five certified trimmers and was well received by both trimmers and farmers.

In summary, the project highlighted the importance of proper hoof care and provided valuable insights to improve hoof health, benefiting both cows and the dairy industry.

## Bakgrund

Klövskador är ett vanligt förekommande djurväl-färdsproblem hos högpresterande mjölkkor i lösdriftstallar [1, 2, 3]. Lindriga klövskador som inte behandlas i tid kan utvecklas till mycket smärtsamma skador som i hög grad påverkar djurens välbefinnande, produktion och livslängd. Ekonomisk förlust för lantbrukaren som kan kopplas till hälsa är till exempel orsakade av en lägre produktion, ökad arbetsinsats, veterinärbehandlingar, försämrade fertilitet och hållbarhet, ofrivillig utslagning och högre rekryteringsnivåer [4, 5]. Klövvård räknas som den viktigaste

åtgärden för att upptäcka, behandla och förebygga smärtsamma klövskador [6] och har blivit en naturlig rutin i de flesta moderna mjölkbesättningar i Sverige. Olika klövverkningsmetoder har beskrivits, men den mest spridda runt om i världen är den nederländska femstegsmetoden [7]. Metoden har varit i stort sett oförändrad i 40 år och det finns behov av att anpassa denna till dagens inhysningssystem. Trots att klövverkning används med syfte att behandla och förebygga klövproblem finns det risker att klövverkning i sig kan orsaka nya klövproblem och hälta [8, 9]. Detta beror oftast på att alltför mycket klövhorn verkas bort [10, 11] eller att klövvårdare använder metoder som inte tar hänsyn till hur klöven är uppbyggd [12]. Det saknas forskning om hur olika klövverkningsmetoder påverkar klövens funktion och klövhälsa och i förhållande till olika underlag. Idag utförs ofta klövverkning av många djur på kort tid och man använder aggressiva verktyg som är känsliga för minsta misstag. Denna kombination kan innebära att misstag blir allvarliga både för djur och klövvårdaren om inte arbete görs enligt väl definierade standarder. En tydlig ökning av förekomsten av klövverkningsrelaterade skador samt en ökad medvetenhet om risken för sådana skador [12] visar på behovet av utveckling av en vetenskapligt baserad standard för klövverkning med implementering i fält.

#### Referenser

1. Barker, Z.E.; Leach, K.A.; Whay, H.R.; Bell, N.J.; Main, D.C. Assessment of lameness prevalence and associated risk factors in dairy herds in England and Wales. *J Dairy Sci* **2010**, *93*, 932-941.
2. von Keyserlingk, M.A.; Barrientos, A.; Ito, K.; Galo, E.; Weary, D.M. Benchmarking cow comfort on north American freestall dairies: Lameness, leg injuries, lying time, facility design, and management for high-producing Holstein dairy cows. *J Dairy Sci* **2012**, *95*, 7399-7408.
3. Ventura, B.A.; von Keyserlingk, M.A.; Weary, D.M. Animal welfare concerns and values of stakeholders within the dairy industry. *J Agric Environ Ethics* **2015**, *28*, 109-126.
4. Hogeveen, H.; van der Voort, M. Herd health: The economic consequences of production diseases in dairy farming. **2016**.
5. Oskarsson, M. In *Vad kostar dålig klövhälsa?*, Djurhälso & utfodringskonferens, Norrköping, 25-26 augusti, 2008; Svensk Mjolk: Norrköping, pp 59-62.
6. Manske, T.; Hultgren, J.; Bergsten, C. The effect of claw trimming on the hoof health of Swedish dairy cattle. *Prev Vet Med* **2002**, *54*, 113-129.
7. Toussaint Raven, E.; Haalstra, R.T.; Peterse, D.J. *Cattle footcare and claw trimming*. Farming press: Ipswich, 1985; p 128.
8. Burgi, K.; Cook, N. In *Adequacy of foot trimming procedures of rear feet collected from a slaughterhouse*. , The 15th International Symposium & the 7th Conference on Lameness in Ruminants, Kuopio, June 9-13, 2008; Tuovinen, V., Ed. Savonia University of Applied Sciences: Kuopio, p 195.
9. Van Hertem, T.; Parmet, Y.; Steensels, M.; Maltz, E.; Antler, A.; Schlageter-Tello, A.A.; Lokhorst, C.; Romanini, C.E.; Viazzi, S.; Bahr, C., et al. The effect of routine hoof trimming on locomotion score, ruminating time, activity, and milk yield of dairy cows. *J Dairy Sci* **2014**, *97*, 4852-4863.

10. Kofler, J. Clinical study of toe ulcer and necrosis of the apex of the distal phalanx in 53 cattle. *Vet J* **1999**, *157*, 139-147.
11. van Amstel, S.R.; Palin, F.L.; Shearer, J.K.; Robinson, B.F. Anatomical measurement of sole thickness in cattle following application of two different trimming techniques. *Bovine Practitioner* **2003**, *36*, 136-140.
12. Mahendran, S. and Bell, N. Lameness in cattle 2. Managing claw health through appropriate trimming techniques. *In Practice* **2015**, *37(5)*, 231-242.
13. Telezhenko, E., Magnusson, M. and Bergsten, C. Novel approach for modelling force and pressure distribution inside bovine claws and on different surfaces. Pages 115-117 in Proceedings of the 20th International Symposium and the 12th Conference on Lameness in Ruminants. Tokyo, **2019**.

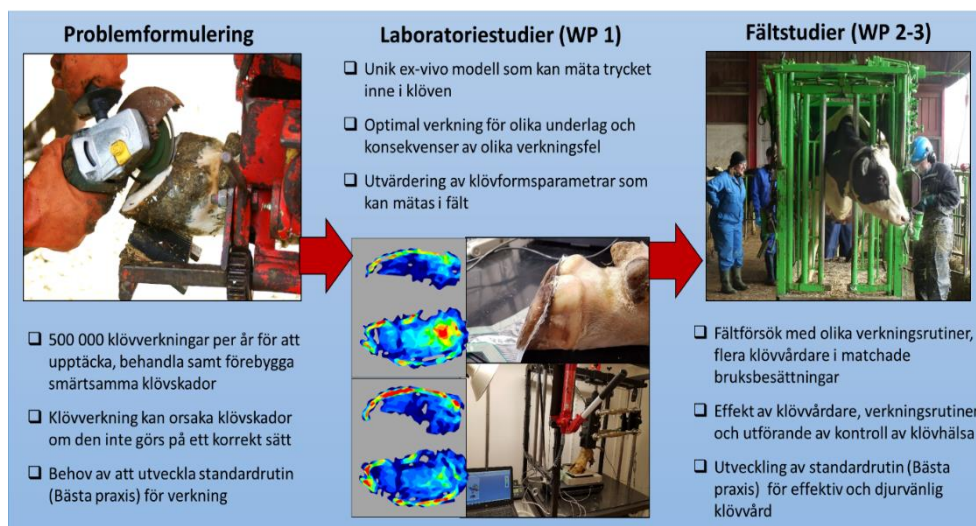
## Syfte

Syftet med projektet var att hitta en mer optimerad klövverkningsmetod som är bättre anpassad till modern mjölkproduktion och dess inhysningssystem samt att utveckla en standard för praktisk kontroll av klövvård i fält.

Resultaten av denna studie ska förhoppningsvis förbättra klövhälsan hos svenska mjölkkor och säkerställa att klövvård bidrar till att förebygga, upptäcka och behandla klövskador och aldrig orsaka djuret någon skada.

God klövhälsa är avgörande för djurvälstånd, fruktsamhet, hållbarhet och produktion, vilket också stärker lantbrukarens ekonomi och konkurrenskraft. Välmående, korrekt verkade kor kan röra sig fritt, slipper onödigt lidande och behöver inte slås ut i förtid på grund av klövrelaterade problem.

## Metod



**Figur 1. Visualisering av projektets genomförande**

## **WP1 – labbförsök med slaktklövar**

Grundprojektet (som finansieras av SLF) omfattade tre delar - arbetspaket (work package – WP, Figur 1). I WP 1 undersöktes klövverkningens effekt på klövarnas biomekanik i relation till verkningsmetod och underlag, samt negativa konsekvenser av felaktigt utförd verkning. Här användes en unikt utvecklad laboratoriemodell i form av en rigg och preparerade slaktklövar från nötkreatur där belastning samt sen- och muskeldragningar kan simuleras och efterlikna alla möjliga benställningar hos levande nötkreatur. Genom att placera tunna, flexibla trycksensorer (I-Scan system) inuti klöven, så nära läderhuden som möjligt, kunde trycket mellan läderhud och klövsula mätas. Det är i läderhuden inne i klöven som klövhornsskador uppkommer. Olika parametrar för klövform efter verkning kommer att studeras i relation till klövens funktion och belastningsförhållanden på olika underlag i riggen för att komma fram till en ”Bästa praxis”. De klövformsparametrar som bäst återspeglade klövens biomekaniska egenskaper studerades sedan vidare i WP1-fältförsök.

## **WP2 – del 1 Fältförsök med kartläggning av verkningsmetod hos 14 klövvårdare**

Klövmetningar analyserades hos 150 mjölkkor som rutinverkades av 14 certifierade klövvårdare. Följande mätningar tagits för varje klöv: tåvinkel och tålängd av den laterala klöven (före och efter verkning), bredden av varje klövhalva på det bredaste stället, bredden på urskålningen, djupet på urskålningen vid varje cm av sulbredden, höjdskillnad mellan ytter och innerklöv, samt sultjocklek vid tån (efter verkning). Tåvinkeln och tålängden bestämdes med hjälp av bildanalys så som beskrevs i Bergsten m fl. (2015). Sultjockleken bestämdes med hjälp av ultraljud. Urskålningens djup, bredd samt höjdskillnader mellan klövhalvorna bestämdes med hjälp av en profilmätare som applicerades över båda klövhalvorna vid det typiska stället för klövsulesår (Telezhenko m fl., 2009). Vidare genomfördes telefonintervjuer av 40 st certifierade klövvårdare för att kartlägga de vanligaste principerna för behandling av olika typer av klövskador.

WP2 -del 2 – Fältförsök där två grupper av klövvårdare jämfördes och deras verkningsmetod kopplades till klövhälsodata

I denna del av WP2 rekryterades 20 frivilliga klövvårdare att delta i projektet (en deltagare hoppade av senare). Deltagarna delades in i två grupper som var semirandomiserad med stratifiering på kön, ålder och erfarenhet inom yrket samt utbildningsbakgrund. Den ena gruppen blev en försöksgrupp som bestod av nio klövvårdare medan de resterande tio ingick i kontrollgruppen. Sammanlagt deltog elva män och åtta kvinnor med ett åldersspann mellan 25–65 år. Av dessa hade 12 mer än fem års erfarenhet av yrket medan sju hade fem års erfarenhet eller mindre. Dock var den lägsta yrkeserfarenhet tre år. Bland deltagarna hade 12 genomgått klövvårdsutbildning vid Biologiska Yrkehögskolan i Skara (BYS) medan resterande sju inte hade YYS-utbildning.

Under hösten 2022 arrangerades en serie endagars fortbildningstillfällen för de klövvårdare som ingick i försöksgruppen. Fortbildningen inkluderade teoretiska genomgångar och praktiska övningar på slaktklövar med speciellt fokus på hur klövformen kan anpassas för att resultera i lägsta möjliga mekaniska stress på

klövens inre strukturer. Fortbildningen baserades på resultat från studier med vår ex-vivo modell som beskrivs i WP1. Vid workshopen rekommenderades en bredare och djupare urskålning, framförallt för den yttre klövhalvan på bakklövarna samt en brantare klövvinkel, men med bibehållen tillräcklig sultjocklek. Dessutom lades extra fokus på att bibehålla vikbärande delar i klöven vid verkning.

Efter fortbildningen genomfördes fältmätningar av klövens form (på samma sätt som beskrivs i del 1) i samband med rutinmässiga klövverkningar i svenska kommersiella mjölkbesättningar. Dessutom togs digitala foton som sedan användes för visuell bedömning av klövvårdarnas verkningsteknik. Både fältmätningarna och de digitala foton togs av en och samma tekniker för att säkerställa ett konsekvent utförande. Mätningarna genomfördes på totalt 20 kor per klövvårdare.

Klövvårdsregistreringar som utförts via Nordic Claw App begärdes sedan ut från Växas kodatabas under försökstiden (2022-08-01 – 2023-05-31) för samtliga kor som respektive klövvårdare klövvårdat under försökstiden. Tillsammans med klövvårdsregistreringarna har vi även hämtat data ur Kokontrollen angående ras och ålder för inkluderade kor, besättningsstorlek, mjölkavkastning, mjölkningssystem och produktionsform för varje inkluderad besättning. Totalt ingick 426 besättningar och 52 138 kor med totalt 84 185 klövverkningstillfällen i vårt dataset.

De digitala foton bedömdes även utifrån om man kunde se några avvikelser i verkningen. Dessa avvikelser bedömdes visuellt från digitala bilder. För bedömning av bilderna användes ett bedömningsprotokoll, där en definition fastställdes för varje verkningssavvikelse med syfte att klargöra dess innebörd så tydligt som möjligt. Denna metod resulterade i kategoriska data, där förekomsten bedömdes som antingen ”ja” eller ”nej”.

## **Statistiska analyser**

### **Samband mellan klövverkningsresultat och klövhälsa**

För att undersöka hur de olika mätvärdena per klöv från fältmätningarna samverkar i hur klöven ser ut efter verkning användes så kallad klusteranalys, en metod som används för att på ett systematiskt sätt gruppera data efter hur lik eller olika de är. För att kunna analysera data i denna analys behövdes de kontinuerliga mätvärdena kategoriseras och vi valde att kategorisera dem i tre till antalet så jämnstora grupper som möjligt; låg-mellan-hög för att också kunna undersöka om ett mellanvärde kanske är optimalt inte bara ett högre eller lägre. Fotobedömningarna var redan kategoriserade i ja/nej och användes som de var. Mätvärdena och fotobedömningarna analyserades var för sig. Genom klusteranalysen fick vi fram fyra klövprofiler (de fyra kluster/grupper som var så olika varandra som möjligt) gällande mätvärdena och tre gällande fotobedömningarna (de tre kluster/grupper som var så olika varandra som möjligt).

Fördelningen av klövprofilerna sammanställdes per klövvårdare och dessa kunde sedan delas in i nio grupper gällande mätvärdena och fem grupper gällande fotobedömningarna. De klövvårdare som hade 70 % eller mer av de klövar de verkade i en specifik klövprofil bedömdes i majoritet ha den

klövverkningsprofilen, övriga grupperades efter den procentfördelning de hade på profilerna, men med försök att få så få grupper som möjligt (för att få tillräckligt med observationer i varje grupp). Dessa klövverkningsgrupper analyserade sedan med multivariabel logistisk regressionsanalys, där besättning ingick som slumpvariabel för att justera för att kor inom en besättning är mer lika varandra än kor i olika besättningar, för att undersöka sambandet mellan klövverkningsgrupp/profil och klövhälsan (förekomst av svåra klövskador generellt och förekomst av svåra smittsamma respektive svåra traumatiska klövskador specifikt) i de besättningarna de deltagande klövvårdarna verkade. I modellen ingick även kons ras och ålder samt besättningsstorlek, besättningsavkastning, mjölkningssystem och produktionsform som förklarande variabler.

All databearbetning inför de statistiska analyserna, samt klusteranalyserna (Wards metod för hierarkisk klusteranalys) med och regressionsanalyserna gjordes i Stata 17.0 (StatCorp LLC, USA)

### **WP3 – utveckling av fältkontroll**

I WP 3 har vi först utformat ett protokoll för att kontrollera kvalitén på den klövvård som utförs i fält. För att komma fram till hur man bäst kontrollerar verkningsmetod av friska djur och behandlingsstrategier för klövskador utgick vi ifrån de resultat vi fått fram i WP1 och WP2 och som ligger till grund för ”Bästa Praxis” samt erfarenhetsutbyte med forskare i Storbritannien som har utvecklat en liknande fältkontroll av klövvård. Angående vad som är Bästa Praxis för behandlingar av olika klövskador har vi gått igenom internationella publikationer samt intervjuat 40 st svenska certifierade klövvårdare för att se hur olika behandlingsstrategier praktiseras idag i Sverige. Protokollet har granskats och diskuterats med internationella klövexperter och därefter har det prövats i fält på fem olika klövvårdare, då ett antal individuella verkade kor utvärderades. Klövvårdarna och djurägarna visste om att kontrollen skulle ske och vi valde antingen att komma när de började klövvårda eller i slutet av dagen för att på bästa sätt kunna bedöma smittskydd genom hur ren utrustning/verkstol var när de kommer till gården alternativt hur bra utrustning/verkstol rengörs vid dagens slut.

Det har även genomförts två stycken workshops tillsammans med Skånesemin under 2024.



## Resultat

### Biomekaniska studier i labb – Work Package (WP 1)

**Belastningsfördelning och underlag** Ingen interaktion sågs mellan urskålningsgrad och golvtyp. Störst urskålning ledde till ökad belastning på klövvägg och tådel samt minskad belastning på sulan ( $P > 0,05$ ). Gummimatta gav högre belastning i tådel och minskad belastning i bakre delen av klöven jämfört med betongunderlag. Ökad tåvinkel korrelerade med ökad belastning i tådelen ( $P < 0,05$ ) och minskad belastning på sulans bakre del ( $P < 0,01$ ). Tryckfördelningen varierade med urskålningsgrad, men trycket var generellt lägre på gummimatta än på betong. Störst urskålning resulterade i signifikant högre tryck mot klövväggar och lägre tryck mot sulan.

**Öververkning/Felverkning** Borttagning av klövkapselns bärande delar ökade trycket på läderhuden inne i klövkapseln, vilket inte är önskvärt. Det som testades var: borttagning av den innerväggen (RAW), borttagning av den bakre delen av den ytterväggen (RPAW), borttagning av både inner och främre delen av den ytterväggen (RAAW), borttagning av 4 mm av det mjuka ballhornet (RB) samt borttagning av hela inner- och ytterväggarna (RW). Alla behandlingar applicerades på alla prov och på både inner- och ytterklövarna. RAW och RAAW orsakade signifikant högre tryck i sulans främre del, medan RPAW och RB påverkade trycket i den bakre delen. RW resulterade i en generell tryckökning, särskilt framtill. Fullständig borttagning av väggar resulterade i trycktoppar på 58,3–69,1 N/cm<sup>2</sup> i sulans främre del, jämfört med 18,0–10,2 N/cm<sup>2</sup> i kontrollgruppen.

**Felplacerad urskålning och sulans tjocklek** Öververkning i ballområdet och felplacerad urskålning resulterade i högre tryck på klövens bakre del. Rättplacerad bred urskålning och fungerande ball gav lägst tryck. Tunnare sulor ( $\leq 4$  mm) orsakade högre inre tryck vid punktbelastning jämfört med tjockare sulor ( $\geq 6$  mm,  $P < 0,05$ ). Större punktbelastning orsakade högre tryck ( $P > 0,001$ ).

### Epidemiologiska fältstudier – Work Package 2 (WP2)

**Klövform efter verkning** Medelvärden efter verkning: tålänge 79,2 mm, tåvinkel 49,7°, sultjocklek 6,73 mm. Högst variation sågs mellan klövvårdare, främst för sultjocklek (40,4% av variationen) och minst för höjdskillnad mellan klövhalvor (4,4%). De flesta klövvårdare använde vinkelslip, medan 20% använde klövkniv för hornskador. 98% använde antibiotikafria desinfektionsmedel och 98% använde kloss vid allvarliga sulsår. NSAID rekommenderades av 55% regelbundet, 32% ibland och 13% aldrig.

**Fortbildning och klövverkningsprofiler** Fortbildade klövvårdare gjorde bredare urskålning ( $P < 0,05$ ), men inga övriga signifikanta skillnader noterades. Fyra klövverkningsprofiler identifierades genom klusteranalys, baserade på urskålningsbredd, tåvinkel, tålänge och sultjocklek. Besättningar med profil 1 hade lägst sannolikhet för svåra infektionsskador, medan profilkombinationer 1+2 och 2+3 hade högst risk. För att undvika klövhornsskador var profil 1 och 2 mest fördelaktiga.

**Tabell 1.** Sammanfattning av olika klövverkningsprofiler framtagna från mätvärden inom klöv genom klusteranalys

Profil 1	Profil 2	Profil 3	Profil 4
Mellanstor urskålningsbredd, stor urskålningsdjup, mellanstor urskålningsintegral	Mellanstor -stor urskålningsbredd, stort urskålningsdjup, stor modelleringsintegral	Stor urskålningsbredd, liten urskålningsbredd, mindre urskålningsintegral	Liten urskålningsbredd, grund urskålning, låg urskålningsintegral
Brant tåvinkel, stor positiv skillnad före-efter.	Brant tåvinkel, mindre positiv skillnad före-efter.	Lägre tåvinkel, mindre skillnad före-efter	Varierande tåvinkel, ofta låga, mindre skillnad före-efter
Större tålänge, mindre skillnad före-efter	Mindre tålänge, större skillnad före-efter	Kortare tålänge, större skillnad före-efter	Varierande tålänge, något större skillnad före-efter
Tjockare sula (minsta antal tunnare än 6,5 mm)	Mellantjock sula (färre antal tunnare än 6,5 mm)	Tunnare sula (fler fall tunnare än 6,5 mm)	Varierande tjocklek (fler fall tunnare än 6,5 mm)

Tre klövverkningsprofiler identifierades genom fotobedömningar. Besättningar där klövvårdaren använde profil 2 och 3 hade lägst risk för infektionsskador, medan profil 1 och 2 i kombination hade högst. Lägst risk för hornsskador sågs för profil 3, medan kombinationen 2 och 3 hade högst risk.

**Tabell 2.** Sammanfattning av olika klövverkningsprofiler framtagna från subjektiva fotobedömningar genom klusteranalys

Profil 1	Profil 2	Profil 3
Ballhornet sällan verkat på inner och ytterklöv	Vanligare med att ballhornet är verkat på ytterklöv, vanligare att ballhorn på innerklöv inte är verkat	Vanligare med att ballhornet är verkat på ytterklöv, 50:50 om det är det på innerklöv
Få urskålningar över ballhornet, fler fall när urskålningen berör innervägg	Fler med urskålning över ballhornet på ytterklöv, sällan när urskålningen berör innervägg	Något fler med urskålning över ballhornet på ytterklöv, näst sällan när urskålningen berör innervägg

Yttervägg inte slipad, tå inte avrundad (minst ja), oftare snedkapad tå	Yttervägg ibland slipad lindrigt, oftast avrundad tå på ytterklöv och innerklöv (näst flest ja), inte snedkapad tå på ytterklöv och innerklöv (näst flest nej)	Yttervägg lite oftare slipad lindrigt, oftast avrundad tå på ytterklöv och innerklöv (flest ja), oftast inte snedkapad tå på ytterklöv och innerklöv (flest nej)
---	--	--

### Utveckling av fältkontroll – Work Package 3 (WP3)

Ett fältkontrollprotokoll testades på fem certifierade klövvårdare. Kontrollpunkter inkluderade smittskydd, arbetsmiljö, verkning, behandlingar och rapportering. Kontrollerna tog cirka två timmar och påverkade klövvården med 30 minuter. Allvarliga avvikelser, som tunn sultjocklek, krävde uppföljning, medan lindriga avvikelser diskuterades på plats. Klövvårdare och djurägare var positiva till implementering i praxis.

### Diskussion

Ex-vivo-studier analyserade för första gången i detalj hur olika aspekter av klövverkning påverkar vikt- och tryckfördelning i klöven. Specifikt undersöktes urskålningsgrad och tåvinkel på grund av deras betydande påverkan på tryck- och belastningsfördelning, samt den stora variationen bland klövvårdare. Rekommendationer för urskålningsgrad varierar (Sadiq m fl., 2021), men inom svensk klövvårdutbildning rekommenderas oftast att 50% av sulans bredd skålas ur. Större urskålning avlastade sulans bakdel effektivare, vilket minskade trycket på kritiska områden som är utsatta för skador, men ökade belastningen på klövväggen nära trakten, vilket kan öka risken för skador i vita linjen (Mahendran & Bell 2015). Våra mätningar visade att ökad tåvinkel kan avlasta sulan genom att flytta belastningen närmare tåspetsen, men en brantare vinkel kräver tillräcklig sultjocklek för att undvika skador (Kofler, 2017; Stoddard och Cramer, 2017).

Vi bekräftade också att tunna sulor ökar det inre trycket i nötkreaturs klövar vid punktbelastning, och att en gräns på 5 mm kan vara för tunn (van Amstel m fl., 2004). Användning av gummimatta resulterade i jämnare tryck mot sulan men större belastning mot tån. Skillnader i belastningsfördelning och tryckfördelning på olika underlag var dock inte betydande, vilket antyder att anpassning av verkningssätt efter golvtyp kanske inte är nödvändig. Både klövväggen och ballhornet spelade en viktig roll i att minska trycket mot de sårbara delarna av sulan på alla underlag, vilket nu kunde praktiskt demonstreras. Partiell eller total borttagning av de vikt bärande delarna av klövkapseln orsakade en dramatisk ökning av trycket på sulans läderhud, med den främre delen av sulan som var mest påverkad. Stödet från ballhornet var viktigt för att minska trycket på den bakre delen av sulans läderhud, särskilt för ytterklöven. Felplacerad urskålning kan också öka punkttrycket mot sårbara delar av klövsulan, vilket kan förklara inkonsekventa resultat av kliniska studier av bredare urskålning (Ouweltjes m fl., 2009; Sadiq m fl., 2021).

Studien visade att kort utbildning i nya rekommendationer för klövverkning hade begränsad effekt på verkningstekniken i praktisk tillämpning. Det fanns dock en betydande individuell variation i verkningsteknik bland svenska certifierade klövvårdare. Trots detta höll alla klövvårdare en acceptabel kvalitet, och inga allvarliga systematiska avvikelser observerades. Inkonsekventa metoder försvårade analysen av hur olika verkningstekniker påverkar klövhälsan. Klövvårdare som blandade olika tekniker hade bredare konfidensintervall för sannolikheten för allvarliga skador i besättningarna och en större risk för sådana skador. Emellertid påvisades ett signifikant samband mellan olika aspekter av verkningsteknik och klövhälsa. Klövvårdare vars teknik resulterade i kombination av större och djupare urskålning, brantare tåvinkel och tjockare sula hade bättre hälsa i de besättningar de verkade. Skillnaderna var särskilt tydliga för klövhornsskador, som påverkas mycket av biomekaniska faktorer (Randall m fl., 2018; Newsome m fl., 2019). En positiv effekt på klövhälsan sågs också för klövverkningsprofiler där urskålningen placerades något högre, inkluderande en del av ballhornet och utan att beröra innerväggen. Klövverkningsprofiler som karakteriserades med grundare och något förskjutet urskålning, lägre tåvinkel, tunnare sula och aggressiv borttagning av ytterklövvägg hade större sannolikhet för svåra klövskador i besättningar där de tillämpades. Resultaten från kliniska fältstudier bekräftade i stort sätt laboreriestudiernas resultat men också gav en djupare förståelse för klövformens betydelse för klövhälsan.

För att förbättra klövvården hos svenska mjölkkor föreslås en fältkontroll för att standardisera och höja kvaliteten. Avvikelser i klövformen som påverkar viktiga viktbarande funktioner och kan orsaka mekanisk stress och klövhälsoproblem måste utvärderas noggrant under sådana kontroller. Föreslagen kontroll innebär både oannonserade besök och inspektion av tidigare verkade kor för att ge en realistisk bild. I Sverige krävs certifiering av klövvårdare genom teoretisk och praktisk bedömning, men det saknas rutiner för praktisk uppföljning av verkningens kvalitet efter certifiering. Förslaget stöds av Svenska Klövvårdsföreningens medlemmar, vilket framgick vid en nyligen genomförd undersökning. Kontrollernas frekvens och finansiering diskuteras, med ambitionen att förbättra klövhälsan genom mer konsekvent uppföljning av verkningsteknikens effekter på individ- och besättningsnivå.

Slutsatsen är att biomekaniska studier med ex-vivo modeller visade sig vara ett kraftfullt verktyg för att djupare förstå effekterna av klövverkning och olika golvtyper hos nötkreatur. Förslagen att modernisera klövverkningstekniken har också fått stöd av de epidemiologiska fältstudierna med ett stort antal besättningar och djur. Med tanke på den stora individuella variationen bland svenska klövvårdare behövs ett mer standardiserat tillvägagångssätt för klövverkning, inklusive regelbundna fältkontroller.

Projektet erbjuder flera fördelar för näringen. Genom att implementera nya, forskningsbaserade klövverkningsprinciper som främjar klövens naturliga biomekaniska funktion kan klövsjukdomar förebyggas, vilket förbättrar djurhälsan och ökar djurvälståndet. Friska klövar leder till högre mjölkproduktion och förbättrad reproduktion, vilket ökar lönsamheten för lantbruket. Förebyggande klövvård reducerar behovet av veterinärbehandlingar och därmed kostnaderna. Testning av nya klövvårdsmetoder identifierar de mest effektiva teknikerna, vilket gör rutinerna snabbare och mer resurseffektiva. En prototyp för fältkontroll standardiserar klövvårdspedurer och säkerställer hög kvalitet. Projektet ger även

värdefulla insikter för utbildning av klövvårdare och lantbrukare, ökar hållbarheten i djurhållningen och förbättrar näringens image. Genom innovation och implementering av nya metoder stärks konkurrenskraften på den internationella marknaden.

## Referenser

- Bell, N. J. (2015). Evidence-based claw trimming for dairy cattle. *Vet Rec*, 177(9), 220-221.
- Bergsten, C., Telezhenko, E., & Ventorp, M. (2015). Influence of soft or hard floors before and after first calving on dairy heifer locomotion, claw and leg health. *Animals*, 5(3), 662-686.
- Burgi, K. & Cook, N. B. (2009). Adequacy of foot trimming procedures of rear feet collected from a slaughterhouse. *Proceedings of the 15th International Symposium and the 7th Conference on Lameness in Ruminants*. Kuopio. June 9 to 13, 2008. p 195.
- De Vries, A. (2016). Economic trade-offs between replacement rates and improved genetics. *J Dairy Sci*, 94(suppl\_5), 27-27.
- Huxley, J. N. (2013). Impact of lameness and claw lesions in cows on health and production. *Livestock Sci*, 156(1-3), 64-70.
- Kofler, J. (2017). Pathogenesis and Treatment of Toe Lesions in Cattle Including “Nonhealing” Toe Lesions. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 33 (2), 301–328.
- Mahendran, S. & Bell, N. (2015). Lameness in cattle 2. Managing claw health through appropriate trimming techniques. *In Practice*, 37 (5), 231–242.
- Newsome, R., Reilly, B. & Reader, J. (2019). Management of claw horn lesions; a practitioner’s guide through the literature. *Livestock*, 24 (1), 6–12.
- Ouweltjes, W., Holzhauser, M., Van der Tol, P. P. J., & Van der Werf, J. (2009). Effects of two trimming methods of dairy cattle on concrete or rubber-covered slatted floors. *J Dairy Sci*, 92(3), 960-971.
- Randall, L. V., Green, M. J., & Huxley, J. N. (2018). Use of statistical modelling to investigate the pathogenesis of claw horn disruption lesions in dairy cattle. *The Veterinary Journal*, 238, 41-48.
- Stoddard, G. C., & Cramer, G. (2017). A Review of the relationship between hoof trimming and dairy cattle welfare. *Veterinary Clinics: Food Animal Practice*, 33(2), 365-375.
- Telezhenko, E., Bergsten, C., Magnusson, M., Ventorp, M., & Nilsson, C. (2008). Effect of different flooring systems on weight and pressure distribution on claws of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 91(5), 1874-1884.
- Telezhenko, E., Bergsten, C., Magnusson, M., & Nilsson, C. (2009). Effect of different flooring systems on claw conformation of dairy cows. *Journal of dairy science*, 92(6), 2625-2633.
- Telezhenko, E., Magnusson, M. and Bergsten, C. (2019). Novel approach for modelling force and pressure distribution inside bovine claws and on different

surfaces. Pages 115-117 in Proceedings of the 20th International Symposium and the 12th Conference on Lameness in Ruminants. Tokyo, 115-117.

Van Amstel, S.R., Shearer, J.K. & Palin, F.L., (2004). Moisture content, thickness, and lesions of sole horn associated with thin soles in dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 87, 757–763.

Von Keyserlingk, M. A. G., Barrientos, A., Ito, K., Galo, E., & Weary, D. M. (2012). Benchmarking cow comfort on North American freestall dairies: Lameness, leg injuries, lying time, facility design, and management for high-producing Holstein dairy cows. *J Dairy Sci*, 95(12), 7399-7408.