



Test- og slutrapport

Reduktion af vingeskader på slagtedagen

Projektperiode: januar 2021 – juli 2022

29. august 2022

Proj.nr. 2008793

Version 1

Init. JOKL/MT/JCAH

Baggrund

Vingeskader kan opstå under håndtering af den levende kylling og under processing af slagtekroppen på slagteriet (efter bedøvelse og aflivning). Kun førstnævnte udgør et dyrevelfærdsmæssigt problem, men vingeskader, uanset årsag, resulterer i et økonomisk tab for slagteriet. Vingeskader på fjerkræ er hyppige og kan forekomme i op til 10% (Jamil, 2003¹) af kyllingerne. De er beko-stelige for slagteriet og medfører ringe dyrevelfærd.

Viden om, hvornår en vingeskade er opstået, har stor værdi for slagteriet, fordi en evt. uhensigtsmæssig håndtering af enten den levende kylling eller slagtekroppen, som fører til skader, skal ændres.

Det er ekstremt ressourcetungt at gennemføre kontrol af skader på kyllinger inden aflivning. Dertil kan håndtering i forbindelse med kontrollen kompromitere kyllingernes velfærd yderligere. En post mortem (PM) kontrol på slagtelinjen udgør derimod en god mulighed for at dokumentere og vurdere samtlige kyllinger for vingeskader. Det stiller dog krav til, at registreringen af skader sikkert kan dateres tilbage til tidspunktet for oprindelsen og dermed den mulig årsag til skaden. Slagterierne udfører sådan en kontrol, men kun på stikprøver.

Et aktuelt FAF-projekt (Reduktion af vingeskader på slagtedagen) vil afklare, om det er muligt at udvikle software til slagterierne til at supplere eller evt. erstatte den manuelle kontrol. Softwaren vil ideelt kunne udføre en 100% objektiv kontrol og skal kunne dokumentere antal og type af vingeskader, samt hvornår de er opstået.

Overordnet projekt-mål

Udvikling af billedanalysealgoritmer til visionudstyr til at overvåge og dokumentere forekomst og oprindelse af vingeskader samt test af prototype på et fjerkræslagteri.

Målgruppen

Fjerkræslagterierne.

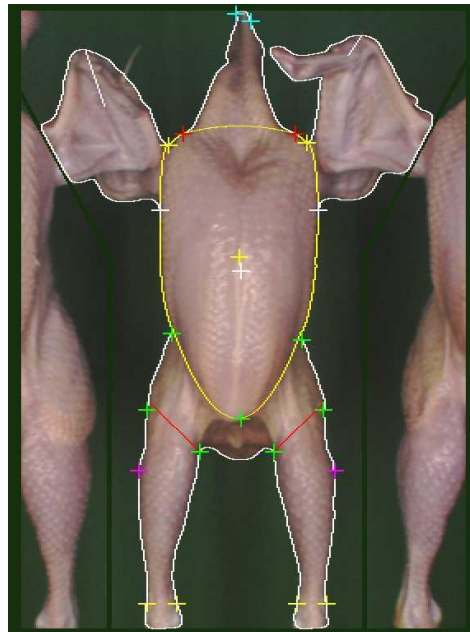
Værdiskabelsen

Forbedre dyrevelfærden, højne kødkvaliteten, reducere fraskær og udgifter til personale.

¹ Jamil, M. (2003) Skador hos kycklingar vid slakt och transport. Svensk veterinärtidning. 5, 11-16.

Overvejelser i analyse- og idéfasen

Projektets formål er at udvikle en algoritme til slagteriernes eksisterende visionssystem, som på nuværende tidspunkt registrerer slagtevægt og brystudbytte. Efter billeddata fra det eksisterende kameraudstyr blev gennemgået, blev det (grundet overlap mellem vinger) fundet nødvendigt at opstille supplerende udstyr et andet sted. Et eksempel på billeddata fra eksisterende vision-udstyr, hvor der er overlap mellem vinger fra flere kyllinger, ses herunder:



Kravene til det nye sted inkluderede, at det skulle være før kvalitetssortering på slagtelinjen, der skulle være 100% udsigt til både venstre og højre vinge tilhørende hver kylling, og udstyret måtte ikke forstyrre produktionens medarbejdere. Det blev fundet, at bagsiden af veterinærkontrollen udgjorde et godt sted, fordi her separeres hver anden kylling, så der kommer mellemrum mellem de enkelte kyllinger, hvilket giver frit udsyn til begge vinger – uden overlap. Et billede fra dette sted ses herunder:



Der blev taget kontakt til en udstyrsleverandør tidligt i projektforløbet, hvorved et samarbejde blev etableret for at sikre videre udvikling og til sidst kommercialisering af det færdigudviklede produkt efter endt projektperiode. Udstyrsleverandøren overtog ansvaret for hardwaredelen af udstyret inklusiv at opstille supplerende kameraudstyr.

For bedre at kunne vurdere opsætningen af den nye kameraopstilling, inklusive antal kameraer, vinkel på kameraerne og tilhørende lysstyrke, blev der foretaget en undersøgelse af de forskellige typer af vingeskader (fx knoglefraktur og blå mærke) samt lokation af skaderne på vingen (fx hånden, i skulderled, og om de optræder på både den ene og den anden side af vingen) på værtsslagteriet. Undersøgelsen bestod af visuel inspektion af ca. 200 afskårne kyllinger med kvalitetsforringende skader samt dialog med værtsslagteriet.

I analyse- og idéfasen blev årsager til vingeskader og forekomst af vingeskader undersøgt vha. litteraturindsamling. Dertil blev det undersøgt, hvordan man kan vurdere skader i forhold til, hvornår de er opstået. Information er hentet fra litteraturen, Teknologisk Instituts egne undersøgelser af kyllinger på værtsslagteriet samt dialog med fjerkræbranchen og eksperter. Analyse- og idéfasen har båret præg af, at der findes meget lidt viden om, hvordan man kan vurdere skader i forhold til, hvornår de er opstået. Derfor har fastlæggelse af kriterier til vurdering af vingeskader været en længere proces end ventet. Det har også betydet, at ambitionsniveauet om at kunne vurdere skader (meget præcist) i forhold til, hvornår de er opstået i processen fra indfangning af den levende kylling til håndtering af slagtekroppen på slagteriet, ikke kunne opfyldes. Projektets ambitionsniveau blev justeret til at kunne vurdere skader i forhold til, om de er opstået før eller efter aflivning. Resultater fra undersøgelsen kan findes i dokumentet: "Afdækning af typer, lokation og risikofaktorer for vingeskader opstået på slagtedagen".

Udvikling af protokol til vurdering af skader

Der har været tæt dialog med værtsslagteriet for at definere kategorisering og vurderingskriterier af vingeskader ud fra både et dyrevelfærdsmæssigt og et økonomisk synspunkt. Andre fjerkræeksperter blev også konsulteret for at fastlægge fælles kriterier for vurdering af skader. Første vurdering af vinger er baseret på, om vingen er skadet eller ej. Hvis vingen er skadet, kategoriseres skaden først og fremmest baseret på type (brud eller blødning). Hvis det er et åbent brud, vurderes det, om bruddet er opstået før eller efter aflivning, afhængigt af om der ses en blødning i eller omkring bruddet. Hvis det er en blødning, også kaldet blå mærke, så er det opstået før aflivning, og skaden kategoriseres baseret på lokation af blødningen.

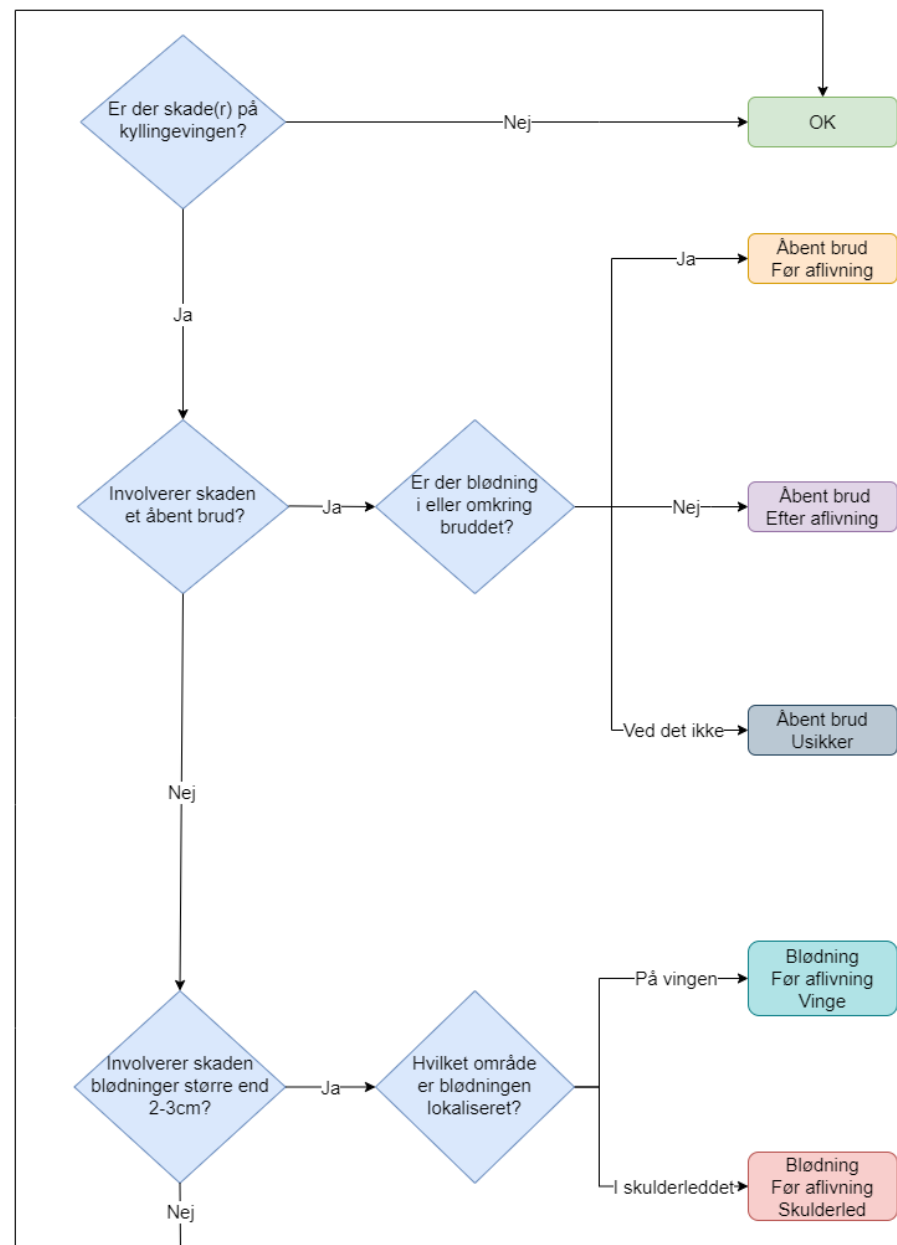
Den endelige klassificeringsprotokol indeholder 6 kategorier:

1. OK: Ingen skader på vingen.

Hvis vingen er skadet, kategoriseres skaden således:

2. Åbent brud, før aflivning: Et åbent brud, som er opstået før aflivning.
3. Åbent brud, efter aflivning: Et åbent brud, som er opstået efter aflivning.
4. Åbent brud, usikker: Et åbent brud, hvor det er vanskeligt at vurdere, om skaden er sket før eller efter aflivning pga. skadens udseende, eller fordi skaden ikke er helt synlig.
5. Blødning, før aflivning, vinge: Blødning på vingen, som er opstået før aflivning.
6. Blødning, før aflivning, skulderled: Blødning i skulderleddet, som er opstået før aflivning.

Baseret på kategorierne ovenover er der udarbejdet følgende beslutningstræ til vurdering af vinger:



Udvikling af algoritmer

Indsamling af billeddata til algoritmeudvikling foregik på værtsslagteriet. Over tre dage blev over 175.000 billeder af vinger indsamlet – både af højre og venstre vinge. Et eksempel kan ses nedenfor:



Algoritmer til klassificering af vinger er udviklet på baggrund af et datasæt på omkring 26.000 billeder af vinger, hvor vi har fokuseret på venstrevinger, da højre vinge kan blive simuleret som en venstre vinge vha. dataaugmentation.

Én vinge kan have flere skader. Derfor blev det valgt, at annoteringen skulle udføres i følgende format:

ID	OK	Damage	Frac_Bef	Frac_Aft	Frac_Uns	Bruise_wing	Bruise_shoulder
----	----	--------	----------	----------	----------	-------------	-----------------

Hvert billede/hver vinge har et ID, og resten af kolonnerne er udfyldt binært for at sige, om vingen enten er ok eller skadet (Damage). Hvis den er skadet, hvilke skader er så til stede på billedet korresponderende til de 5 kategorier af skader beskrevet tidligere.

Baseret på dette er der lavet to neurale netværk til detektion og klassificering af vingerne. Det ene netværk har til formål at bestemme, hvorvidt en vinge er skadet eller ej. Det andet netværk er derimod lavet for at bestemme typen af skaden (klassificering), der forekommer på vingen.

Modellen, der anvendes til at detektere skader, er opbygget som Resnet18, med prætrænede vægte med et sidste lag som et fully connected layer, der giver en 1xn vektor som output i form af sandsynligheder. Billederne normaliseres derfor til imagenet i træningsprocessen, netværket trænes, og der anvendes en softmax aktiveringsfunktion, hvor resultatet evalueres på baggrund af den annotering, der er angivet af vingen.

Til første del af analysen, hvor der skal bestemmes, om en vinge er ok eller skadet, er træningssættet på cirka 3.200 billeder, hvor den ene halvdel er skadet, og den anden er ok. Dernæst er der brugt omkring 800 billeder i valideringssættet.

Resultater Resultaterne fra første del af analysen til at bestemme, hvorvidt en vinge er skadet eller ej, viser en præcision på 90,3% baseret på 792 valideringsbilleder. Dvs. 715 billeder er blevet klassificeret korrekt, hvor de resterende 77 er blevet klassificeret forkert.

Resultaterne fra anden del af analysen til klassificering af, hvilken skade der er til stede på billedet, viser en præcision på 91,6%. Der har været ca. 2.000 billeder i alt, af disse er 20% taget fra til validering, hvilket svarer til 400 billeder.

Diskussion Præcisionen af algoritmernes vurdering af skader er ikke optimal. Det skyldes højst sandsynligt, at nogle vinger er annoteret som ok, selvom der har været mindre blødninger på vingen; blødninger, der har været så små, at de ikke har haft nogen økonomisk betydning. Det vil sige, at de ikke så fremtrædende skader går ind og forvirrer netværket. Fejlen er fordelt således, at de 77 fejlbedømte billeder er 50/50% fordelt på hhv. ok og skadet, hvilket er en klar indikation på, at netværket har svært ved at finde det, det har lært.

Usikkerhederne omkring, hvilken type skade der har været på vingen, skyldes primært blødninger, som kan være svære at identificere, fordi de kan se ud på mange forskellige måder. De fleste med knoglebrud er klassificeret korrekt, men der ligger et underestimat i forhold til prædiktionerne med blødninger, og derfor klassificerer netværket det som knoglebrud, hvilket kan være forvirrende. Men da netværket skal vælge, bliver den biased i forhold til det.

Konklusion Projektet har udviklet en metode til at vurdere vingeskader samt algoritmer til automatisk registrering af forskellige typer af vingeskader. I dag foretager slagteriet en manuel kontrol på en stikprøve af kyllinger, og det må antages, at på trods af at præcisionen på de udviklede algoritmer kan forbedres, så vil en 100% automatisk kontrol af kyllingevinger på sigt medføre en forbedring af dyrevelfærden og kødkvaliteten samt en reduktion i fraskær og udgifter til personale.

Arbejdet fortsættes kommercielt af udstyrsleverandøren, som har været en del af projektet fra start.

Kontaktinformation Joanna Klaaborg Stang. Mail: jokl@teknologisk.dk. Tlf.: 7220 1409.