



Årsrapport 2023

Den digitale fabrik, AP4 VisStik II

Peter René Bolvig Stentebjerg

12. juli 2024
Proj.nr. 2010406
Version 1.1
PESG/MT/OLR

Indledning

Projektets rammer er beskrevet i ansøgningen til Svineafgiftsfonden fra august 2022.

Aktiviteterne i projektet er blevet gennemført efter Innovationsmodellen udviklet af DMRI (se bilag 1). Nedenfor gives et sammendrag af indhold og udvalgte resultater i projektet, som detaljeret er gennemgået med både følge- og styregrupper igennem hele projektperioden.

Baggrund og formål

Under håndtering af levende dyr kan der være særlige dyrevelfærdsmæssige problemstillinger, der kræver løsninger til overvågning og hurtig intervention. Dette gælder også i forhold til stikning, hvor det skal sikres, at dyret er aflivet, inden de efterfølgende slagteprocesser indledes.

Teknologisk Institut har tidligere udviklet en monitoreringsløsning (VisStik), der vha. et visionsystem detekterer, om grisen er stukket korrekt. Hvis processen ikke afvikles, som det oprindeligt var forudsat, kan det føre til fejlalarmer, hvor linjen stoppes unødvendigt, og produktionsflowet dermed forringes. For at gøre systemet mere robust, og imødegå ændringer i processen, skal analyser og software derfor opdateres.

Formålet med projektet er at udnytte moderne vision- og softwareteknologi til at foretage en opdatering af den oprindelige VisStik-løsning, der skal reducere mængden af fejlalarmer og sikrer et bedre flow, samtidig med at den høje sikkerhed for detektion af ikke-stukne grise bibeholdes.

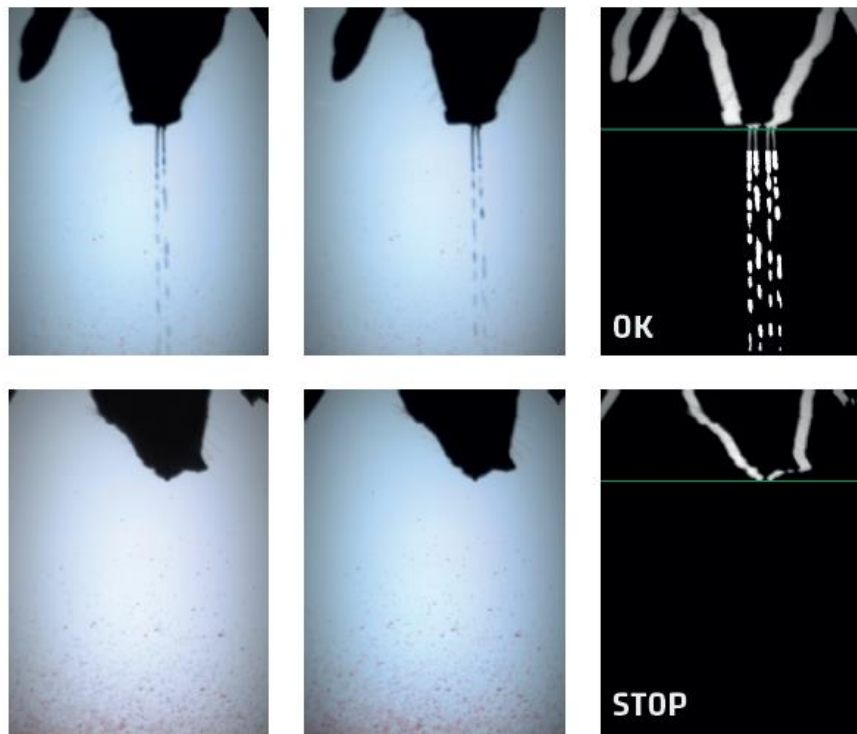
Projektomfang og case

Projektperioden forløb i 2023 og var støttet af Svineafgiftsfonden (SAF).

I første del af projektperioden blev flere af de danske slagterier besøgt for at opnå en forståelse for virksomhedernes erfaringer med VisStik samt identificere, hvilke ændrede processer der evt. kunne give udfordringer i form af unødige stop på linjen. Der blev efterfølgende identificeret et værtsslagteri med konkrete udfordringer, der kunne danne rammen for en projektcase. Projektet blev samtidig afgrænset til kun at fokusere på opdateringer og forbedringer af softwarepakken i VisStik, da det blev vurderet, at det ikke var nødvendigt at foretage ændringer i hverken hardware eller mekanik.

VisStik design og funktionalitet

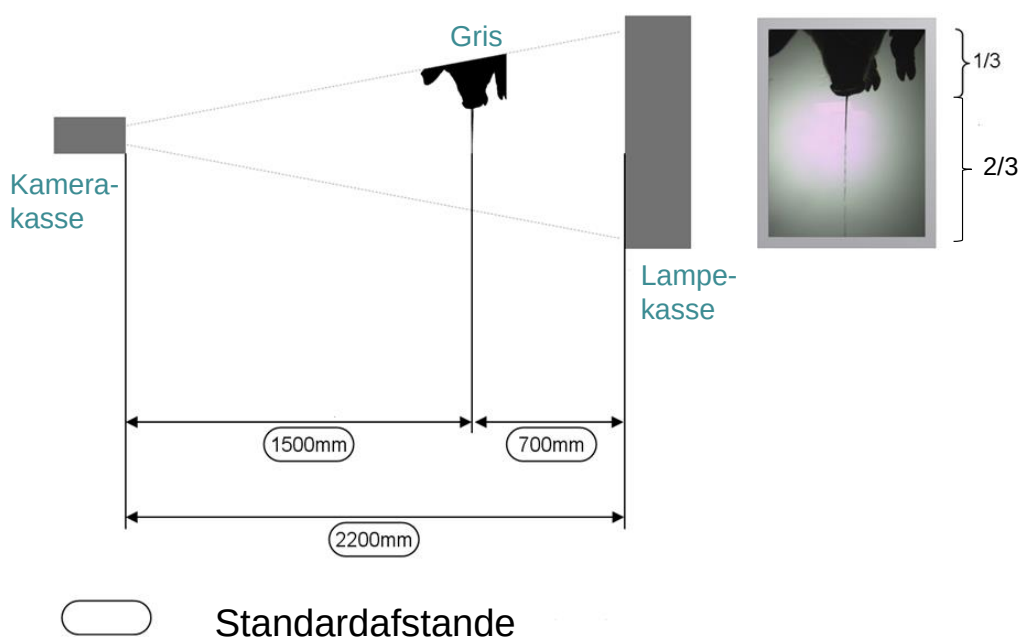
Den fundamentale funktionalitet af VisStik er at detektere blod fra grisen efter stikning, som vist i nedenstående figur 1. Hvis der ikke detekteres blod fra grisen, alarmeres der med det samme, og linjen stoppes, hvorefter en medarbejder på linjen manuelt kontrollerer grisen for korrekt stikning.



Figur 1. Ovenstående viser to eksempler fra monitorering af stikning via VisStik, hvor der øverst detekteres blod fra grisen, mens den nederste gris ikke er stukket, og linjen stoppes for efterkontrol af stikning.

VisStik består af et kamera, der optager en række billeder af grisen, når den passerer forbi kameraet foran en diffus bagbelysning, så grisen fremstår i silhuet i billeddata. Billederne trækkes derefter fra hinanden, hvormed baggrunden elimineres, og afgrænsningen mellem blod og gris kan detekteres (grøn linje), hvorefter mængden af blod estimeres. Det er denne beregning, der afgør, om grisen er korrekt stukket.

Der er en række afstandskrav til opstillingen af udstyret som vist i nedenstående figur 2:



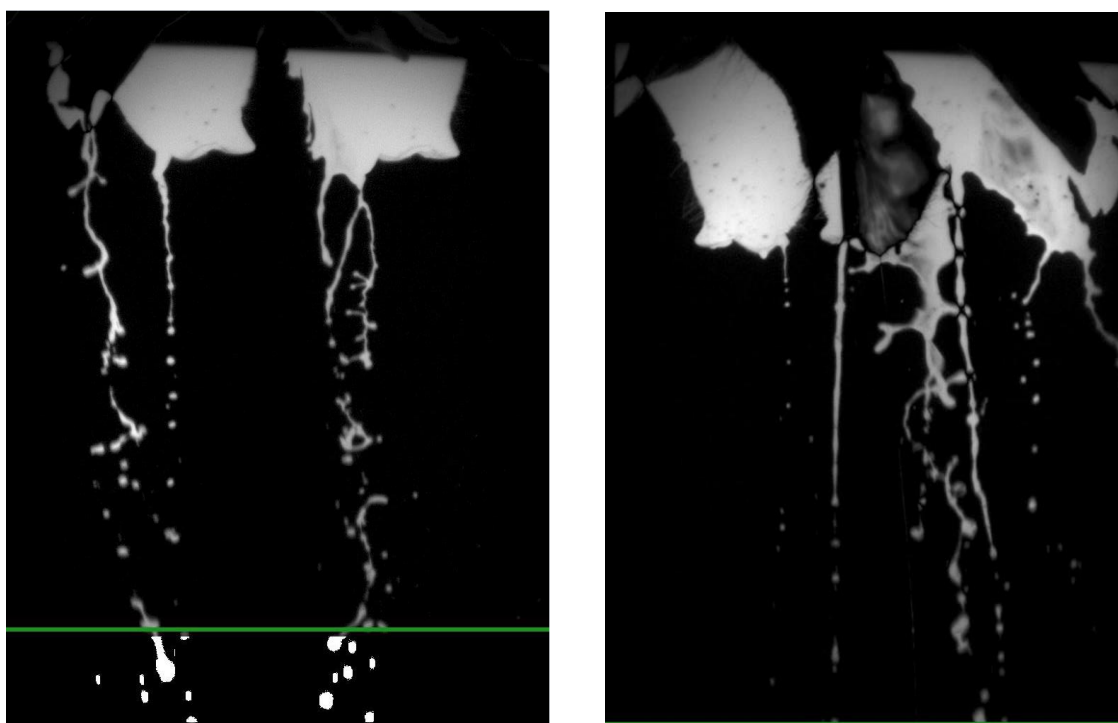
Figur 2. Afstandskrav til måleopstillingen bestående af en kamerakasse og en lampekasse til bagbelysning.

Derudover er der krav til afstanden mellem grisene på kæden, så der ikke kan opstå situationer med mere end én gris i billedfeltet. Ligeledes kan der være udfordringer, hvis grisen svinger, hvorfor det kræves, at grisene passerer i et jævnt flow forbi udstyret.

Udfordringer med VisStik hos værtsslagteriet

Under den indledende analyse af de aktuelle VisStik-installationer hos forskellige virksomheder blev der identificeret forskelle i stikningsprocessen, der kan give udfordringer for VisStik. Samtidig blev det konstateret, at flere installationer ikke har udfordringer og derfor kører med en stor driftssikkerhed med en høj præcision og ganske få tilfælde af unødige stop.

Det aktuelle værtsslagteri havde derimod flere udfordringer og et højt niveau af fejlalarmer pga. situationer, hvor blodet fra grisen ikke blev detekteret korrekt. Dette skyldes primært en anden stikkemåte ift. de øvrige installationer, som giver en større variation i det affotograferede blodmønster. Samtidig kan svingninger og vibrationer på kæden også give et anormalt blodmønster, der kan være en udfordring for VisStik. Nedenfor vises 2 eksempler på dette fænomen.

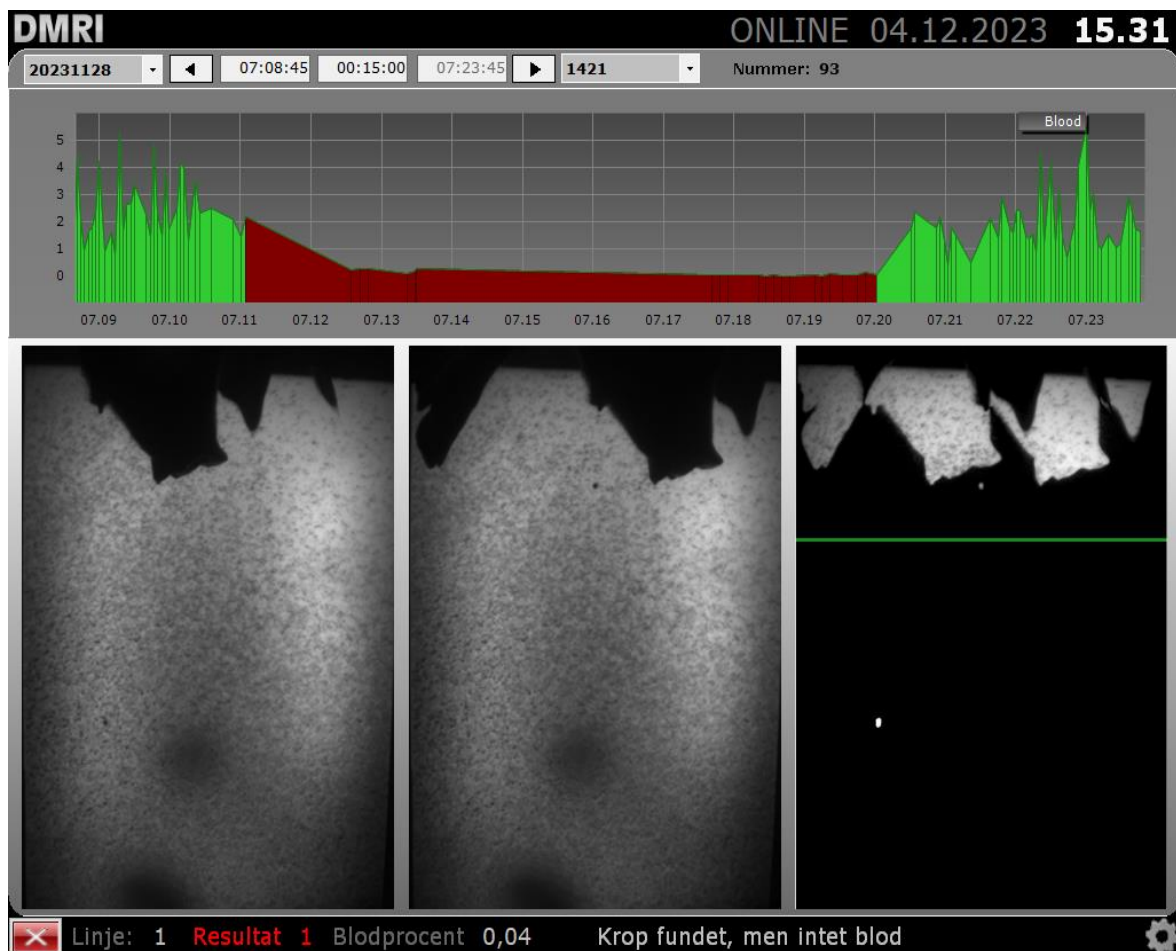


Figur 3. Eksempler på ændrede blodmønstre fra grisen, der ikke detekteres korrekt, hvormed en fejlalarm opstår. Bemærk den grønne afgrænsning, der i begge tilfælde ikke finder grisens tryne korrekt (bemærk, at den grønne streg er helt i bunden i højre eksempel).

Ovenstående viser også, at mængden af blod kan variere, så grænsen mellem blod og gris kan også være vanskelig at estimere korrekt.

En anden situation, der kan opstå under drift, er, hvis linjen/kæden stopper og holder stille i lang tid pga. udfordringer længere ude på slagtelinjen. Dette vil også standse linjen ved stikning, hvormed flere af grisene kan nå at afbløde, mens de hænger stille. Når linjen på et tidspunkt kører igen, kan der derfor være risiko for, at flere grise i træk vil forårsage en (korrekt) alarm og stop ifm. målingerne fra VisStik, hvormed linjen skal genstartes op til flere gange i træk. Denne hændelse blev diskuteret med værtsslagteriet, og der var klar enighed om, at denne situation er helt korrekt håndteret, idet alle grise bør efterkontrolleres, uanset om der har været en stophændelse, hvor grisen kan være afblødt, inden den passerer VisStik-udstyret.

Nedenfor er vist et eksempel fra VisStik-programmet på denne hændelse, hvor en række grise i træk bliver alarmeret, pga. korrekt manglende bloddetektion.



Figur 4. Eksempel fra VisStik-software, der demonstrerer et længere stop på linjen, der har gjort, at VisStik ikke kan detektere blod på flere grise i træk. Diagrammet øverst viser blodmængden, hvor de grønne er OK, mens de røde giver en alarm. Nederst vises et udvalgt billeddatasæt med analyseresultat for en enkelt måling.

Dataanalyse

Projektet havde, som nævnt tidligere, en analyse-/idéfase, hvor flere slagterier blev besøgt, der alle havde et VisStik-udstyr i drift. Data fra disse installationer blev efterfølgende hjemtaget for at afgøre performance og niveauet af alarmer. Til dette analysearbejde blev der udviklet flere digitale værktøjer for at håndtere de store mængder af data.

I første omgang blev datasæt fra 2 virksomheder analyseret. Alle billeder, der havde udløst en alarm, blev gennemgået og inddelt i 3 alarmkategorier:

1. Ingen eller for lidt blod detekteret fra grisen.
2. Detektion af grænsen mellem gris og blod er ikke fundet korrekt (den grønne linje ligger for langt fra grisen, så mængden af blod ikke måles korrekt).
3. Andre fejlalarmer, der skyldes forstyrrelser foran kameraet, fx hvis billedet blokeres af en medarbejder, eller kameraruden er blevet beskidt og rengøres.

Denne inddeling af alarmerne blev anvendt til at foretage en optælling af antallet af alarmer, herunder fordelingen af alarmtyperne. Dette viste, at værtsslagteriet havde en betydelig større andel af alarmer end den anden virksomhed, men også at niveauet af alarmer, der var udløst af kategori 2 (forkert detektion af blodet fra grisen, figur 3), stod for mere end 1/3 af alle alarmer.

Alarmernes frekvens blev også analyseret i forhold til, hvornår og hvor mange af hver af alarmtyperne der opstår over en typisk dagsproduktion. Denne frekvensanalyse viste, at de fleste alarmer opstår efter et længerevarende stop på linjen, hvorefter flere alarmer udløses i træk, da der ikke kan detekteres blod fra grisen som vist med et eksempel i figur 4. Derimod opstår fejlalarmerne fra kategori 2 jævnt over hele dagsproduktionen, hvilket viser, at grisenes variation i blodmønster (pga. stikningsmetoden eller rystelser og svingninger af grisen på kæden) ikke kan tilskrives en eller flere specielle events under en dagsproduktion.

Dataanalysen viste derfor, at VisStik II skulle baseres på en bedre løsning til at detektere blodet fra grisen, i de tilfælde hvor blodmønsteret var ujævnt, eller blodmængden var stor.

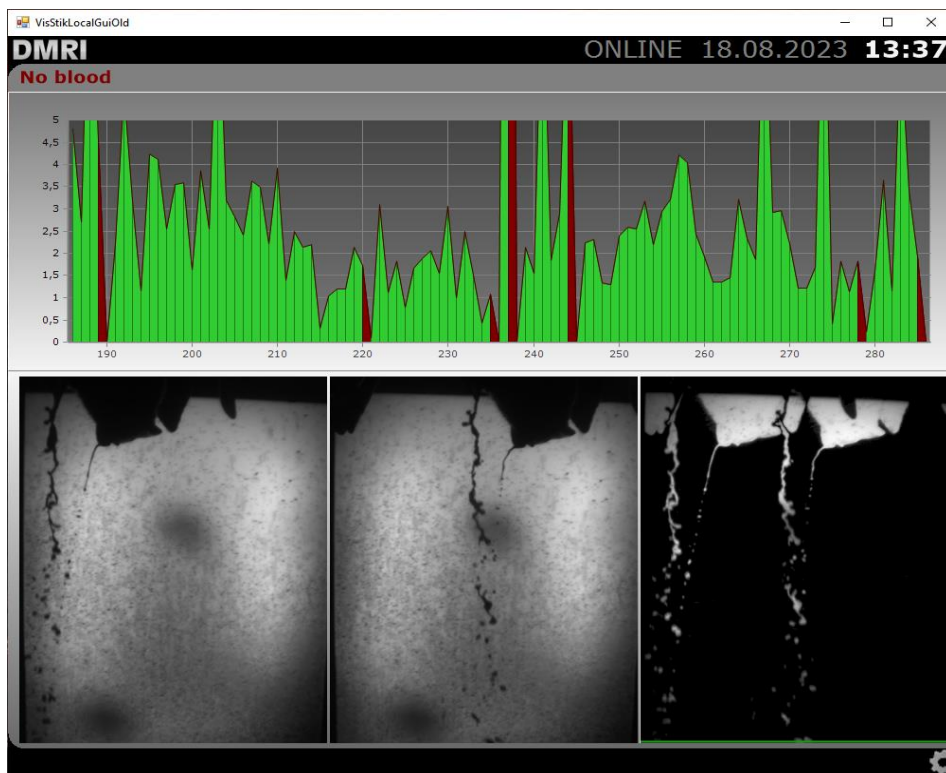
Udviklingen af VisStik II

Udviklingen af VisStik II blev gennemført i en iterativ proces, hvor en større datamængde fra flere slagterier løbende blev afprøvet med de nyudviklede detektionsalgoritmer, der skulle kunne detektere den korrekte adskillelse mellem gris og blod i billedet, så blodmængden kunne estimeres bedre uden efterfølgende falske alarmer. Samtidig var det essentielt, at alle data med ikke-stukne grise stadigvæk blev detekteret og alarmeret, så systemet opretholdt denne høje præcision.

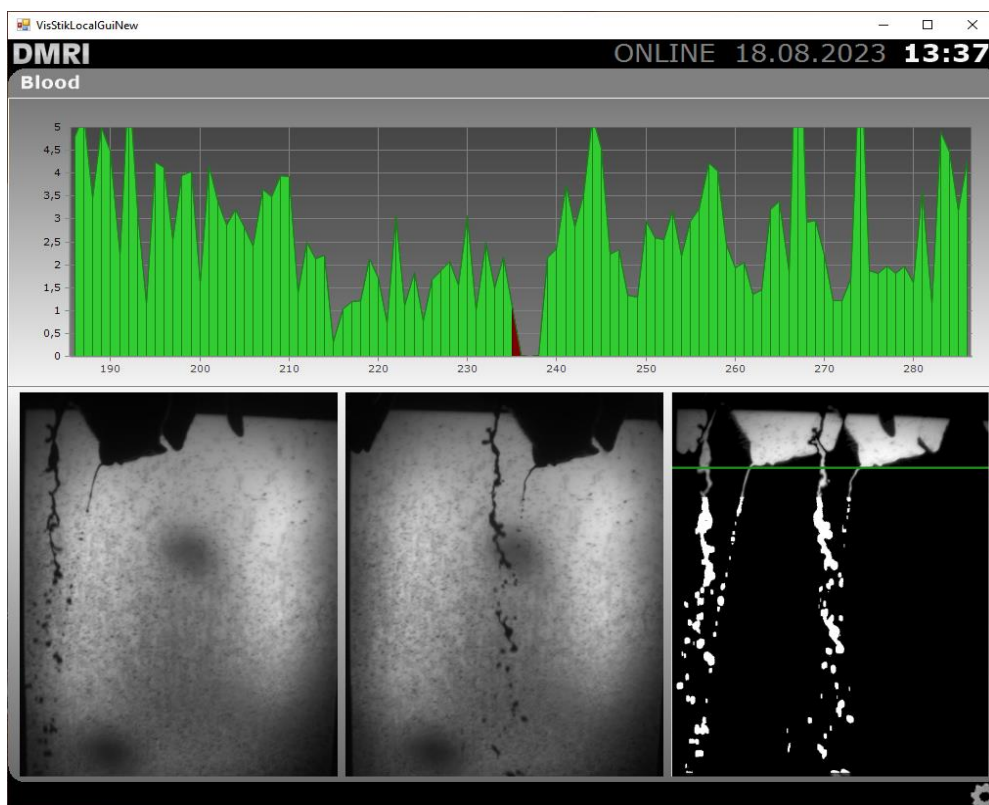
Den iterative testproces blev muliggjort gennem et nyudviklet testprogram, der kunne foretage en sammenligning mellem de "gamle" og de "nye" detektionsalgoritmer, både manuelt med visning af aktuelt billeddata og også automatisk med statistiske resultater.

VisStik II. Resultater og konklusion

Nedenfor ses et eksempel på forbedringen af resultatet mellem den gamle software og den nyudviklede softwarepakke til VisStik II, der kan håndtere variationer i blodmønstre pga. stikkemetoden hos værtsslagteriet samt evt. rystelser og svingninger på kæden. Det ses tydeligt, at detektionen af grænsen mellem gris og blod nu er detekteret korrekt, og at blodmængden fra grisen bliver konstateret.



Figur 5. Eksempel på den oprindelige software til VisStik, der kunne have problemer med at detektere grisens afgrænsning korrekt ift. blodmønsteret fra grisens tryne. I øverste venstre hjørne angives det også, at systemet ikke har detekteret blod, en fejlalarm vil blive udløst, og linjen stoppes unødigt.



Figur 6. Det samme dataeksempel som i figur 5, men nu med den nyudviklede software til VisStik II, hvor afgrænsningen mellem gris og blod nu detekteres korrekt, hvilket medfører, at blodet kan estimeres, og der ikke udløses fejlalarm eller stop på linjen.

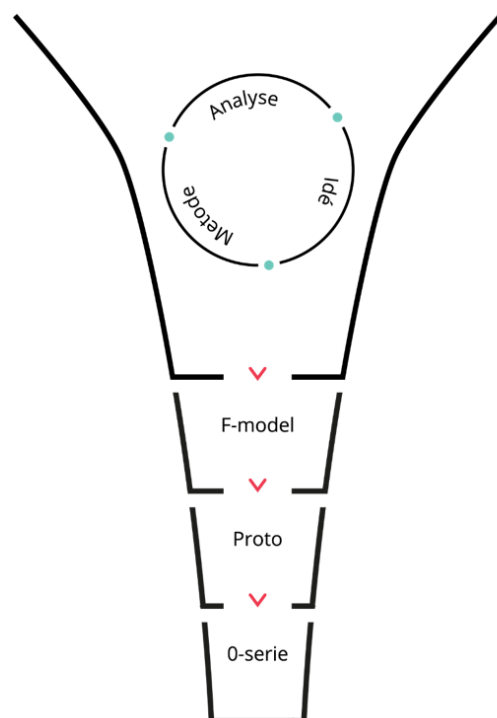
VisStik-udstyret hos værtsslagteriet blev ultimo 2023 opdateret med den nyudviklede softwarepakke til VisStik II. Efterfølgende opgørelser af alarmerne viste en reduktion i andelen af kategori 2 fejltypes-alarmer på over 95%, hvilket samtidig medførte et markant fald i det totale antal af fejlalarmer. Efter en periode med den nye software i drift blev den forbedrede løsning også godkendt af værtsslagteriet, der tilkendegav, at de oplevede færre fejlalarmer og dermed et bedre flow i stikkeprocessen.

Publikationer af VisStik II i 2024

- DMRI – Teknologisk Institut, nyhedsbrev 22. januar 2024, "Optimering af udstyrsløsninger til automatisk procesovervågning".
- Plus Proces #3 april 2024, "Optimering af visionteknologier på dansk slagteri".

Innovationsmodellen

Projekt mål: En forbedret løsning til kontrol af stikning, der bibeholder den høje sikkerhed for detektion af ikke-stukne grise, men reducerer forekomsten af fejlalarmer



Faser	Periode	Aktiviteter	Leverancer
Analyse	Q1 2023	Besøg hos relevante virksomheder med VisStik(l) installeret. Opgøre aktuelle udfordringer samt årsager til "fejlmålinger".	Rapportering fra besøg.
Ide	Q1-Q2 2023	Udarbejde Ide-katalog over forbedringsforslag baseret på nuværende hardware, men en opdateret analyse software.	Ide-katalog over konceptløsninger Kravspecifikation til en forbedret løsning
Metode	Q2-Q3 2023	Udvælge det mest lovende forbedringsforslag. Designe og teste en ny/forbedret analyse på metodeniveau	Reference-data hjemtages fra udvalgte installationer af VisStik.
F-model	Q3-Q4 2023	Videreudvikling af analyser og algoritmer.	Offline-test af algoritmer på reference-data.
<u>Proto</u>	Q4 2023	Optimering af algoritmer og implementering af software på en eksisterende VisStik installation.	Resultatopgørelse Test online
0-serie			