



Årsrapport 2022

Reduktion af fremmedlegemer

Peter René Bolvig Stentebjerg (projektleder)

2. juni 2023
Proj.nr. 2009658
Version 1.1
PESG/MT/MAHD

Indledning

Projektets rammer er beskrevet i ansøgningen til Svineafgiftsfonden fra august 2021.

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, formål og værdiskabelse

Alle slagterier har i større eller mindre grad udfordringer med fremmedlegemer i slutprodukter. Fremmedlegemer kan komme fra beskyttelsesmidler eller materiel anvendt i produktionen, fx handsker og forklæder samt kasser, kar og andre typer emballage. Fremmedlegemer er ofte små i størrelse og kan nemt blive overset i produktionen, da det typisk er meget små fragmenter af enten plast eller metal.

Fremmedlegemer af plast har i den seneste tid fået en større opmærksomhed fra fødevareremyndighederne, der kan kræve tilbagekald af plastfund i produkter. Udstyr, der anvendes til at detektere fremmedlegemer, er typisk metal- og røntgendetektorer, der imidlertid ikke kan detektere små stykker af tynd plastik, hvorfor udfordringen med at sikre, at produkterne er frie for fremmedlegemer, bliver mere vanskelig.

Formålet med projektet er at fastlægge kilder til plastforureninger på slagterier samt anwise, hvordan man evt. kan eliminere disse kilder eller etablere automatiske inspektionsudstyr, således at produkterne effektivt screenes for fremmedlegemer.

Den viden, der frembringes i projektet, vil kunne bruges til at komme med anbefalinger til, hvorledes kilder til fremmedlegemer kan reduceres/undgås, samt give et kvalificeret bud på valg og placering af inspektionsudstyr i produktionen. Dette forventes, på kort sigt, at kunne skabe en reduktion i forekomst af fremmedlegemer i industrien og dermed åbne op for muligheden for et reduceret ressourcespild med et forbedret klimaregnskab.



Figur 1. Eksempel på et blått plastfremmedlegeme fundet i en grillpølse.

Projektomfang og afgrænsning

Projektperioden løb over 1 år i 2022 og var sponsoreret af Svineafgiftsfonden (SAF). Ambitionen var at fastlægge følgende:

- Hvilke fremmedlegemer findes typisk i produktionen?
- Hvilke teknologier til fremmedlegemedetektion kan anvendes som inspektionsudstyr?
- Hvor kan kilder til fremmedlegemer opstå?
- Hvordan anvises mulighederne for en reduktion af fremmedlegemer hos slagterierne?

Projektet var afgrænset til at omhandle ikke-biologiske fremmedlegemer, hvilket betød at stykker af fx ben og brus blev udeladt, mens fokus primært lå på fremmedlegemer af metal og plastik. Derudover blev projektet afgrænset til kun at undersøge processer og områder på slagteriet, der var relateret til trimningsprodukter ifm. gennemgang og identificering af kilder til fremmedlegemer.

Projektforløb, herunder aktiviteter i 2022

Projektet udførte en række aktiviteter hos flere relevante virksomheder og slagterier med gennemgang af produktionsforhold for at identificere kilder til fremmedlegemer. Derudover blev en række interne aktiviteter hos DMRI prioriteret med bl.a. afprøvning og test af flere forskellige analyseteknologier indenfor automatisk inspektionsudstyr baseret på både vision- og røntgenteknologier. Projektet fokuserede også på udvikling af en omfattende guideline til at identificere kilder til fremmedlegemer hos slagterierne samt konkrete anbefalinger til at reducere forekomsten af fremmedlegemer i produktionen.

Indsamling af forskellige typer af konkrete fremmedlegemer

Via dialog med flere virksomheder blev variationen af fremmedlegemer afdækket efter modtagelse af konkrete fysiske eksempler på forskellige typer af fremmedlegemer, der enten var indsamlet direkte i produktionsmiljøet hos slagteriet eller kom fra reklamationer fundet hos en forædlingsvirksomhed.

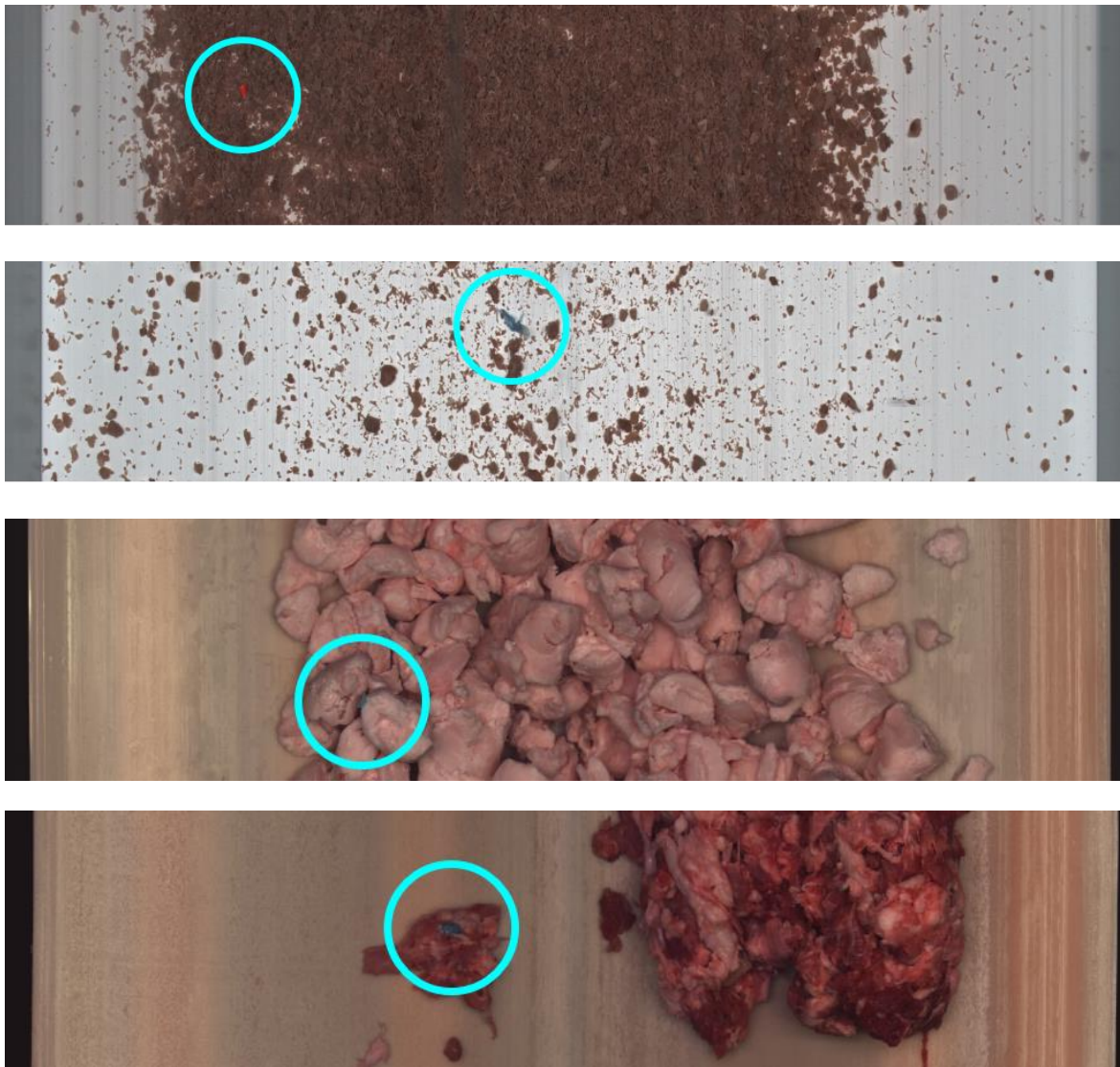
De fysiske fremmedlegemer blev opgjort som typisk:

- Hårde og tynde plastikstykker (oftest grøn, blå eller lilla)
- Små og større metalstykker
- Gummistykker (fx stykker af elastik fra wizard-handsker)
- Papir (inkl. blå etiketter med metallisk bagside, oftest anvendt i produktionen)

Fremmedlegemerne varierede en del i størrelsen, men var typisk små fragmenter ned til få mm i størrelse. Flere eksempler fra indsamlingen blev anvendt senere i projektet til forsøg med inspektionsudstyr.

Indsamling af data fra visionudstyr installeret hos flere fødevarer virksomheder

Udover at indsamle fysiske fremmedlegemer fundet i industrien benyttede projektet sig også af muligheden for at indsamle digitale data af fremmedlegemer fundet med detektionsudstyr (vision) installeret hos flere danske virksomheder. Data blev opgjort for at kunne vurdere frekvensen af forekomst af fremmedlegemer i forskellige produktioner, samt hvilke størrelser og farver der var mest udbredte. Resultatet gav samme billede som de indsamlede fremmedlegemer; at der er tale om små stykker plastik, der oftest er blå, idet denne farve også er mest udbredt som indpakningsmateriale. Samtidig blev det undersøgt, om man ud fra data kunne se, hvornår der typisk optrådte fremmedlegemer over en dagsproduktion, fx når der skiftes mellem råvarer fra forskellige leverandører.



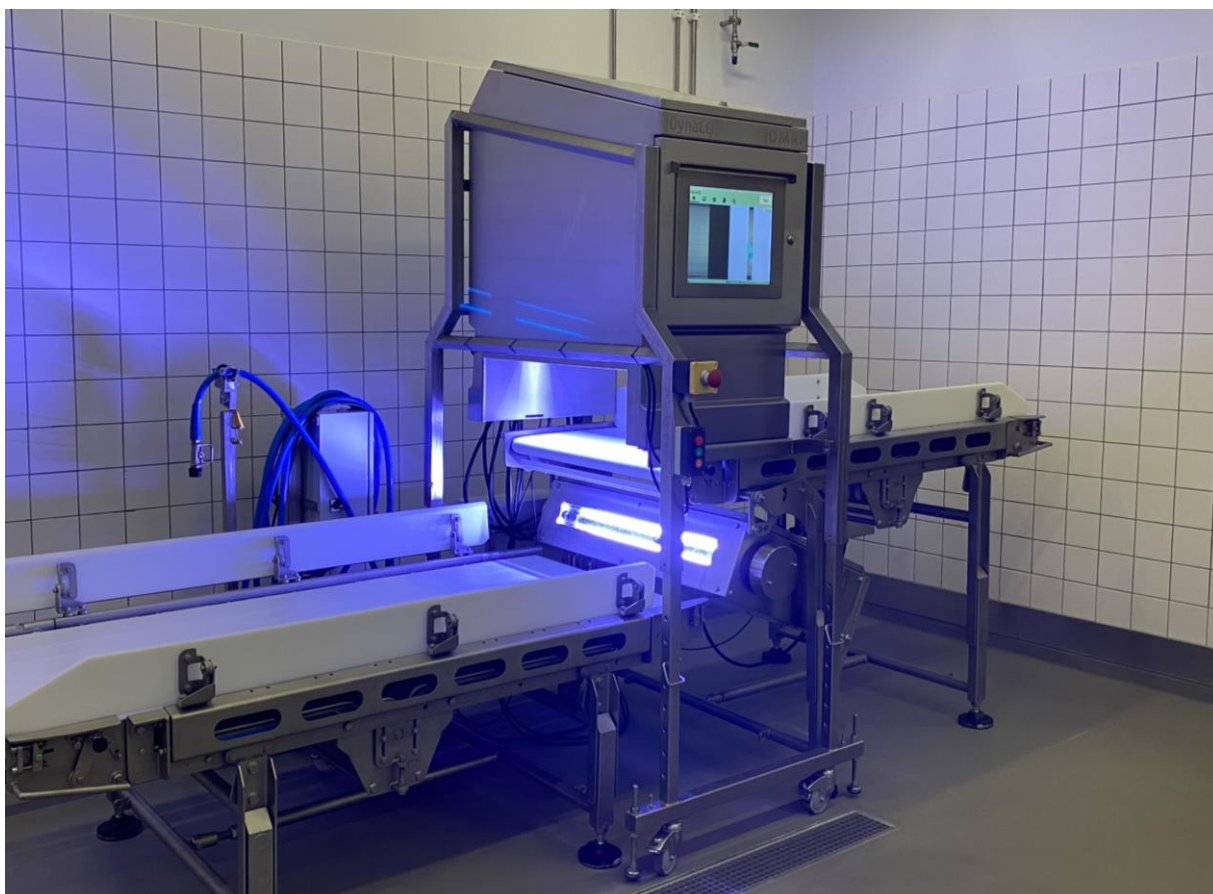
Figur 2. Eksempler på små fremmedlegemer af blå og rød plast, detekteret af visionudstyr installeret i forskellige produktioner hos flere virksomheder.

Detektion af fremmedlegemer med vision- og røntgenudstyr

Kan de indsamlede fremmedlegemer detekteres med inspektionsudstyr?

Dette spørgsmål blev relevant i projektet, efter man modtog de indsamlede fremmedlegemer fra flere virksomheder. DMRI råder over flere testudstyr, der udnytter både vision- og røntgenteknologi (X-ray), og disse blev anvendt til at udføre detektionsforsøgene.

Nedenfor er vist et dobbeltsidet visionudstyr med 2 kameraenheder, der kan detektere fremmedlegemer på overfladen af produktet på båndet, men også på undersiden af produktet, når dette falder udover det ene bånd og ned på det næste (vandfaldseffekt). Visionudstyret er multispektralt og kan foretage målinger i både det synlige spektrum (RGB), men også i det usynlige nærinfrarøde spektrum (NIR). Udstyret er designet til at detektere små plast-, papir- og gummi-stykker, som ligger på overfladen ned til 1-2 mm i størrelse og med en hastighed på op til 1 meter pr. sekund.



Figur 3. Testopstilling i pilot plant med det multispektrale visionudstyr, der kan detektere fremmedlegemer fra 2 sider.

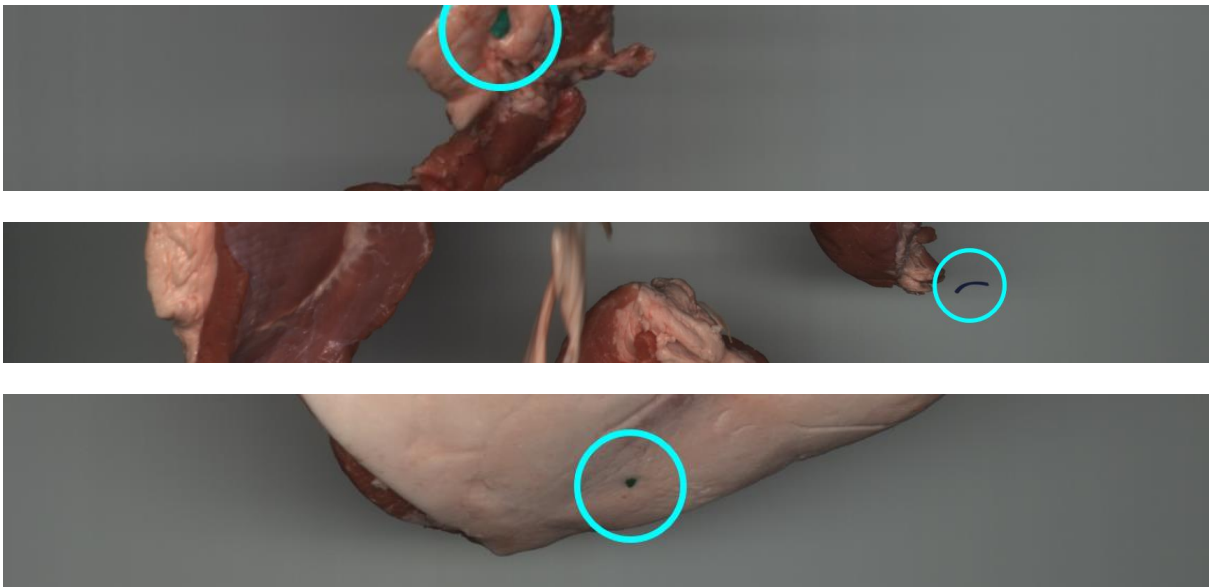


Figur 4. Eksempel på vandfaldseffekten, hvor undersiden af produktet også måles i det frie fald fra det ene bånd til det andet.

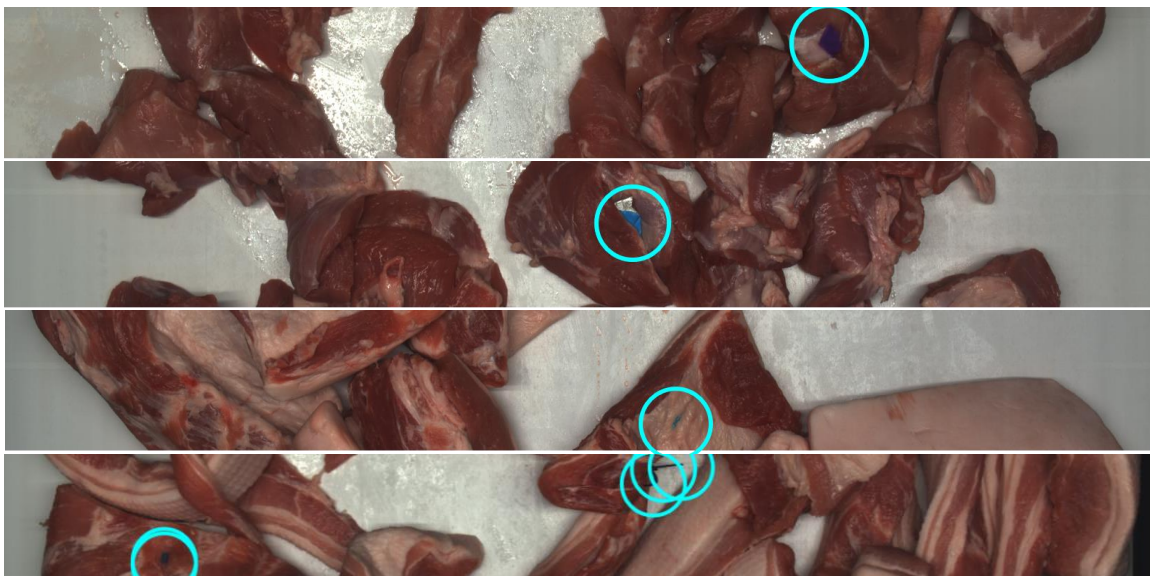


Figur 5. Udvalg af fremmedlegemer modtaget fra virksomhederne og anvendt til detektionsforsøg med visionudstyr.

Nedenfor er vist et udvalg af detektionsresultaterne på de konkrete fremmedlegemer af plast og papir i farverne grøn, blå og lilla. Det ses tydeligt, hvordan disse fremmedlegemer detekteres ikke alene på overfladen, men også i frit fald.



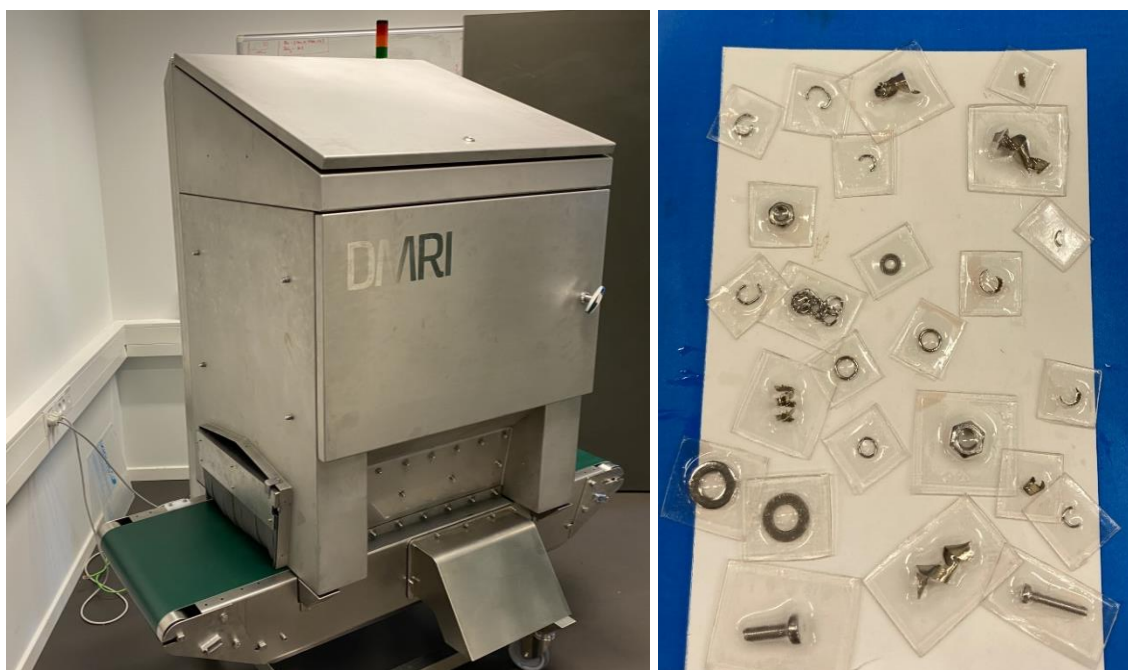
Figur 6. Eksempler på detektion af fremmedlegemer på undersiden af produkter i frit fald. Bemærk, at et af fremmedlegemerne, der er faldet af produktet, detekteres i luften.



Figur 7. Eksempler på fremmedlegemer detekteret på overfladen, når produkterne kører på båndet.

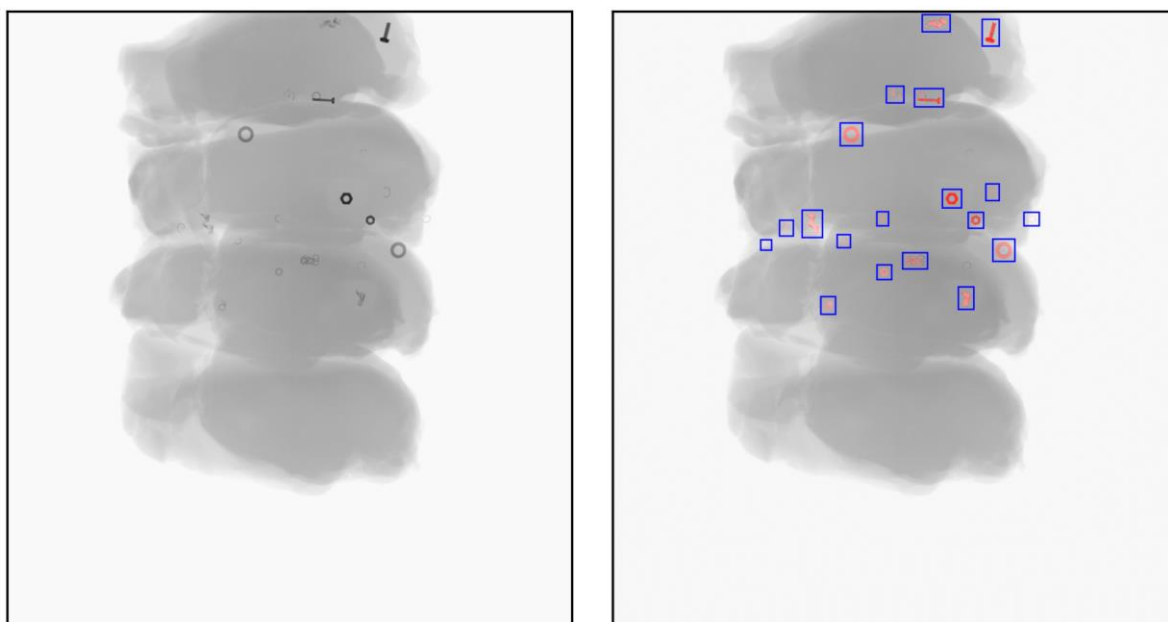
Røntgenudstyr (og metaldetektorer) er oftest anvendt i fødevareindustrien, da de kan detektere fremmedlegemer af metal, der også ligger inde i produktet. De kan dog ikke anvendes til at detektere små stykker af papir eller plastik, da densiteten af disse materialetyper er for lav.

Projektet udførte flere forsøg med små metalstykker, såsom små skruer og bolte fra maskiner samt små brynjestykker fra de brynjehandsker, der anvendes i skærestuen på slagterierne. Metalstykkerne blev gemt i lag af kød (op til 9 cm i højden) og lagt i enten en hvid SFK-kasse eller en rød E2-kasse, som anvendes til transport af kødprodukter. Testudstyret, der blev anvendt, er et såkaldt 2-energi-røntgenudstyr (DEXA – *Dual Energy X-ray Absorptiometry*), der kan danne 2 sæt af røntgenmålinger i stedet for et traditionel 1-energi røntgenudstyr. Nedenfor ses testudstyret samt metalstykkerne anvendt til testen.



Figur 8. 2-energi røntgenudstyr (venstre) anvendt til detektionsforsøg med et udvalg af små metalstykker af fremmedlegemer (højre).

Billeddata fra røntgenudstyret blev efterfølgende anvendt til at udvikle analyser til at detektere de forskellige metalstykker i kødlagene. Nedenfor vises et eksempel på resultaterne af denne analyse.

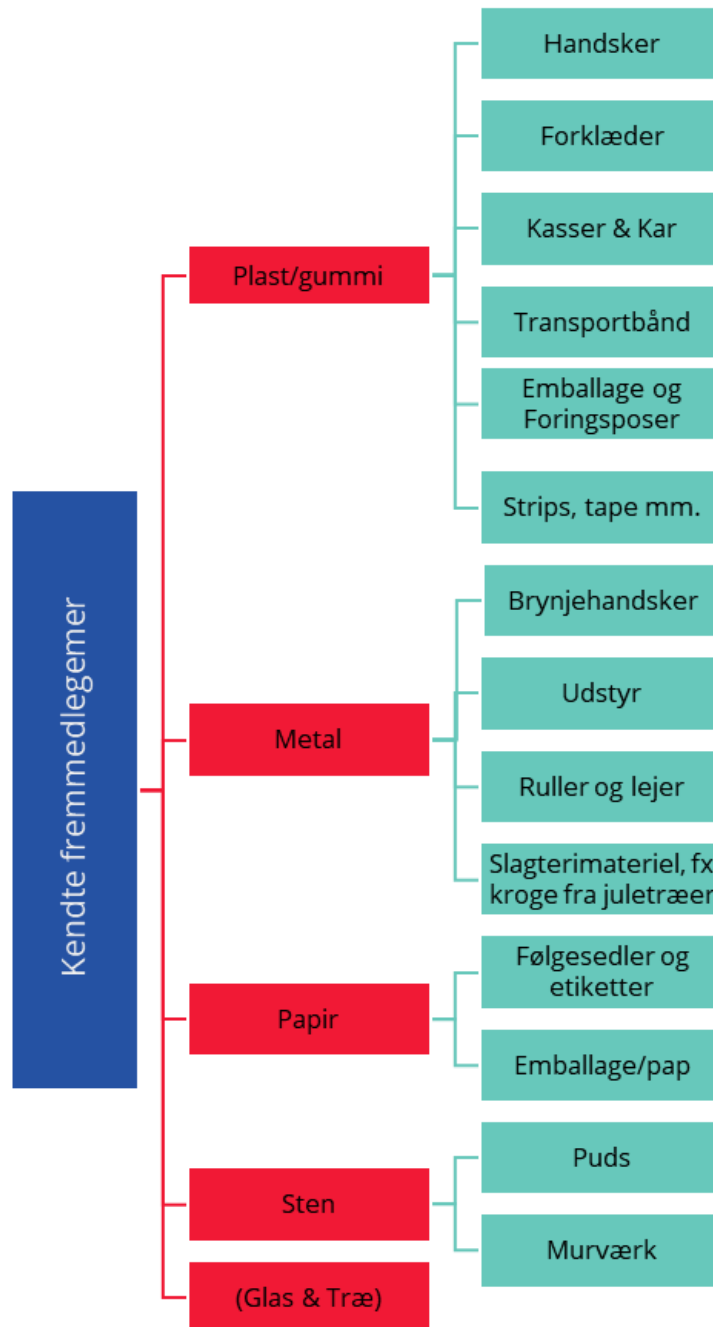


Figur 9. Måledata med tilstedeværelse af fremmedlegemer af metal gemt i et kødlag (venstre) samt resultatet af detektionsalgoritmen på data (højre).

Ovenstående viser en god performance af detektionsevnen, der dog kan producere falske positive, hvis produkttyperne er meget forskellige, eller hvis der fx er ben i produktet.

Kilder til fremmedlegemer på slagterier

I løbet af projektperioden besøgte projektgruppen flere slagterier i Danmark samt en forædlingsvirksomhed, der indkøber råvarer fra slagterierne. For hvert besøg blev der anvendt en struktureret og metodisk evalueringsprocedure for at undersøge processer og områder på slagteriet, hvor kilder til fremmedlegemer kan opstå. Nedenfor er disse kilder skiseret ift. de kendte fremmedlegemer, der er indsamlet hos flere slagterier.



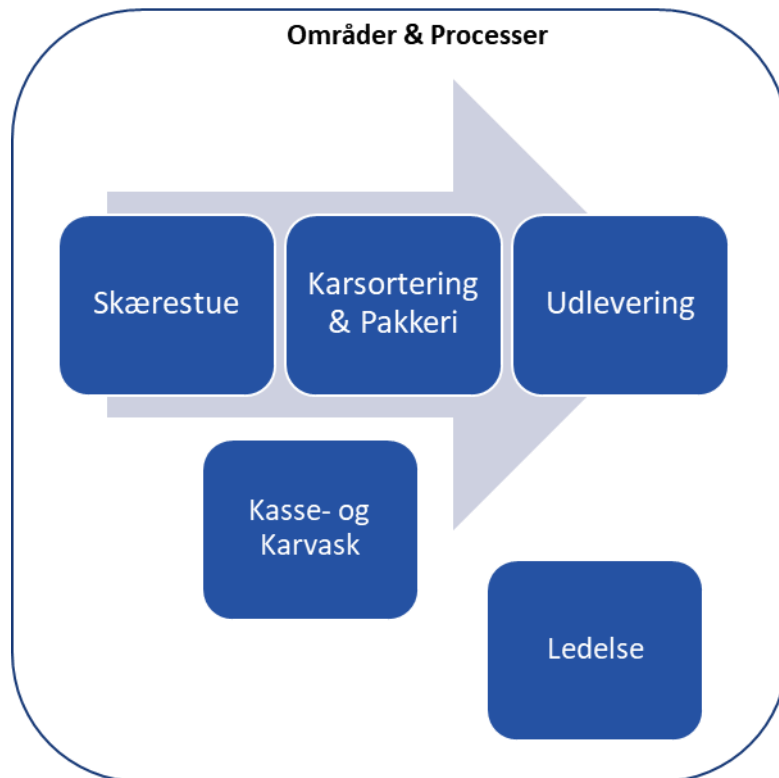
Figur 10. Kilder til fremmedlegemer skitseret til højre, opdelt efter typen af fremmedlegemet, der kan opstå i de pågældende processer i produktionen på slagterier.

Udvikling af digitalt evalueringsværktøj til identifikation af kilder til fremmedlegemer:

Fremmedlegeme Action Card (FAC)

Erfaringerne fra gennemgangen på flere slagterier blev benyttet til at udvikle et konkret evalueringsværktøj til identifikation af kilder til fremmedlegemer med inspiration fra HACCP-metodikken.

Formålet med værktøjet er at identificere kritiske processer og forhold i produktionen, der kan give virksomheden mulighed for at prioritere indsatsen for at nedbringe antallet af fremmedlegemer, heraf navnet *Fremmedlegeme Action Card (FAC)*. Værktøjet blev udviklet til en digital platform, et interaktivt website (administreret af Teknologisk Institut), som kan tilgås elektronisk på fx en tablet, hvor evalueringen indtastes direkte under gennemgangen i produktionen. Evalueringsværktøjet omfatter følgende områder og processer på slagteriet, der er relateret til produktionen af trimningsprodukter:



Figur 11. Skitse over processer og områder, der indgår i evalueringsskemaet. Ledelsedelen indbefatter spørgsmål omkring procedurer og kommunikation til medarbejderne i de relevante afdelinger.

Konkret indeholder evalueringsskemaet en række spørgsmål, som kræver, at man enten udfører en observation direkte i produktionsområdet eller foretager en gennemgang med de relevante medarbejdere. Indtastningen i skemaet udregner herefter en risikofaktor, der fremhæver de mest kritiske processer, hvor fremmedlegemer kan opstå.

Nedenfor er vist et udsnit af evalueringsskemaet, hvor observationer i produktionen kan indtastes, hvorefter der udregnes en score:

Fremmedlegeme Action Card

Home Evalueringsskema Procesbeskrivelser

Indtastning af observationer						
Område	Proces	Type	Observation	Metode	Evaluering	Fejlpoint Total score: 12
Skærestuen	Transportbånd	O	Er der slid på glatte transportbånd?	Observer 10 meter bånd	Flosset	2
Skærestuen	Transportbånd	O	Defekte hængslede transportbånd (fx lamelbånd): mangler der led eller er der brudte led?	Observer 10 meter bånd og observer hvor mange led der mangler/er brudte	nej Flossede kanter Stykker mangler	
Skærestuen	Transportbånd	O	Er der vinkler eller sving i transportvejen hvor kassehjørner belastes?	Observer transportveje og noter antal kritiske steder	1-3	1
Skærestuen	Transportbånd	O	Er der korrekt afskærmning under alle relevante transportbånd?	Generel gennemgang af lokalet	ja	0
Skærestuen	Transportbånd	O	Er der steder hvor tandrem og fremføringstromle ikke kører synkront?	Observer alle tandremstrimler	ja	2
Skærestuen	Kasse- og Karhåndtering	O	Er foringsposer i hvide baljevogne placeret korrekt før fyldning?	Observer 10 tilfældige og noter antal der ikke er korrekt foldet	>7	3
Skærestuen	PPE - ikke metallisk	O	Defekte armguards: er den blå elastik synlig?	Observer 10 tilfældige fra kassen med rene og noter antal defekte	4-7	2
Skærestuen	PPE - ikke-metallisk	O	Defekte armguards: er vaskemærket intakt?	Observer 10 tilfældige fra kassen med rene og noter antal defekte	1-3	1
Skærestuen	PPE - ikke-metallisk	O	Defekte wizardhandsker: er den blå elastik synlig?	Observer 10 tilfældige fra kassen med rene og noter antal defekte	0	0
Skærestuen	PPE - ikke-metallisk	O	Defekte wizardhandsker: er vaskemærket intakt?	Observer 10 tilfældige fra kassen med rene og noter antal defekte	0	0
Skærestuen	PPE - metal	O	Defekte brynjehandsker: mangler der led?	Observer 10 tilfældige fra stativet med rene og noter antal defekte	0	0

Figur 12. Udsnit af evalueringsskemaet, der viser en delmængde af de spørgsmål, der indgår i området for skærestuerne på slagteriet.

Som tillæg til selve evalueringsskemaet indgår der også forskellige procesbeskrivelser med følgende indhold:

- Et risikoindeks, som giver et hurtigt overblik over risikoniveauet for forbruger og virksomhed
- En risikovurdering med en kort beskrivelse af processen og de risici, den repræsenterer
- Forslag til fejlsøgning
- Forslag til akut udbedring
- Forslag til langsigtet udbedring

Nedenfor er vist et eksempel på én af procesbeskrivelserne, her for kasse- og karhåndtering:

Kasse- og karhåndtering

Risikoindeks

Forbruger: MIDDEL

Virksomhed: HØJ

Risikovurdering

Kar- og kassehåndteringen er en nødvendig og grundlæggende funktion i slagterivirksomheden og kar og kasser bør derfor betragtes som en kritisk del af produktionsapparatet. Defekte kar og kasser er et problem for arbejdsmiljøet (risiko for at komme til skade), men kan i høj grad også udgøre en risiko for forekomst af fremmedlegemer i produkter. Plastikstumper, spåner af plast, men også stykker af blød plast som følge af forkert håndtering af foringsposer er typiske eksempler. Hvis stykker af hård plast havner i en fødevarer, kan det være til akut fare for forbrugeren og udgør derfor en høj risiko. Bløde fremmedlegemer (fx stykker af foringsposer) udgør ikke akut fare, men vil indebære en vis risiko for at fremmedlegemet kan have overført snavs og bakterier til fødevarer. Disse typer fremmedlegemer indebærer også en høj risiko for virksomheden, idet tilbagekald, tilbagevinding og/eller tab af godt omdømme for den ansvarlige virksomhed kan være yderst kostbare og skadelige for forretningen.

Fejlsøgning

- Har virksomheden en overordnet vedligeholdelsesplan for kar og kasser?
- Er der beskrevne procedurer for hvordan medarbejderne skal forholde sig, hvis de opdager at en kasse eller et kar er defekt?
- Er det accepteret at defekte kar/kasser kan bruges i produktionen?
- Er der visse typer af kar/kasser der oftere går i stykker end andre?
- Er der procedurer (fx kassevendere i karsorteringen, eller skarpe sving i transportbåndene), der udsætter kasser/kar for store mekaniske belastninger?
- Bliver foringsposer lagt korrekt i karrene/kasserne, så de fx ikke indlejres i kødet under indfrysning?
- Er der iturevne foringsposer i produktionen/udleveringen (fx på kanten af karrene)?

Forslag til akut udbedring

- Sørg for at defekte kasser/kar straks bliver taget ud af produktionen
- Fjern ukorrekt ilagt foringspose

Forslag til langsigtet udbedring

- Indfør et mærkningssystem, der muliggør sporing og registrering af kasser/kar
- Indfør en registrering af hvornår en kasse eller et kar er anskaffet og hvornår den/det bliver defekt, med henblik på en analyse af hvornår den/det bør sendes til preventiv eftersyn eller kasseres
- Installer kassehåndterings- og kassevendingsystemer der er mere skånsomme
- Gennemfør medarbejdertræning i korrekt foring og videre håndtering af foringsposer

Figur 13. Procesbeskrivelse for kasse- og karhåndtering ift. risikoen for forekomst af fremmedlegemer.

Anbefalinger af tiltag for en reduktion af forekomsten af fremmedlegemer

Ovenstående aktiviteter samt dialog og erfaringer fra virksomhedsbesøgene dannede et grundlag for en række konkrete anbefalinger til virksomhederne for at reducere mængden af fremmedlegemer. Den første anbefaling var at sætte et større fokus på fremmedlegemer i produktionen ved at registrere og indsamle alle typer af fremmedlegemer, der opdages i produktionsmiljøet, hvad enten det er fremmedlegemer fra gulv, maskiner, på bånd eller i selve kødvarerne. På den måde synliggøres fremmedlegemeproblematikken for alle medarbejdere i virksomheden, og der følges op på forekomsten i den daglige arbejdsgang. Den pågældende virksomhed, der havde indført denne opsamling, havde oplevet et større fokus og deraf et gradvis renere produktionsmiljø fri for fremmedlegemer. Samtidig kunne der også registreres et fald i antallet af reklamationer ved fund af fremmedlegemer fra virksomhedens kunder.

Et andet forslag var at indføre et tiltag med at benytte evalueringsskemaet (FAC) i den daglige kontrol af produktionen. Skemaet kan evt. tilpasses den enkelte virksomhed, hvor udvalgte medarbejdere trænes til at udføre evalueringen jævnlige og registrere de kritiske processer, hvor der er mulighed for, at fremmedlegemer kan opstå i produktionen.

De sidste anbefalinger drejede sig om forslag til placering af udstyr til fremmedlegemedetektion i produktionen på kritiske positioner; fx er ikke alle linjer i karsortering eller pakkeri udstyret med visionudstyr og/eller røntgenudstyr/metaldetektorer. Manuel kontrol anvendes ved indgangskontrollen på forædlingsvirksomheden; her kunne inspektionsudstyret yde assistance. En kombination af vision- og røntgenudstyr til at scanne kød i transportkasser blev også angivet som et potentielt tiltag.

Værdisætning

Prisen for at indføre ovenstående tiltag varierer dog en del, idet fx indsamling af fremmedlegemer i produktionen ikke kræver den store investering, men blot en større opmærksomhed fra medarbejderne, hvorimod indkøb af inspektionsudstyr kan variere i både indkøbspris og omkostninger. Generelt er det svært at estimere en forventet værdisætning i kroner og øre for et bestemt tiltag overfor fremmedlegemer, hvad end det er ændrede procedurer eller indkøb af udstyr. Udbyttet af tiltagene består hovedsageligt i at undgå de relaterede omkostninger ved fund af fremmedlegemer hos kunden eller forbrugeren, som er individuelle fra case til case. Nedenfor er listet eksempler på disse omkostningstyper:

Direkte omkostninger	Indirekte omkostninger
<ul style="list-style-type: none"> Information til offentligheden Transport af det tilbagekaldte produkt Destruktion af det tilbagekaldte produkt Intern håndtering samt sporing af kilden til fremmedlegemet 	<ul style="list-style-type: none"> Retssager Værdi- og prestigetab Bøder Påvirkning på forretning og samhandel Dårlig omtale (medier og SoMe)

Figur 14. Eksempler på direkte og indirekte omkostninger ved reklamationer og tilbagekald ifm. fund af fremmedlegemer.

Indirekte omkostninger er ofte højere end de direkte omkostninger, men samtidig er de også de vanskeligste at estimere. Den enkelte virksomhed må derfor opveje risikoen for forekomst af fremmedlegemer i produktionen ift. en investering i tiltag for at reducere forekomsten.

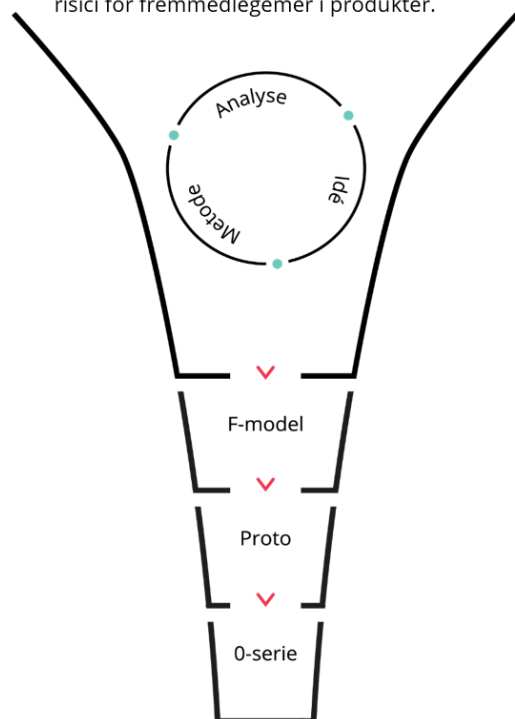
Konklusion og nøgleresultater

Projektet har hen over projektperioden fået etableret en omfattende viden om fremmedlegemer i kødindustrien baseret på besøg og dialog med flere forskellige virksomheder. Denne viden har ud-møntet sig i et digitalt evalueringsværktøj til at identificere kilder til forekomst af fremmedlegemer, hvilket kan hjælpe virksomhederne med at eliminere fremmedlegemer i produktionen. Derudover har projektet kunnet opstille anbefalinger for en integration af detektionsudstyr i produktionen til at inspicere trimningsprodukter for forekomst af fremmedlegemer.

En klar forudsætning for at reducere problemet med fremmedlegemer er imidlertid, at kødindustrien finder disse tiltag tilstrækkeligt værdiskabende ift. kvaliteten af deres produkter samt kundetilfreds-heden. En forventet fremtidig øget opmærksomhed i kødindustrien på håndtering af plastfremmedlege-mer vil kunne øge anvendelsen af inspektionsudstyr og proceduretiltag markant, hvorved projektets anbefalinger kan komme endnu mere i spil, fx indkøring af et Action Card til løbende evaluering og opfølgning på kritiske processer ift. risikoen for kilder til forekomst af fremmedlegemer.

Innovationsmodellen

Projekt mål: Fastlægge kilder til ikke-biologiske fremmedlegemer, samt vurdere hvilke tiltag (herunder udnyttelse af inspektionsudstyr), der kan indføres for at reducere mængde og risici for fremmedlegemer i produkter.



Faser	Periode	Aktiviteter	Leverancer
Analyse	Q1	Projektafgrænsning	Projekt mål
Idé	Q1/Q2	Udarbejde plan for aktiviteter Protokol for dataopsamling på slagteri Protokol for dataopsamling på forædlingsvirksomhed	Plan og protokol
Metode	Q2-Q4	Indsamle konkrete data over ikke-biologiske fremmedlegemer hos flere virksomheder. Udvikle metodik til gennemgang på slagterier. Gennemgå 2 slagterier ift. kortlægning af kilder til fremmedlegemer. Test med inspektionsudstyr til detektion af ikke-biologiske fremmedlegemer. Vurdering og anbefaling af tiltag (herunder udstyrsplacering), for en reducere af fremmedlegemer.	Vidensbank/oversigt over typer af ikke-biologiske fremmedlegemer. Metodisk evalueringsprocedure til at kortlægge kilder til fremmedlegemer hos slagterier. Afklaring af muligheder ved Vision- og X-Ray udstyr til detektion af ikke-biologiske fremmedlegemer.
F-model			
Proto			
0-serie			