

## Vejledning

### Innovationskonsortiet

### Realtidsstyrede robotter til kødindustrien (RealRobot)

#### Opgave 5

#### Håndtering af arbejdsmiljø, hygiejne, dyrevelfærd og vedligehold i forbindelse med automatisering på slagterier (Version 3)

Vinnie Helle Rasmussen, Helle Daugaard Larsen, Erling Nielsen,  
Niels Worsøe Hansen og Chris Claudi-Magnussen

13. maj 2016  
Projektnr. 2001911-05  
Version 3  
BGN/CCM

## Indledning

Denne vejledning er udarbejdet i innovationskonsortiet RealRobot. Formålet er at beskrive erfaringer og anbefalinger vedrørende sikkerhed, dyrevelfærd, vedligehold og hygiejne i forbindelse med udvikling og indførelse af realtidsstyrede robotter på slagterierne inklusiv den i konsortiet opnåede viden.

Den første version af vejledningen byggede på konsortieparternes eksisterende viden på området før konsortiets start. I den anden version var erfaringerne fra konsortiets tre cases anvendt til at komme tættere på de udfordringer man skal overkomme med implementering af realtidsstyrede robotter. I forlængelse af konsortiets afsluttende seminar er nærværende endelige vejledning (version 3) udarbejdet.

## Fremgangsmåde

Denne vejledning beskriver en række af de forhold, som man bør tage højde for, når man ønsker at udvikle og indføre realtidsstyrede robotter som erstatning for manuelt arbejde. Ved realtidsstyrede robotter forstås robotter, som mere eller mindre løbende styres af én eller flere sensorer – typisk kameraer. Der er således tale om robotter, som modtager information fra sensorerne ikke kun inden operationen udføres men også mens den udføres. Herved kan robotten løbende tilpasse operationen til ændringer i omgivelserne.

Vejledningen tager først og fremmest udgangspunkt i kyllinge- og svineslagterier, da det er sådanne slagterier, der medvirkede i innovationskonsortiet. Vejledningen omfatter processer fra de levende dyrs ankomst til slagteriet til pakningen af produkter. Den omfatter ikke robot håndtering af færdigpakke produkter/kasser, da der for dette område allerede findes mange robotløsninger.

Vejledningen handler ikke om selve sensor- og robotteknologien, som varetages af innovationskonsortiets opgave 2, 3 og 4, men derimod om de relaterede forhold:

1. Arbejdsmiljø og –sikkerhed (for ansatte)
2. Hygiejne og fødevarerikkerhed (for aftagere af kødprodukter)
3. Dyrevelfærd
4. Vedligehold af udstyr (omfatter ikke rengøring, som beskrives i afsnit 2)

## 1. Arbejdsmiljø og –sikkerhed

Robotterne indgår oftest i løsninger hvor robotten overtager tunge løft eller reducerer ensformige bevægelser, udfører funktioner i lav eller høj temperatur eller på anden måde afhjælper belastende arbejde. Arbejdsopgaverne for ansatte ændres fra at være udførende til at være overvågende. Spørgsmålet omkring skift af arbejdsopgaver fylder meget – specielt i opstartsfasen.

I forhold til sikkerhed skal robotter på lige fod med andre maskiner opfylde maskindirektivet, lavspændingsdirektivet og regler for EMC (elektromagnetisk kompatibilitet = elektrisk støj). Hvis der indgår trykluft f.eks. pneumatisk styring, skal Trykudstyrs direktivet ligeledes bringes i spil (PE-direktiv (07/23/EF)).

Personsikkerheden i forhold til kollision med robot og regler for afskærmning ligger primært i maskindirektivet. I forhold til fareklassen kan der benyttes fast afskærmning eller lysbrydende stop mekanismer.

Der eksisterer en standard som med fordel kan anvendes, når en løsning indeholder robot installationer (DS/EN ISO 10218-2 Robot linjer og integration). Standarden hjælper med systematisk at stille de relevante spørgsmål i processen med at anvende robotter.

Der er rapporter fra f.eks. Tyskland, som viser, at medarbejdere er meget usikre og utrygge ved at have en robot som samarbejdspartner.

## 2. Hygiejne og fødevarerikkerhed

### Lovgivning

Robotter / maskiner skal overholde gældende lovgivning vedr. fødevarerhygiejne og sikkerhed, der på nuværende tidspunkt er:

- Europa-Parlamentets og Rådets Forordning (EF) Nr. 852/2004 af 29. april 2004 om fødevarerhygiejne
- Europa-Parlamentets og Rådets forordning (EF) nr. 853/2004 af 29. april 2004 om særlige hygiejnebestemmelser for animalske fødevarer
- Vejledning Nr. 9236 af 29. april 2014 om fødevarerhygiejne
- Europa-Parlamentets og Rådets Forordning (EF) Nr. 1935/2004 af 27. oktober 2004 om materialer og genstande bestemt til kontakt med fødevarer og om ophævelse af direktiv 80/590/EØF og 89/109/EØF

- Bekendtgørelse Nr. 822 af 26. juni 2013 om fødevarekontaktmaterialer
- Maskindirektiv 2006/42/EF gældende fra d. 29. december 2009

I Forordningen om fødevarehygiejne er der i bilag II, kapitel II §1f anført:

”Overflader (herunder på udstyr) i områder, hvor der håndteres fødevarer, og især overflader, der kommer i berøring med fødevarer, skal holdes i god stand og være lette at rengøre og om nødvendigt desinficere. Dette kræver, at der anvendes glatte, afvaskelige, korrosionsbestandige og ugiftige materialer, med mindre virksomhedslederen over for myndighederne kan godtgøre, at andre materialer er egnede”.

Desuden er der i Forordningens bilag II, kapitel V §1 anført:

”Alle redskaber og alt udstyr og tilbehør, som kommer i berøring med fødevarer skal:

- holdes ordentlig rene/rent og om nødvendigt desinficeres. Rengøring og desinficering skal finde sted med en sådan hyppighed, at al risiko for kontaminering undgås
- være således udformet, være fremstillet af sådanne materialer og holdes i en sådan stand, at risikoen for kontaminering reduceres mest muligt
- med undtagelse af engangsbeholdere og –emballage være således udformet, være fremstillet af sådanne materialer og holdes i en sådan stand, at de/det kan holdes rene og om nødvendigt desinficeres, og
- være anbragt således, at udstyret og omgivelserne kan rengøres på passende vis.”

I Forordningen om særlige hygiejnebestemmelser for animalske fødevarer er der i bilag III, afsnit I, kapitel V §2 anført:

”Arbejdet med kødet skal tilrettelægges på en sådan måde, at kontaminering undgås eller begrænses til det mindst mulige”.

I Forordning om materialer og genstande bestemt til kontakt med fødevarer er grundprincippet, at materialer / genstande der kommer i direkte eller indirekte kontakt med fødevarer, ikke må afgive stoffer til fødevarer i mængder, der kan medføre sundheds risici eller forårsage en uacceptabel ændring i fødevarer sammensætning eller give en forringelse af de organoleptiske egenskaber

Der er ingen direkte lovkrav til hygiejnisk design af robotter / maskiner, men der er generelle såvel som mere specifikke standard krav til design af udstyr, afhængig af formål/anvendelse, jf. div. ISO standarder, Guidelines fra USDA (U.S. Department of Agriculture) og EHEDG (European Hygienic Engineering and Design Group). De generelle standard krav er, at overflader og pakninger ikke må være beskadiget fx have revner, hjørner skal være afrundet og svejsninger skal være glatte (fuldsvejset) således at produktrester og snavs ikke kan samles/ophobes og dermed danne ”nicher” for vækst af bakterier. Desuden skal overflader være drænbare, fx bør top af maskiner, dækplader mm have en hældning på 20 – 30°, så der ikke opstår vandsamlinger.

På flader, der kommer i direkte eller indirekte kontakt med produktet, må temperaturen ikke overstige temperaturen i lokalet (<12°C) – ellers vil der kunne forekomme øget vækst af bakterier, der kan påvirke holdbarheden, og/eller opstå mulighed for en øget forekomst af potentielt sygdomsfremkaldende bakterier.

## Rengøring

Det skal være muligt at rengøre, desinficere og inspicere alle flader, der er direkte eller indirekte produktberørende, samt flader, hvor der kan forekomme produktrester – eks flader mod gulv. For at opnå en grundig rengøring af alle dele i robotter / maskiner skal de kunne indstilles i forskellige vaskepositioner. Produktberørende dele bør være aftagelige så de kan rengøres separat.

Der skal foreligge en rengøringsvejledning for de pågældende robot/maskine.

Robotter/maskiner skal rengøres dagligt. Dog kan der være maskindele over slagtekæde niveau hvor periodevis rengøring er tilstrækkelig.

På ren slagtegang, før veterinær kontrol, skal alle produktberørende dele i robotter/maskiner desinficeres med 82° C varmt vand mellem hver slagtekrop.

## Daglig rengøring

Robotter/maskiner/udstyr bør kunne rengøres ved brug af normal rengøringsprocedure / standard-program. I princippet rengøres robotter/maskiner/udstyr på samme måde som andre robotter/maskiner/udstyr på slagtelinjen eller andet produktionsområde og skal derved overholde den rengøringsstandard og de kravspecifikationer, der er fastlagt for robotter/maskiner/udstyr på den pågældende slagtegang eller produktionsområde.

Overflader bør kunne tåle alkaliske såvel som syreholdige rengørings- og desinfektionsmidler, der ligger i pH området 1 – 13. Generelt udføres der "alkalisk rengøring" 3 – 4 gange om ugen og "syre-rengøring" 1 – 2 gange ugentligt afhængig af vandets hårdhedsgrad. De almindeligt anvendte rengørings- og desinfektionsmidler i slagteriindustrien er:

- Alkaliske midler med pH 10 – 13 i brugsopløsning. Generelt indeholder alkaliske sæber natriumhydroxyd (NaOH) og/eller kaliumhydroxyd (KOH) og desinfektionsmidlerne indeholder klor (natriumhypochlorit)
- Syreholdige midler med pH 1 – 4 i brugsopløsning. Syreholdige sæbemidler indeholder sædvanligvis fosforsyre og nogle produkter indeholder desuden svovlsyre eller fosforsyre. De hyppigst anvendte desinfektionsmidler indeholder hydrogenperoxid, eddikesyre og pæredikesyre.
- Neutrale desinfektionsmidler med pH 6 – 9 i brugsopløsning. Stort set alle neutrale midler indeholder kvarternære ammoniumforbindelser (QAC). I de senere år har import-virkomheder bl.a. i Tyskland krævet, at der ikke anvendes QAC til desinfektion af fødevarerudstyr eller omgivelser. Årsagen hertil er forsat uklar.

Desuden skal produktberørende overflader på ren slagtegang, før veterinærkontrol, kunne tåle 82°C varmt vand. Efter veterinærkontrol og i andre produktionsområder skal overflader kunne tåle 50 – 60°C varmt vand. Da visse rengøringsprocesser fx grovrengøring ofte udføres ved lavtrykksspuling med vand skal robotter/maskiner kunne tåle et vandtryk på op til 25 bar.

Standardprogram for den daglige rengøring på slagtegang/produktionsområder omfatter grovskylning/-skrabning og udlægning af sæbe. 20 minutters indvirkningstid eller den tid som er anbefalet i data-bladet for det pågældende sæbeprodukt. Grundig afskyldning af sæbe. Udlægning af desinfektions-middel. Efter anbefalet indvirkningstid afskylles desinfektionsmidlet grundigt. Efter rengøring skal udstyret være visuel rent.

Ikke produktberørende dele af robotter kan tildækkes af en presenning /kappe, der skal kunne tåle rengørings- og desinfektionsmidler i ovennævnte pH område. Det kan være hensigtsmæssig for at skåne overflader.

#### **Periodisk rengøring (frekvens rengøring)**

Maskindele over slagtekæde niveau skal rengøres med jævne mellemrum. Indledningsvis rengøres disse dele efter den fastlagte rengøringsfrekvens for andet udstyr/overflader over slagtekæden. Hvis denne periode rengøring er utilstrækkelig skal nye tidspunkter for frekvensrengøring fastlægges sammen med den ansvarlige slagtemester eller den, der er ansvarlig for området.

#### **Arbejds miljø**

Robotter/maskiner skal sættes i rengøringsposition og nødstop skal aktiveres inden rengøringen påbegyndes. Afhængig af robotter/maskiners "udformning" bør der etableres platforme hvor sanitøren kan stå og udføre rengøringen i stedet for at bruge stige.

#### **Vedligehold**

Robotter/maskiner skal være lette at vedligeholde og der skal foreligge en vedligeholdelsesplan (se afsnit 4).

### **3. Dyrevelfærd**

#### **Oversigt over love og regler**

- Bekendtgørelse nr. 135 af 14/2 2014 om slagtning og aflivning af dyr.
- Rådets forordning (EF) Nr. 1099/2009 af 24/9 2009 om beskyttelse af dyr på aflivningstidspunktet (Aflivningsforordningen).
- Veterinærkontrollens vejledning til aflivningsforordningen (1099/2009) (Vejledning til Aflivningsforordningen).
- Bekendtgørelse nr. 902 af 4/9 2014 om uddannelse af personer der beskæftiger sig med aflivning af dyr og dermed forbundne aktiviteter på slagteri.
- Rådets forordning (EF) nr. 854/2004 af 29. april 2004 om særlige bestemmelser om tilrettelæggelse af den offentlige kontrol af animalske produkter til konsum med senere ændringer (Kontrolforordningen).
- EFSA udtalelser vedrørende dyrevelfærd på slagtedagen.

#### **Lovgivning**

##### Ankomst til slagteri

Ifølge kontrolforordningen skal alle dyr synes inden slagtning ved den såkaldte "ante mortem" kontrol. Der er ingen regler der fastlægger, at **veterinærkontrollen** skal være til stede, når slagteriet modtager dyr, men dyrene skal synes af veterinærkontrollen senest 24 timer efter ankomst til slagteriet, og tidligst 24 timer før slagtning.

Ved ankomst til slagteri skal **slagteriet** sørge for at dyrene bliver aflæst hurtigst muligt efter ankomsten. Slagteriets dyrevelfærdsansvarlige har ansvar for at en person med kompetencebevis vurderer dyrene ved ankomsten, og sørger for at syge eller tilskadedekomne dyr kommer i sygefald eller

aflives i modtageområdet. Slagteriet har ansvar for dyrene ved ankomst, og for at tilkalde dyrlæge, hvis der er behov for det.

Læsseramper skal være forsynet med beskyttelse i siderne, der sikrer at dyrene ikke falder ned. Dyrene skal frit kunne bevæge sig i den ønskede retning i overensstemmelse med deres naturlige adfærd (artsforskelle).

Man må ikke transportere dyr, der ikke kan flytte sig ved egen hjælp. Disse skal bedøves og aflives hvor de ligger.

#### Opstaldning og håndtering

Dyrene må ikke kunne komme i klemme. Underlag/gulv skal være jævnt og skridsikkert. Dyrene skal frit kunne bevæge sig i den ønskede retning i overensstemmelse med deres naturlige adfærd. Ankomstdato og tidspunkt, samt det maksimale antal dyr, skal være angivet tydeligt på hver enkelt fold sammen med den samlede kapacitet for hele foldområdet. Der er ikke nogen krav om areal, men alle dyr skal kunne stå op, lægge sig og vende sig (bortset fra kreaturer, der er opstaldet enkeltvis). Der findes dog anbefalinger i "Vejledning til Aflivningsforordningen". Der skal være adgang til vand, samt foder og strøelse efter 12 timer. Dyrenes almentilstand skal sikres ved jævnlige tilsyn af slagteriets dyrevelfærdsansvarlige eller dennes personale, og beskyttes mod skader fra udstyr og som følge af håndtering, samt sikres under alle vejrforhold. Dyrene må ikke opstaldes sammen med andre dyr, der kan forvolde dem skade (art, køn, størrelse eller oprindelse). Dyr skal skånes for enhver undgåelig lidelse.

#### Drivning.

Det skal være let at komme tilskadekomne dyr til undsætning i drivgange. Unødige ophold i drivgange bør undgås. Det vil gælde alle automatiske anordninger til håndtering af levende dyr. Dyrene skal frit kunne bevæge sig i den ønskede retning, hvilket betyder at grupperne ikke må være større end at de bageste kan bevæge sig fremad.

#### Bedøvelse.

Alle dyr skal bedøves før slagtning. Dyr må ikke ophænges mens de er ved bevidsthed (fjerkræ undtaget).

Der findes en række krav til nøgleparametre, der knytter sig til hver enkelt bedøvelsesmetode.

Kreaturer bedøves i Danmark primært med bolt pistol. Her er det et krav at dyret fikseres i en skydeboks, hvor hovedets bevægelse begrænses i både vertikal og horisontal retning.

Lam og svin på små slagtesteder bedøves typisk med el-tang. Her er det et krav at tangen sættes rigtigt, at der er alarm på hvis strømstyrke eller eksponeringstid skulle blive for lav.

Svin CO<sub>2</sub>-bedøves typisk gruppevis, og her er det essentielt at den automatiske fremdrivning ikke medfører at grise kommer i klemme, pakkes eller på anden måde udsættes for overlast. Derudover er det vigtigt at kunne komme til at undsætte tilskadekomne dyr.

Fjerkræ el-bedøves (ca. 80%) eller CO<sub>2</sub>-bedøves (ca. 20 %) oftest. Ved el-bedøvelse er det vigtigt at alle fugle rammer vandoverfladen med hovedet, at der er en god overledningsevne gennem vandbad, fugl og slagtebøjle, således at alle fugle bliver bevidstløse. Ved CO<sub>2</sub>-bedøvelse finder der ikke håndtering af fuglene sted før bedøvelse. Men efterfølgende skal fuglene ophænges, hvilket er en tidsmæssig udfordring i forhold til rettidig afblødning og skoldning (kvalitetsproblem).

Bedøvelsens kvalitet og varighed skal kontrolleres og registreres af slagteriet, og korrektioner skal straks foretages, hvis bedøvelsen ikke er tilfredsstillende. Der skal foreligge log-resultater for bedøvelsesindstillinger for det seneste år.

#### Stikning.

Der må ikke foretages slagtemæssige procedurer (f.eks. skoldning, afhudning, markeringssnit i ører) før dyret er dødt som følge af blodtab ved stikningen. Man har tilladt ophængning som eneste procedure inden afblødning. Det er dog et krav at alle dyr, også halal-slagtede dyr, skal være bevidstløse, -og forblive bevidstløse, indtil de dør af blodtab som følge af stikningen.

### **Teoretiske eksempler på automatisk håndtering af levende dyr på slagteri**

#### Fremdrivning

##### *Kreaturer*

På store slagterier kunne måske tænkes et automatiseret fremdrivningssystem, der observerer og handler i forhold til dyrenes naturlige adfærd, f.eks. med hensyn til lågetryk, låge åbning, fyldningsgrad i drivgang og inddrivning i bedøvelsesboks. Kravene vil være de samme som nu. Virksomheden skal sikre sig at dyrene ikke lider overlast eller kommer til skade som følge af udstyret. Man skal let kunne undsætte tilskadekomne/syge dyr. Der vil være krav om kontinuerlig overvågning, for at kunne gribe ind ved uhensigtsmæssige hændelser.

##### *Svin*

Automatisk gruppevis fremdrivning til bedøvelse findes allerede, og anvendes på næsten alle store slagterier. Indføring af realtidsstyring af eksisterende anlæg eller realtidsstyrede robotter burde ikke medføre ændrede krav i forhold til nuværende situation.

##### *Fjerkræ*

Ikke relevant. Automatisk fremdrift i moduler er standard. Her skal indretningen forhindre at fugle kommer i klemme eller skades.

#### Bedøvelse

##### *Kreaturer*

Automatisk skydning ville kræve effektiv fiksering af hoved, men kunne evt. være fjernstyret, så dyrene ikke skræmmes fra at gå i skydeboks af mennesker (måske ikke realtidsstyrede, men fjernstyrede mekanismer). Der vil blive krævet at der er en nøje kontrol med at bedøvelsen er effektiv, og at der er en effektiv nødprocedure, så evt. genskydning straks kan foretages.

##### *Svin*

Svin bedøves uden indblanding af mennesker p.t. Kravene til overvågning og registrering af bedøvelseskvaliteten vil være uændret i forhold til nuværende lovgivning.

### *Fjerkræ*

Ved CO<sub>2</sub>-bedøvelse: Tiltag i forbindelse med CO<sub>2</sub> bedøvelse vil formentlig ikke ændre noget i forhold til krav vedr. slagteriets overvågning af bedøvelsen.

El-bedøvelse: Tiltag i forbindelse med el-bedøvelse ville sandsynligvis ikke ændre noget i forhold til myndighedskrav til slagteriet. Det vil sige funktionskontrol af udstyr, samt registrering og lagring af nøgle parametre, f.eks. strømstyrker og bedøvelsesvarighed og kontrol af bedøvelse. Man vil fortsat skulle undlade at ophænge for små fugle og fugle med brækkede ben/vinger, som skal bedøves og aflives med alternativ metode.

### Ophængning

#### *Kreaturer*

Automatisk ophængning vil som manuel ophængning kræve at bedøvelsen kvalitetssikres for hvert enkelt dyr. Dyret skal forblive bevidstløst og uden smerteopfattelse indtil døden indtræder som følge af blodtab.

#### *Svin*

Automatisk ophængning vil som manuel ophængning kræve at bedøvelsen kvalitetssikres for hvert enkelt dyr. Dyret skal forblive bevidstløst og uden smerteopfattelse indtil døden indtræder som følge af blodtab.

### *Fjerkræ*

Ophængning før bedøvelse er omtalt ovenfor.

Ophængning efter bedøvelse: Anvendelse af realtidsstyrede robotter til ophængning af bedøvet fjerkræ vil være underlagt de samme bestemmelser som nu. Fugle skal kunne undsættes og bedøves ved alternativ metode, hvis de er mangelfuldt bedøvede. Fuglene skal være bevidstløse, og forblive bevidstløse og uden smerteopfattelse indtil døden indtræder som følge af afblødning.

Tidsfaktoren er vigtig i forhold til afblødning og plukning. Fjerkræ, der afblødes for sent, kan blive misfarvet, hvilket kan medføre tab i form af kassation eller blot forringet kødkvalitet (farve) i mildere tilfælde.

### Stikning

#### *Kreaturer*

Automatisk stikning vil formentlig kræve at der er en person til stede, som overvåger at alle dyr er stukket og afblødt korrekt.

#### *Svin*

Stikning foregår p.t. enten manuelt eller semiautomatisk ved hjælp af f.eks. rotastik. Ved automatisering vil virksomheden fortsat have ansvar for korrekt stikning og afblødning. Endvidere vil der være krav om at der skal være en person til stede for at gribe ind, hvis det bliver nødvendigt.

### *Fjerkræ*

Stikning foregår oftest automatisk på store slagterier. Der står en person og kontrollerer at korrekt halsåbning er foretaget, samt stikker de fugle, der ikke er stukket. Ved indføring af en realtidsstyret



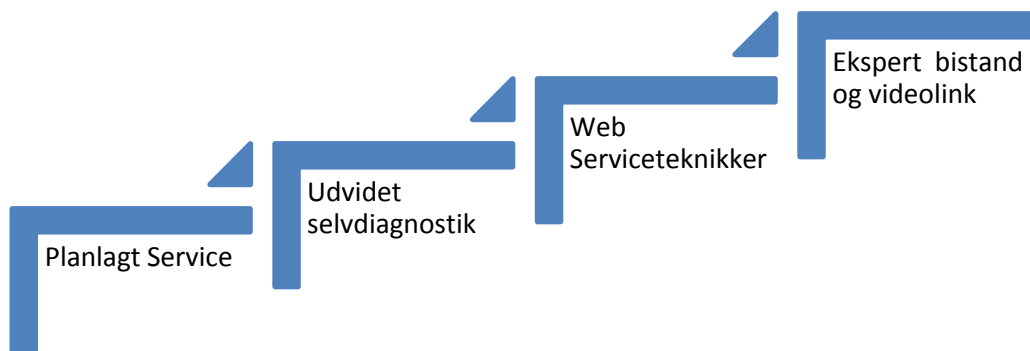
halsåbningsmaskine, vil der fortsat være krav om en back-up person, der kan aflive fuglene manuelt, som nødprocedure.

## 4. Vedligehold af udstyr

Vigtige tiltag for at opretholde stor driftsikkerhed af komplekse systemer er anvendelse af selvdiagnosticering. Når processsystemerne bliver komplekse, er det ikke længere enkelt for en bruger at overskue og forstå konsekvenser af fejl i enkelte processer. Systemerne er afhængige af tilførsel af mange driftmidler af tilstrækkelig kvalitet og korrekt funktion af multiple sensorer, motorer og regulerings sløjfer.

Fejlhyppigheden af det samlede system vil som udgangspunkt stige for hver anvendt komponent som indgår med en endelig levetid.

Man kan anvende en servicetrinmodel, der til stadighed sikrer, at der anvendes de rigtige ressourcer på at afhjælpe opståede fejltilstande. Se figuren nedenfor.



Planlagt service minimerer stop og unødigt slid på robotten samt sikrer, at robotens sikkerhedssystemer er intakte.

Det er vigtigt at følge vedligeholdelsesplanen og de driftsintervaller, der er angivet på robotens delkomponenter.

### Eksempel på plan for vedligeholdelse

Inspektionsintervallerne er inddelt i 5 niveauer: Dagligt, 4 måneder, 24 måneder, 48 måneder og 96 måneder. Hvert niveau svarer til følgende antal driftstimer. Inspektionen udføres alt efter hvad der kommer først.

Inspektion	Interval	Tilsvarende antal driftstimer
Dagligt	Dagligt	
4 måneder	4 måneder	1000 timer
24 måneder	24 måneder	6000 timer
48 måneder	48 måneder	12000 timer
96 måneder	96 måneder	24000 timer

## Eksempel på vedligeholdelsespunkter

Punkt	Interval	Metode	Kontrol
0-punkter og home følere	Dagligt	Visuel	Kontroller at 0-punkter er linet op og home følere er intakte
Led og tætninger	Dagligt	Visuel	Aftør fedt, olie og skidt ved hver led samt tætning og kontroller for lækager
Bolte ved fundament	4 måneder	Spændenøgle	Spænd løse bolte, udskift bolte hvis nødvendigt
Bolte ved afdækningsplader	4 måneder	Spændenøgle Skruetrækker	Spænd løse bolte, udskift bolte hvis nødvendigt
El forbindelser mellem styreskab og robot	4 måneder	Spændenøgle Skruetrækker	Kontroller at der ikke er løse forbindelser eller skruer ved connectorer der er løse
Tandremme	48 måneder	Spændingsmåler	Kontroller at tandremmene er strammet op så spændingen ligger inden for tolerancerne
El forsyning	48 måneder	Visuel	Kontroller hovedkablet til styreskabet for beskadigelser
Batteri	48 måneder		Udskift batteriet hvis symbolet for lav batterispænding vises i displayet, alternativt efter 48 måneder
Gear	24 måneder	Fedtsprøjte	Kontroller funktion af gear og pump nyt fedt i gear

Som eksempler på selvdiagnostik kan der måles kontinuert på kvaliteten af råvarer og producerede enheder og kvaliteten af tilførte drift ressourcer f.eks. vand, damp, el og trykluft. Ændringer i forhold til normal visualiseres til brugeren, så denne hjælpes til at forstå sammenhænge og konsekvenser. Temperatur stigninger i aksler, rystelser, ujævne hastigheder, varierende lysniveauer er andre parametre, som kan måles og integreres i et system, som kan hjælpe en bruger med at løse en konkret problem stilling.

For det enkelte robotprojekt må man vælge et passende omfang af indbyggede brugerstøttende systemer ud fra spørgsmål som "Hvad koster et nedbrud?" og "Hvordan påvirkes produkt kvaliteten af en forkert jurstering?"

Planlagt service lægger op til, at systemet i nogle tilfælde kan reparere sig selv eller hjælpe til at tilkalde hjælp i god tid inden et problem opstår. F.eks. kan man måle strømforbruget af en komponent. Forlænges trenden af strømforbruget kan man forudsige et nedbrud dage eller uger før det sker. Når der anvendes webbaseret ekstern hjælp, er der ligeledes god anvendelse for målte værdier lagret i logfiler. Selvom der opstår en ny ikke forudset fejl, kan den oftes afhjælpes hurtigere, fordi man kan stykke nogle hændelser sammen og slutte sig til sammenhænge ud fra lagrede logfiler.

Selvom det kan være en udfordring at øge udviklingsomkostninger for at indbygge brugerstøttende systemer kan integrering af selvdiagnostisering igennem hele udviklingsprocessen ende med at gøre forskellen til en succesfuld implementering af businesscase.

Der er ikke egentlige krav til selvdiagnose, men et system, som kan hjælpe brugere til at komme i gang eller bidrage til simpel fejlfinding og som kan spare dyr servicetid og nedetid, kan være det element, som sikrer forretningen i salget for begge parter. Ideen ved selvdiagnose og indbygget selvforklarende oplæring til nye brugere er at begrænse udgifter og forbrug af tid til ekstern service og undervisning bør reduceres til at omhandle det uventede. Der er specielt fokus på komponenter som slides eller forbruges men service skal også tænkes igennem for kritiske komponenter med potentielt lang leveringstid.

For at kunne gennemføre en hurtig og effektiv rengøring vil der ofte være et krav om at opfylde IP69, som er en del af IEC60529 eller DIN 40050-9 og siger noget om hvor tæt systemet er. Første ciffer er i forhold til faste stoffer hvor 6 betyder absolut støvtæt. Testen kan udføres ved at fylde et rum med luftbåren talkum og derefter variere trykket i rummet. Efter rengøring af overfladen kan indtrængningen observeres ved adskillelse. 9-tallet er for væsker og betyder, at maskinen kan tåle varig neddykning samt modstår højt tryk og kraftig vandstrøm. Kravet om IP69 vil ofte være gældende for det almindelige udstyr, men det ses ofte, at robotter er specificeret lavere og altså kræver andre former for rengøring for at opfylde rengørings krav.

## Bilag A. Innovationskonsortiets tre udvalgte cases

De valgte cases demonstrerer forskellige sider af udfordringerne med at anvende realrobotter.

De tre cases bidrager med forskellige eksempler på udfordringer:

- Case 1. Ophængning af bedøvede kyllinger
  - Arbejdsmiljø og –sikkerhed
  - Hygiejne og fødevarerikkerhed
  - Dyrevelfærd
  - Vedligehold af udstyr
- Case 2. Ophængning af svinekamme på ”juletræ”
  - Arbejdsmiljø og –sikkerhed
  - Hygiejne og fødevarerikkerhed
  - Vedligehold af udstyr
- Case 3. Udtræk af rotastik kniv
  - Arbejdsmiljø og –sikkerhed
  - Hygiejne og fødevarerikkerhed
  - Dyrevelfærd
  - Vedligehold af udstyr

### Case 1. Ophængning af bedøvede kyllinger

Ophængning af kyllinger før slagtning forventes i fremtiden at ske efter bedøvelse med CO<sub>2</sub>. Denne case ser på mulighederne for automatisk at samle de bedøvede kyllinger op og hænge dem på slagtebjler.

Detektering af ben/fødder på bedøvede dyr vanskeliggøres af, at dyrene ofte ligger mange sammen i en bunke hvor benene kan være usynlige, gemt under dyret selv eller under andre dyr. Især for bedøvede kyllinger er problemet af et omfang, der rejser tvivl om metoder, der antager samme produktionsapparater som anvendes aktuelt. Spørgsmålet er, om det er muligt at etablere en praksis, hvor dyrene er (mere) separerede og arrangeret med synlige ben. Casen har elementer fra alle fire områder i vejledningen.

I forhold til rengøring af robot til ophængning af bedøvede kyllinger, skal robotoverfladerne kunne tåle daglig rengøring med alkaliske- eller syreholdige sæbe- og desinfektionsmidler (pH 1 -13) samt trykspuling og varmt vand op til 60°C. De dele af robotten, der kommer i direkte kontakt med kyllingerne bør være aftagelige og kunne rengøres separat. Under daglig drift kan det være hensigtsmæssigt, at skåne de dele af robotten, som ikke kommer i direkte kontakt med kyllingerne. Det kan gøres ved at tildække delene med en presenning eller kappe af materiale, der kan tåle ovennævnte rengøringsprocedure. Følsomme komponenter som kameraer, sensorer mm kan beskyttes ved indpakning i plastik eller lign. umiddelbart før rengøring påbegyndes. Komponenterne rengøres manuelt - metode og midler afhænger af konstruktion og komponenter. Plastik og presenning/kappe skal være godkendt til fødevarerproduktion og skal kunne tåle ovennævnte daglige rengøring. Det planlagte rengøringsprogram skal sikre en grundig og effektiv rengøring og sikre en høj fødevarerikkerhed.

*Dyrevelfærd:* Anvendelse af realtidsstyrede robotter til ophængning af bedøvet fjerkræ vil være underlagt de samme bestemmelser som nu. Men man kan forstille sig, at der kunne være krav om en

kontinuert overvågning af bedøvelseskvaliteten, enten fra personale eller et Vision-baseret overvågningssystem, der kan detektere om fuglene trækker vejret. Forekomst af regelmæssig respiration hos CO<sub>2</sub>-bedøvede kyllinger ses ret let med det blotte øje, og konsekvensen bør være en meget hurtig opjustering af CO<sub>2</sub>-tilledning i bedøvelsesanlægget. Det må formodes, at der skal være et vist minimum af personale til stede, så længe der arbejdes med fugle, der ikke er døde som følge af afblødning. Fugle skal kunne undsættes og bedøves ved alternativ metode, hvis de er mangelfuldt bedøvede. Fuglene skal være bevidstløse, og forblive bevidstløse og uden smerteopfattelse indtil døden indtræder som følge af afblødning.

Tidsfaktoren er vigtig i forhold til afblødning og plukning. Fjerkræ, der afblødes for sent, kan blive misfarvet, hvilket kan medføre tab i form af kassation eller blot forringet kødkvalitet (farve) i mildere tilfælde.

I forhold til service af et system hvor processen er hurtig og produkterne har en høj variabilitet og forretningen er afhængig af høj driftssikkerhed vil anbefalingen være at skemaplanlagt service kombineres med selvdiagnosticering. Den skema planlagte service vil sikre for slid af mekaniske komponenter hvor selvdiagnosticeringen fokuserer på målesystemerne med test af kameraer og statistik på den løbende opnåede kvalitet.

## **Case 2. Ophængning af svinekamme på juletræ**

Manuel ophængning af svine-delstykker på såkaldte juletræer er fysisk krævende, da delstykkerne ofte vejer mere end 10 kg. Juletræer er lange metalstænger med kroge hvorpå delstykkerne hænges. Casen ser på mulighederne for at identificere delstykker (i dette tilfælde kamme) på et transportbånd, gribe delstykket med en robot og hænge det på en krog på juletræet. For ophængning af kødstykker fra et transportbånd er detekteringen væsentlig lettere end for bedøvede kyllinger, fordi de rumlige orienteringsmuligheder er mere begrænsede og fordi kødstykkerne ofte kan antages at være separerede (ikke at ligge oven på hinanden). Den forskningsmæssige udfordring her er mindre. Derimod er detektering og især 3D-lokalisering af (muligvis bøjede) kroge på juletræerne en udfordring. Selve ophængningen på (et delvist fyldt juletræ) kan udgøre et betydeligt problem hvis løsning kræver nøje ruteplanlægning og realtidsstyret visuel guide. Med undtagelse af dyrevelfærd har casen elementer fra de øvrige tre områder som er behandlet i vejledningen.

I forhold til rengøring skal robotens overflader være af en sådan beskaffenhed, at de kan tåle daglig rengøring med alkaliske- eller syreholdige sæbe- og desinfektionsmidler (pH 1 -13) samt trykspuling og varmt vand op til 60°C. De dele af roboten, der kommer i direkte kontakt med svinekammene bør være aftagelige og rengøres separat. For at beskytte følsomme komponenter som kameraer, sensorer mm kan disse indpakkes i plastik eller lign. umiddelbart før rengøringen påbegyndes. Hvis følsomme komponenter er placeret i/på overflader, der kan komme i indirekte kontakt med kødet, skal disse overflader også indpakkes. Komponenter samt nærliggende indirekte produktberørende overflader rengøres manuelt – metode og midler afhænger af konstruktionen og komponenterne. Under daglig drift kan det være hensigtsmæssigt, at skåne de dele af roboten, som ikke kommer i direkte kontakt med svinekammene. Disse dele kan tildækkes med en presenning eller kappe af materiale, der kan tåle rengørings- og desinfektionsmidler i ovennævnte pH område samt trykspuling og varmt vand. Plastik, presenning/kappe skal være godkendt til fødevarerproduktion. Det planlagte rengøringsprogram skal sikre en grundig og effektiv rengøring af roboten og dermed sikre en høj fødevarer-sikkerhed.

I forhold til service vil der være mange lighedspunkter med første case. Et system hvor processen er hurtig og produkterne har en høj variabilitet og forretningen er afhængig af høj drift sikkerhed vil anbefalingen være at skemaplanlagt service kombineres med selvdiagnosticering. Den skema planlagte service vil sikre for slid af mekaniske komponenter hvor selvdiagnosticeringen fokuserer på målesystemerne med test af kameraer og statistik på den løbende opnåede kvalitet.

### **Case 3. Udtræk af rotastik kniv**

På mange svineslagterier stikkes og afblødes de bedøvede svin med en såkaldt rotastik kniv, som er en hul kniv monteret med en slange, så blodet kan samles op i en beholder. Indsættelse og udtagelse af rotastik kniven foretages manuelt. I denne case ses på mulighederne for automatisk at udstrække kniven på placere den i en holder. En særlig udfordring ved detektering af udtagningspositionen er de mekaniske svingninger af kroppen, når den drives frem af conveyoren. Samtidig varierer dyrene i størrelse. Det er vigtigt at konstatere, at stikningen er foregået på den rigtige måde og har givet den rigtige af blødning. Casen har elementer fra alle fire områder i vejledningen.

Rotastik knive skal desinficeres med 82°C varmt vand mellem hver slagtekrop. Den daglige slutrengøring er den samme som den der udføres på slagterierne i dag. I forhold til rengøring af udstyr/robot, til automatisk udtagning og efterfølgende placering i desinfektionsboks/holder, skal udstyrsoverflader kunne tåle en daglig rengøring med alkaliske- eller syreholdige sæbe- og desinfektionsmidler (pH 1-13) samt trykspuling og varmt vand op til 60°C. Det kan være hensigtsmæssigt, under daglig drift, at skåne de dele af robotten, som ikke kommer i direkte kontakt med knivgrebet ved tildækning med presenning eller kappe. Følsomme komponenter som kameraer, sensorer mm kan beskyttes ved indpakning i plastik eller lign. umiddelbart før rengøring påbegyndes. Komponenterne rengøres manuelt - metode og midler afhænger af konstruktion og komponenter. Plastik og presenning/kappe skal være godkendt til fødevarereproduktion og skal kunne tåle ovennævnte daglige rengøring. Det planlagte rengøringsprogram skal sikre en grundig og effektiv rengøring og sikre en høj fødevarer sikkerhed.

*Dyrevelfærd:* Stikning foregår p.t. enten manuelt eller semiautomatisk ved hjælp af f.eks. rotastik. Ved automatisering vil virksomheden fortsat have ansvar for korrekt stikning og afblødning. Endvidere vil der være krav om at der skal være en person til stede for at gribe ind, hvis det bliver nødvendigt. Da der fortsat vil blive foretaget manuel stikning med rotastikkniven, vil der være en kontrol af bedøvelseskvaliteten hos stikkeren. Derudover vil de to personer, der kæder op holde øje med bedøvelseskvaliteten. Ved automatisk udtagning kunne man ønske sig, at der etableres et infrarødt kamera, der kan overvåge fyldningsgrad og-hastighed i de små blodbeholdere, der sidder på hver enkelt rotastikkniv. Et sådant system er blevet observeret i drift på et tysk slagteri i 2015 (Butina). Det er muligt at der vil blive stillet krav om et overvågningssystem, der kan måle om der er blevet stukket, samt at stikningen har medført en tilfredsstillende afblødning, hvilket vil kunne måles ved at overvåge den hastighed og grad hvormed hver enkelt knivs blodbeholder fyldes.

I forhold til service vil der være mange lighedspunkter med de foregående cases. Igen et system hvor processen er hurtig og produkterne har en høj variabilitet og forretningen er afhængig af høj drift sikkerhed vil anbefalingen være at skemaplanlagt service kombineres med selvdiagnosticering. Den skema planlagte service vil sikre for slid af mekaniske komponenter hvor selvdiagnosticeringen fokuserer på målesystemerne med test af kameraer og statistik på den løbende opnåede kvalitet. I

denne case er det i højere grad nyttigt at kombinere for automatisk genererede alarmer så der kan tilkaldes manuel hjælp når funktionen kræver det.