

Sluttrapport

FHF Prosjekt nr. 901549:

Utvikling av teknologi for automatisk justering av
sorteringsmaskin for pelagisk fisk

MMC First Process AS

31.12.2021



1 Sammendrag

Prinsippet for dagens sortering av pelagisk fisk i ulike størrelsesgrupper baseres på at den minste fisken sorteres ut først og den største til slutt ved bruk av «increasing gap» i sorteringsmaskinene. Fisken sorteres ut fra hvilken fysisk diameter den har rundt buken. Dette kan gi feilsortering noe som reduserer lønnsomhet i produksjonen. Sorteringen kontrolleres i dag manuelt og sorteringsmaskinene justeres også manuelt. Det er ønskelig at kontroll og justering kan gjøres automatisk og kontinuerlig. I prosjektet er system for automatisk justering utviklet.

Utviklet system tar ut batcher fra distribusjonsband under sorteringsmaskin, singulerer og veier en og en fisk, og benytter veiedata til å justere sadel-tak i sorteringsmaskinen. I prosjektet er det bygget og installert pilot-arrangement for dette i Pelagias fabrikk i Liavåg. I prosjektet er det vist at dette fungerer prinsipielt.

Til slutt i prosjektperioden er det avklart nye funksjonskrav; kortere sekvenstid og samtidige uttak av batcher fra alle distribusjonsbandene/størrelsesgruppene. For å oppnå dette må periode, aktivitet og arrangement, og dermed kostnadsramme for prosjektet, utvides. Det ble besluttet at dette ikke gjennomføres i dette prosjekt.

2 Summary

The principle for the current sorting of pelagic fish in different size groups is based on the smallest fish being sorted out first and the largest fish at the end, using principle of increasing gap in sorting machines. The fish is sorted based on the physical diameter around the belly. This can result in incorrect sorting, which reduces the profitability of processing. Today, sorting is controlled manually, and the sorting machines are adjusted also manually. It is desirable that control and adjustment can be done automatically and continuously. In this project, a system for automatic adjustment has been developed.

Developed system takes batches from distribution belts under sorting machine, singles and weighs one fish at a time, and uses weighing data to adjust dividing “saddles” in the sorting machine. In the project, a pilot for this has been built and installed in Pelagia's factory in Liavåg. The project has shown functionality for this principle.

At the end of the project period, new functional requirements have been clarified; shorter sequence time and simultaneous sampling of batches from all the distribution belts/size groups. To achieve this, the project period, activity and cost of the project, must be extended. It was decided that this will not be implemented in the present project.



3 Innledning

FHF sin satsing «Fremtidens Pelagiske Fabrikk» omhandler teknologiutvikling på ulike ledd i produksjonskjeden av pelagisk fisk til konsum.

Prinsippet for dagens sortering av fisk i ulike størrelsesgrupper baseres på at den minste fisken sorteres ut først og den største til slutt ved bruk av «increasing gap». Fisken sorteres ut fra hvilken fysisk diameter den har rundt buken. Slik sortering er mulig fordi det er en sammenheng mellom fiskens omkrets rundt buken (størrelse) og individvekten.

Når fisken sorteres på fysiske omkrets, men pakkes og selges på vekt, blir graderingen ofte unøyaktig fordi «smale» individ som holder høy vekt, sorteres til vektklassen under der den egentlig hører hjemme. I tillegg varierer størrelsessammensetningen fra fangst til fangst og i løpet av hver enkelt levering.

Slik feilsortering er ulønnsomt for produsenten fordi stor fisk ofte oppnår høyere pris i markedet enn mindre fisk av samme art, og at videre maskinfiletering krever homogen størrelse i hver gruppe. Løpende justering av grader-teknologien er derfor nødvendig slik at sorteringen blir mest mulig presis. Dette gjøres i dag ved manuelt kontrolluttak av batcher (ca 20 kg) og veiing av fisk individuelt på statisk vekt. Den manuelle sorteringen er imidlertid tids- og arbeidskrevende. Det er behov for at å få dette gjort automatisk og fortløpende under produksjonen. Bedre kontroll og fortløpende og automatisert justering vil kunne gi mer nøyaktig faktisk sortering av mottatt fangst, og på den måten sikre høyere verdi på råstoffet.

FHF utlyste her støtte til bedriftsrettet prosjekt (frist 16. mai 2019) for utvikling av teknologi for automatisert justering av rullsorteringsmaskiner. Prosjektet startet september 2019.

Retningslinjer for teknologien definert i utlysningen:

- Automatisk og løpende kunne justere sorteringen av størrelser på pelagisk fisk til humant konsum.
- Oppnå mer nøyaktig vektgradering på alle fiskestørrelser sammenlignet med eksisterende teknologi.
- Opprettholde samme- eller bedre kapasitet enn eksisterende løsning.
- Kunne implementeres i eksisterende anlegg.
- Oppfylle nødvendige HMS-krav.

MMC First Process AS (MMC FP) tilbyr og utvikler bærekraftige løsninger for behandling og håndtering, prosessering og kjøling av fisk til den globale sjømatindustrien; til fangstfartøy, akvakultur og til prosessindustri. Bedriften har tre lokaliteter i Norge med ekspertise fra 200 ansatte.

Et produktområde for bedriften er rullsorteringsmaskiner basert på «increasing gap»-prinsippet. MMC FP har levert de fleste rullsorterere som i dag er installert i norsk pelagisk konsumindustri, og tilsvarende også for laks innen akvakultur.



Prosjektet er gjennomført med MMC FP som prosjektansvarlig og **Pelagia AS** som samarbeidspartner. Installasjon og testing av prototype er gjennomført i Pelagias anlegg i Liavåg.

Styringsgruppen for prosjektet har hatt følgende sammensetning: Fra MMC FP; Stig Roppen (prosjektleder), Arne Aasen, Frank Abelseth, Per-Arild Aamelfot. Fra Pelagia: Arnt-Ove B. Kolås/Live Spurkland, Rune Hoddevik. Fra FHF: Lars Lovund. Stein Ove Østvik (UKAP AS) har bistått MMC FP med rapportering.

4 Problemstilling og formål

Prosjektet har hatt følgende målsetting:

I prosjektet skal det utvikles teknologi for automatisert, kontinuerlig justering av sorteringsmaskinen (maskiner med forsortering med «increasing gap»), basert på løpende kontrollveiing av enkeltfisk. Teknologien skal sikre at sorteringsmaskinen til enhver tid er optimalt justert og tilpasset aktuelt råstoff. Teknologien skal forbedre lønnsomheten i prosessering av pelagisk fisk ved at en mindre andel av fisken blir sortert og pakket eller filetert i feil vektkategori.

Følgende delmål var definert ved oppstart av prosjektet:

- Utvikle system for sekvensielt uttak og transport av batcher (pr størrelsesgruppe) fra sorteringsmaskin.
- Utvikle teknologi som retningsorienterer, singulerer og takter en og en fisk inn til veieenhet.
- Utvikling av dynamisk veieenhet for veiing av en og en fisk på løpende bånd.
- Utvikle styringssystem og software med registrering av fiskenes individuelle vekt og opprinnelsesbatch, avgivelse av styringsdata til aktuatorer samt generering av rapporter.
- Utvikle aktuator-system for automatisk justering av posisjonen til skilleanretningen mellom vektklassene i sorteringsmaskinen.
- Utvikle system for returnering av fisk til sine respektive vektklassetransportører, evt. til ny innmating til sorteringsmaskin.
- Integrere alle systemelementer og til helhetlig system med kontroll på opprinnelsesbatch gjennom hele forløpet. Teknologien skal kunne integreres inn i ulike pelagiske konsumfabrikker.
- Teknologien skal bygges, testes, måles/analyseres, dokumenteres og demonstreres som en industriell pilot i fiskeindustrianlegg.



5 Prosjektgjennomføring

Konseptutviklingen omfatter:

- overordnet konseptløsning
- detaljert konseptutvikling for mekaniske og konstruksjonsmessige komponenter
- konsept for automasjon, styringssystem og brukergrensesnitt

Konseptutviklingen er gjennomført i arbeidsgruppemøter med deltakelse fra MMC FP og Pelagia, og gjennom arbeidsgruppemøter og engineeringsarbeid internt i MMC FP. Konsept for helhetlig løsning er diskutert og avklart i styringsgruppemøter.

Overordnet konsept og detaljerte del-løsninger er utviklet for å passe inn i Pelagia Liavågs anlegg. Det er her installert to parallelle rullesorteringsmaskiner som kjøres parallelt med avlevering til fem felles distribusjonsband for transport av fisk til pakking og/eller filetering. Arrangementet er ansett som å være i hovedsak likt de fleste andre pelagiske produksjonsanlegg, slik at prinsipiell løsning skal kunne benyttes også i andre fabrikker.

Justering av rullesorterer kan prinsipielt skje ved 1) at avstand og vinkel mellom ruller endres («increasing gap») og 2) at posisjonen til sadeltak som skiller de ulike fiskestørrelser endres i rullenes lengderetning. I praksis kjøres rullesorteringsmaskinen for det aktuelle råstoffet med fast innstilling av rullenes avstand og vinkel. Det er derfor avklart at justering av maskinen skjer etter prinsippalternativ 2).

Valgt løsningen for automatisert uttak av fisk for kontrollveeing baseres på å benytte eksisterende underliggende og tverrgående distribusjonsband (5 stk) som er påmontert avskraperarmer. Avskraperarmene tar ut batcher fra de ulike distribusjonsband (ulike fiskestørrelser) sekvensielt over til et underliggende transportband som igjen er montert tverrstilt med distribusjonsbandene. Mengde i hver batch styres med avskraperarmens holdetid i ut-posisjon (pneumatisk), og ønskes å være ca 20 kg pr batch. Samlebandet avleverer den enkelte batch med en justerbar hastighet til et todelt singuleringsband. Singuleringsbandet består av fem korte transportører samt én lengre transportør med lastcellebasert veieing av enkeltfisk. Forskjellige girutvekslinger per transportør sørger for økende hastighet per transportør. I tillegg er motorene drevet av frekvensomformere for ytterligere justeringsmulighet. Singuleringsbandet avleverer en og en lengdeorientert fisk til hver av to parallelle veieband på enden.

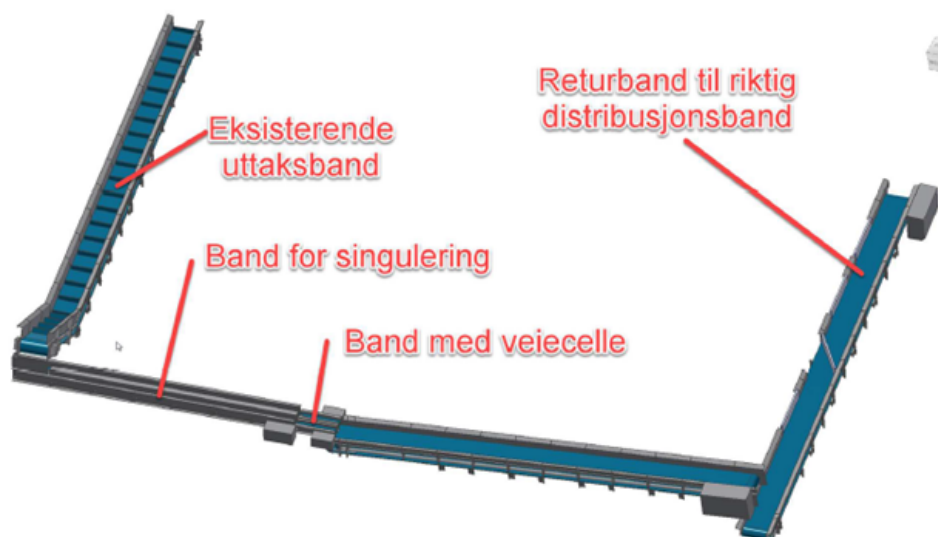
Singuleringstransportøren skal sørge for at kun én fisk er på vektskålen på et gitt tidspunkt, det er i tillegg lagt inn en maksimumsgrense i PLS for å detektere om to fisker er på vekt samtidig og sensorer i forkant av vekt for å måle avstand mellom fisker slik at målinger der to fisk har vært halvveis på vekten samtidig kan forkastes.

Etter veieing ledes fisken med først en transportør, for avlevering til 90° stilt neste transportør som er utstyrt med avskraperarmer, som igjen avleverer tilbake til de respektive distribusjonsband inn under rullesorteringsmaskin.



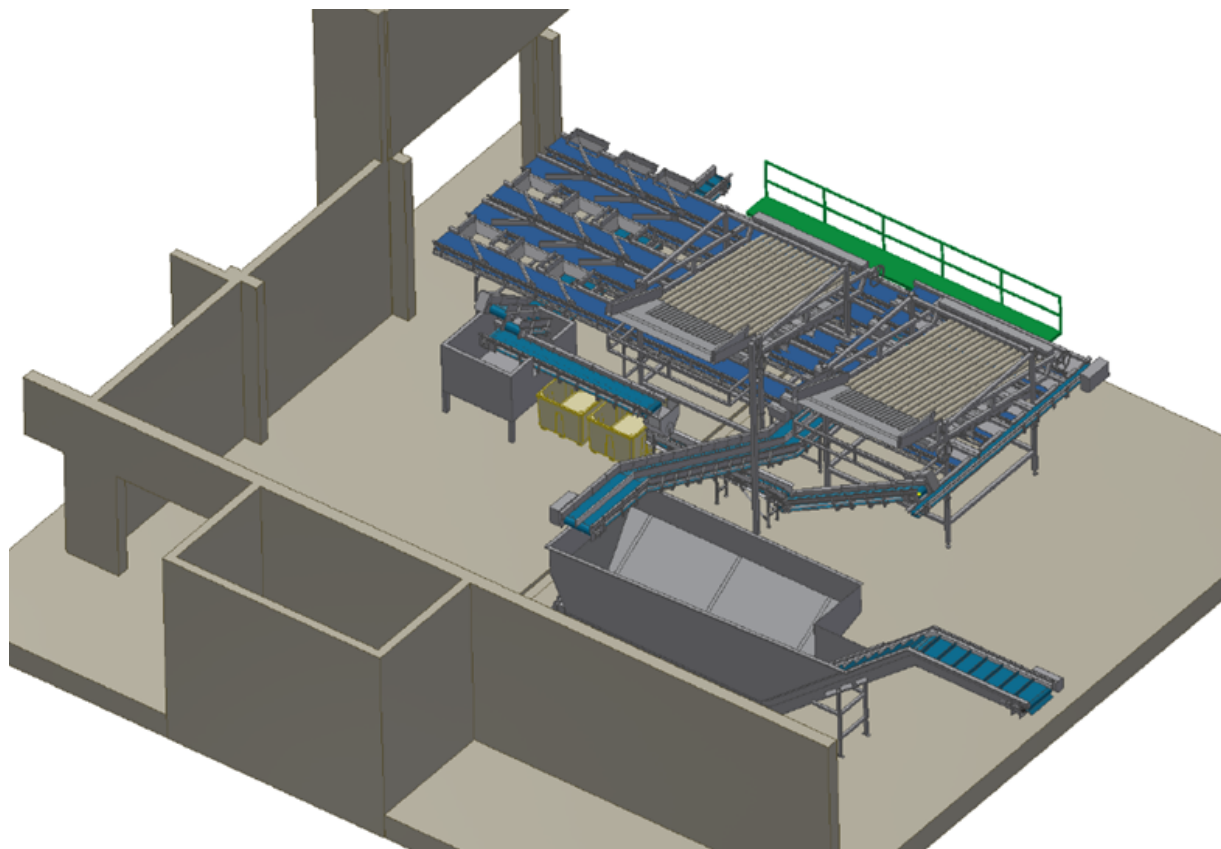
Sekvenser, tidsstyring, datafangst fra lastceller, og avlevering tilbake til distribusjonsband styres alt av PLS basert styringssystem. Systemet avgir styringsdata for posisjonering av skille-sadlene under sorteringsmaskinen.

Det er utviklet prinsipp og detaljert design for mekanisme for styring av skille-sadlenes posisjon i sorteringsmaskinen. Posisjoneringen av disse kjøres av elektriske lineærstempel/sylindere med nøyaktig posisjonskontroll.

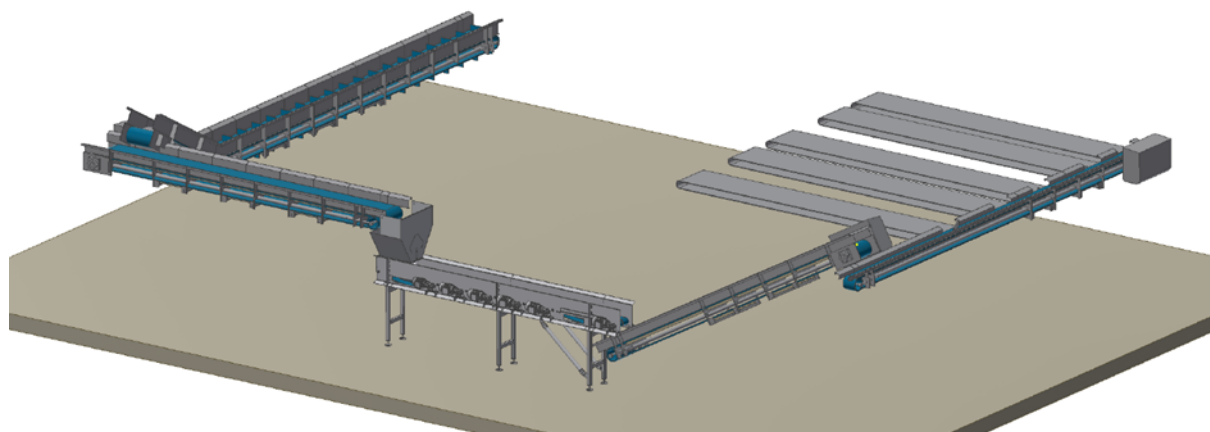


Figur 1. Prinsipielt design av arrangement for logistikk-løsning med singulering og veiing av fisk, og med retur av fisk tilbake til distribusjonsbandene. Rullesorteringsmaskinene (her ikke vist) som er plassert mellom uttaksband som mottar batcher fra overliggende distribusjonsband (til venstre) og returband til høyre. Uttaksbandet med justerbar hastighet leverer batcher til singuleringsband som singulerer fisk i to baner inn på to parallelle bandveker (se også figur 2 og 3).





Figur 2. Totalt arrangement for sortering av fisk ved Pelagias anlegg i Liavåg, med to rullesorteringsmaskiner, fem distribusjonsband, og installert pilotarrangement for autojustering av sorteringsmaskinene.

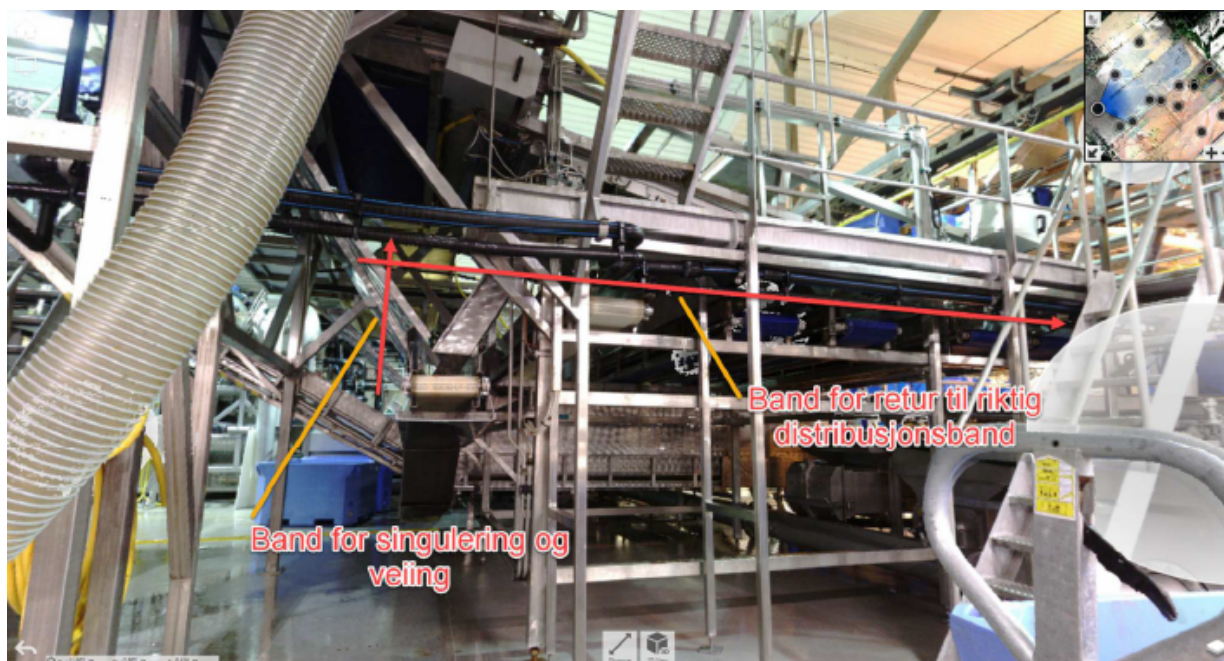


Figur 3. Detaljert design for pilotarrangement for autojustering av sorteringsmaskiner.





Figur 4. Bilde fra anlegg og pilotinstallasjon.

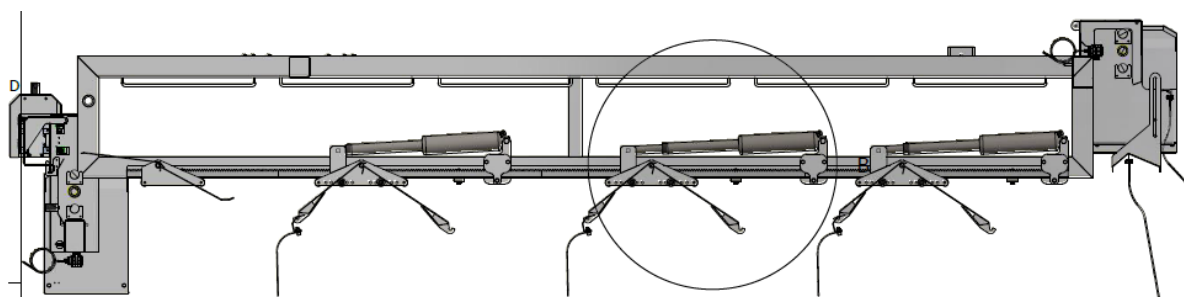


Figur 5. Bilde fra anlegg og pilotinstallasjon.





Figur 6. Rullesorteringsmaskin påmontert elektriske lineær-stempel for automatisert justering av mønetak.



Figur 7. Arrangement for elektriske lineær-stempel for automatisert justering av mønetak

Veiedata

Når alle fiskene i batchen er veid, blir dette presentert fortløpende på skjermen i styreskapet ved sorteringsmaskinene. Data blir logget og kan overføres til pc for lagring og/eller utskrift.



Disse dataene kan benyttes til enten manuell tasting på display for justering av møne- plassering eller til automatisert justering av mønejusterings-sylindere. Mønejusteringsstemplene på de to sorteringsmaskinene justeres synkront slik at sorteringsresultatet blir det samme for begge to.

Etter de første installasjoner ble det arbeidet fortløpende med videre utvikling av detaljer og justeringer med løpende uttesting for å utbedre flyt, og for å oppnå riktig dosering til veietransportør.

Det er utviklet en kalibreringsfunksjon for vektsystemet.

Styreskap

Det er laget et styreskap med PLS-styring og touch-skjerm som presenterer data og som benyttes til definering av styringsdata.

Slutt: ○			Gruppe 6		550 - 600	ZS01		ZS02
					600 - →			
SAMMENDRAG			GRUPPE	ANTALL	VEKT [%]	ANTALL [%]	SNITTVEKT [g]	
Antall veinger:	52		0 - 400	0	0.00	0.00	0	
Gjennomsnitt [g]:	537		400 - 450	0	0.00	0.00	0	
Totalvekt [kg]:	27.92		450 - 500	7	11.89	13.46	474	
Antall under grense:	0	0.00 %	500 - 550	28	52.27	53.85	521	
Antall innenfor grense:	0	0.00 %	550 - 600	12	24.78	23.08	577	
Antall over grense:	52	100.00 %	600 - →	5	11.06	9.62	617	

Figur 8. Fra skjermbilde på styringsskap.



Råverdi	Måleverdi	Vekt	TARE	Råverdi	Måleverdi	Vekt	TARE
6860	7.35 mA	0 g		6764	7.30 mA	0 g	
GJENNOMSNIITT			RESET	GJENNOMSNIITT			RESET
Råverdi	Måleverdi	Antall		Råverdi	Måleverdi	Antall	
0	0.00 mA	0		0	0.00 mA	0	
Vekt - Y1	Råverdi	Måleverdi - X1	KALIB. 0 g	Vekt - Y1	Råverdi	Måleverdi - X1	KALIB. 0 g
0 g	6817	7.33 mA		0 g	6720	7.28 mA	
Vekt - Y2	Råverdi	Måleverdi - X2	KALIB.	Vekt - Y2	Råverdi	Måleverdi - X2	KALIB.
94 g	7121	7.48 mA		94 g	7023	7.43 mA	
Vekt - Y3	Råverdi	Måleverdi - X3	KALIB.	Vekt - Y3	Råverdi	Måleverdi - X3	KALIB.
186 g	7400	7.61 mA		186 g	7318	7.57 mA	
Vekt - Y4	Råverdi	Måleverdi - X4	KALIB.	Vekt - Y4	Råverdi	Måleverdi - X4	KALIB.
278 g	7705	7.76 mA		278 g	7623	7.72 mA	
Vekt - Y5	Råverdi	Måleverdi - X5	KALIB.	Vekt - Y5	Råverdi	Måleverdi - X5	KALIB.
370 g	7973	7.89 mA		370 g	7925	7.87 mA	
Vekt - Y6	Råverdi	Måleverdi - X6	KALIB.	Vekt - Y6	Råverdi	Måleverdi - X6	KALIB.
464 g	8272	8.04 mA		464 g	8228	8.02 mA	
Vekt - Y7	Råverdi	Måleverdi - X7	KALIB.	Vekt - Y7	Råverdi	Måleverdi - X7	KALIB.
556 g	8571	8.19 mA		556 g	8531	8.17 mA	

Figur 9. Fra skjermbilde på styringsskap.

6 Oppnådde resultater, diskusjon og konklusjon

Uttak av batcher fra distribusjonsband:

Åpningstiden for uttaksarm defineres ved inntasting på styringsskjermen. Åpningstid defineres for hvert enkelt distribusjonsband hvor man ønsker uttak av ca 50 fisker (20-25 kg) pr batch. En utfordring er at tetthet av fisk på distribusjonsbandene varierer både over tid og mellom bandene. Imidlertid er det ikke kritisk for måleresultatet at man oppnår en fast mengde fisk. Mye fisk i batchene vil imidlertid øke sekvenstiden for uttak og veiing av batch. I og med at transportøren som mater singuleringsbandet avleverer med lav hastighet i step-modus så tar veiing av en batch typisk ca 5 minutter.

Singuleringsband:

Fire akselerasjoner og begrenset bredde gir god singuleringsfunksjon. I tillegg gir fotocelle ved inngang til veiesone en sikkerhetsfunksjon for registrering av to fisk som en. Feil innmating medfører forkasting av de aktuelle veiedata.

Veiedata:

De første sammenligninger av veieresultat fra systemet med kontrollvekt viste registrering av for lave individvekter. Det ble da identifisert en del problemstillinger angående kalibrering og programkode (manglende ekstrapolering) som førte til for lav vekt.

Videre tester viste avvik mellom veid gjennomsnittsvekt på veieband pr fisk sammenlignet med veiing på statisk vekt på 1-6 gram (det ble her benyttet veieceller 0-50 kg).

Det ble etter de første tester i 2020 installert nye veieceller med måleområde 0-7,5 kg og nye veiecelleforsterkere til modell med raskere filtrering av data for ytterligere forbedring av måleresultat ved høy hastighet på transportør. Nye lastceller på veiebånd ble skadet (august 2021), og lang leveringstid av nye fra underleverandør medførte at testing måtte utsettes i to måneder. Sammen med tidlig avslutning av makrellsesong medførte dette begrenset med testing av systemet høst 2021.

Funksjon for justering av mønetak:

Automatikk for justering av møner ble inn-justert og testet. Møne-justeringsfunksjonen fungerer godt. Denne har vært benyttet i produksjonen med manuell tasting av posisjonsdata på systemets display, basert på manuelle veieprøver. I og med at testede og verifiserte veiedata ikke var tilgjengelig før avslutning av makrellsesong 2021 er ikke automatikk ferdig testet og verifisert.

Tidsbruk for hel sekvens:

Hele sekvensen for uttak fra fem ulike disktribusjonsband (fem størrelsesgrupper), takting inn til singulering, veiing av enkeltfisk og tilbakelevering til distribusjonsband medfører total tidsbruk på ca 50 minutter. Det vil si at det oppnås ca 8 justeringer av sorteringsmaskinene for et 7-timers produksjonsskift. Det ble avklart at tidsbruk for hel sekvens bør reduseres.

Konseptavklaringer:

Det ble i siste fase av prosjektperioden avklart at det er behov for kortere sekvenstid og samtidige uttak av batcher fra alle distribusjonsbandene.

Nye avklarte funksjonsbehov medfører at nye arrangementer må utvikles, installeres og testes. For å oppnå dette må prosjektperioden utvides med minimum ett år, og gir vesentlig kostnadsøkning for utvikling og bygging av ytterligere pilotarrangement.

MMC FP har avklart at kostnadsdekning for videre utvikling av konseptet må på plass før utvidelse av prosjektperioden, og for at utvikling av nye prinsipper ut over opprinnelig plan skal gjennomføres. Det ble i prosjektets styringsgruppe avklart at det ikke er grunnlag for å få dette på plass ved prosjektets avslutning.



7 Hovedfunn

- Overordnet logistikkarrangement for uttak av prøve, innmating til bandvekt med singulering og individkontroll, og tilbakelevering til distribusjonsband er funksjonell løsning.
- Det ble ved prosjektets avslutning avklart at konseptet må ha samtidighet i uttak av fiskeprøver fra alle størrelsesgrupper.
- Total tidsbruk for prøvetaking og veiing for hele sekvensen med alle størrelsesgrupper må reduseres.
- Utviklet prinsipp og arrangement med elektriske lineærstempel for justering av mønetak under sorteringsmaskinene er godt funksjonelt.

8 Leveranser

Følgende leveranser følger prosjektet:

- Utviklet pilot installert i Pelagias anlegg i Liavåg 2020-2021.
- Faglig sluttrapport.
- Referat fra 5 styringsgruppemøter.
- Faktaark.
- Administrativ sluttrapport.

