

DigiHeart

- I hjertet av fiskedødelighet

Lisa-Victoria Bernhardt, DVM, Ph.D.
Group Research & Development, DNV

Våre strategiske forsknings- og utviklingsambisjoner



Forme fremtiden for digital sikkerhet



Lede inn i energiens fremtid



Lede inn i fremtidens vannbårne transport



Forme en bærekraftig fremtid for havrommet



Opprette nye kvalitetssikringsroller i helsevesenet



Skape fremtidige kvalitetssikringsroller innen mat, sirkularitet, bærekraft og forsyningskjeder

Konsortium

DigiHeart



Et forskningsprosjekt (# 103385) finansiert av Nordforsk under Nordisk ministerråd.

Tidsperiode: 2021-2023

- Fiskaaling
- Avrik
- Mowi
- Bakkafrøst
- Hiddenfjord

Færøyene



- Norges miljø- og biovitenskapelige fakultet (NMBU)
- Universitetet i Oslo (UiO)
- DNV
- AquaGen
- Aqva-Kompetanse
- Salmar
- Ellingsen

Norge



- Göteborgs Universitet (GU)
- Sveriges Lantbruksuniversitet (SLU)

Sverige



Bakgrunn



- Økende mengde bevis tyder på at **flertallet dør av hjertesvikt** på grunn av unormale hjerteformer eller andre typer hjertesykdom.
- Konsekvensene av avvikende hjerteform er **dårlig kartlagt**.

Normal hjerteform.
Vill Atlantisk laks

Normal hjerteform.
Oppdrettet Atlantisk laks

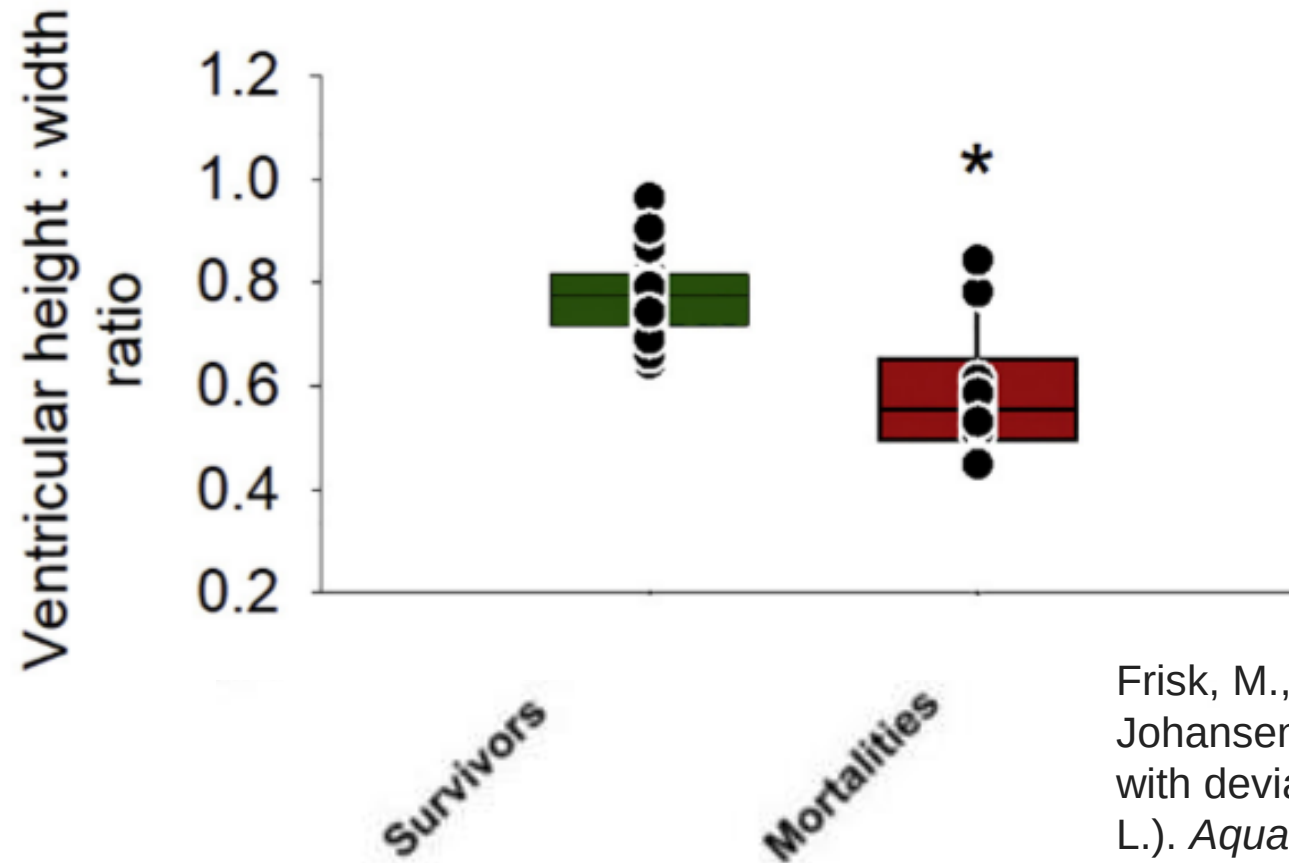
Moderat **avvikende**
hjerteform.
Oppdrettet Atlantisk laks

Omfattende **avvikende**
hjerteform.
Oppdrettet Atlantisk laks



Kan vi finne sammenhenger mellom mulige årsaker og konsekvenser av avvikende hjerteform?

Hjerteform påvirker funksjon



Frisk, M., Høyland, M., Zhang, L., Vindas, M. A., Øverli, Ø., & Johansen, I. B. (2020). Intensive smolt production is associated with deviating cardiac morphology in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). *Aquaculture*, 529, 735615.

DigiHeart - Formål

“All oppdrettslaks er hjertepasienter”

Spørsmål:

- I hvilken grad fører avvikende hjerteform til økt dødelighet?
- Hvordan kan vi redusere hjerterelatert dødelighet hos oppdrettslaksen?

Formålene er å:

- Finne ut av **hvorfor** fisken får avvikende hjerteform og **hvilke konsekvenser** det kan ha.
- **Kombinere biologisk kunnskap og erfaring innen maskinlæring**, ved å bruke hjertehelse som et «proof of concept».

Hvordan vi skal bidra til dette:

- Konstruere **modeller** til å forutsi effekten av operasjonelle og miljømessige parametere på dødelighet, for å **hjelpe oppdrettere med å forbedre driften**.
- **Kunstig intelligens (AI)** til å forstå fiskens dødelighet fra produksjonsdata.
- **Automatisere** måling av hjertedimensjoner.

Mottatte data

Produksjonsdata (populasjonsnivå)

- Dødelighetsdata fra Avrik, på Færøysk laks (2005-2020)
- Dødelighetsdata fra Fiskeridirektoratet, på Norsk laks (siden 2005).
- Daglige produksjonsdata fra utvalgte merder, fra DigiHeart-partnerne i Norge og på Færøyene (siden 2021).

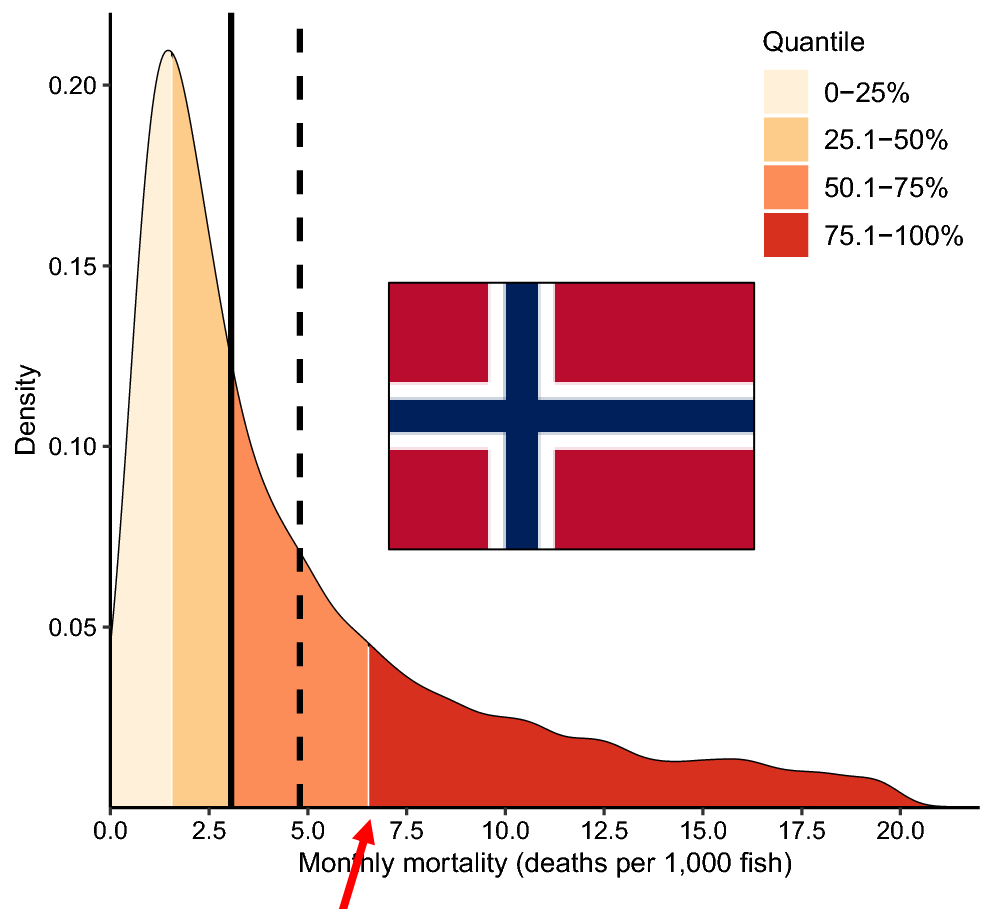
Hjertedata (individnivå)

- Hjertebilder og biologiske målinger for enkeltfisk, fra DigiHeart-partnerne.

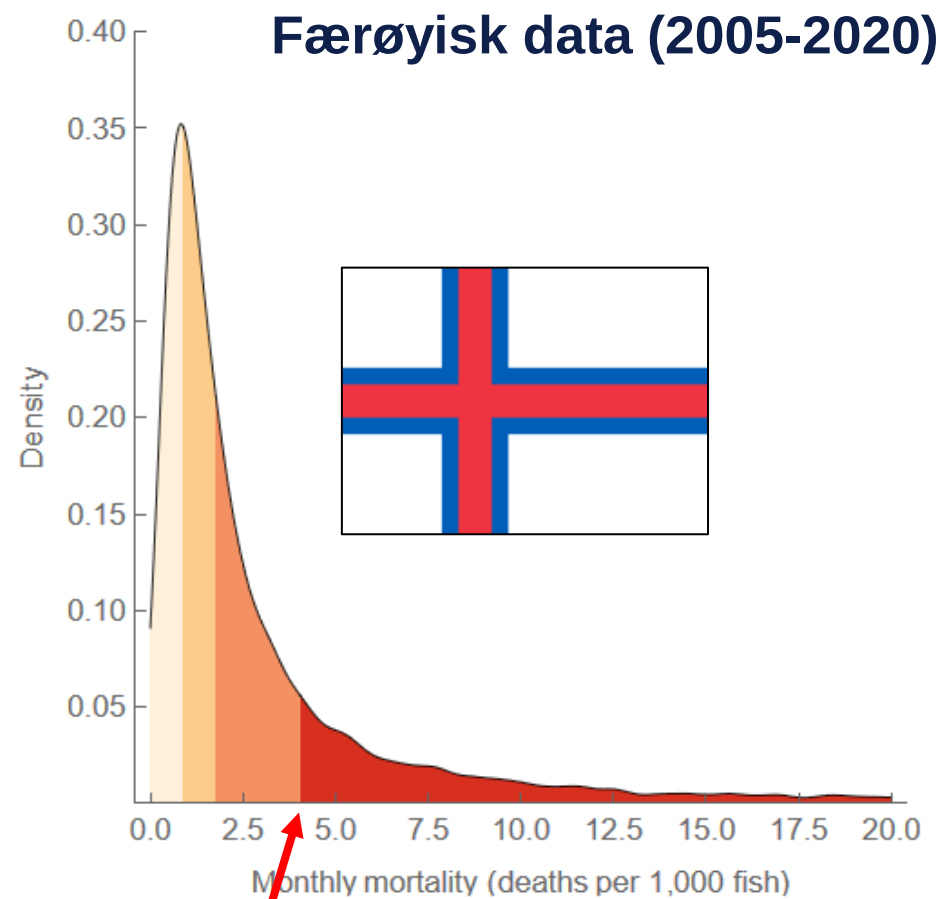
Datalagring

- Trygg og sikker datalagring og deling:
 - **Veracity** for lagring av data, kommunikasjon og kunnskapsutveksling mellom samarbeidende forsknings- og industripartnere.
- Sikrer sikker lagring av sensitive data, samtidig som vi muliggjør samarbeid.

Fiskedødeligheten er høyere i Norge enn på Færøyene



Figur fra Oliveira, V.H.S., Dean, K.R., Qviller, L. *et al.* Factors associated with baseline mortality in Norwegian Atlantic salmon farming. *Sci Rep* **11**, 14702 (2021). <https://doi.org/10.1038/s41598-021-93874-6>



DigiHeart

Kausal Probabilistisk Modell



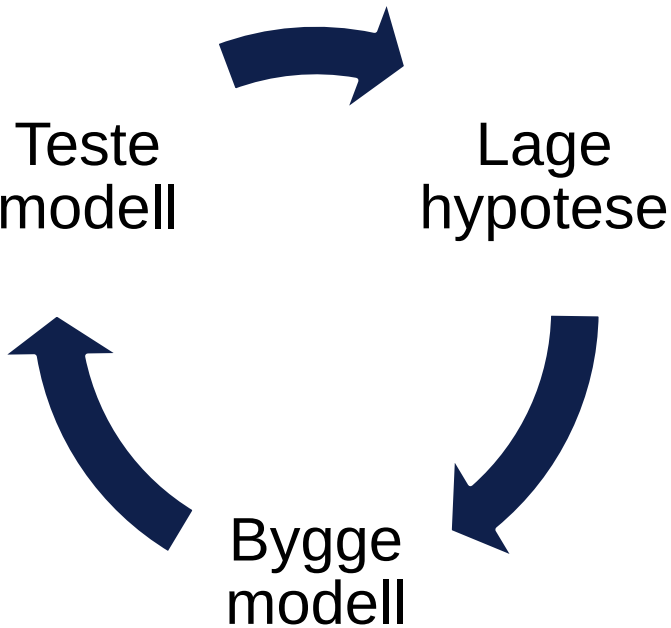
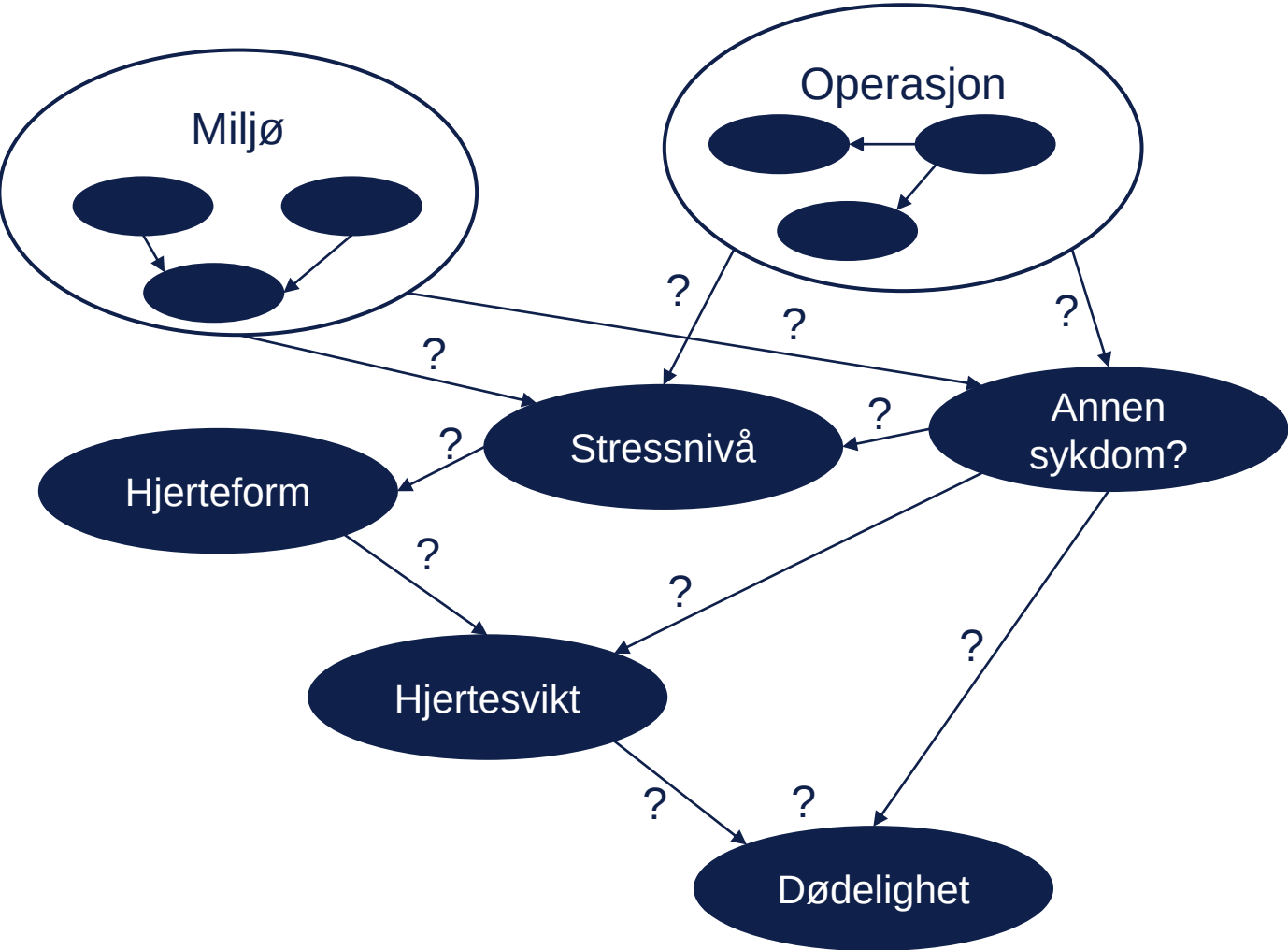
Maskinsynsmodell



Kausal Probabilistisk Modell

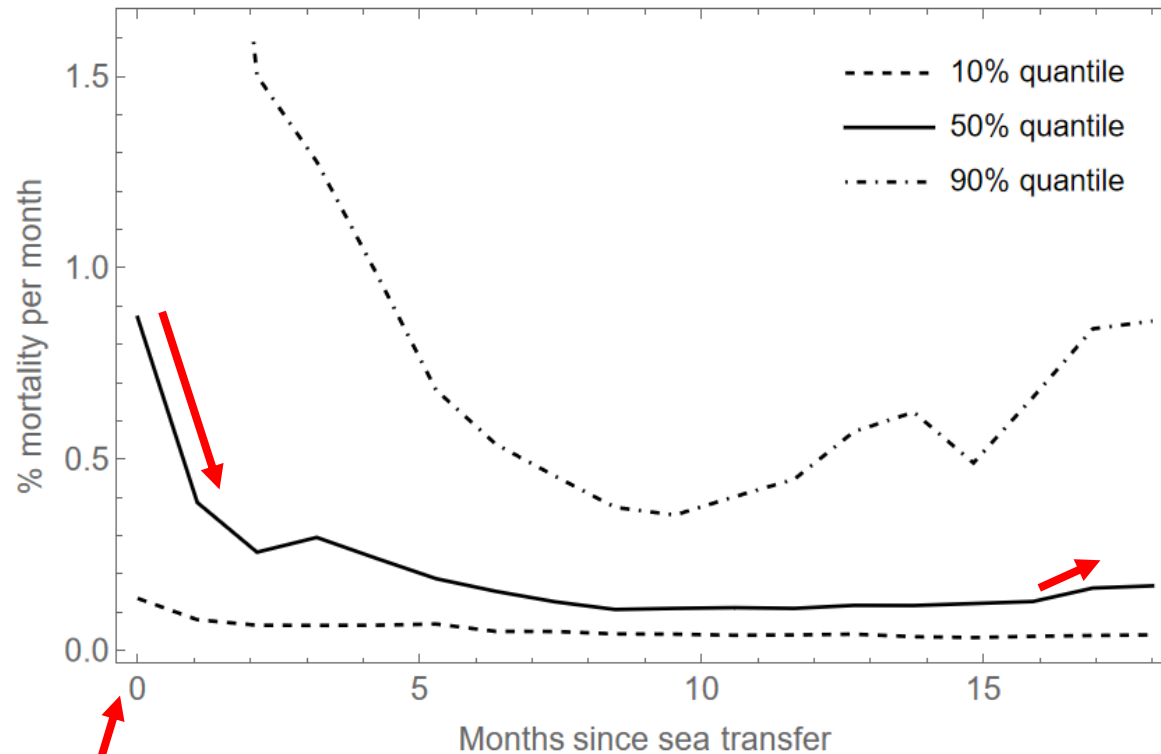


Kausal Probabilistisk Modell

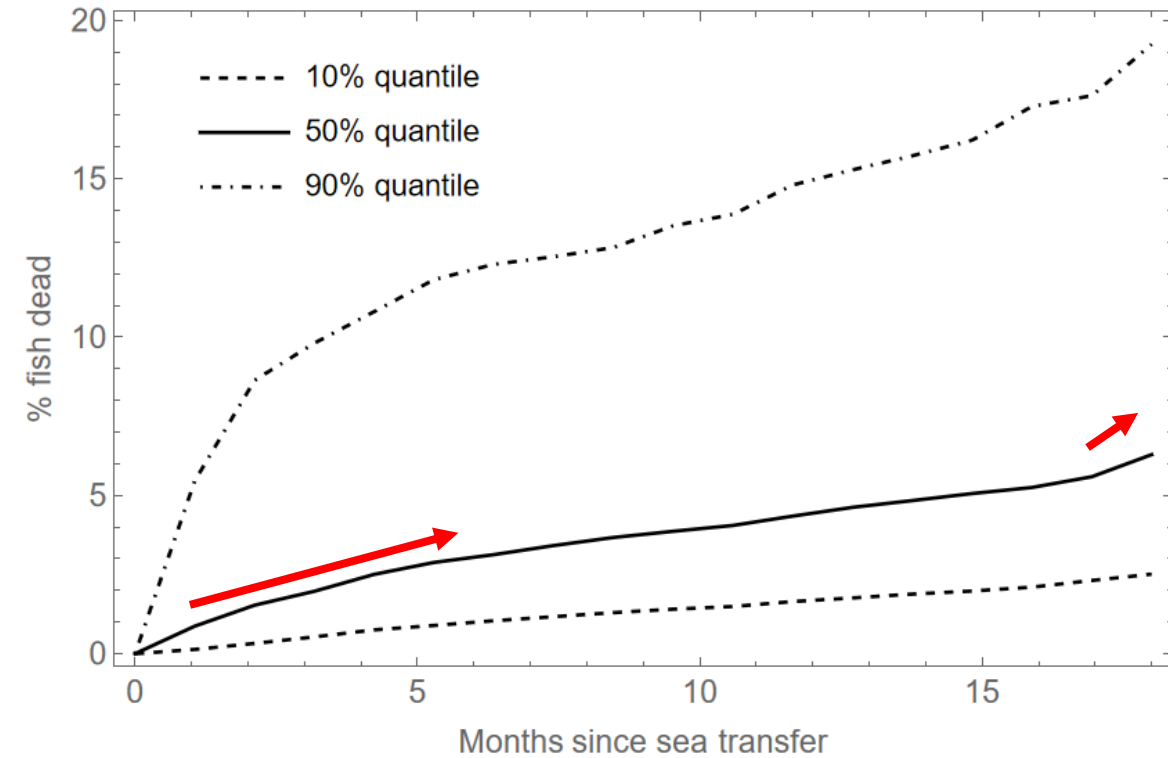


Dødeligheten er høyest etter sjøsetting og rundt slakting

Færøysk data (2005-2020)



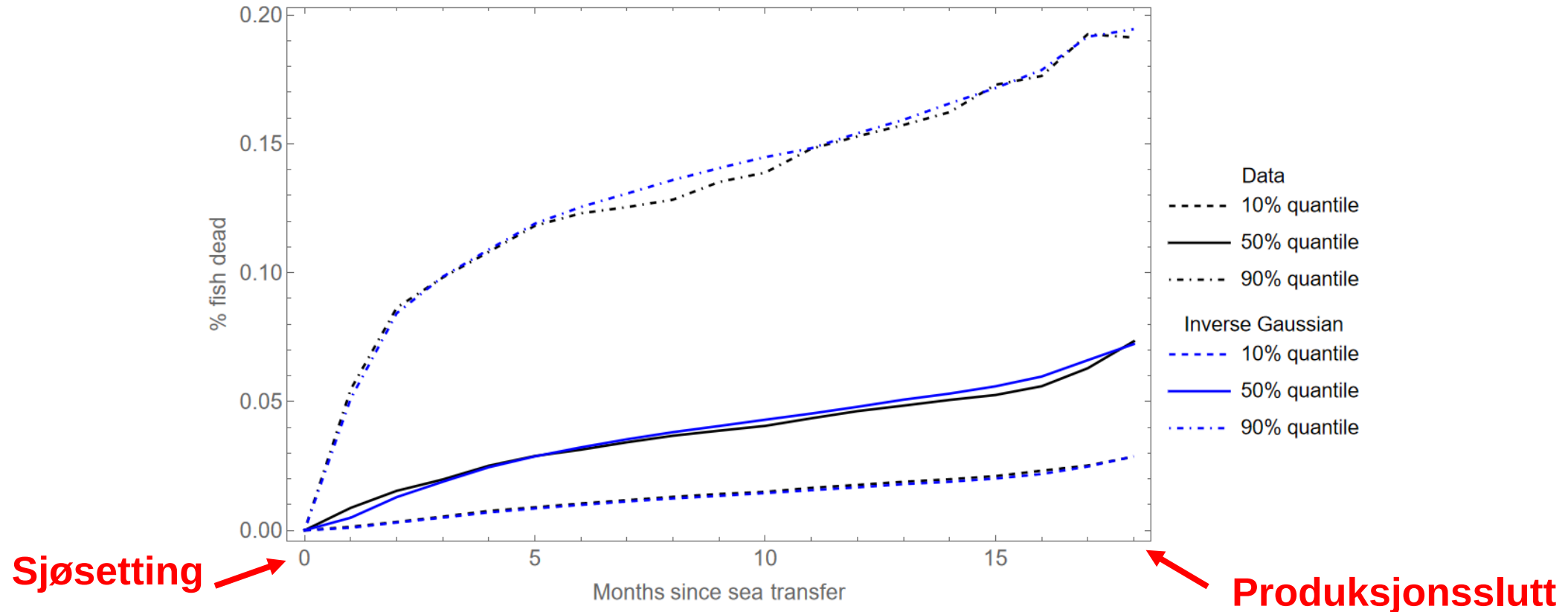
Sjøsetting



Produksjonsslutt

Lage en modell for dødeligheten over tid

- Vi har funnet en statistisk modell som passer produksjonsdataene (**Færøysk data (2005-2020)**)

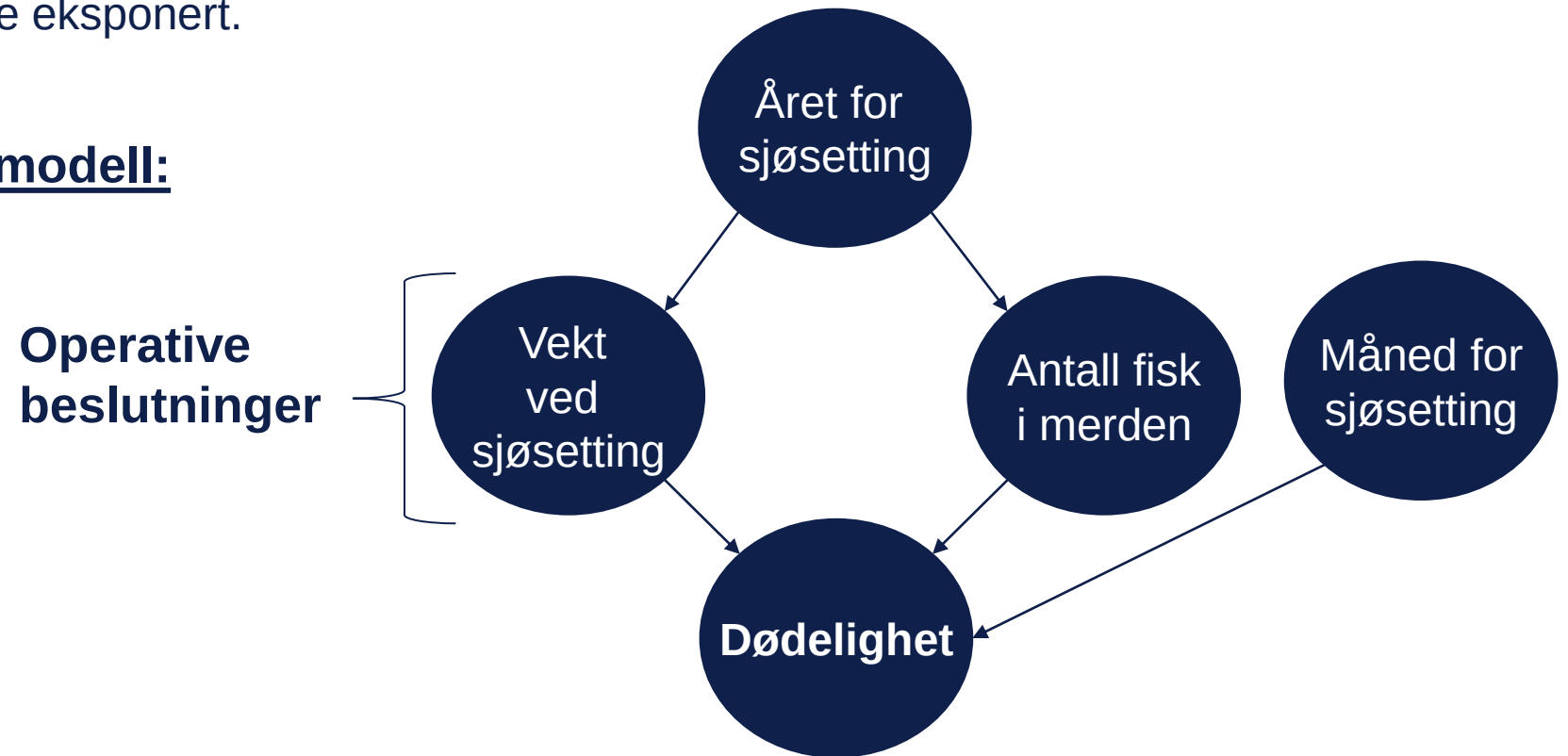


- Det neste trinnet er å forstå **hvordan ulike faktorer påvirker modellparametrene...**

Industrien har **endret seg mye**

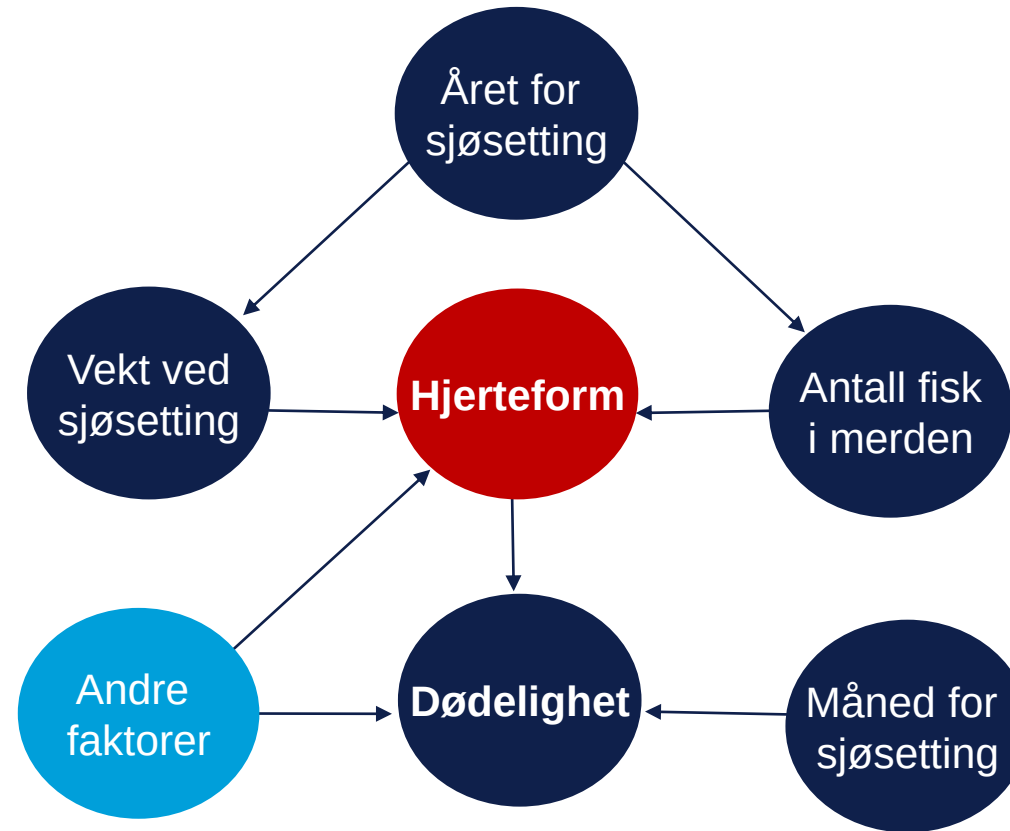
- Den Færøyske akvakultur industrien har **endret seg mye** siden 2005!
 - Smoltstørrelsen har endret seg
 - Merdstørrelsen har endret seg
 - Merd flyttet lengere ut – mere eksponert.
 - Etc.

Enkel modell:



Modellering av årsakene til dødelighet

Raffinert modell:



- Vi forsøker å koble dødelighet til hjerteform.
- Den store variasjonen i dataene gjør det vanskelig å skille “signaler” fra “støy”

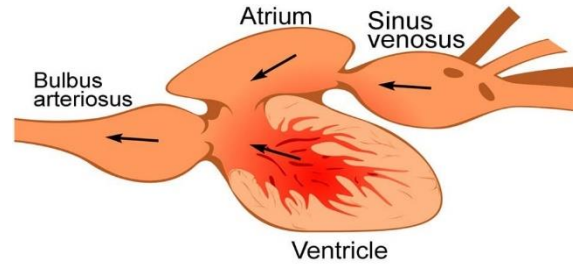
Maskinsynsmodell



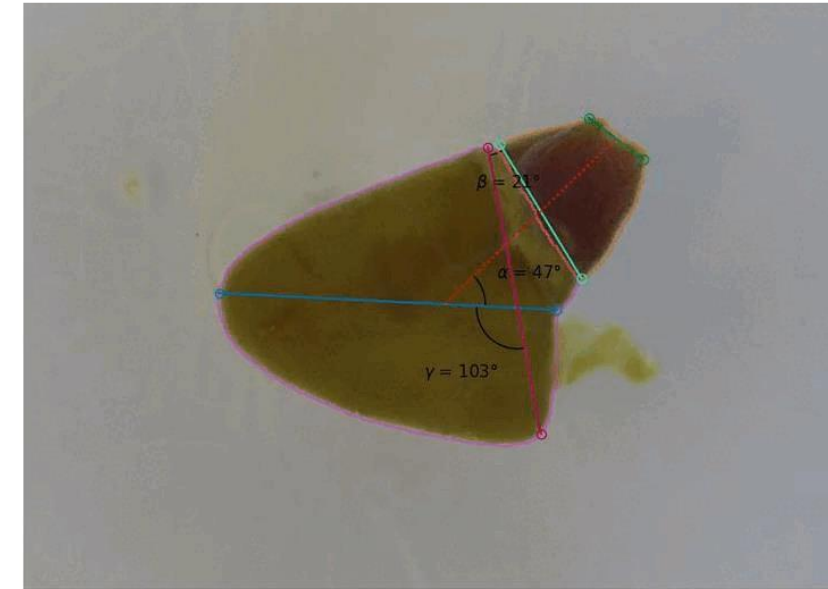
Hjertet som eksempel

Hensikt

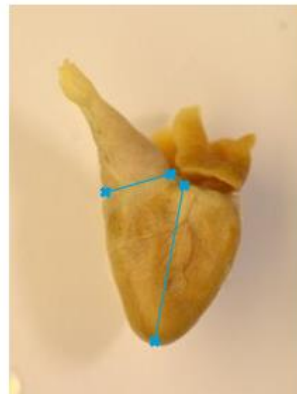
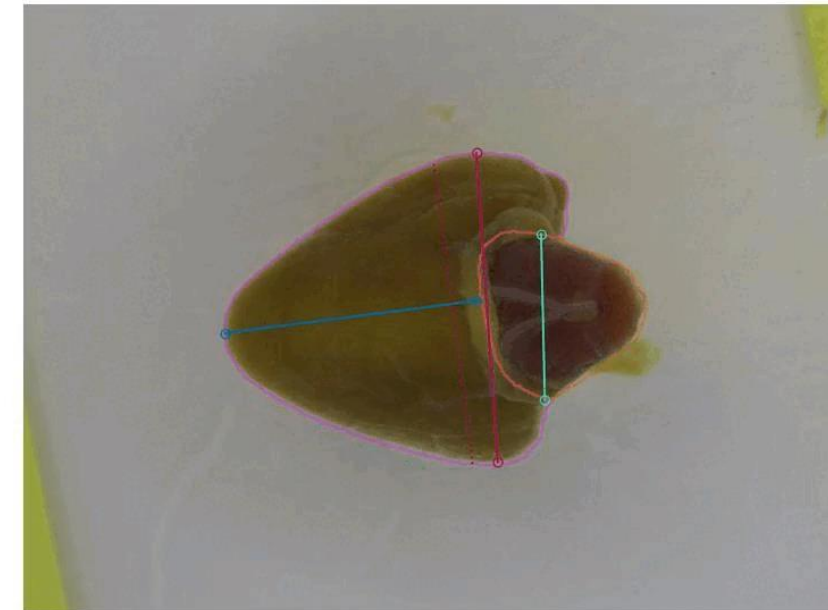
- Bygge **konsensus** blant eksperter for å tillate mer objektiv og nøyaktig beskrivelse av hjerteform.
- **Automatisere** målingen av hjerteform.

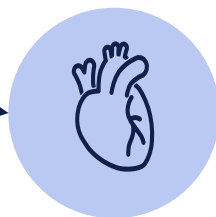
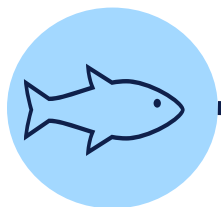


Bilde fra: <https://www.scienceabc.com>



Ventrodorsal



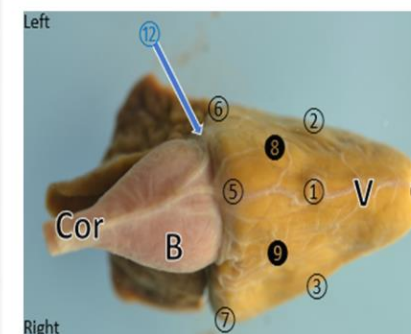
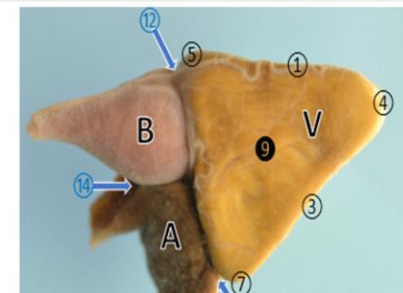


Hjertene ble fotografert i to projeksjoner:

- Dorsoventral
- Lateral venstre

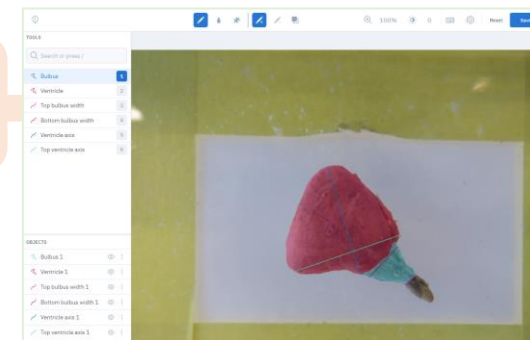


Dorsoventral



Lateral venstre

**Annoterings
guideline**



**Automatisert
annotering**

**Manuell
annotering**

**Skylagring
via Veracity,
av DNV**

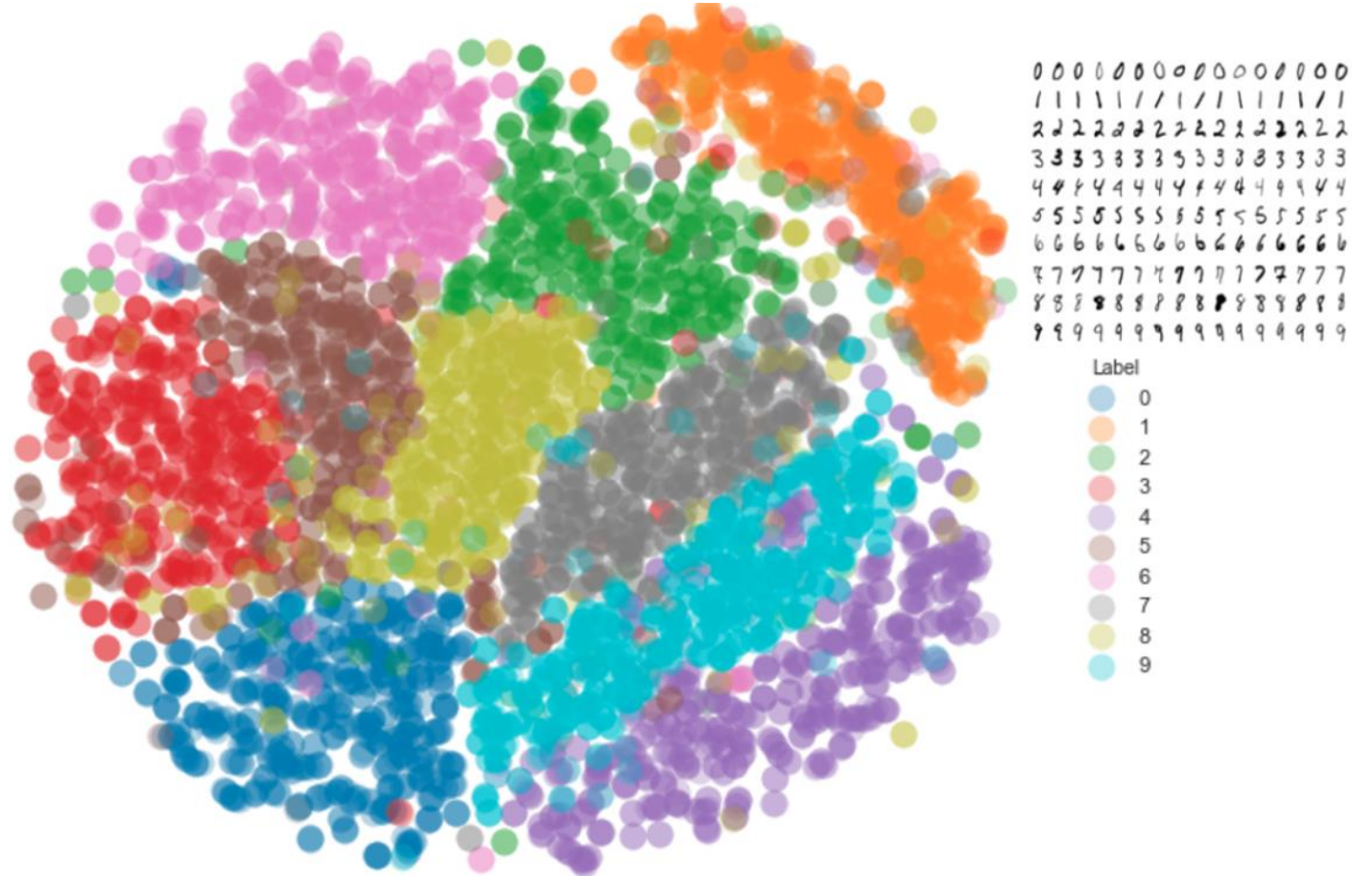
Gruppering av hjertebilder



- Kan vi bygge en **maskinlæringsmodell** for å gjøre dette **automatisk**?
- **Kan ikke trene klassifikasjonsmodeller** siden vi ikke har de merkede dataene.
- Derfor eksperimenterer vi ved hjelp av «**grupperings**» **metoden**:
 - Å «gruppere» kan lære viktig informasjon fra bilder og gruppere dem.

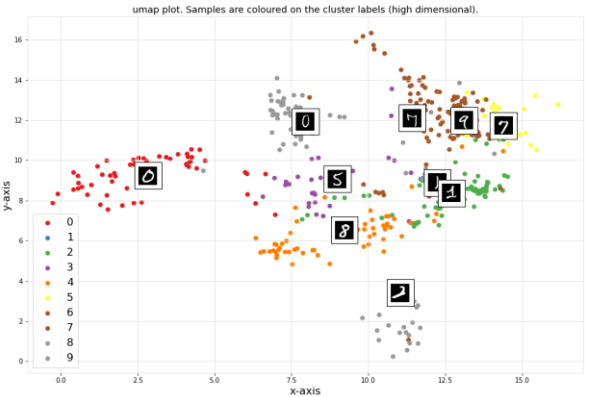
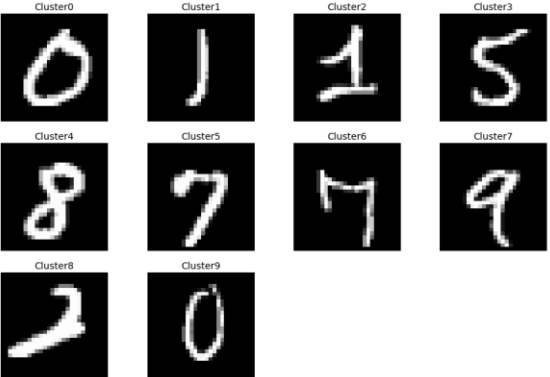
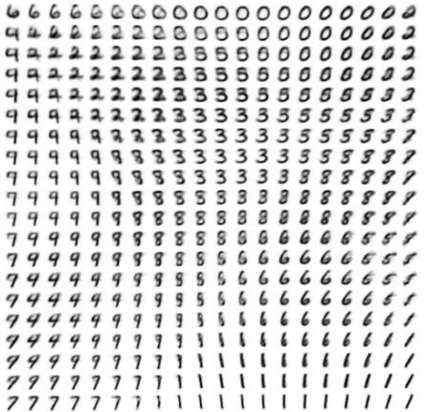
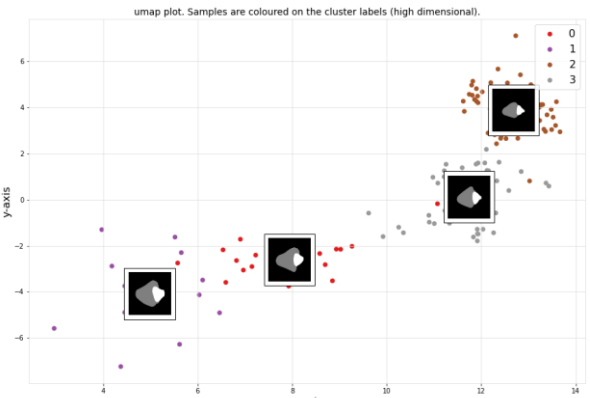
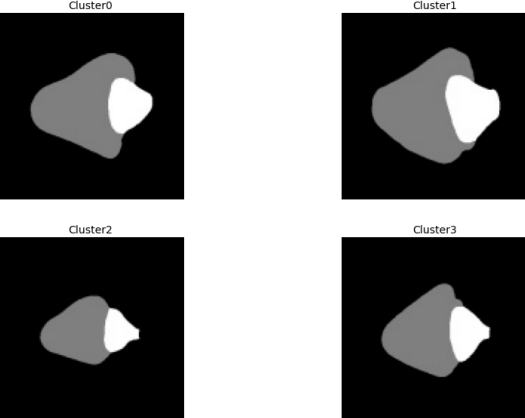
Klassifikasjon av hjerten

- Håndskrevne tall (MNIST-datasett) kan brukes til å se hvor god «grupperings" modellen er.



Bilde fra: <https://mltechniques.com>

Gruppering av hjertebilder

	Bildegrupperinger	Unike grupperinger	Hva vi ønsker å oppnå
MNIST		Unique images (most centroid image per cluster) 	 Bilde fra: https://arxiv.org/pdf/1312.6114.pdf
Hjertebilder		Unique images (most centroid image per cluster) 	Bekymringer • Har vi nok data? • Representerer de tilgjengelige dataene alle de ovennevnte kategoriene? • Hvordan kan vi forbedre grupperingsytelsen? • Ved å forhåndsbehandle hjertebilder: skalere, rotere og fjerne bakgrunnsstøy og ved å justere hyperparametere i modellen

Prosjektresultat – roller og verdiskaping



1. Kunnskapsoverføring

- Bygge bro mellom akademiske og industrielle partnere.
- Mot en mer kunnskapsbasert næring.



2. Forbedret diagnostikk

- Mer informert og raskere beslutningstaking.
- Mål å redusere produksjonstap, redusere miljøavtrykket og forbedre fiskevelferden.



3. Testing av nye roller for AI

- Automatisert/digital evaluering av hjertemorfologi.
- Fungerer som en god brukssak for:
 - Et verktøy for risikoovervåking.

Anerkjennelse

- **Nordforsk**, under Nordisk ministerråd
- Alle **DigiHeart** partnere, men spesielt:
 - Nafiha Usman, Andreas Hafver, Darshana Kuruge, Edward Yi Liu and Jørgen Vatn (**DNV**)
 - Amanda Vang, Heidi S. Mortensen and Elin Jacobsen (**Fiskaaling**)
 - Rúni Dam (**Avrik Benchmarking**)
 - Ida Beitnes Johansen & Sudip Mahat (**NMBU**)
 - Industripartnere (**Bakkafrost, Hiddenfjord, Mowi, Salmar, Ellingsen Seafood AS**)



Tusen takk!

