

Avsluttende møte

Dokumentasjon og testing av plastalternativ
for interleave-pakking av hvitfiskfilet

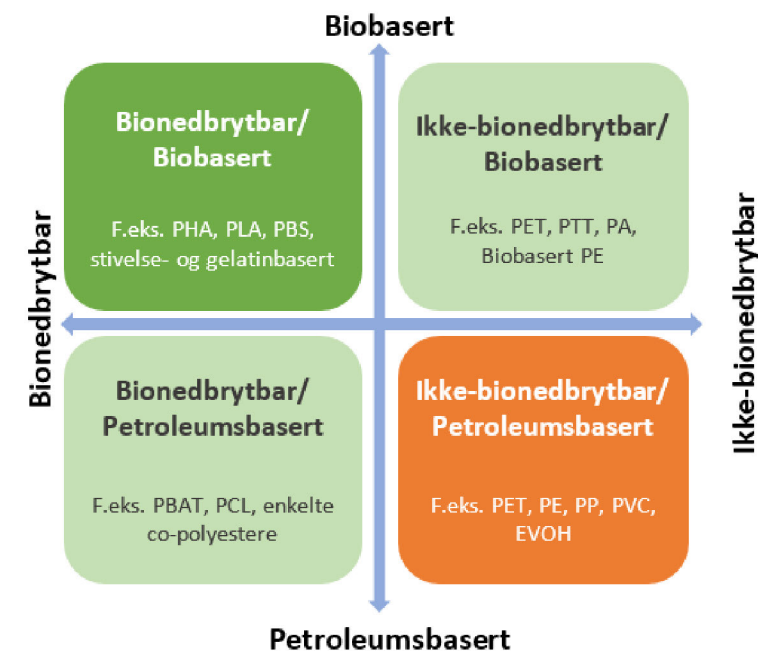
28.08.2023

Andreas Austnes
Solveig Uglem



Bakgrunn

- Utlysning fra FHF om tiltak for å redusere utslipp av plast fra sjømatnæringen (Delmål 2).
- Norsk fiskeindustri benytter hvert år store mengder plast- og blandingsemballasje.
 - Produsenter ble utfordret av fish & chips-næringen i UK for å finne løsninger som kan redusere bruken av konvensjonell plast på ombordfryst filet.
- Inntreden av biobaserte og bionedbrytbare plastprodukter.
 - Biodolomer® - biologisk nedbrytbart, godkjent for matkontakt.
 - **Celnor CS101**: utviklet av Celnor Packaging Ltd., produsert med Biodolomer® som råvare.



Oversikt over ulike plastprodukter tilgjengelig i markedet (Figur basert på Ashger et al. (2020)²).



SINTEF

Målsetting

- Hovedmålsettingen i dette prosjektet var å dokumentere effekten av Biodolomer® (Celnor CS101) som et alternativ til konvensjonell plast brukt til interleave-pakking av hvitfiskfilet, for å redusere bruk av konvensjonell plast i fiskerinæringen ved å ta i bruk nye emballaseløsninger basert på gjenvinnbare materialer.
- Delmål:
 1. Identifisere og avklare utfordringer knyttet til praktisk bruk
 2. Vurdere konsekvenser ved bruk av Biodolomer® som erstatning for plast



SINTEF

Arbeidspakker

- Arbeidspakke 1 (AP1) – Praktisk bruk
 - Avklare materialtekniske egenskaper og krav til funksjonalitet i pakkeprosess, avemballering og håndtering gjennom verdikjeden.
- Arbeidspakke 2 (AP2) – Lagringsstudie
 - Gjennomføre lagringsstudier for å sammenligne Celnor CS101 med tradisjonelle plastprodukt med tanke på holdbarhet, kvalitet på filet, samt materialkvalitet og funksjonalitet for plastalternativet
- Arbeidspakke 3 (AP3) – Håndtering som avfall
 - Kartlegge miljøaspekter ved innføring av plastalternativ, og vurdere muligheter for materialgjenvinning og resirkulering i Storbritannia



Bilde hentet fra sjomatgrossisten.no



SINTEF

Praktisk bruk

- God å jobbe med og enkel å håndtere selv med våte hansker.
 - 35 μm revnet når den ble kuttet fra rull.
- Fungerer også ved bruk som plastark.
 - Kan potensielt redusere plastforbruket sammenlignet med omsvøp.
- Alle de tre tykkelsene av Celnor CS101 er mindre gjennomsiktig enn kontrollplasten.
 - Enkel å skille fra kontrollplast.
- Ingen forskjell mellom Celnor CS101 og kontrollplast under test på automatisk pakkelinje.

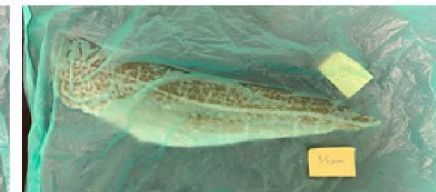
Uten emballasje



Kontroll (37 μm)



Celnor CS101 (35 μm)



Celnor CS101 (45 μm) (45 μm)



Celnor CS101 (55 μm) (55 μm)

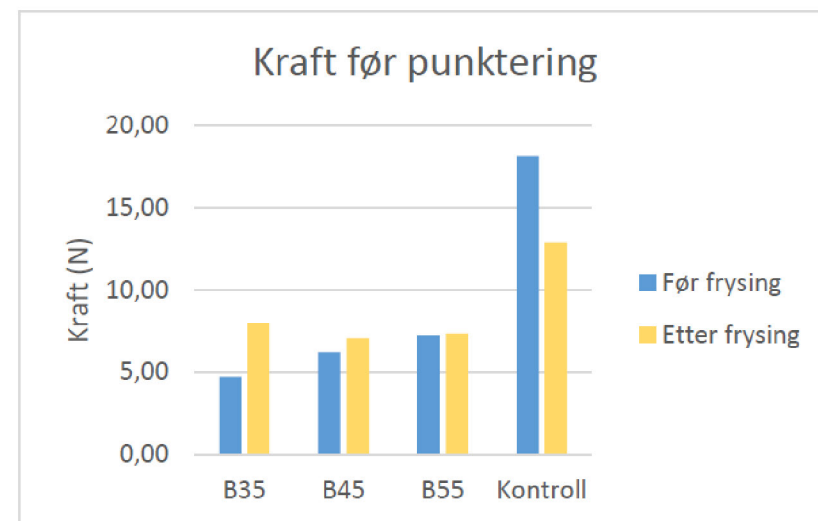
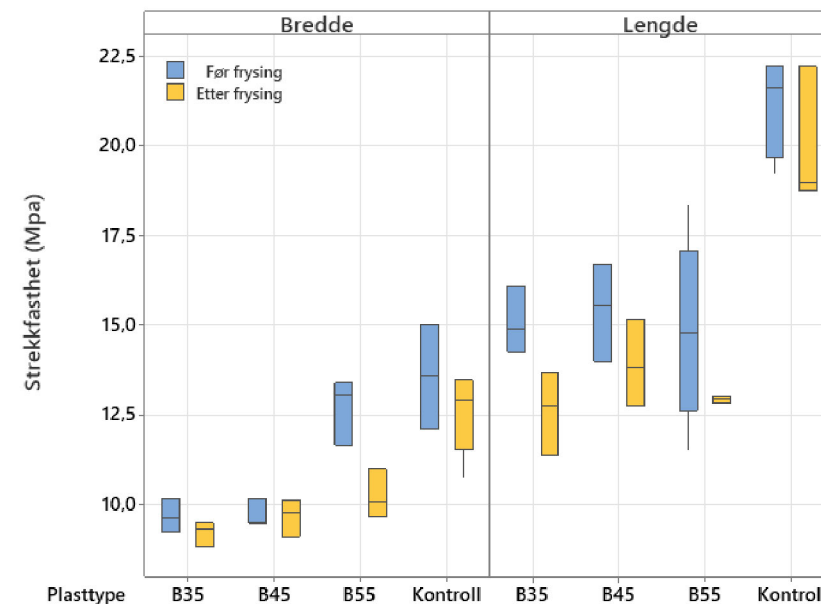




SINTEF

Materialtester

- Lavere strekkfasthet sammenlignet med kontrollplasten.
 - Tåler noe mindre belastning før det oppstår skade
 - Sterkest i lengderetning
- Eksponering for frysetemperatur har tilsynelatende en viss negativ innvirkning på bruddforlengelsen til Celnor CS101.
- Tåler mindre kraft før punktering inntreffer sammenlignet med kontrollplasten.
 - Forskjellen utjevnes noe etter frysing.



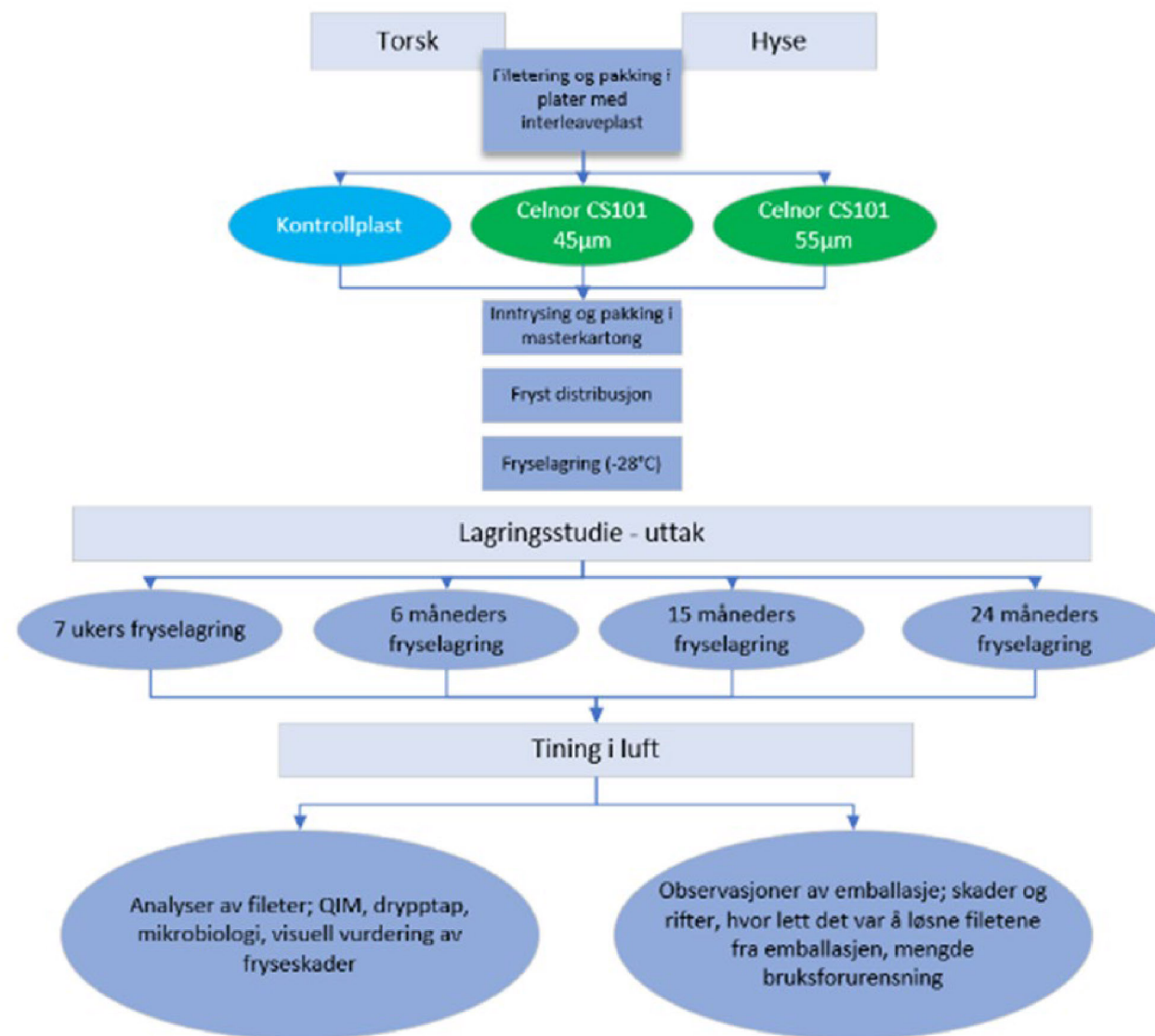
Lagringsstudie

Interleave-emballasje:

- Hvor lett det var å løsne filetene fra emballasjen
- Bruksforurensning
- Skader og rifter på emballasje.

Fileter:

- Kjemiske analyser av vann, aske, protein og fett (baseline)
- Drypptap (n=8) enkeltfileter.
- Sensorikk (tekstur, farge, lukt, gaping), n=8.
- Mikrobiologiske analyser av totalkim n=3.
- Visuell vurdering av uttørking og fryseskader.

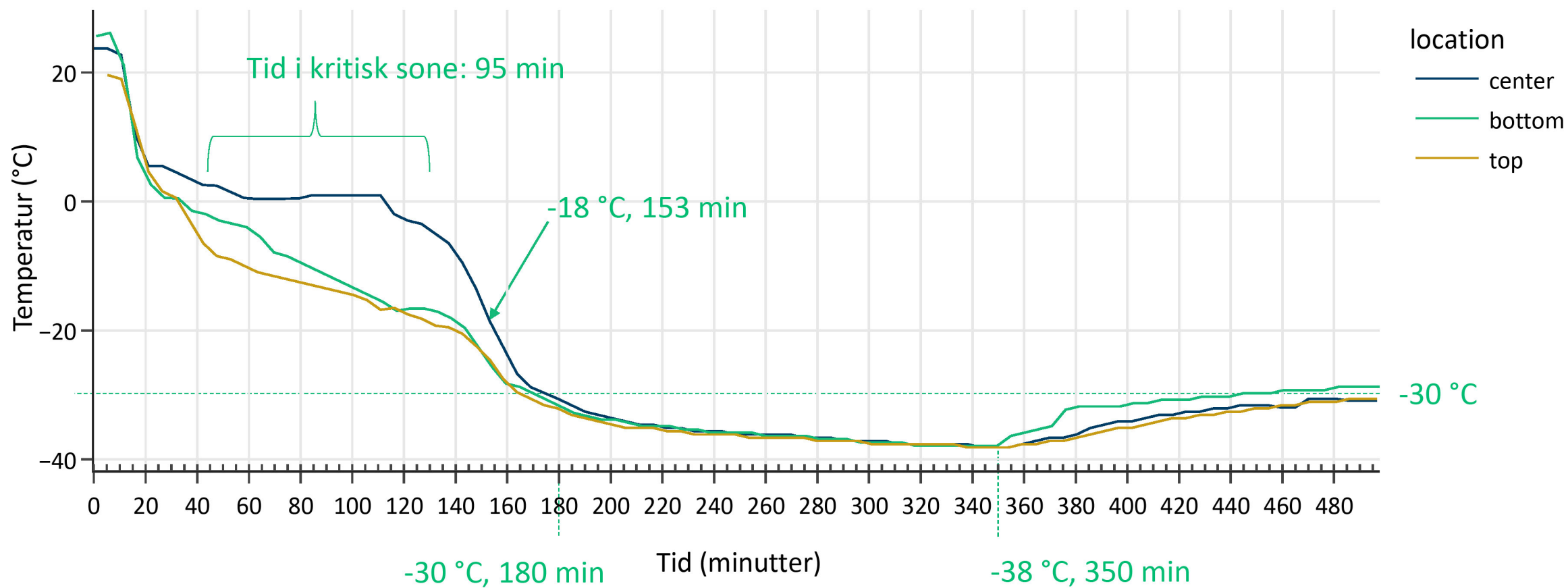




SINTEF

Temperaturmåling under innfrysning

Målt i topp, senter og bunn av plate¹



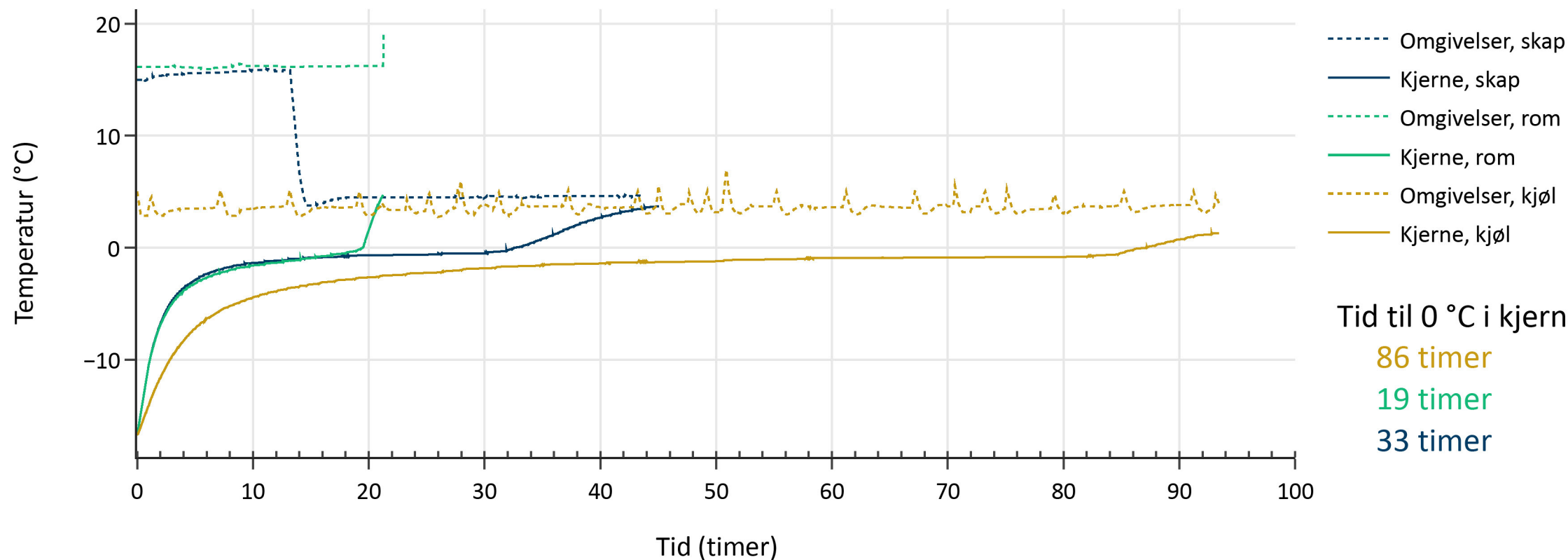
¹Testen er basert på innfrysning av en (1) plate



SINTEF

Tining

Temperaturer under tining
Tining på kjøll, i romtemperatur og i tineskap



Tining

- Platene er tint på rist i klimaskap
 - 15°C i 15 timer
 - 4°C i 4 timer
- Tiner saktest i topp og midten av platen
- Hovedtrenden var at de nederste lagene har høyest temperatur ved uttak
- Individuelle forskjeller i tinetid/kjernetemperatur mellom blokkene
- Temperatur ved uttak til analyser

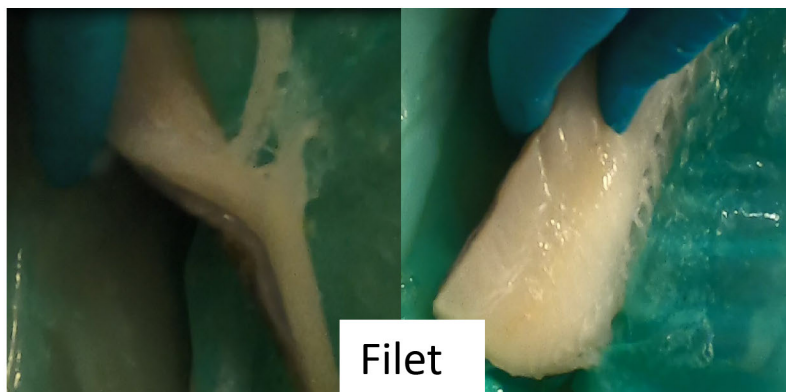
	Temperatur topp (°C)	Temperatur midt (°C)	Temperatur bunn (°C)
Torsk	-0,39 ± 1,98	-0,47 ± 1,23	2,19 ± 1,60
Hyse	-1,20 ± 0,21	-1,18 ± 0,46	0,63 ± 1,71



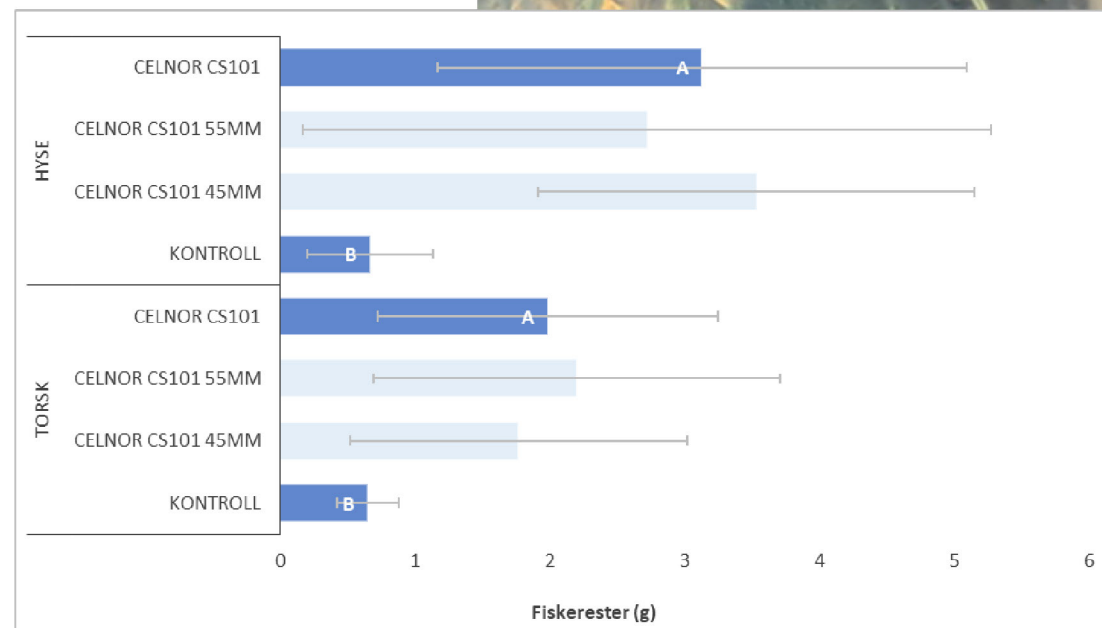
SINTEF

Avemballering og observasjon av emballasje

- Den største utfordringen med Celnor CS101 er knyttet til vedheft ved avemballering av tint fisk.
 - Ingen synlig skade på fileten etter avemballering
- Ingen endring i funksjonalitet eller utseende etter 24 måneder fryselagring.
- Signifikant mer bruksforurensning til Celnor CS101 sammenlignet med kontrollplasten.
 - ingen forskjell mellom ulike tykkelser



Filet





SINTEF

Veiledertining

#	Condition	T	Notes	Observations	FC (g)
4	Frozen, bottom up	●	Thumped immediately after removal, then tempered for 3.5 h at 16 °C	Ok to unwrap. Low degree of adhesion and film contamination.	0,11 g
1	Frozen, top up	●	Not possible to unwrap immediately after removal from freezer (too brittle film) without giving a thump	Difficult to detach the fillets without tearing them. Time-consuming, but low degree of adhesion.	0,13 g
2	Frozen, top up	●	Thumped immediately after removal, then tempered for 45 min. at 16 °C before unwrapping	The film was observed to crack when thumping immediately after removal from freezer, which resulted in a high degree of adhesion	0,17 g
3	Frozen, top up		Tempered for 2.5 hr at 16 °C before unwrapping	Ok to unwrap, but moderate degree of adhesion was observed at the bottom of the plate.	0,65 g
5	Partially thawed w.o. carton, top up		Thawed in TC with previously described program	Degree of adhesion and film contamination at the bottom. Comparable to observations in the main study	1,36 g
6	Completely thawed, top up		Thawed in TC: 15 hr at 16.5°C, 33 hr at 4 °C	A high degree of adhesion at the bottom of the plate. No damage observed on the fillets.	2,28 g
7	Completely thawed, bottom up		Thawed in TC: 15 hr at 16.5°C, 33 hr at 4 °C	A high degree of adhesion at the bottom of the plate. Damage was observed on the fillets at the bottom.	3,01 g

SINTEF

Fact sheet on thawing

The Norwegian fishing industry relies on plastic packaging to protect fish products and ensure their shelf life, but this also contributes to plastic pollution. To address this issue a project funded by the Norwegian seafood research fund (FHF #901670) has tested a film developed by Celnor ECO Packaging Ltd. (CS101), which is based on a biodegradable material called Biodolomer®. An important aspect of the testing was to study the nature of the material during freezing and thawing, which led to an interest on how to improve the thawing process without compromising the quality of the fish. This fact sheet summarizes the main findings of the project.

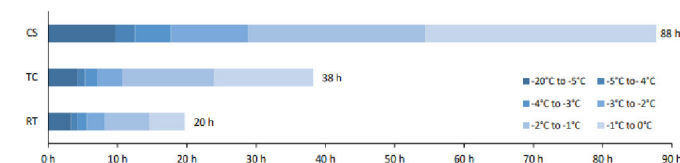


Fig. 1: Thaw times for different procedures. CS: Cold storage, TC: Thawing cabinet, RT: Room temperature

The UK fish & chips industry is a major market for on-board frozen fillets of cod and haddock. The fillets are usually packed in small 6.81 kg cartons with plastic between each layer of fillets (interleaved). Initially, the trials in the project were to use the thawing procedure used in the industry, but based on feedback from project partners, there was a large variation in how this is carried out. Therefore, different procedures with air-based thawing were initially tested.

Fig. 1 shows results from the initial experiments, where thawing was tested in cold storage (CS, 4 °C), room temperature (RT, 16 °C) and thawing cabinet (TC). Temperature difference is the driving force in the thawing process and thus thawing in RT is by far the fastest procedure. At the same time, this procedure results in unacceptably high surface temperatures that are challenging in terms of food safety (bacterial growth). At the other end of the time scale is CS, where the thawing time itself is unacceptably long. Too long a thawing time can also lead to higher drip losses.

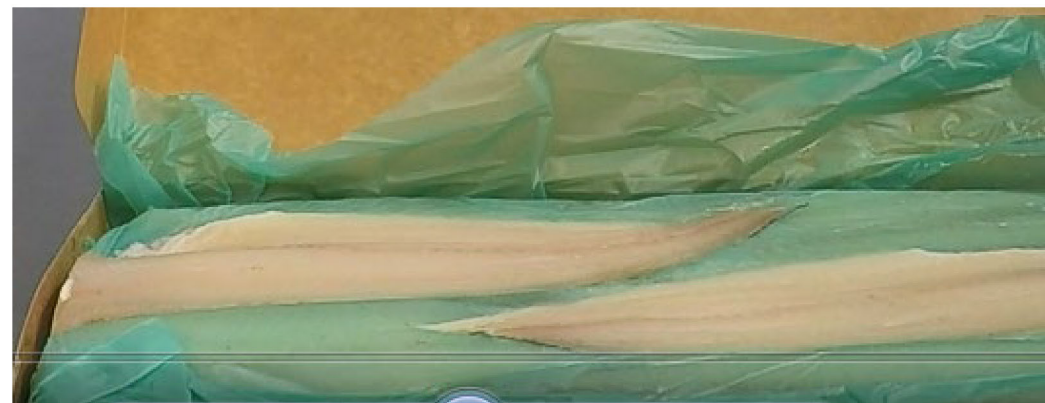
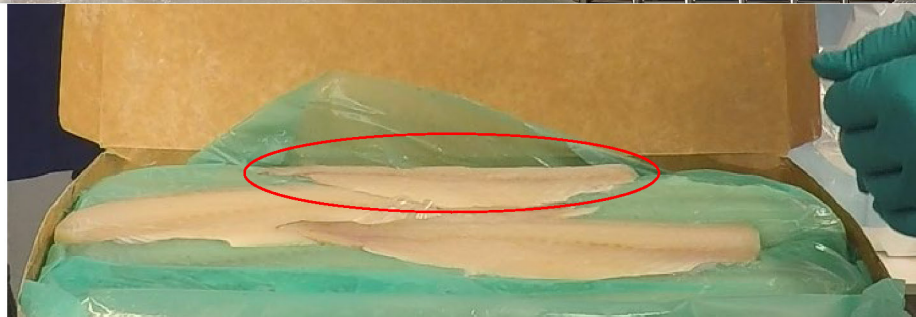
ceptably long. Too long a thawing time can also lead to higher drip losses.

Air thawing is a slow process, but steps can be taken to reduce thawing time while maintaining quality and food safety. A thawing procedure where the temperature is regulated over time can be beneficial for this purpose. The figure shows that the temperature rise from -20°C to -5°C takes almost 10 hours in CS, while in RT it takes half the time. For the TC procedure, a program was set up where the temperature was 15 °C for the first 15 hours and then lowered to 4 °C for the remaining period (i.e., to when the core temperature reached 0°C). This resulted in an average thawing time of 38 hours. In addition, some experiments were carried out where the carton was thawed without a lid and then the process took about 20 hours (to -1 °C).



SINTEF

Fryseskader





SINTEF

Gjennomføring av sensorikk

QIM - Alternativer til plast

La fileten (n=8) ligge i ro ved vurdering. En person kan løfte den opp til slutt og ta bilde.

Dato: _____ Nr: _____ Navn: _____

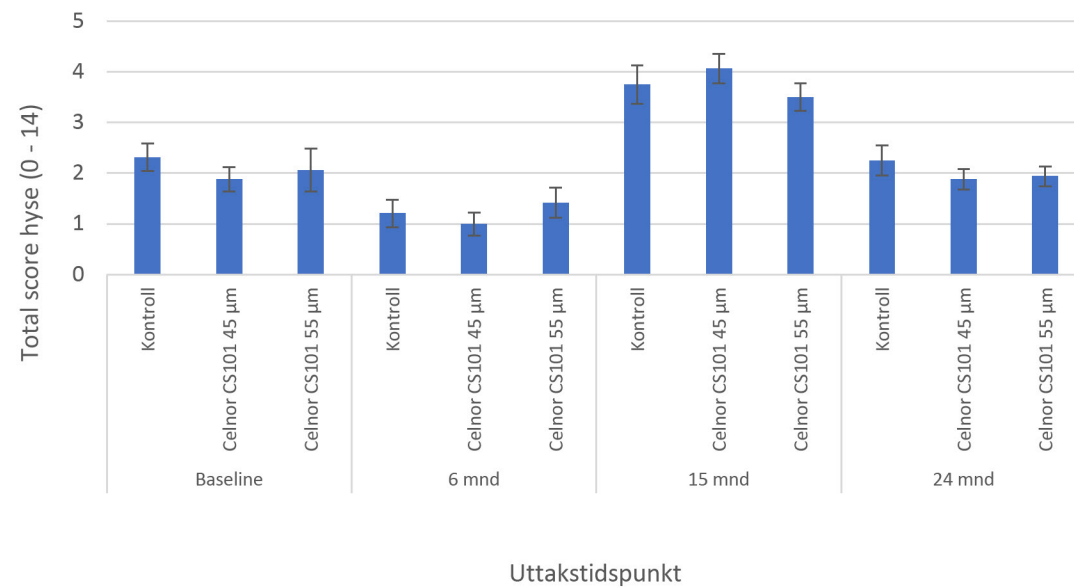
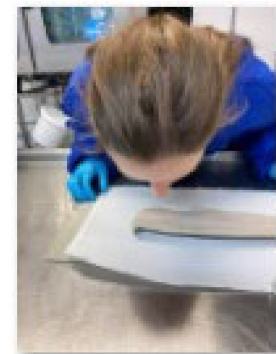
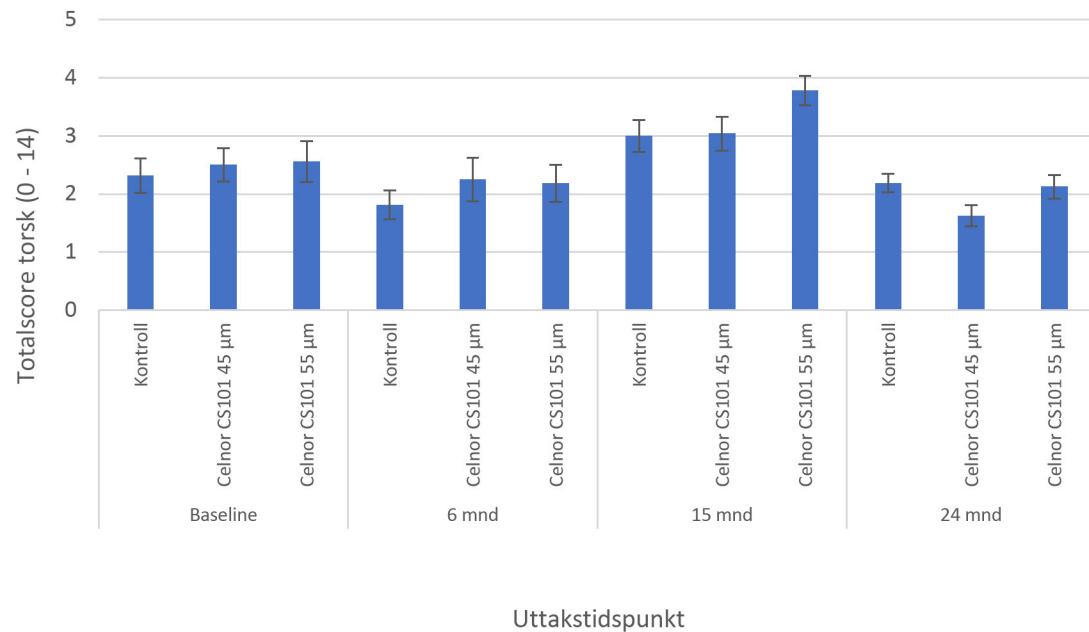
Art: Torsk Hyse

Plast: Biodolomer 45 Biodolomer 55 Kontroll

Parameter	Beskrivelse	Skala	Svar
Tekstur	Fast	0	
	Fingertrykk forsvinner	1	
	<u>Myk, ingen spenst</u>	2	
<u>Farge</u>	Skinnende, karakteristisk for art	0	
	Matt farge, karakteristisk for art	1	
	Små gule prikker, farge veldig matt	2	
	Store gule prikker, karakteristisk farge forsvunnet	3	
	<u>Gul og slimete</u>	4	
<u>Lukt</u>	Frisk, tang, metallisk	0	
	<u>Luktfri</u>	1	
	<u>Fiskelukt, begynnende tinelukt</u>	2	
	Lukt av tint fisk, sur, begynnende ammoniakk	3	
	<u>Sterk ammoniakklukt, rått</u>	4	
Gaping	Ingen gaping	0	
	Gaping <20% (1-3) <u>langsgående spalter</u>	1	
	Små spalter i ett område (20%) <u>ellerr</u> >3 langsgående spalter	2	
	Gaping, 25 – 75% av fileten	3	
	Dype spalter eller <u>gaping</u> i mer enn 75% av fileten.	4	

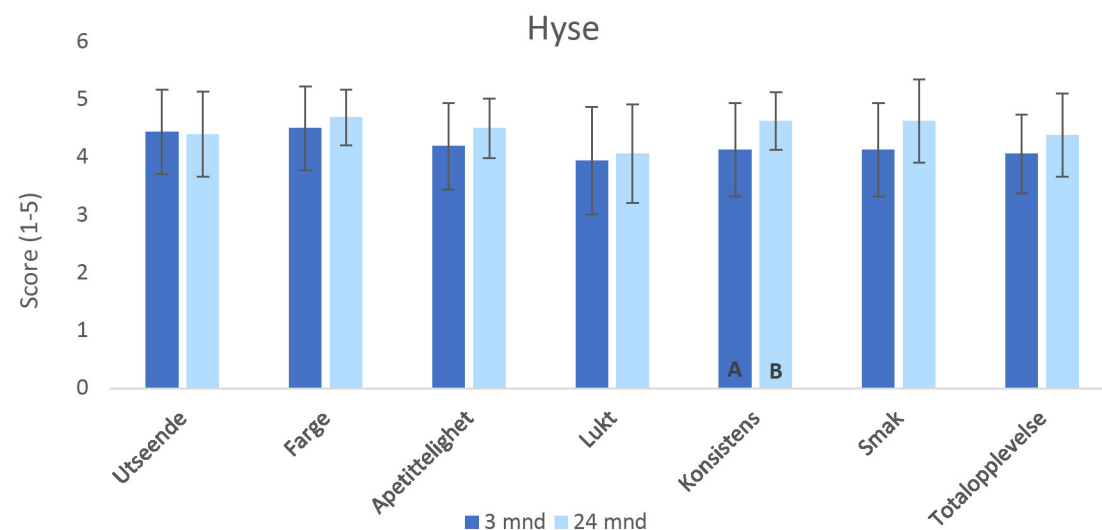
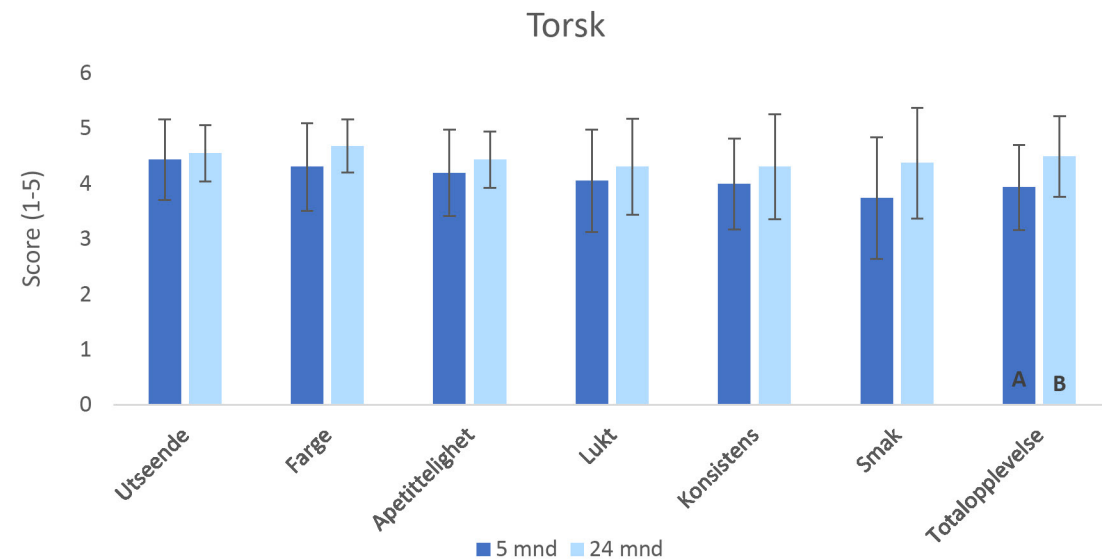


Resultater sensorikk



Forbrukertest

- Torsk- og hysefileter fryselagret i 24 mnd sammenlignet med
 - Torsk fryselagret i 5 mnd
 - Hyse fryselagret i 3 mnd
- Prøvene ble vurdert av et panel med 16 deltakere
- Smak, lukt, utseende, appetittlighet og totalopplevelse ble vurdert på en skala fra 1 - 5, der 5 var høyest mulig rangering.
- For begge artene foretrakk dommerne fisken som hadde vært fryselagret i 24 mnd.
- Viktige faktorer for å opprettholde kvaliteten ivaretatt.
 - Rask innfrysing før rigor inntreffer.
 - Lav og stabil temperatur under fryselagringen.
 - Tining under kontrollerte former





SINTEF

Kvalitetsvurdering

- Svært god kvalitet gjennom hele fryselaagringsperioden på 24 måneder uavhengig av art og emballasjetype.
- Ikke observert signifikante forskjeller i sensorisk kvalitet ved noen av uttakene.
- Ingen systematiske forskjeller i mikrobiologisk kvalitet mellom de ulike emballasjetypene.
 - Lavere enn konsentrasjoner normalt observert på kvalitetsforringet fisk (10^7 - 10^8 cfu/g).
- Ingen systematikk i at drypptapet var høyere for noen av emballasjetypene.
- Observerte kvalitetsavvik på enkeltfileter skyldes emballeringsfeil, ikke forskjeller mellom emballasjen.



SINTEF

AP3 - Avfallshåndtering

- Avfallsforebygging og ombruk er mindre aktuelt/ikke aktuelt i denne sammenhengen.
- Celnor CS101 er egnet for resirkulering
 - Eksisterer ingen industriell løsning.
 - Kontaminering av emballasje etter bruk kan gjøre resirkulering mer utfordrende.
- Kan ikke resirkuleres sammen med annen plast
 - Over 10 % innblanding gir negativ innvirkning
- Godkjent for både industriell kompostering og hjemmekompostering
- Nedbrytbarheten gjør Celnor CS101 aktuell for anaerob nedbrytning
 - Lang nedbrytningstid vanskeliggjør industriell anvendelse uten utvikling av produktet.
- Forbrenning av Biodolomer® gi lav GWP² sammenlignet med konvensjonell plast.

AVFALLSHIERARKIET

Avfallsforebygging
Hindre at avfallet oppstår

Ombruk
Bruke gjenstander om igjen

Materialgjenvinning
Bruke materialer fra avfall til å lage nye produkter

Energiutnyttelse
Brenne med energiutnyttelse

Sluttbehandling
Brenne uten energiutnyttelse
Legge på avfallsdeponi



Illustrasjon av avfallshierarkiet. Hentet fra Meld. St. 45 (2016–2017).



SINTEF

Avfallshåndtering i Storbritannia

- En stor del av avfallet går fortsatt til landdeponi
 - Mye husholdningsavfall og rester etter utsortering ved resirkulering
- Resirkulering og annen gjenvinning er den mest vanlige sluttbehandlingsmetoden
 - Plast utgjør under 1 % av totalmengden
 - Noe misvisende siden plastavfall har lav vekt per kubikk
- I 2020 ble om lag 60 % av alt emballasjeavfall resirkulert.
- Komposterbar emballasje kan ikke leveres sammen med mat- eller hageavfall.
- Klare mål om å øke resirkulering av emballasje og redusere deponering.



SINTEF

Kompostering i Storbritannia

- 272 anlegg i 2019.
 - Mest hageavfall
 - < 1 % fra matprodusenter o.l.
- Ikke kjent hvor mye komposterbar emballasje som behandles.
- Plast sorteres ut under forbehandling
 - Skiller ikke på ulike typer plast
- Noen anlegg kan håndtere komposterbar emballasje sammen med matavfall
- Flere bedrifter som tar imot etter avtale
 - £1,3 per sekk* (ca. 5 kg avfall)
- **Muligheter:**
 - Celnor CS101 tilføres som en egen sidestrøm.
 - Særskilte avtaler om levering sammen med organisk avfall.

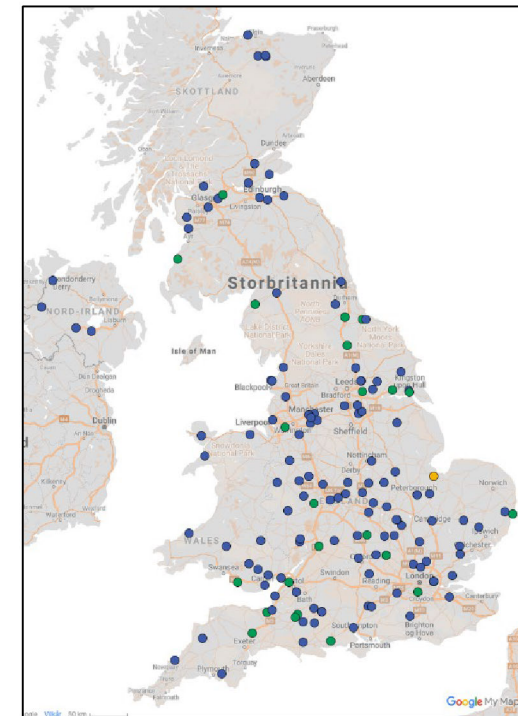




SINTEF

Biogassproduksjon i Storbritannia

- Over 670 anlegg i UK
 - Stor andel av anleggene er knyttet til gårdsbruk eller andre særbehandlingssystem
- Krav til råvarer setter klare begrensninger
- Mindre aktuelt for Celnor CS101 pr. i dag
 - Fjernes under forbehandling
 - Usikkerhet knyttet til nedbrytningsevnen i industrielle anlegg
- Industriaktører informerer at de ikke tar imot bionedbrytbar plast i dag.



Skjermdump av UK Biogas Map 2019
utarbeidet av NNFCC (2019).



SINTEF

Forbrenning i Storbritannia

- Mindre utbredt enn resirkulering og deponi
- Rundt 130 forbrenningsanlegg.
 - 40 med R1 status (energiutnyttelse) i England
 - 14 med R1 status i Skottland (der 6 er aktuelle)
- Hovedsakelig husholdningsavfall og avfall fra industrielle prosesser og kloakk.
- Nytteverdien av varmen som produseres er lav.
 - Kun 1 av 5 anlegg gjør nytte av overskuddsvarmen.
- Eksporterer noe avfall til forbrenning (blant annet til Sverige).

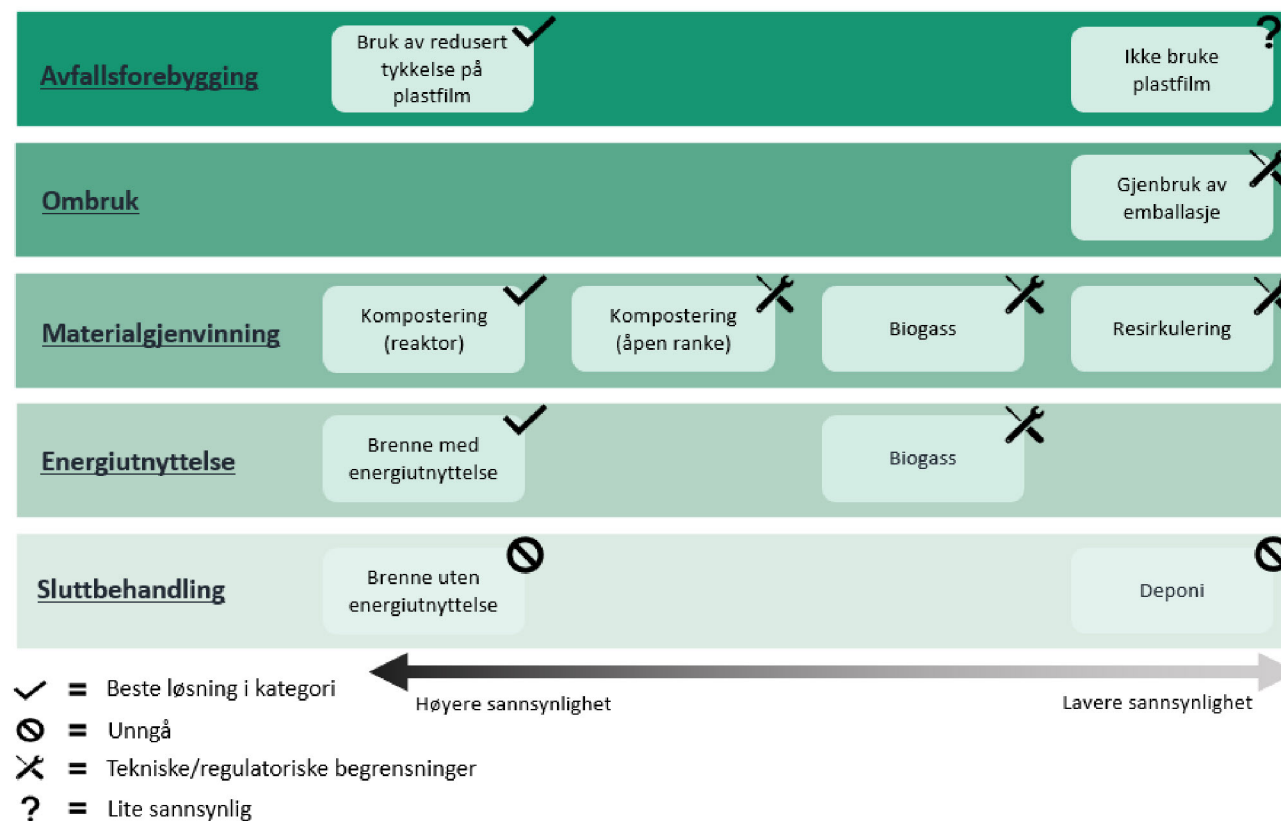


Kart over forbrenningsanlegg med R1-status i England.

Avfallshåndtering i Storbritannia

- Kompostering er den mest aktuelle behandlingsmetoden
 - Gir også sluttbehandling høyest opp i avfallshierarkiet.
- Begrensninger knyttet til løsningen
 - Ekstra kostnader.
 - Stort ansvar på den enkelte aktør.
- Celnor CS101 vil trolig ende opp til forbrenning eller deponi om det ikke sorteres som egen avfallsfraksjon.
 - Avhenger av geografisk plassering og avtaler hos mottaker.

Mulig håndtering av Celnor CS101



Muligheter for Celnor CS101 i et avfallsperspektiv. Ulike metoder for avfallsbehandling er angitt med fallende sannsynlighet fra venstre mot høyre. Sannsynlighet baseres i hovedsak på nåsituasjonen i Storbritannia, men vil også være gjeldende for flere land i Europa.



SINTEF

AP3 – Miljøpåvirkning

- Bruk av fornybare/biobaserte råvarer og nedbrytbarhet gjør at "bioplaster" ofte betegnes som et miljøvennlig alternativ.
- Ingen entydig konklusjon på at *bioplast* er mer miljøvennlig enn konvensjonell plast i litteraturen.
 - Stor kompleksitet i både verdikjeden til biobaserte polymerer og analytiske metoder for sammenligning av ulike plastprodukter (LCA).
- Konvensjonell plast - økt CO₂-utslipp til atmosfæren, økning i klimagasser, akkumulering av plastavfall på deponier og i naturen, økt energibehov.
- Biobaserte/nedbrytbare plaster kan medføre utslipp av mer potente klimagasser enn CO₂, tar opp landareal som kan brukes til matproduksjon, bruk av kunstgjødsel og plantevernmidler.
- Råstoff, produksjon og riktig sluttbehandling er viktig med hensyn på miljøpåvirkning.
- Begrepet bionedbrytbar bør brukes sammen med en beskrivelse av hvor det er forventet at nedbrytningen skal foregå, og med et tidsperspektiv for nedbrytning.



Plast på avveie

- Beskrivelse som *nedbrytbar/komposterbar* kan skape forvirring hos forbruker.
 - Kan gjøre forsøpling mer akseptert.
- Selv om bruk av nedbrytbar plast har mange fordeler sammenlignet med konvensjonell plast i et miljøperspektiv, vil feil håndtering som avfall føre til forsøpling og forurensing.
- Nedbrytning vil over tid føre til stadig mindre biter – mikroplast og nanoplast.
- Bionedbrytbare plaster ikke er en løsning på problematikken rundt plastforsøpling.
 - Vil likevel ha betydelig kortere nedbrytningstid enn konvensjonell plast.
- Viktig med tydelig kommunikasjon og merking av plastprodukter.



SINTEF

Oppsummering

Kontrollplast

- Godt egnet til interleave-pakking
- Godt egnet for resirkulering
- Går i hovedsak til forbrenning/deponi i dag
- Ikke komposterbar
- Usikkert om det brytes ned i naturen, eller hvor lang tid det vil ta.
- Leveres i all hovedsak med annet avfall (til forbrenning eller deponi).
- Lavere pris
 - 0,35 – 0,40 NOK/kg fisk

Celnor CS101

- Godt egnet til Interleave-pakking
 - Mindre gjennomiktig
- Vedheft til filet – mer utfordrende ved avemballering
- Egnet til resirkulering, men begrenset til tilsvarende plaster
 - Eksisterer ingen industriell løsning
- Godkjent for både industriell- og hjemmekompostering
- Aktuell for anaerob nedbrytning (biogassproduksjon)
 - Lang nedbrytningstid vanskeliggjør industriell anvendelse uten utvikling av produktet.
- Forbrenning gir lav GWP² sammenlignet med konvensjonell plast
- 0,8 – 1,18 NOK/kg fisk



SINTEF

Oppsummering

- Den største utfordringen med Celnor CS101 er knyttet til vedheft ved avemballering av tint fisk.
 - Signifikant mer bruksforurensning.
- Lavere strekkfasthet og punkteringsstyrke sammenlignet med kontrollplasten.
 - Tåler litt mindre før det oppstår skade.
- Ingen endring i funksjonalitet eller utseende etter 24 måneder fryselagring.
- Svært god kvalitet på fisken gjennom hele fryselagringsperioden på 24 måneder uavhengig av art og emballasjetype.
 - Ikke observert signifikante forskjeller i sensorisk kvalitet ved noen av uttakene.



SINTEF

Oppsummering

- Kompostering er den mest aktuelle behandlingsmetoden i UK for Celnor CS101
- Dagens infrastruktur ikke er tilstrekkelig utviklet for håndtering av komposterbar plast
- Viktig å sikre at komposterbare materialer går til riktig sluttdestinasjon.
 - Stort ansvar på mottaker av fisk/emballasje
- Nye løsninger kan legge til rette for resirkulering av Celnor CS101.
- Manglende resirkulering av dagens plast kan være et godt argument for å bytte til bionedbrytbar plast
 - Resirkulering kan påvirkes av brukskontaminering
 - Stort potensiale for erstatning av fleksibel plast med komposterbart alternativ i UK.
- Noe usikkerhet knyttet til miljøgevinst
 - Ikke en løsning på problematikken rundt plastforsøpling.
- Økonomisk insentiv kan være nødvendig.



SINTEF

Leveranser

- Faglige leveranser
 - L1.1 Oppsummerende notat fra AP1 – Materialelegenskaper og praktisk bruk
 - L2.1 Oppsummerende notat fra AP2 – Resultater fra lagringsstudie
 - L2.2: Abstract sendt til konferanse/journal med peer review - Impact of biobased packaging materials on quality changes of cod (*Gadus morhua*) and haddock (*Melanogrammus aeglefinus*) during frozen storage
 - L3.1 Oppsummerende notat fra AP3 – Avfallshåndtering
 - L4.1 Faglig sluttrapport
 - L4.2 Faktaark
 - L4.3 Populærvitenskapelig artikkel
 - Fact sheet on thawing (tilleggsleveranse)
- Administrative leveranser
 - L4.4 Referat fra referansegruppemøte
 - L4.5 Administrativ sluttrapport



SINTEF

Teknologi for et
bedre samfunn