

Rapport

Dokumentasjon av saltkvalitet ved automatisk saltrensing

Forfattere:

Jannicke F. Remme, Viktoria Holsvik, Eirin Kleiven, Egil Wille, Stine Steen

Rapportnummer:

2025:00633 - Åpen

Oppdragsgiver og samarbeidspartner:

FHF og Scanprod AS

Rapport

Dokumentasjon av saltkvalitet ved automatisk saltrensing

EMNEORDKlippfisk, salting,
saltkvalitet, saltrensing
og kvalitet**VERSJON**

1

DATO

2025-05-30

FORFATTERE

Jannicke F. Remme, Viktoria Holsvik, Eirin Kleiven, Egil Wille, Stine Steen

OPPDRAGSGIVER(E)

FHF

OPPDRAGSGIVERS REFERANSE

901855

Lorena Jornet

PROSJEKTNUMMER

312000202

ANTALL SIDER

28

SAMMENDRAG

I prosjektet har Scanprod og SINTEF undersøkt hvordan gjenbruk av automatisk rensed salt, tidligere brukt til salting av sei, påvirker kvalitet og utbytte i produksjon av klippfisk. Fisken ble saltet med ulike blandingsforhold av nytt og brukt salt (0–100 % brukt). Hovedfunn i prosjektet er: (1) Utbyttet var uavhengig av saltblanding. (2) Overflatekvaliteten påvirkes ikke av brukt salt. (3) Slapphet økte med mer brukt salt, men tekstur var best ved 100 % brukt salt. (4) Fargen ble generelt lysere med brukt salt. (5) Vanninnholdet var likt mellom batchene med ulik saltblanding.

Prosjektet konkluderer med at gjenbruk av rensed salt er mulig og bærekraftig, forutsatt god prosesskontroll og temperatur under 8 °C for å hindre vekst av rødmidd.

UTARBEIDET AV

Jannicke F. Remme

SIGNATUR**KONTROLLERT AV**

Solveig Uglem

SIGNATUR
Solveig Uglem (Aug 22, 2025 14:00:00 GMT+2)**GODKJENT AV**

Kristian Voksøy Steinsvik

SIGNATUR

Historikk

VERSJON	DATO	VERSJONSBEKRIVELSE
1	Dokumentet opprettet	10.06.2025

Innholdsfortegnelse

1	Sammendrag	4
2	Innledning	5
2.1	Produksjon av klippfisk	6
2.2	Oppsamling, vasking og rensing av salt	7
2.2.1	Oppsamling	7
2.2.2	Vasking og rensing av salt	7
2.3	Saltkvalitet på brukt salt	8
2.4	Bærekraftig saltforbruk	9
2.5	Nøkkelinfo om prosjektet	10
3	Problemstilling og formål	11
4	Prosjektgjennomføring	12
4.1	Saltrensing	12
4.1.1	Partikler i saltet	12
4.1.2	Partikkelstørrelse	12
4.2	Massebalanse	12
4.3	Klippfiskkvalitet	13
4.3.1	Kvalitetsvurdering	13
4.3.2	Rødmidd	13
5	Resultater og diskusjon	15
5.1	Saltrensing	15
5.1.1	Partikler i salt	15
5.1.2	Partikkelstørrelse	16
5.1.3	Massebalanse	17
5.2	Saltkvalitet	18
5.3	Kvalitetsvurdering av klippfisk	19
5.3.1	Partikler på overflate	20
5.3.2	Slappfisk	21
5.3.3	Tekstur	22
5.3.4	Farge	23
5.3.5	Vanninnhold	25
5.3.6	Rødmidd	25
6	Konklusjon	26
7	Hovedfunn	27
8	Referanser	27
9	Leveranser	28

BILAG/VEDLEGG

Klikk eller trykk her for å skrive inn tekst.

1 Sammendrag

I salt- og klippfiskproduksjon forbrukes det store mengder salt. Saltet skulle frem til 2013 være ubrukt, men etter en regelverksendring er det nå muligheter for å bruke rensed salt. Scanprod AS, SINTEF og Proses Industri AS utviklet velfungerende teknologi for automatisk rensing av brukt salt, i prosjektet ReSALT.

I dette prosjektet har Scanprod og SINTEF undersøkt hvordan gjenbruk av automatisk rensed salt, brukt til salting av sei, påvirker kvalitet og utbytte i produksjon av klippfisk. Fisken ble saltet med ulike blandingsforhold av nytt og brukt salt (0–100 % brukt), og deretter analysert for utbytte, overflatepartikler, slapphet, tekstur, farge og vanninnhold.

Hovedfunn:

- Utbyttet var likt uavhengig av saltblanding.
- Overflatekvaliteten ble ikke forringet.
- Slapphet økte med mer brukt salt, mens tekstur var hardest ved 100 % brukt salt.
- Fargen ble generelt lysere med brukt salt.
- Vanninnholdet var stabilt og innenfor akseptable grenser for klippfisk.

Prosjektet konkluderer med at gjenbruk av rensed salt er mulig og bærekraftig, forutsatt god prosesskontroll og temperatur under 8 °C for å hindre vekst av rødmidd.

English summary

In salt and clipfish production, large amounts of salt are used. Until 2013, the salt had to be new, but after a regulatory change, it became possible to use purified, previously used salt. Scanprod AS, SINTEF, and Proses Industri AS developed effective technology for automatic purification of used salt in the ReSALT project.

In this project, Scanprod and SINTEF investigated how the reuse of automatically purified salt—previously used for salting saithe—affects the quality and yield in clipfish production. The fish was salted with different mixtures of new and used salt (0–100% used), and then analyzed for yield, surface particles, softness, texture, color, and water content.

Key Findings:

- Yield remained the same regardless of the salt mixture.
- Surface quality was not degraded.
- Softness increased with more used salt, but texture was harder with 100% used salt.
- Color generally became lighter with used salt.
- Water content remained stable and within acceptable limits for clipfish.

The project concludes that reuse of purified salt is feasible and sustainable, provided there is good process control and the temperature remains below 8 °C to prevent the growth of red mites.

2 Innledning

Salt er en betydelig innsatsfaktor ved produksjon av salt- og klippfisk. Saltet brukes for å konservere produktet, og for å utvikle den karakteristiske smaken og teksturen (Remme & Indergård, 2020). Uavhengig av saltingsmetode skal hele fisken i henhold til *Forskrift om kvalitet på fisk og fiskevarer* § 22 saltes jevnt og tilstrekkelig for å oppnå fullsaltet vare. Fisken skal også saltes og modnes under kontrollerte betingelser for å fremme fiskens naturlige modningsprosess. Frem til 2013 hadde forskriften krav om å bruke nytt salt i prosessen, men etter en regelverksendring er det nå mulig å bruke rensset salt.

Kravene for salt som skal brukes inn i prosessen er gitt i *Forskrift om kvalitet på fisk og fiskevarer*, Kapittel VIII § 24:

«Salt til produksjon av fisk og fiskevarer skal oppfylle følgende krav:

- a) saltet skal ha et rent utseende og ikke inneholde tydelige, fargede partikler eller fremmede krystaller. Det skal være fritt for avvikende lukt og ha en tydelig ren saltsmak,*
- b) jerninnholdet skal ikke overstige 10 mg/kg salt,*
- c) kopperinnholdet skal ikke overstige 0,1 mg/kg salt.»*

Endringen i forskriften har åpnet for gjenbruk av salt, forutsatt at saltet som gjenbrukes oppfyller forskriftskravet.

En bedrift som produserer 5 000 tonn saltfisk i året, betaler 4-5 millioner kroner (MNOK) for salt. Potensialet for gjenbruk av salt og saltlake avhenger av hvor mye salt som kan gjenbrukes.

2.1 Produksjon av klippfisk

Salteprosessen gjennomføres ulikt hos ulike produsenter, noe som gir varierende produktutbytte og salt- og vanninnhold i produktene. I industrien benyttes ulike metoder for salting; picklesalting, lakesalting og en kombinasjon av disse. Produksjonsprosessen i dette prosjektet er beskrevet under (tabell 1).

Tabell 1 Trinnsvis oversikt over produksjon av klippfisk

Bilde	Beskrivelse	Saltet
	Flekket klippfisk legges lagvis, med kjøttssiden opp. Det drysses godt med salt mellom lagene av fisk. Når fiskekaret er fullt, tilsettes saltlake. Fisken settes deretter til modning.	I et kar med rundt 500 kg fisk vil mengden salt kunne variere fra 300 til 500 kg, avhengig av type og størrelse på fisken. De senere årene har saltmengden økt, hovedsakelig på grunn av økt bruk av ufaglært arbeidskraft.
	Under prosessen trekkes salt inn i fisken og vann presses ut.	
	Etter saltmodning vendes karene. Saltlaken og en god del overskuddssalt samles opp.	Saltlaken og en god del overskuddssalt samles opp. Om lag 200 kg ikke-løst salt kan i dette trinnet samles opp, vaskes, renses og gjenbrukes. Prosjektet har undersøkt om saltlaken kan renses og brukes til veisalt.
	Fisken blir liggende på palle for at mest mulig vann skal renne av før tørking.	Det ligger mye salt igjen på fisken og mellom lagene av fisk.
	Fisken legges om fra palle til tørkevogn. Tradisjonelt gjøres dette manuelt, ved at saltet «slås» av fisken. Saltet slås da ned på golvet, og medfører både en kostnad og en HMS-utfordring.	ScanProd har i samarbeid med Optimar utviklet en trommel for mer effektiv omlegging av klippfisk i mindre størrelser. Under denne trommelen samles saltet opp i kar. Overskuddssaltet kan dermed vaskes, renses og gjenbrukes.

2.2 Oppsamling, vasking og rensing av salt

ScanProd har, i samarbeid med flere industripartnere, utviklet prototyper som har effektivisert og modernisert store deler av klippfiskproduksjonen. Prototypene som er utviklet bidrar til at saltet samles opp underveis i prosessen, og dermed kan vaskes, renses og gjenbrukes.

2.2.1 Oppsamling

ScanProd har effektivisert omleggingsprosessen, gjennom utvikling av en automatisk palleheis og en trommel for omlegging (figur 1). Trommelen er perforert, med en skrue under, som samler opp saltet og overfører dette til egne kar (Remme, 2022). I forkant av trommelen er det utviklet en automatisk palleheis som mater trommelen med fisk. Langs transportbåndet til palleheisen er det også satt på utstyr som samler opp saltet og forhindrer at det havner på gulvet (Remme, 2023).



Figur 1 Automatisk innmating av saltfisk i omleggingstrommel hos ScanProd. Den nye produksjonslinja gjør det lettere å samle opp salt.

2.2.2 Vasking og rensing av salt

Prosess Industri AS har utviklet et vaskekar med skruetransportør som skiller uløst salt fra saltlake. Etter ferdig salting i 1000 liters kar, tømmes lake og uløst salt i vaskekar. Saltet renses ved at mindre og lette partikler flyter opp, samtidig som uløst salt faller til bunnen gjennom et perforert belte. Større fremmedpartikler blir fanget på beltet og transporteres ut. Etter vasking blir det uløste saltet overført til et nytt kar. Denne renseprosessen har en kapasitet på 3-4 tonn i timen. Prosessen tar ut mye av fremmedpartiklene.

For å rense saltet for mindre, men godt synlige partikler, utviklet Prosess Industri en ny saltrenser i ReSALT-prosjektet (Remme & Indergaard, 2020). Saltet spres ut på et transportbånd, og ved hjelp av optiske kameraer identifiseres små forurensinger som også fjernes automatisk. Denne saltrenseren har fire bestanddeler; (1) transportør med tilhørende trakt, (2) lyssatt kamerahus, som informerer (3) sugemanifoldens 20 dyser om når de skal fjerne forurensinger, samt (4) vakuumpumpe med tilhørende syklon (Remme & Indergård, 2020). Kapasiteten på saltrenseren viste at ved 12 mm salttykkelse på beltet, og belte hastighet på 21,5 m/s, så ble rundt 2,7 tonn salt rensert pr. time (Remme & Indergård, 2020). Det er mulig å øke kapasiteten ytterligere ved optimalisering av saltrenseren.



Figur 2 Automatisk saltrensing ved bruk av vision og dyser.

Scanprod AS har testet ut mekanisk rensing av brukt salt over en lengre periode. Erfaringene er positive. Dysene har blitt vedlikeholdt og erstattet underveis, men maskinen har hatt lange problemfrie driftsperioder. Erfaring fra bedriften er at det ikke er registrert noen forskjeller i saltopptak, tørketid eller utbytte ved bruk av nytt og rensset salt til produksjon av klippfisk. Fullmettet saltfisk oppnås etter samme antall modningsdager uavhengig av om saltet er nytt eller rensset.

Kvalitetstap pga. rødmidd har vært en av de største bekymringene knyttet til gjenbruk av salt. Rødmidd er naturlig forekommende i salt, både i havsalt og bergsalt. Høye nivåer av rødmidd vises som rød, punktvis, misfarging på fiskens overflate. Rødmidd vokser sakte under 8 °C, mens veksten øker med økende temperatur til et vekstoptimum ved ca. 37 °C. For å fjerne rødmidd kan saltet varmebehandles. En annen strategi er å holde temperaturen ved lagring av klippfisk under 8 °C.

2.3 Saltkvalitet på brukt salt

Den største utfordring knyttet til gjenbruk av salt er saltkvaliteten. I et prosjekt finansiert av FHF (#901377), "Kunnskapsstatus på salt til salt- og klippfiskproduksjon", er det meste av forskningen knyttet til gjenbruk av salt oppsummert (Lorentzen, 2019). Hovedfunnene i prosjektet er gjengitt under:

- Nytt salt som anvendes til salting av fisk inneholder $\geq 97\text{--}98\%$ NaCl. Den resterende andelen består av kalsium (Ca), magnesium (Mg), kalsiumsulfat (CaSO_4), magnesiumsulfat (MgSO_4), kobber og jern. Vanninnholdet er under 4 % og saltet har ulik kornstørrelse. I løsnings er pH-verdien ca. 7.
 - Saltets sammensetning endrer seg gjennom produksjonsprosessen ved at ulike komponenter blir tatt opp i fisken og andre skylles ut (Lauritzsen & Akse 1995, Lauritzsen & al., 1996).
 - Redusert nivå av kalsium, magnesium, kobber og sulfater (Lauritzsen & al., 2004, Kvande-Pettersen og Losnagard, 1991)
 - Lavere pH verdi
 - Økt vann- og proteininnhold
 - Endring i partikkelstørrelsen til saltet.
- Disse konklusjonene er hovedsakelig basert på forsøk der forholdet mellom fisk og salt er 1:1, og saltet verken har blitt rensset eller justert i forhold til mineralinnholdet.

- Saltets sammensetning påvirker produktkvaliteten. For høye nivåer av kalsium og magnesium i saltet gir fisken en hard og tett overflate. Dette reduserer hastigheten for saltopptak, tørking og utvanning. Høye nivåer av magnesium og kalsium kan også bidra til avvikende smak på produktet.
- Råstoffets beskaffenhet (frossen-tint eller ferskt) ved saltetidspunktet, temperatur under salting, saltetid, lagringstid og fysisk press, er alle faktorer som har større betydning for kvalitetsvariasjon på salt- og klippfisk, enn saltkvaliteten har.
- Salt brukt til salting av frossen-tint råstoff inneholder mindre synlig smuss sammenlignet med salting av ferskt råstoff. Dette skyldes "utvasking" av urenheter gjennom tineprosessen.
- Gjenbruk av salt sies å påvirke den mikrobiologiske kvaliteten på saltet, spesielt med tanke på halofile bakterier (Lynum, 2005), men dette er ikke dokumentert

2.4 Bærekraftig saltforbruk

Ved å rense og gjenbruke saltet, reduseres behovet for å utvinne nytt salt, noe som sparer ressurser og reduserer miljøbelastningen. Dette bidrar til å bevare økosystemer og redusere karbonavtrykket knyttet til produksjonen av klippfisk. I tillegg fremmer denne metoden en sirkulær økonomi, hvor ressurser utnyttes maksimalt og avfall minimeres. Ved å investere i bærekraftige teknologier og praksiser, kan klippfiskindustrien sikre en ansvarlig og fremtidsrettet produksjon som tar hensyn til både miljøet og kommende generasjoner.

For klippfiskindustrien betyr dette en mer kostnadseffektiv produksjon, da gjenbruk av salt reduserer utgifter til innkjøp av nytt salt. Dette kan også føre til økt konkurranseevne og bedre økonomiske resultater. Dersom noe av saltet kan gjenbrukes vil det medføre økonomiske besparelser for bedriftene. Eksempelvis kan en saltfiskbedrift som produserer 5 000 tonn i året ha saltutgifter på ca. 4-5 millioner kroner. Dersom 40 % av det uløste saltet etter salting kan gjenbrukes kan bedriften kanskje spare 1-2 million kroner i året. Saltet vil i tillegg renses for å gjenbrukes, noe som tilfører fjerning av uønskede partikler, som ikke vil tilbakeføres i naturen. Med tanke på bærekraft vil det også få en gevinst ved at behovet for kjøp og dermed transport av nytt salt går ned.

For lokalsamfunnet kan automatisert rensing av salt skape nye arbeidsplasser og styrke lokal økonomi. Videre bidrar det til å opprettholde tradisjonelle næringer og sikre at de kan fortsette å blomstre i en moderne og bærekraftig kontekst. Dette skaper en positiv syklus hvor både industrien og samfunnet drar nytte av miljøvennlige og innovative løsninger.

2.5 Nøkkelfinfo om prosjektet

Tittel:	RENT – Dokumentasjon av saltkvalitet ved automatisk saltrensing
Prosjektleder:	Jannicke Fugledal Remme, SINTEF Nordvest AS
Prosjektnummer:	901855
Samarbeidspartner:	Scanprod AS
Prosjektgruppe:	Asbjørn Asbjørnsen (Prosess Industri AS, Ingeniør automasjon) Andreas Erling Støbakkvik Austnes (SINTEF Nordvest AS, Forsker) Rune Fagerstad (Scanprod AS, Daglig leder) Sigurd Korsnes (SINTEF Nordvest AS, Forsker) Stine Steen (SINTEF Nordvest AS, Forsker)
Referansegruppe:	Oddgeir Berge (Prosess Industri AS, Daglig leder) Arild Dag Giske (Scanprod AS, Styreleder) Bjørn Heggedal (Mesta AS, Innkjøpsleder)
Starttidspunkt:	01.06.2023
Sluttidspunkt:	31.05.2025
Totalramme:	2 500 000,-
FHF – finansiering:	2 000 000,-
Egeninnsats:	500 000,-

3 Problemstilling og formål

Salt- og klippfiskindustrien benytter i dag store mengder salt. Tidligere var det forbudt å gjenbruke salt. Men, en forskriftsendring har nå gjort det mulig å gjenbruke saltet, gitt at saltet har den kvaliteten som forskriften krever. Det ligger store besparelser hos industrien ved å gjenbruke salt, da salt- og klippfiskprodusenter årlig bruker flere millioner kroner på salt. Forskning har også vist at det er saltkvaliteten som er den største hindringen for gjenbruk av saltet. Scanprod AS, SINTEF og Prosess Industri AS har, i et tidligere FHF-prosjekt, utviklet en velfungerende automatisk renseprosess for brukt salt.

Hovedmålet i prosjektet var å dokumentere kvalitet på automatisk rensed salt. Dette inkluderte:

1. Saltets egenskaper – både nytt og rensed salt brukt i produksjon
2. Blandingsforhold mellom nytt og brukt salt
3. Hvordan rensed salt påvirker utbytte og kvalitet for klippfisk
4. Beste praksis for saltutnyttelse i produksjon etter automatisk rensing
5. Kost-nytte-analyse

4 Prosjektgjennomføring

Salting av torsk og sei, og uttak av prøver fra klippfisk og salt er gjort hos Scanprod AS og analysert hos SINTEF.

4.1 Saltrensing

Prosess Industri AS har utviklet et vaskekar med skruetransportør som skiller uløst salt fra saltlake (saltvasker). Etter ferdig salting i 1000 liters kar, tømmes lake og uløst salt i vaskekaret. Saltet renses ved at mindre og lette partikler flyter opp, samtidig som uløst salt faller til bunnen gjennom et perforert belte. Større fremmedpartikler blir fanget på beltet og transporteres ut. Etter vasking blir det uløste saltet overført til et nytt kar. Fra dette karet går saltet inn i en saltrenser (utviklet i FHF prosjektet 901380). Saltet spres ut på et transportbånd, og ved hjelp av optiske kameraer identifiseres forurensinger som fjernes ved hjelp av dyser.

4.1.1 Partikler i saltet

Det ble tatt ut prøver av salt brukt til salting av torsk og sei, etter automatisk rensing av saltet. Det ble tatt ut tre paralleller på 500 gram fra ferdig rensed salt som ble lagt i et tynt sjikt og partikler ble plukket ut for hånd. Saltet og partiklene ble så veid. Partikler fra saltprøver fra sei var tørre ved veiing, mens partikler fra saltprøver fra torsk var fuktige.

4.1.2 Partikkelstørrelse

Prøver av automatisk rensed salt (ca. 1 kg) fra salting av torsk og sei ble siktet gjennom en rekke sikter (VWR) med ulik størrelse i rekkefølgen $> 7,1$ mm, > 5 mm og $> 2,8$ mm. Etter innledende prøver ble resterende prøver siktet gjennom $> 6,3$ mm i stedet for $> 7,1$ mm. Alle fraksjoner ble veid etter sikting. Det ble utført 5 paralleller per saltprøve.

4.2 Massebalanse

Forbruk, oppsamling og rensing av salt har blitt kartlagt gjennom de ulike trinnene salting, vending, omlegging og rensing i produksjonsprosessen.

Mengden salt brukt til *salting* av fisk ble kartlagt på følgende måte: **(1)** Det ble foretatt manuell telling av antall "dryss" med salt som gikk med under salting av fisk. Ett dryss er mengden salt som faller ned i karet hver gang den bevegelige plata i saltbusjen beveger seg fremover eller bakover. **(2)** Medgått saltmengde ble kartlagt for 14 kar med fisk. **(3)** Det ble foretatt veiing av salt på ulike tidspunkt i saltingen, for å finne gjennomsnittlig mengde salt per dryss.

Mengden brukt salt som kan gjenvinnes etter *vending* av kar ble kartlagt ved at kar med ferdig saltet fisk, salt og saltlake ble vendt over og samlet opp i 2 stk. oppsamlingskar. Metoden ble gjentatt slik at vending av 5 kar havnet i oppsamlingskarene. Saltlake og ikke-løst salt ble separert og veid hver for seg.

For å kartlegge mengden brukt salt som kan gjenvinnes fra *omleggingsprosessen* ble fisk fra fem paller banket og lagt på tørkevogn. Salt fra bankingen ble samlet opp og veid.

For å kartlegge utbytte av salt gjennom den *automatiske renseprosessen*, ble saltmengde inn og saltmengde ut veid. I forsøket ble seks kar med brukt salt rensed. Saltet som var rensed ble veid, dagen etter, pga. avrenning av vann.

4.3 Klippfiskkvalitet

Liten sei fra Scanprod AS ble tint, flekket og saltet med 5 ulike saltblandinger beskrevet i Tabell 2. Forholdet mellom fisk og salt var det samme i alle karene.

Tabell 2 Andel nytt og automatisk rensset brukt salt brukt til salting av 5 kar med fisk.

Kar	Andel nytt salt [%]	Andel brukt salt [%]	Mengde fisk [kg]	Flekket fisk [kg]*
1	100	0	376	362
2	75	25	369	356
3	50	50	389	375
4	25	75	386	372
5	0	100	365	352

* antatt/beregnet

Rent salt og brukt salt ble hentet fra hver sin saltduş, og for 50/50 blandingen ble det tatt like mye salt fra hver. Ved salting av 25 % nytt salt og 75 % nytt salt ble karene under salting flyttet mellom de to saltduşjene hos Scanprod, der den ene hadde nytt salt mens den andre hadde automatisk rensset salt. Dette sørget for at saltblandinga i hvert kar ble noenlunde riktig, men det kan være lokale variasjoner i saltkvalitet i karene som inneholder både nytt og brukt salt.

Etter 15 dager ble karene snudd og satt til å "dryppe fra seg" før banking og tørking. Ved snuing av kar ble det observert at det var lite lake i karet med 50 % nytt og 50 % brukt salt i forhold til de andre karene. Den lave mengden lake antas å skyldes at det har vært en liten lekkasje i karet slik at noe lake har rent ut i løpet av de 15 dagene. Ett døgn etter snuing ble fisken banket og lagt på tørkevogner. Deretter ble den tørket i 28 timer.

4.3.1 Kvalitetsvurdering

Etter tørking ble det tatt ut 10 klippfisker fra hver saltblanding. Kvaliteten på disse ble vurdert utfra faktorene fiskeskjell på overflaten, slapphet, farge, tekstur og vanninnhold. Synlige forurensinger og *fiskeskjell på overflaten* av fisken ble kartlagt visuelt. *Slappheten* til klippfisken ble målt ved at hel klippfisk ble holdt opp mot en linje. Fronten på fisken ble holdt i vater, og avviket fra linjen til sporen ble målt med linjal. For *fargemåling* ble det tatt ut et stykke på ca. 8 cm midt på fisken. Fargen ble målt på topp og side av hvert fiskestykke med en Minolta fargemåler. Farge ble målt i L*a*b*-verdier, som bygger på hva menneskeøyet klarer å oppfatte av farger. Fra fiskestykkene som ble brukt til fargemåling, ble det skjært et prøvestykke med tykkelse på ca. 1 cm til analyse av *tekstur*. Dette ble gjort på de første 5 fiskene fra hver saltblanding. Teksturen på prøvene ble målt ved nedtrykk av en sylinder (Stable Micro systems, TA-XT plus). *Vanninnholdet* for hver fisk ble målt i stykker tatt ut midt i klippfisken. Det ble tatt ut tre paralleller fra hver fisk. Det ble skjært ut en bit med en bredde på ca. 0,1-0,3 mm, og denne ble satt i varmeovn på 105-110 °C i 24 timer. Vekten før og etter gir vanninnholdet i stykkene.

4.3.2 Rødmidd

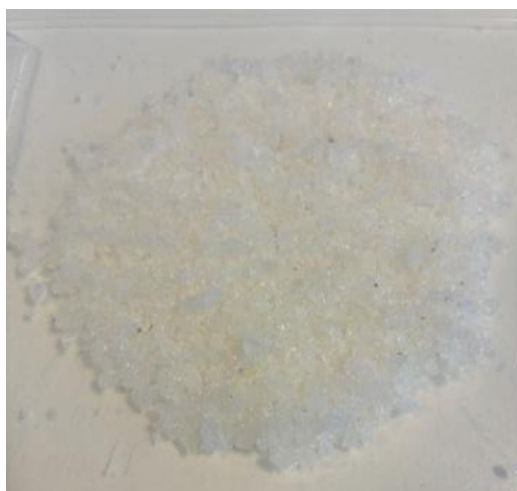
Fra hver klippfisk, ble halvparten singelpakket i plastposer. Fiskene fra hver saltblanding ble deretter samlet i hver sin plastkasse. Kassene ble oppbevart i romtemperatur i ca. 2 måneder. Observasjon av rødmidd ble dokumentert skriftlig og med bilde.

Saltprøver, beskrevet i Tabell 2, ble overført til 50 ml prøverør. Prøverøret ble fylt opp med ca. 4/5 salt, og inkubert i 14 dager på 40 °C, før prøvene ble oppbevart ved romtemperatur i ca. 2 mnd. Rødmidd i saltet vises ved at saltet får en rosa farge.

5 Resultater og diskusjon

5.1 Saltrensing

Brukt uvasket salt fra torsk og sei er ulikt i både tekstur og utseende. Saltkorn fra sei er større og har et gulskjær, sammenlignet med salt fra torsk. De organiske forurensningene i brukt salt fra sei er i all hovedsak fiskeskjell, mens det forekommer store vevsbiter i saltet fra torsk. En saltprøve fra sei med 75 % brukt og 25 % nytt salt er vist i Figur 3. Generelt inneholdt alle saltprøver fra de ulike blandingsforholdene fiskeskjell og hadde en hvit farge.



Figur 3 Saltblanding fra sei med 75 % brukt og 25 % nytt salt.

5.1.1 Partikler i salt

Salt til produksjon av fisk og fiskevarer skal oppfylle forskriftskravet om at saltet skal ha et rent utseende og ikke inneholde tydelige, fargede partikler eller fremmede krystaller. Nytt salt fyller i stor grad kravene, men inneholder unntaksvis stein og andre urenheter. Brukt og uvasket salt vil inneholde fiskerester, mens automatisk rensed salt (både vasket og rensed) skal tilbakeføres til samme kvalitet som nytt salt. Prøver av nytt salt og brukt uvasket salt etter salting av torsk og sei er vist i Figur 4.



Figur 4 Saltprøver fra nytt salt, brukt utvasket salt etter salting av torsk og etter salting av sei.

Mengden partikler fra 500 gram brukt uvasket salt etter sei var $2,1 \pm 0,8$ gram. Partiklene besto av fiskeskjell, små vevsbiter, og andre småpartikler. Etter vasking av salt etter sei, er mengden partikler i samme mengde salt $0,9 \pm 0,1$ gram. Mengden partikler fra 500 gram brukt uvasket salt fra torsk var $8,6 \pm 7,4$ gram. Partiklene besto av større vevsbiter og et lite antall fiskeskjell. Et utvalg av partikler fra brukt uvasket salt er vist i Figur 5.

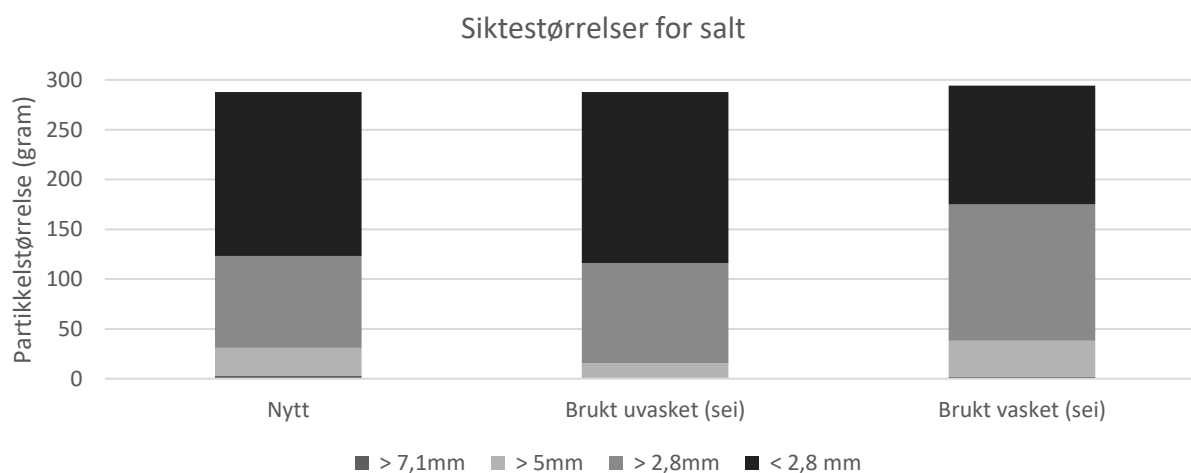


Figur 5 Partikler i uvasket salt fra sei og partikler i brukt uvasket salt fra torsk.

Økt proteinnivå i saltet er uønsket, da det gir bedre betingelser for vekst av rødmidd og brunmidd (Lauritzen et al., 1996).

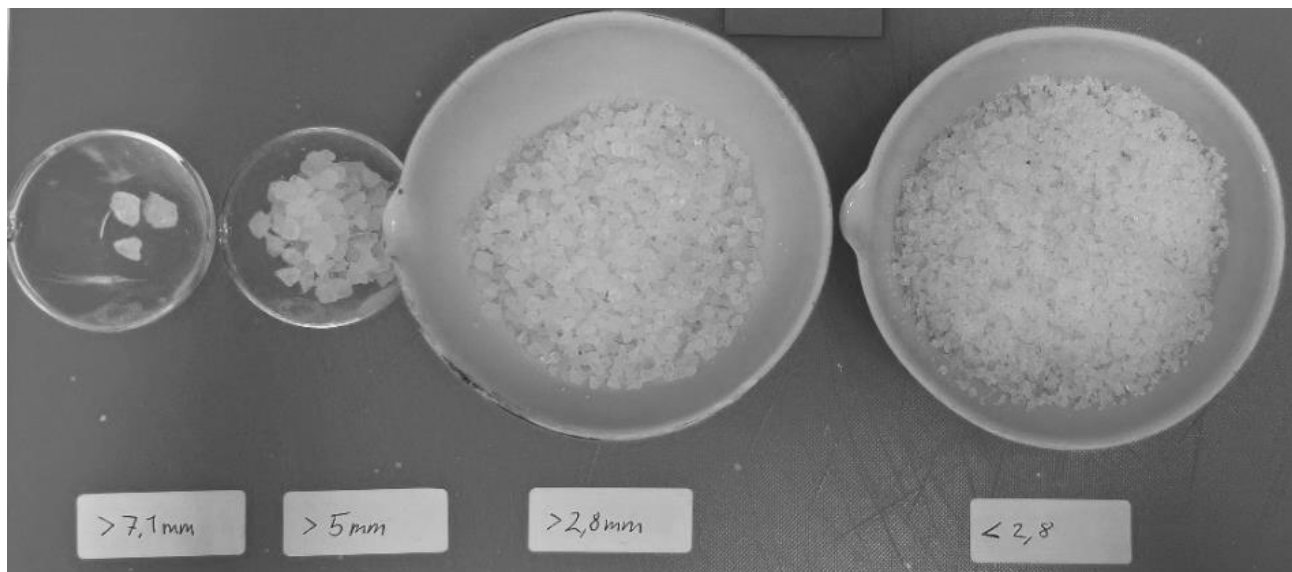
5.1.2 Partikkelstørrelse

Størrelsen til nytt, brukt uvasket salt og brukt vasket salt etter salting av sei har blitt analysert gjennom ulike størrelsessikter og resultatene er vist i Figur 6. I nytt og brukt uvasket salt er henholdsvis 55 % og 57 % av saltet under 2,8 mm i størrelse, og 31 % og 33 % av saltet er mellom 2,8 mm og 5,0 mm. Kun 10 % og 5 % av saltet er mellom 5,0 mm og 7,1 mm. Etter vasking av saltet er det et skifte mot noe større saltpartikler. Brukt vasket salt inneholder 40 % salt som er under 2,8 mm, 56 % salt som er mellom 2,8 og 5,0 mm, og 12 % mellom 5,0 og 7,1 mm, og en liten andel over 7,1 mm. Flere studier (Lauritzen et al., 1996, Hellevik og Bjørkevoll, 2009) har vist at mengden store partikler øker i brukt salt, men det er ingen kjente data på siktestørrelser for brukt vasket salt.



Figur 6 Størrelsesfordeling av saltpartikler i nytt, brukt uvasket og brukt vasket salt fra sei.

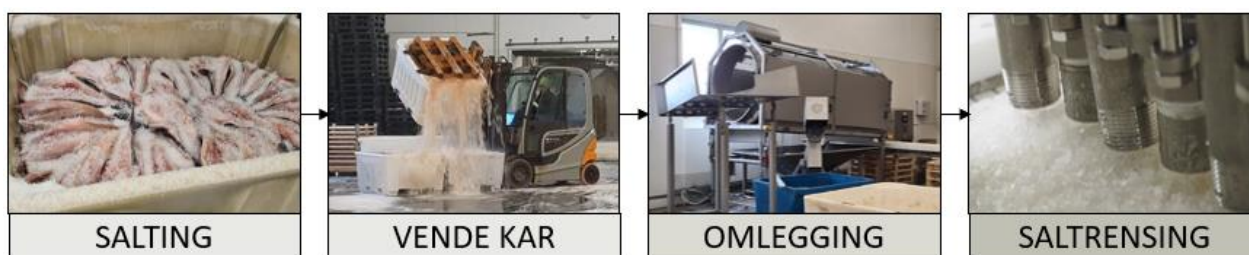
Resultatene viser at vaskeprosessen har større påvirkning på saltstørrelsen enn om saltet er nytt eller brukt. Størrelsen til saltet påvirker hvordan det tas opp i fisken. Store partikler kan føre til redusert kontakt mellom saltet og fiskemuskelen (Lauritzen et al., 1996), noe som krever forlenget saltetid for å oppnå saltmodent produkt. Skiftet i størrelse til saltkornene er moderat fra nytt til brukt vasket salt, og det er få veldig store saltpartikler i saltet. Salt som gikk gjennom de ulike siktene ble samlet i egne beholdere, og saltet fra de ulike siktestørrelsene er vist i Figur 7.



Figur 7 Oppsamlede størrelsesfraksjoner av salt etter sikting (brukt uvasket salt fra sei).

5.1.3 Massebalanse

Salteprosessen gjennomføres ulikt hos ulike produsenter (Remme et al, 2017), og selv internt vil prosessen variere mellom ulike arter og størrelser av fisk. Prosjektet har kartlagt massebalansen til saltet gjennom salting, vending av kar og avrenning, omlegging og vasking og automatisk saltrensing: Trinnene i massebalansen er oppsummert i Figur 8.



Figur 8 Massebalansen til salt.

Ved salting av fisk legges fisk lagvis i et kar, med saltdryss mellom hvert lag. Det ble under kartleggingen telt at det er rundt 200 dryss per kar med 2 kg salt per dryss. Total saltmengde i 14 kar ble målt og ett kar inneholder i gjennomsnitt 417 kg salt. Etter vending ble gjennomsnittlig overskudd av salt målt til 68,9 kg per kar (n=10). Gjennomsnittlig overskudd etter omlegging var 82,4 kg per kar. Veiling av total saltmengde før og etter rensing av saltet var henholdsvis 7064 kg og 5160 kg, det vil si 4754 kg rensset salt.

For å vise massebalansen tas det utgangspunkt i at 1000 kg salt tas gjennom de ulike produksjonstrinnene:

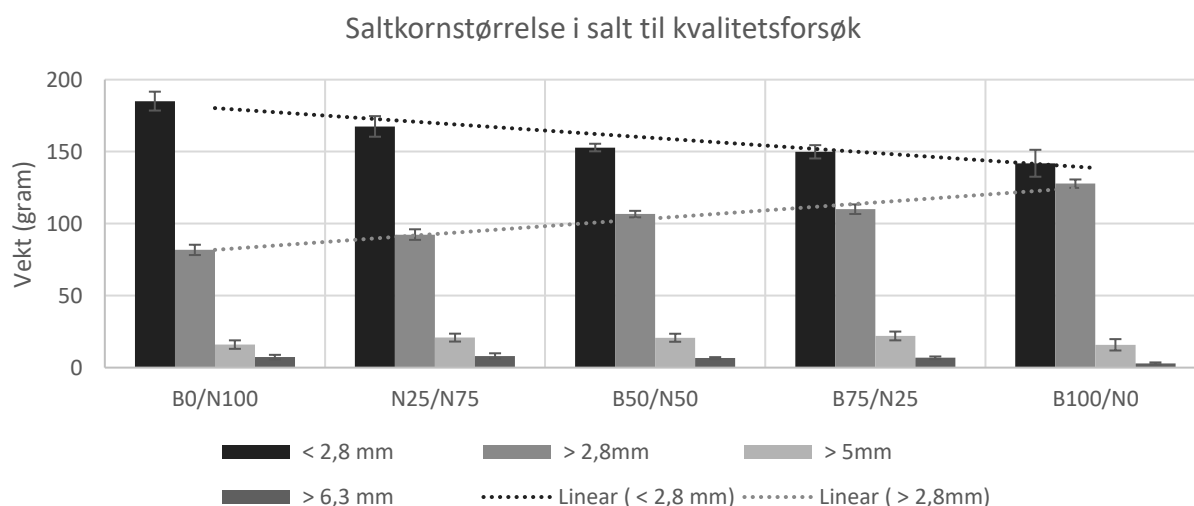
- 1000 kg salt tilsvarer salting av 2,4 kar
- Vending av 2,4 kar gir 165,4 kg oppsamlet salt
- Banking av 2,4 kar gir 197,8 kg oppsamlet salt
- Vending og banking (omlegging) gir totalt 363,2 kg oppsamlet salt
- Vasking og automatisk rensing av 363,2 kg salt gir 244,4 kg rensset salt

Massebalansen viser at ca. 24 % av saltet kan gjenvinnes og gjenbrukes. Beregningene til Remme et al. (2017) tilsier at det skulle være 211 kg salt etter vending, men massebalansen viser at det bare er i snitt 68,9 kg. Kartlegging av massebalansen viser dermed betydelig lavere utbytte av salt for gjenvinning enn tidligere beregnet.

5.2 Saltkvalitet

Saltkvaliteten ble vurdert ved å analysere fremmedpartikler i saltet, samt partikkelstørrelsen til saltet. Alle saltblandingene ser i utgangspunktet ut som nytt salt. Nærmere analyse av saltet viser at innholdet av fremmede partikler varierer fra 0 % (nytt salt) via 0,1 % (25 %, 50 % og 75 % brukt salt) til 0,3 % i 100 % brukt salt. Saltprøver med 25 % - 75 % brukt salt hadde en svak fiskelukt, mens 100 % brukt salt hadde tydelig fiskelukt, sammenlignet med nytt salt. Generelt framstår salt etter salting av torsk som mer nøytralt på lukt og renere enn sei. I kvalitetsforsøket ble det derfor valgt å bruke brukt salt fra sei for å virkelig teste om det blir kvalitetsforskjell.

Saltblandingene til kvalitetsforsøket ble siktet og størrelsesfordelingen av saltkorn er vist i Figur 9. Resultatene viser liten variasjon i størrelse mellom saltblandingene for saltpartikler over 5 mm, men også en tydelig tendens til at mengden saltpartikler mellom 2,8 og 5 mm øker med økende mengde innblanding av automatisk rensed salt. Tilsvarende er det en reduksjon i salt under 2,8 mm med økende mengde automatisk rensed salt i blandingen. For produksjon av fisk benyttes stort sett en blanding av middels salt (0,5-1 mm) og grovt salt (2-4 mm). Middels salt gir en god balanse mellom rask oppløsning og jevn fordeling av saltet. Dette er ideelt for tørrsalting og picklesalting, mens grovt salt brukes til lagesalting. Grovt salt løser seg langsommere opp, noe som gir en mer kontrollert salteprosess og kan bidra til en jevnere smak (Nofima, 2018).



Figur 9 Størrelsesfordeling av saltkorn i saltblandinger med henholdsvis 0 %, 25 %, 50 %, 75 % og 100 % brukt automatisk rensed salt fra sei.

Dette kan føre til en raskere salteprosess, da saltet blir tilgjengelig for fisken raskere. Mindre saltkorn kan også gi en jevnere fordeling av saltet over fisken, noe som kan bidra til en mer ensartet smak og konservering. Samtidig kan små saltkorn føre til at fisken mister for mye vann for raskt, noe som igjen påvirker teksten negativt. På den andre siden vil større saltkorn bruke lengre tid på å trenge inn i fiskemuskel, noe som kan påvirke hvor dypt saltet trenger inn og dermed påvirke holdbarheten og smaken (Nofima, 2018; Sjømat Norge, 2009). I saltblandingene som ble benyttet til salting er over 90 % under 5 mm, så andelen veldig store saltkorn er lav.

5.3 Kvalitetsvurdering av klippfisk

Utbytte og kvalitetsforskjell i klippfisk saltet med nytt og brukt automatisk rensed salt ble undersøkt ved å salte fisken med en gradient av nytt og brukt salt, med blandingsforhold 0 %, 25 %, 50 %, 75 % og 100 % brukt salt. Etter salting, omlegging og tørking ble klippfisken tatt ut av tørka og veid. Resultatene, presentert i Tabell 3, viser ingen forskjell i utbytte av klippfisk relatert til saltblandingene.

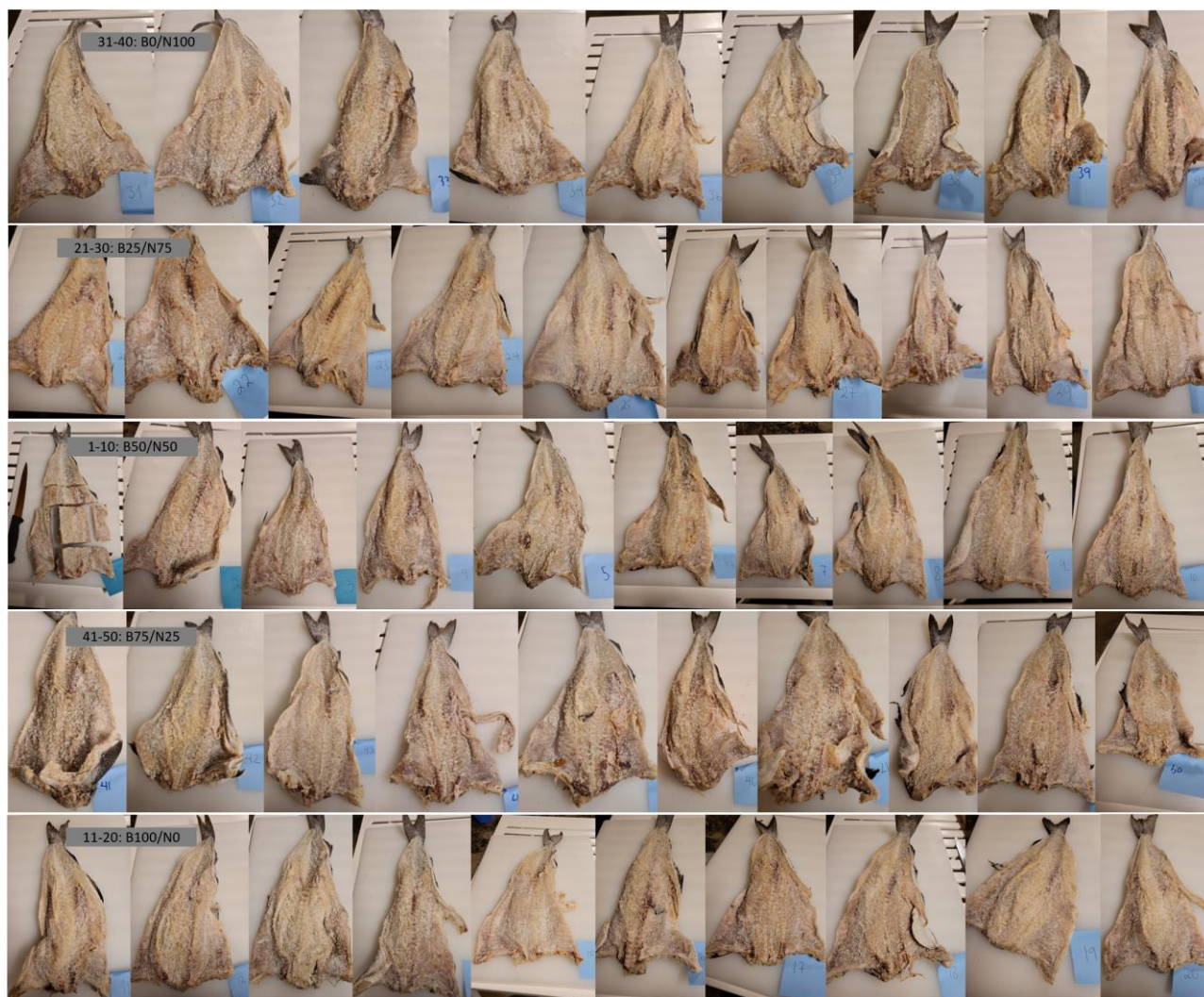
Tabell 3 Utbytte (%) av klippfisk i med henholdsvis 0 %, 25 %, 50 %, 75 % og 100 % brukt automatisk rensed salt.

Kar	Nytt salt (%)	Brukt ^a salt (%)	Fisk (kg)	Flekket ^b fisk (kg)	Klippfisk (kg)	Utbytte (%)
1	100	0	376	362	270	75
2	75	25	369	356	253	71
3	50	50	389	375	272	73
4	25	75	386	372	273	73
5	0	100	365	352	251	71

^a Vasket og automatisk rensed salt omtales i denne delen som brukt salt.

^b Beregnet; (total mengde fisk – avskjær = flekket fisk)

Fra hver batch med fisk ble det tatt ut 10 fisksom ble vurdert med hensyn på kvalitet. Disse er vist i Figur 10. Kvalitetsparameterne som ble vurdert var partikler på overflaten av fisken, slapphet/stivhet, farge, tekstur og vanninnhold.



Figur 10 Fiske fra hver saltblanding med 0 %, 25 %, 50 %, 75 % eller 100 % brukt salt plukket ut til kvalitetsvurdering. Saltblandingen brukt i hver rad i bildet er forklart i grå boks til venstre i hver rad.

5.3.1 Partikler på overflate

Automatisk rensed salt fra produksjon av sei, inneholder rundt 0,3 % partikler. Dette var i all hovedsak fiskeskjell. Siden fisken legges lagvis i kar, med saltlag mellom, kan fiskeskjell bli liggende igjen på en overflate på grunn av selve salteprosessen. Overflaten på 10 fisk pr batch ble studert nøye, og antall fiskeskjell ble talt for å undersøke om det lå igjen flere fiskeskjell på overflaten til fisk saltet med automatisk rensed salt. Resultatene viser generelt lavt innhold av fiskeskjell på overflaten. Det var ingen trend til økning i fiskeskjell på overflaten med økende mengde brukt salt. Det var heller ingen andre tydelige partikler på overflaten.

Fiskeskjell på overflaten er ikke umiddelbart lett å få øye på, da det raskt kan forveksles med salt. Et eksempel på dette er vist i Figur 11



Figur 11 Saltkorn og fiskeskjell på overflaten av en klippfisk av sei. Alle bildene viser det samme med ulik grad av zoom. Bildet til høyre er zoomet langt nok inn til å kunne se fiskeskjellet blant saltkornene.

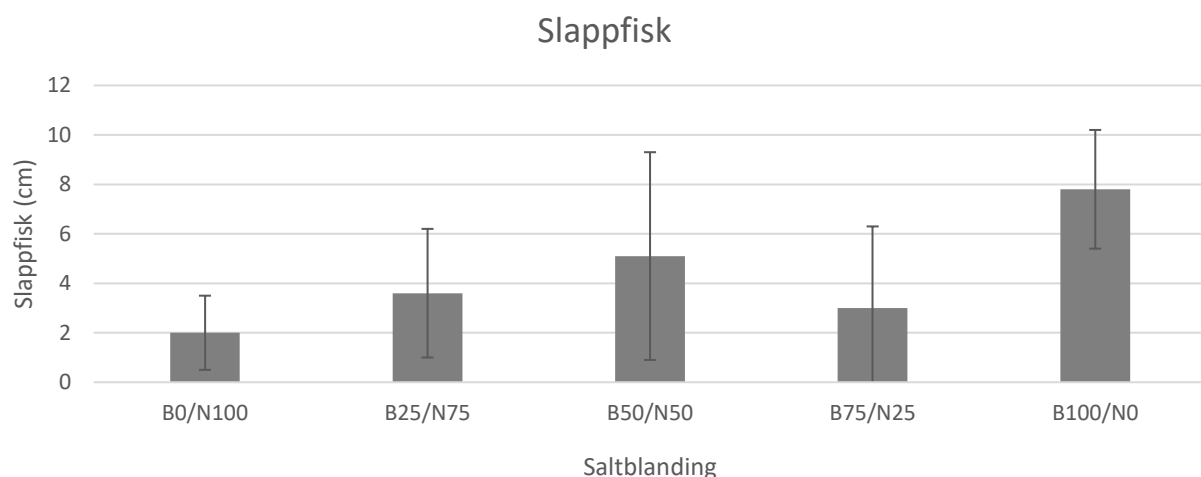
5.3.2 Slappfisk

En god klippfisk skal ikke være for slapp. Ideelt skal den være fast og tørr, noe som indikerer at den er godt tørket og har lavt vanninnhold. Hvis klippfisken er for slapp, kan det tyde på at den ikke har blitt tørket tilstrekkelig. Slappheten til fisken ble målt som vist i Figur 12. Den blå linja indikerer målingen på hvor slapp fisken var.



Figur 12 Eksempel på måling av slapphet. Klippfisken ble holdt opp mot den røde linja og avstanden fra spor til den røde linja (markert med blå linje i bildet) ble målt.

Avstand fra linja og ned til spor er målt for alle fiskene, og gjennomsnittet er vist i Figur 13.

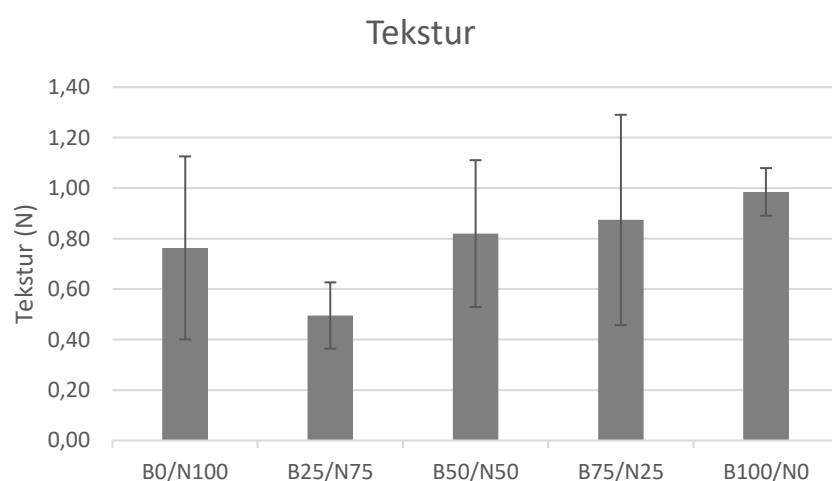


Figur 13 Slappheten til klippfisk saltet med henholdsvis 0 %, 25 %, 50 %, 75 % og 100 % brukt salt, målt i cm fra høyden fisken hadde vært i dersom den var 100 % stiv og ned til spor.

Resultatene viser at slappheten øker med økende mengde gjenbrukt salt i saltblandingen. Fisk som er saltet med 100 % brukt salt, i dette forsøket, er signifikant slappere enn fisk som er saltet med 100 % nytt salt.

5.3.3 Tekstur

Tekstur ble målt med en teksturanalysator som presser en sylinder ned i fisken og registrerer kraften som kreves for å deformere eller bryte prøven. Denne kraften uttrykkes i Newton (N). Resultatene gir en objektiv måling av teksten, som kan brukes til å vurdere kvaliteten og konsistensen av produktet. Teksturen til klippfisk kan indikere flere ting om kvaliteten og behandlingen av fisken. En fast tekstur tyder på at fisken er godt tørket og har gjennomgått en riktig salteprosess. Dette er et tegn på høy kvalitet (Bjørkevoll et al., 2009). Hvis klippfisken er for myk eller fuktig, kan det indikere at den ikke er tilstrekkelig tørket eller at den har absorbert fuktighet under lagring. Dette kan påvirke holdbarheten og smaken negativt. Fastheten til 5 klippfiskstykker fra hver saltblanding ble målt, og resultatet er vist i Figur 14. Teksturen til klippfisk saltet med 25 % brukt salt skiller seg signifikant fra fisk saltet med 50 %, 75 % og 100 % brukt salt, men ikke fra nytt salt.



Figur 14 Teksturen til klippfisk saltet med henholdsvis 0 %, 25 %, 50 %, 75 % og 100 % brukt salt, målt i newton (N). Et utvalg av fiskestykker etter måling er vist i bildet til høyre.

Teksturmålingene antyder at fisk med 100 % brukt salt har høyest hardhet. Dette er motsatt av slappfisk resultatene, som viser en trend mot slappere fisk med økende mengde brukt salt.

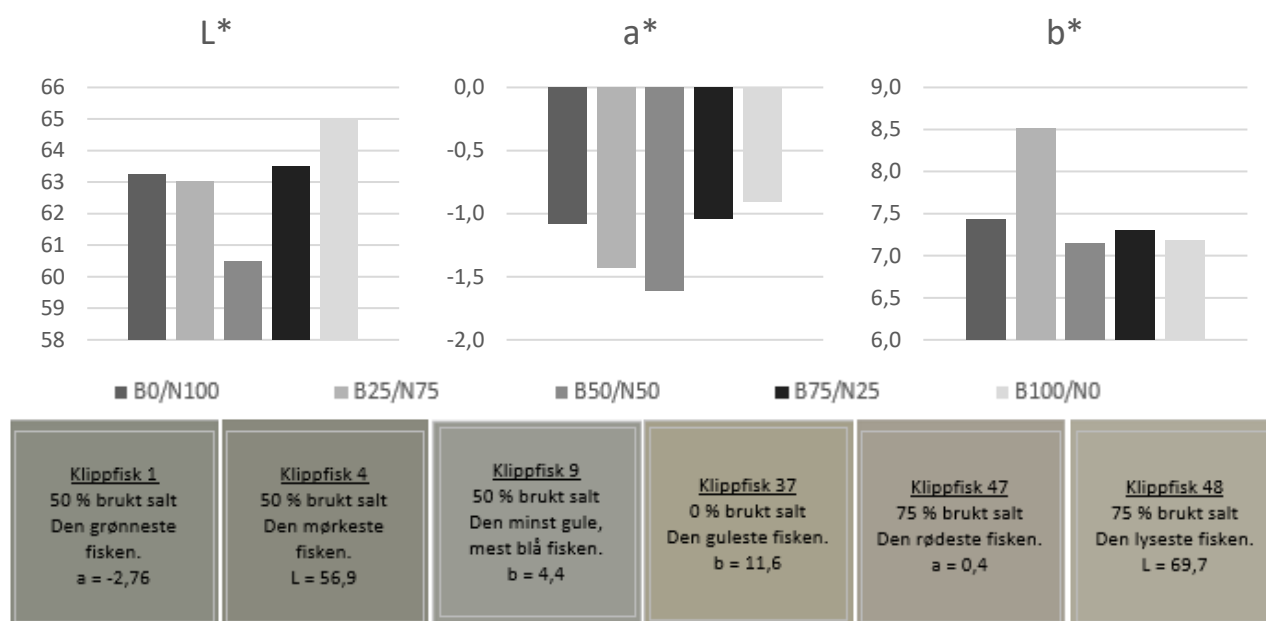
5.3.4 Farge

I tillegg til slapphet/fasthet, så er fargen til klippfisk en viktig kvalitetsindikator. Den klassiske høykvalitetsklippfisk fra torsk bør være lys, helst helt hvit. Klippfisk som er lys i fargen, ofte hvit eller kremfarget, anses vanligvis som av høy kvalitet. Dette indikerer at fisken er godt tørket og har lavt vanninnhold, mens en gulaktig farge kan tyde på at fisken har blitt utsatt for sollys under tørkeprosessen. Kvaliteten til råstoffet vil påvirke fargen og klippfisk fra sei er tradisjonelt gulere enn torsk. Dette kan også henge sammen med at seien er vanskeligere å blø ut. Hvis fargen blir mørk, kan dette indikere at fisken har blitt lagret over lengre tid eller at den har høyere vanninnhold. Dette kan påvirke både smak og konsistens. Fargen til klippfisk har blitt målt både på overflaten (topp) og i kuttet (på siden), som vist i Figur 15.



Figur 15 Oversiden av fiskestykkene (venstre) og eksempler på kutt (høyre) som det ble målt farge på.

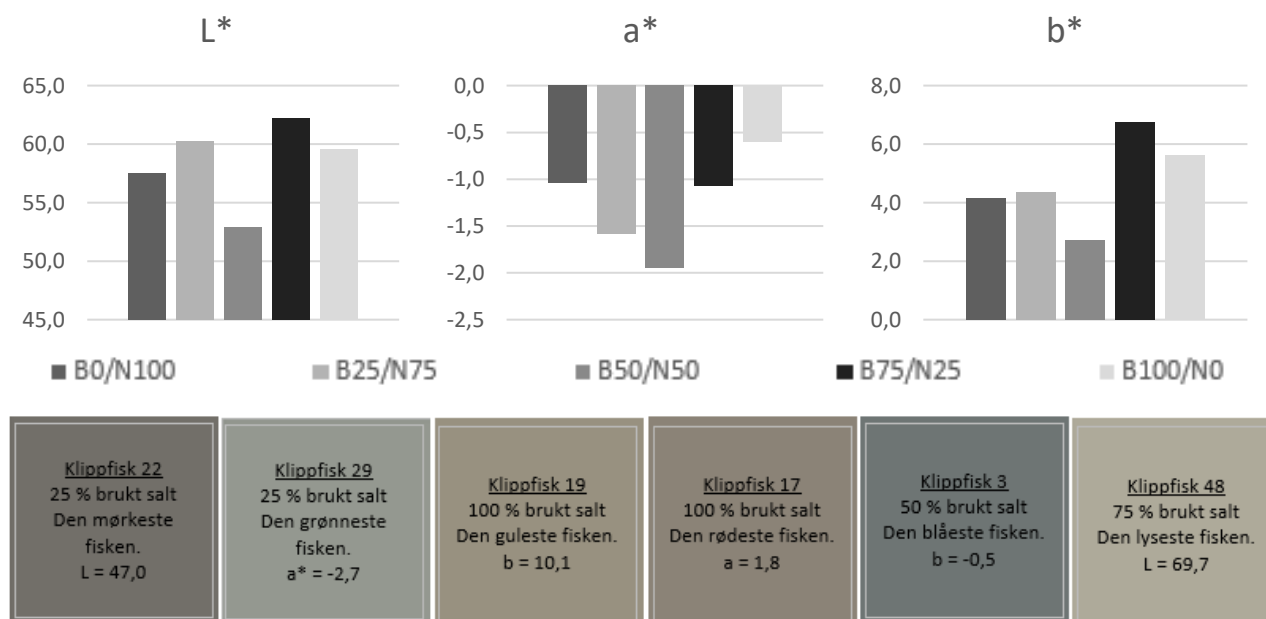
Farge måles i $L^*a^*b^*$ -verdier som bygger på hva menneskeøyet klarer å oppfatte av farger. $L^*a^*b^*$ definerer faktisk kulør, der a^* har en skala fra rød (100) til grønn (-100), og b^* fra blå (-100) til gul (100). L^* beskriver lyshetsgraden og går fra 0-100, hvor 100 er hvitt og 0 er svart. L^* -verdien målt på overflaten av klippfisk varierer mellom 60,5 – 65, a^* -verdien varierer fra -0,9 til -1,6 og b^* -verdien varierer fra 7,1-8,5. $L^*a^*b^*$ -målingene til klippfisk saltet med ulike saltblandinger er vist i Figur 16.



Figur 16 L*a*b*-verdi målt på oversiden av klippfisken (over) og noen eksempler på enkeltfisker og tilhørende målinger (under). Fargen i ruten representerer målt L*a*b*-verdi.

Resultatene indikerer en trend med økende hvithet (L*) med økende mengde brukt salt. Samtidig er prøvene med 50 % brukt salt signifikant mørkere enn både de med 100 % nytt salt og de med 100 % brukt salt. Denne batchen hadde en lekkasje av saltlake under saltmodning, og dette kan være noe av forklaringen på den mørkere fargen. Denne batchen er også signifikant grønnere (a*) enn de med 100 % nytt salt. Det er ingen signifikante forskjeller i b*-verdi.

Fargen målt i snittflaten er vist i Figur 17 under. L*-verdiene varierer fra 53,0 til 62,2, a*-verdiene fra -0,6 til -1,9 og b*-verdiene fra 2,7 til 6,7.



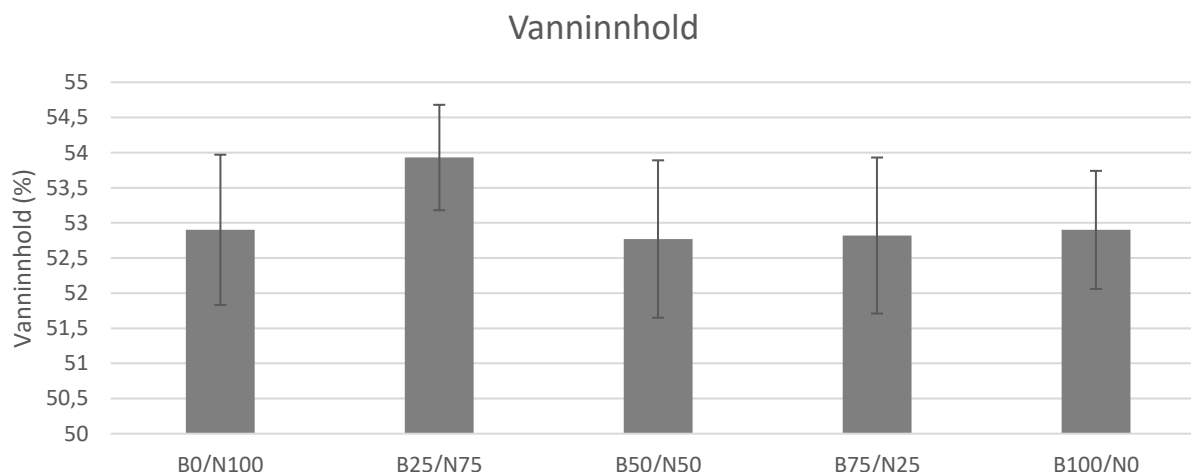
Figur 17 L*a*b*-verdi målt i snittflaten på klippfisken (over) og noen eksempler på enkeltfisker og tilhørende målinger (under). Fargen i ruten representerer målt L*a*b*-verdi.

Sidekuttet er generelt mørkere og mindre gult enn overflaten. Også her er prøvene med 50 % brukt salt signifikant mørkere enn både de med 100 % nytt salt og de med 100 % brukt salt, og signifikant grønnere enn de med 100 % nytt salt. Det er ingen signifikante forskjeller i gulheten (b*-verdi).

Variasjoner i fargen til fisken vil være påvirket av ferskhet og kvalitet på fisken før prosessering. Fisk med høyere fettinnhold kan ha en annen farge enn magrere fisk, men dette er ikke aktuelt for disse batchene. Tørke- og saltemetodene kan påvirke den endelige fargen. Variasjoner i tørketid, temperatur og saltemetoder kan føre til fargeforskjeller. I dette tilfellet ble batchen med 50/50 % nytt og brukt salt saltmodnet i et kar hvor det oppstod en lekkasje av saltlake. Fisken i dette karet kan ha vært eksponert for lys, temperatur og fuktighet i en annen grad enn de andre. Oksidasjon og andre kjemiske reaksjoner under prosessering og lagring kan føre til misfarging, men det ansees ikke så relevant for dette forsøket.

5.3.5 Vanninnhold

Vanninnholdet ligger mellom 52,8 % og 53,9 %, og varierer lite mellom batchene (Figur 18). Vanninnholdet i klippfisk er en kritisk faktor, da den i enkelte markeder avgjør om fisken defineres som en saltfisk eller en klippfisk. Ulike markeder har ulike definisjoner og krav.



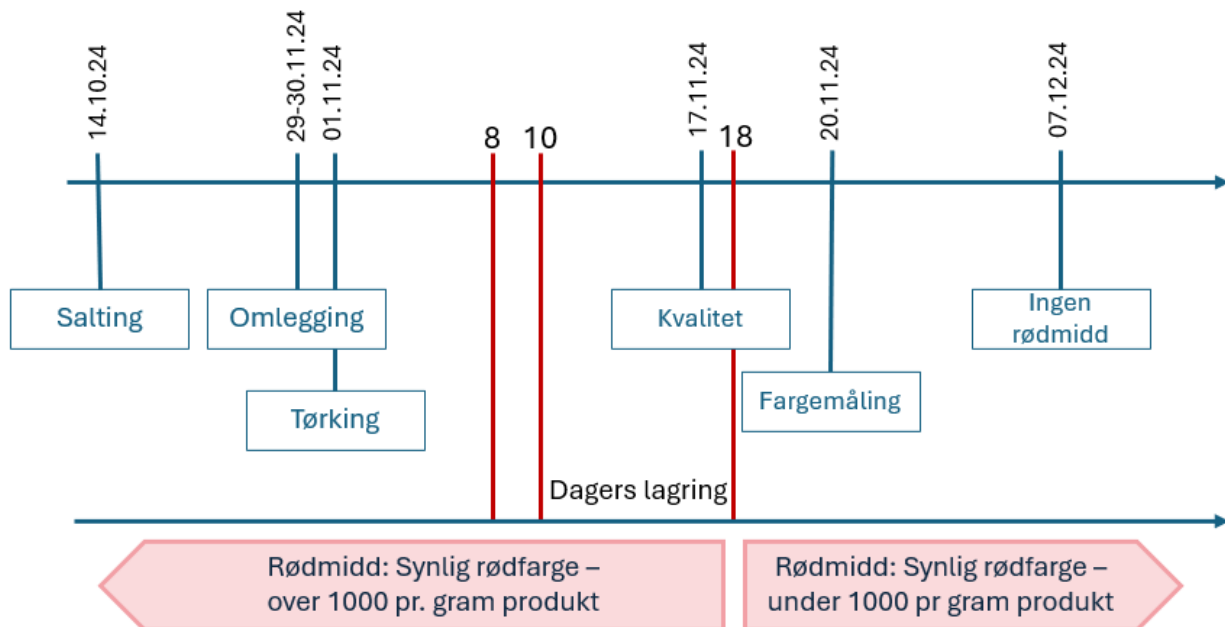
Figur 18 Vanninnholdet (%) til klippfisk saltet med henholdsvis 0 %, 25 %, 50 %, 75 % og 100 % brukt salt.

Før fisken tørkes til klippfisk er det viktig at den fullsaltes og modnes under kontrollerte betingelser for å fremme fiskens naturlige modningsprosess. Etter saltmodning i 4-6 uker skal fiskemuskelen inneholde 17-18 % salt og 57-58 % vann, og etter tørking til klippfisk er saltinnholdet 19-20 %, mens vanninnholdet er 50-53 %. Variasjon i hvilke metoder som brukes både til salting og tørking av fisken, samt analysemetoden, kan bidra til variasjoner i salt- og vanninnhold i ferdig klippfisk. Vanninnholdet i klippfisken i forsøket ligger stort sett mellom 50-53%. Kun batchen B25/N75 har et litt høyere vanninnhold, på 53,9 %.

5.3.6 Rødmidd

Risikoen for vekst av rødmidd er et av hovedargumentene mot gjenbruk av salt. Holdningen og kunnskapen er basert på forskningsarbeid fra 1960-1970-tallet, før kjøling av saltfisken var vanlig. Kunnskapen om rødmidd var gjenspeilet i lover og regler, og salt- og klippfisk måtte på denne tiden produseres med nytt salt. Kunnskap fra 60-70-tallet gjenspeiler ikke dagens situasjon, med vasking og rensing av salt, samt kjøling i hele prosessen. I tillegg har det kommet en endring i forskriften som åpner opp for brukt salt. Selv om saltet er billig pr. kg, er det en betydelig innsatsfaktor i produksjon av salt- og klippfisk. Gjenbruk av saltet vil ha stor økonomisk og bærekraftig (reduert import) effekt, så sant man har kontroll på rødmidd og kjølekjeden. Rødmidd vokser ikke når temperaturen er under 8°C, men hvis temperaturen er over og det er

minimum 10 000 000 rødmidd per gram produkt tilstede, så vises dette som rød misfarging på klippfisk (Jornet & Lorentzen, 2019). Hvis det oppstår rød farge etter 8-18 lagringsdager så er startmengden rødmidd under 1000 pr gram produkt (Figur 19).



Figur 19 Viser tidslinjen for kvalitetsforsøket. Ingen tegn til rødmidd innenfor rammene for lagring av klippfisk.

6 Konklusjon

Prosjektet viser at gjenbruk av automatisk rensed salt etter salting av sei ikke påvirker utbyttet av klippfisk, og at det heller ikke fører til økt forekomst av partikler på fiskens overflate. Kvalitetsparametere som tekstur, farge og vanninnhold viser små eller ingen negative effekter ved økende andel brukt salt. Det ble observert en økning i slapphet ved høy andel brukt salt, men dette ble ikke entydig bekreftet av teksturmålingene, som viste høyest fasthet ved 100 % brukt salt. Dette forsterkes av at vanninnholdet var likt mellom de ulike saltestrategiene i prosjektet. Fargemålingene indikerer en trend mot økt lyshet med økende brukt salt, men batchen med 50 % brukt salt avvok signifikant, trolig grunnet prosessuelle feil (lekkasje av saltlake).

Resultatene tyder på at gjenbruk av automatisk rensed salt kan være et bærekraftig og økonomisk gunstig alternativ, forutsatt at produksjonen skjer under kontrollerte forhold med god hygiene og temperaturkontroll. Risikoen for rødmidd vurderes som lav ved temperaturer under 8 °C og med korrekt håndtering av salt og fisk. De økonomiske gevinstene ved gjenbruk er betydelige. En bedrift som produserer 5000 tonn saltfisk årlig kan spare opptil 1,6 millioner kroner per år ved å gjenbruke 40 % av saltet. Investeringene som kreves for å iverksette slike løsninger, som automatisk saltrenser, er enda ikke kommersielt tilgjengelig (selv om teknologien er det).

7 Hovedfunn

- **Utbyttet av klippfisk påvirkes ikke** av andelen brukt salt i saltblandingen – det er ingen signifikant forskjell mellom batchene.
- **Slapphet øker med økende andel brukt salt**, men teksturmålinger viser at fisk saltet med 100 % brukt salt har høyere fasthet – noe som gir et nyansert bilde av kvalitet.
- **Fargen på klippfisken blir generelt lysere** med mer brukt salt, men prosessuelle feil (som lekkasje) kan ha påvirket resultatene.
- **Gjenbruk av automatisk rensset salt er mulig** uten negativ påvirkning på kvalitet, gitt god prosesskontroll og temperatur under 8 °C for å unngå rødmidd.

8 Referanser

Hellevik, A.H. & I. Bjørkevoll (2009). Resirkulering av salt ved produksjon av saltfisk og klippfisk. Delrapport 1: Vurdering av salt i produksjon av saltfilet, saltfisk- og klippfisk. Møreforskning rapport nr. Å0910.

Jornet, L. G., & Lorentzen, G. (2019). *Salt til salt- og klippfiskproduksjon—Faktaark*.

Kvande-Pettersen, T. & N. Losnegard (1991). Faktorer som innvirker på kvalitet av saltfisk og klippfisk. Fiskeridirektoratet, Bergen. Rapporter og meldinger no. 3/91, 81, Fiskeridirektoratet.

Lauritzsen, K. & L. Akse (1995). Saltkvalitet og saltfiskkvalitet. Rapport nr. 1/1995, Fiskeriforskning, Tromsø.

Lauritzsen, K., B. Gundersen & L. Akse (1996). Changes in the chemical and physical composition of the brine and the dry salt during the salt fish process. Proceeding at the 26th Wefta meeting in Gdynia, Poland, 22-26 sept 1996.

Lauritzsen, K., Akse, L., Johansen, A., Joensen, S., Sørensen, N.K., Olsen, R.L., (2004). Physical and quality attributes of salted cod (*Gadus morhua* L.) as affected by the state of rigor and freezing prior to salting, Food Research International, Volume 37, Issue 7, <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2004.03.001>.

Lorentzen, G. (2019). *Kunnskapsstatus på salt til salt- og klippfiskproduksjon. Nofima rapport 36/2019*.

Lynum, Leif (2005). Videreforedling av fisk. Trondheim, Tapir akademisk forlag.

Nofima. (2018, juni 18). Alt du bør vite om salting av fisk. *Nofima*. <https://nofima.no/fakta/alt-du-bor-vite-om-salting-av-fisk/>

Remme, J.F. Wolff, R., Indergård, E. (2017). Saltlake. Bedre utnyttelse og økt verdiskaping av saltlake fra saltfisk/klippfisknæringen. SINTEF rapport A27919.

Remme, J. F., & Indergård, E. (2020). *Rensing av salt og saltlake etter salt- og klippfisk produksjon (ReSALT)*.

Remme, J.F. (2022). Effektiv omlegging av liten klippfisk. SINTEF 2022:00317

Remme, J.F. (2023). Automatisk innmating av saltfiskpalle i omleggingstrømmel. SINTEF 2023:01480

Sjømat Norge. (2009, april 27). Riktig salting kan gi økt lønnsomhet. *Sjomatnorge.no*. <https://sjomatnorge.no/riktig-salting-kan-gi-okt-lonnsomhet/>

9 Leveranser

Prosjektet har levert følgende leveranser til FHF:

- L1 15.09.23: Referat fra oppstartsmøte
- L2 15.09.23: Prosjektpresentasjon på sintef-web
- L3 30.10.23: Forsøksdesign for vurdering av saltfisk/klippfisk kvalitetsforsøk
- L4 15.09.24: Popvit artikkel (kommer)
- L5 31.05.25: Faktaark
- L6 31.05.25: Faglig sluttrapport
- ~~L7 31.12.24: Prosjektfilm~~
- L8 31.05.25: Administrativ sluttrapport
- ~~L9 30.06.24: Referat prosjektgruppe/referansegruppe; midtveisrapport~~
- L10 30.05.25: Referat prosjektgruppe/referansegruppe; avslutning