



**SINTEF Teknologiledelse**  
Produkt og produksjon

Postadresse: 7465 Trondheim  
Besøksadresse: S P Andersens veg 5  
Telefon: 73 59 05 00  
Telefaks: 73 59 36 70

Foretaksregisteret: NO 948 007 029 MVA

# SINTEF RAPPORT

TITTEL

## Automatisert fjerning av kveis i hvitfisk filèt

FORFATTER(E)

Jan O. Buljo, Tone Beate Gjerstad, Trond Lamvik, Jarl Reitan,  
Harry Westavik (SINTEF Fiskeri og havbruk)

OPPDRAUGSGIVER(E)

Norges forskningsråd (med finansiell bistand fra Fiskeri- og  
havbruksnæringens Forskningsfond)

|   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| RAPPORTNR.<br>STF38 A03230                                      | GRADERING<br>Åpen                           | OPPDRAUGSGIVERS REF.<br>Johs Kjosbakken                               |   |
| GRADER. DENNE SIDE<br>Åpen                                      | ISBN<br>82-14-02875-2                       | PROSJEKTNR.<br>382294   | ANTALL SIDER OG BILAG<br>39 + 1 vedlegg |
| ELEKTRONISK ARKIVKODE<br>RAPPORT Automatisert kveisfjerning.doc | PROSJEKTLEDER (NAVN, SIGN.)<br>Jan O. Buljo | VERIFISERT AV (NAVN, SIGN.)<br>Knut Aasland                           |   |
| ARKIVKODE   | DATO<br>2003-12-18                          | GODKJENT AV (NAVN, STILLING, SIGN.)<br>Mons Grøvlen (forsknings sjef) |   |

### SAMMENDRAG

Målsettingen med dette utredningsprosjektet har vært å få utført en *mulighetsstudie* for å få klarlagt hvorvidt et industrielt system basert på bruk av robotteknologi kan utføre oppgaven med å *fjerne kveis i fiskefilèt* med tilstrekkelig presisjon og hastighet under aktuelle industrielle krav. Utredningen er basert på datasøk, teoretiske vurderinger, enkle praktiske forsøk og erfaringsmateriale fra fiskeforedlingsindustrien samt andre industrisektorer og vil ikke dekke problematikken rundt *deteksjon av kveis* i fiskefilèt. Noen enkle laboratorieforsøk rundt verktøy for fjerning av kveis har inngått i studien. Denne studien innbefatter en workshop der forskere og andre kompetansepersoner med ulik faglig bakgrunn har deltatt og der problemstillingene ble drøftet.

Det har vært god informasjonsutveksling mellom prosjektet for *deteksjon av kveis* (Nilsen/Heia, prosjektittel: "Deteksjon av kveis - utvikling av teknologi mot kommersiell utnyttelse") som Fiskeriforskning har ansvaret for og prosjektet som denne prosjektrapporten beskriver.

Under workshoppen i dette utredningsprosjektet ble det framsatt en idè om at et hovedprosjekt bør vurderes etablert med overordnet målsetting å utvikle og implementere ny teknologi som kan *automatisere manuelle operasjoner i filètlinja mht fjerning av kveis (og blodflekker)* på en lønnsom måte for norsk fiskeindustri. Resultatene fra utredningsprosjektet vil kunne legges til grunn for slikt hovedprosjekt.

| STIKKORD   | NORSK                         | ENGELSK                          |
|------------|-------------------------------|----------------------------------|
| GRUPPE 1   | Næringsmiddelteknikk          | Food science                     |
| GRUPPE 2   | Fisk                          | Fish                             |
| EGENVALGTE | Utvikling av teknologi        | Technology development           |
|            | Fjerning av nematoder (kveis) | Removal of nematodes (cod worms) |
|            |                               |                                  |

## INNHALDSFORTEGNELSE

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1. Bakgrunn</b>  | <b>3</b>  |
| <b>2. Målsetting</b>  | <b>5</b>  |
| <b>3. Problemstillinger</b>   | <b>5</b>  |
| 3.1 Innledende betraktninger  | 5         |
| 3.2 Overordnede ideer til en mulig fremtidig løsning                      | 7         |
| 3.3 Resultater fra undersøkelse av torskefilèt utført av FTI              | 9         |
| <b>4. Arbeidsbeskrivelse</b>  | <b>11</b> |
| 4.1 Kartlegging av "state of the art" vha datasøk                         | 11        |
| 4.2 Kartlegging av industriens behov                                      | 11        |
| 4.3 Idèutvikling rettet mot verktøy for fjerning av kveis                 | 11        |
| 4.4 Tilvirkning og uttesting av verktøy                                   | 11        |
| 4.5 Workshop for drøfting av resultater og fremtidsvyer                   | 12        |
| 4.6 Prosjektgjennomføring og -oppfølging                                  | 12        |
| 4.6.1 PROSJEKTPLAN  | 12        |
| 4.6.2 PROSJEKTORGANISERING  | 14        |
| <b>5. Resultater</b>  | <b>15</b> |
| 5.1 Kartlegging av "state of the art" vha datasøk                         | 15        |
| 5.1.1 DEFINERING AV SØKEORD   | 15        |
| 5.1.2 SØKERESULTATER  | 16        |
| 5.1.3 ØKOLOGI FOR PSEUDOTERRANOVA DECIPIENS                               | 18        |
| 5.1.4 INDUSTRIELT VERKTØY SOM IKKE ER I BRUK                              | 18        |
| 5.2 Kartlegging av industriens behov og krav                              | 19        |
| 5.3 Utvikling av verktøy for kveisfjerning - innledende laboratorieforsøk | 20        |
| 5.4 Tilvirkning og uttesting av verktøy                                   | 25        |
| 5.4.1 VERTIKALT ROTERENDE VERKTØY MED SKRÅSTILT KNIV                      | 26        |
| 5.4.2 U-FORMET KNIVBUE  | 27        |
| 5.4.3 SKÅLFORMET KNIV (LIKNENDE PÅ ISSKJE)                                | 28        |
| 5.4.4 ROTERENDE SYLINDRISK KNIV   | 29        |
| 5.5 Oppsummering av resultater av testing av verktøymodeller              | 31        |
| 5.6 En mulig fremtidsløsning  | 32        |
| 5.7 Workshop for drøfting av resultater og fremtidsvyer                   | 33        |
| <b>6. Konklusjoner</b>  | <b>38</b> |
| <b>7. Litteratur</b>  | <b>39</b> |
| <b>8. Vedlegg</b>   | <b>39</b> |

## 1. Bakgrunn

Lønnsomheten for norske bedrifter som produserer hvitfiskfilèt har hatt en negativ utvikling i de seinere årene (Bendiksen, 2000). Det er flere grunner til dette, deriblant økt konkurranse fra fabrikktrålere og land med lavere produksjonskostnader enn det vi har i Norge. For å snu denne utviklingen må industriens konkurranseevne økes betraktelig. Slik markedsprisene utvikler seg på filètprodukter har det blitt stadig vanskeligere å få tilstrekkelig inntjening på denne produksjonsformen, ikke minst som følge av det høye kostnadsnivået i produksjonen. Problemene er i første rekke knyttet til de manuelle operasjonene som fjerning av tykkfiskbein og kveis, blodflekker, svarthinne og skinnrester (forkortet til KBSS). En kostnadsanalyse i hvitfiskindustrien viser at 15-30% av utgiftene<sup>1</sup> er knyttet til lønning av produksjonsmedarbeidere. Et annet moment når det gjelder bruken av manuell arbeidskraft er at det blir stadig vanskeligere å rekruttere arbeidere til denne type oppgaver. Med utgangspunkt i denne situasjonen gikk 14 filètprodusenter i 1999 sammen om et felles initiativ; "Automatisering av filètproduksjon". Målet med prosjektet er å automatisere de tid- og kostnadskrevene oppgavene i filètindustrien. Ansvar for ledelse og framdrift for dette arbeidet ble i 2000 overført til Fiskerinæringens Landsforening (FNL, nå hetende FHL Industri og eksport), som også har denne problemstillingen høyt prioritert i sin FoU-plan for 1999-2004.

På initiativ fra Norges forskningsråd ble det i mars 2001 avholdt et møte med representanter fra FHL, SND, FHF (Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfond) og instituttsektoren for å samordne forskningsaktiviteten rettet mot automatisering/effektivisering av norsk filètproduksjon. I slutten av mai ble dette fulgt opp med et nytt møte i Båtsfjord hvor fire lokale filètbedrifter deltok. Gjennom besøk på bedriftene og påfølgende diskusjon kom det klart frem at industriens største behov og høyeste prioritet ligger i å løse problemet med automatisk deteksjon og fjerning av tykkfiskbein og KBSS.

Et igangsatt prosjekt for maskinell fjerning av tykkfiskbein i hvitfiskfilèt og automatisk deteksjon av samme er blitt finansiert av SND, FHF og industriaktører (Marel/Carnitech). En vel så krevende del av den manuelle trimmeprosessen består i deteksjon og fjerning av uønskede elementer som KBSS. For å nå målet om full automatisering, er det også påkrevet å komme i gang med utvikling av teknologi for denne delen av prosessen.

Når det gjelder *deteksjon av kveis*, anser Fiskeriforskning/SINTEF (Buljo *et al.*, 2000) nær infrarødt lys (NIR) / avbildende spektroskopi som den mest lovende teknikken. I 2002 er det startet et forsknings-prosjekt finansiert av FHF og NFR med målsetting å utvikle en industriell metode for *deteksjon av kveis* i fiskefilèt der Fiskeriforskning i Tromsø er tildelt det overordnede prosjektansvaret. SINTEF deltar i dette prosjektet sammen med Matforsk.

For å kunne utnytte potensialet som ligger i *automatisk deteksjon* av kveis i industriell sammenheng, er det derfor også nødvendig å utvikle mekaniserte løsninger for **automatisert fjerning av kveisen**. Selv om deteksjon og fjerning i denne sammenhengen er to helt ulike problemstillinger, er det viktig at disse to teknologiene integreres for at metoder for *deteksjon* kan tilpasses *fjerning* med hensyn på hvilke data som er interessante for automatisert fjerning, og hvordan disse skal utveksles mellom systemene. Det er ønskelig at prosjekter for utvikling av teknologi for *deteksjon og fjerning* løper parallelt, av ovennevnte årsak.

Ved SINTEF (Fiskeri og havbruk, Teknologiledelse, Energiforskning) ble det i 2001 startet opp et strategisk instituttprogram (Efficient and economic sustainable fish processing industry) hvor fokusområdene er automatisering og prosesstyring, sensor og måleteknikk, nye prosesser og

---

<sup>1</sup> Opplysninger hentet inn fra bedrifter i Båtsfjord.

produkter. Videre skal det i forbindelse med et doktorgradstudie ved SINTEF Fiskeri og havbruk utvikles robuste metoder for automatisk sortering av fiskeinnmat (slo). Dette involverer både deteksjon og fjerning av de enkelte innmatfraksjonene. Det er flere likheter mellom denne problemstillingen og problemet med deteksjon og fjerning av KBSS. Derfor vil det være hensiktsmessig å undersøke om noen av metodene som blir undersøkt i det nevnte doktorgradstudiet også kan støtte opp om å løse deler av KBSS problemet.

Innen problemstillingen "Automatisering av filètindustrien" har SINTEF, Fiskeriforskning og FTI (Fiskeindustriens Teknologi Institutt AS) hatt et nært samarbeide både med enkeltaktører i næringa og filètnæringa representert ved FHL (Buljo *et al.*, 1999; Buljo *et al.*, 2000; Nilsen *et al.*, 2000).

Effektiv, fleksibel og avansert produksjon kjennetegnes ofte ved høy automatiseringsgrad. Automatiseringsgrad kan derfor være en god indikator på teknologisk tilstand innenfor industrien. Det faktum at Norge er et høykostland tvinger industrien til å satse på høy grad av produksjonsautomatisering for å opprettholde lønnsomheten. *SINTEF Teknologiledelse Produkt og produksjon (P&P)* har i en årrekke arbeidet med forskning/utvikling og rådgivning innenfor fagfeltet.

Tradisjonelt har SINTEF Teknologiledelse (P&P) hatt prosjekter mot vareproduserende industri, og har en rekke referanser på automatiseringsprosjekter for denne næringen. Typisk dreier dette seg om analyse av eksisterende produksjonssystemer, og utvikling av nye konsepter for automatiserte produksjonsanlegg for å effektivisere produksjonen og gjøre den mindre operatørvhengig. Det er også gjennomført automatiseringsprosjekter innenfor næringsmiddelindustrien, og de siste årene har andelen oppdrag innenfor næringsmiddelsektoren vært økende. Erfaringene så langt har vært at deler av næringsmiddelindustrien ligger etter annen vareproduserende industri mht automatisering, og at det er et stort potensiale innenfor dette fagområdet. Det er vår oppfatning at kompetanse og erfaringer fra oppdragsforskning innenfor øvrig vareproduserende industri i stor grad kan overføres til deler av næringsmiddelindustrien, og på den måten bidra til å redusere det gapet som har blitt mellom sektorer i disse næringene innenfor automatiserings-kompetanse.

Avdelingen disponerer i samarbeid med NTNU/IPK (Institutt for Produksjons- og Kvalitetsteknikk) et automatiseringslaboratorium der løsninger kan utvikles og testes ut. I tillegg har avdelingen mange års erfaring innenfor simulering av produksjonssystemer, deriblant automatiseringsløsninger, og benytter simuleringsprogrammene IGRIP og QUEST fra Delmia. Dette gjør vårt fagmiljø i stand til å bygge opp modeller av kompliserte produksjonssystemer og teste disse ut virtuelt, før investeringer i nye produksjons-anlegg gjøres. Bruk av simulering kan på den måten verifisere løsninger og avsløre logiske svikter og feil på et tidlig stadium slik at innsats settes inn der den trengs mest. Denne arbeidsmetoden gir ofte besparelser både mht investeringer og tid og anlegget kommer raskere i status av full produksjons-kapasitet.

I løpet av de seneste årene har SINTEF og FTI etablert et samarbeide med en av de store utstyrsleverandørene til fiskeindustrien, Marel hf (Island), og gjennom de siste prosjektene innen "Automatisering av filètindustrien" er dette samarbeidet blitt styrket. Det er også gode relasjoner til norsk maskin-leverandørindustri i tilfelle norske bedrifter vil være interessert i å delta i utvikling av nye teknologiske løsninger rettet mot prosjektets målsetting.

En samarbeidskonstellasjon på instituttsiden bestående av SINTEF Teknologiledelse og SINTEF Fiskeri og havbruk vil i samarbeid med næringen og dens bransjeorganisasjoner samt aktuelle industriaktører på maskinleverandørsiden kunne danne en tilstrekkelig faglig sterk kompetansebase til å utvikle en industriell metode for automatisk (mekanisk) fjerning av kveis i hvitfiskfilèt. Det forutsettes at kveis lar seg detektere på en måte som kan gi styresignaler til systemet for fjerning av kveis, jfr. tidligere omtalt prosjekt vedrørende deteksjon.

## 2. Målsetting

Målsettingen med dette utredningsprosjektet har vært å få utført en *mulighetsstudie* for å få klarlagt hvorvidt et industrielt system basert på bruk av robotteknologi kan utføre oppgaven med å *fjerne kveis i fiskefilèt* med tilstrekkelig presisjon og hastighet under aktuelle industrielle krav. Utredningen er basert på datasøk, teoretiske vurderinger, enkle praktiske forsøk og erfaringsmateriale fra fiskeforedlings-industrien samt andre industrisektorer og vil ikke dekke problematikken rundt *deteksjon av kveis* i fiskefilèt. Noen enkle laboratorieforsøk rundt verktøy for fjerning av kveis har inngått i studien. Denne studien innbefatter en workshop der forskere og andre kompetansepersoner med ulik faglig bakgrunn har deltatt og der problemstillingene ble drøftet.

Det har vært god informasjonsutveksling mellom prosjektet for *deteksjon av kveis* (Nilsen/Heia, prosjektittel: "Deteksjon av kveis - utvikling av teknologi mot kommersiell utnyttelse") som Fiskeriforskning har ansvaret for og prosjektet som denne prosjektrapporten beskriver.

## 3. Problemstillinger

### 3.1 Innledende betraktninger

Kveis er et problem som fiskeforedlingsindustrien med jevne mellomrom sliter med. Dette gjelder spesielt kystområder med en stor stamme av sel. Kveisen har sel (og småhval) som mellomvert i sin livssyklus, jfr. vedlegg 1. For fisk som selges til konsumenter er det uakseptabelt at denne inneholder kveis. Fisk med mye kveis blir ofte benyttet som råstoff til lavprisprodukter istedenfor høyprisprodukter. Dersom man skjærer bort delene av fiskefilètene som er angrepet av kveis, vil utbyttetapet bli stort. Det er en utfordring å kunne fjerne kveis på en effektiv industriell måte og uten at filèten forringes i for stor grad.

Forekomst av parasitter i muskelen på hvitfisk er relativt vanlig, men i industrielt bearbeidet råstoff forutsettes det at parasitter skal fjernes. Dette betyr at de færreste forbrukere stifter bekjentskap med kveis, men i de enkelttilfeller der det skjer, fører det ofte til negative reaksjoner som avsky, usikkerhet samt avvisning av matproduktet og i ytterste konsekvens negativ fokus i media og tap av markeder. I Norge hvor fiskemat vanligvis framstilles ved koking/steking, vil forekomst av kveis ikke være forbundet med noen helserisiko; de høye temperaturene tar livet av eventuelle parasitter. Problemet er i så måte først og fremst av estetisk karakter. Det at forbrukerne i så liten grad er bevisst dette, er imidlertid problematisk. Negativ fokusering på problematikken omkring parasitter i fisk kan føre til at fiskemat i mindre grad benyttes i kostholdet - med de negative konsekvenser det medfører. Det er derfor viktig å komme fram til en god metode for å påvise og fjerne kveis i fiskeråstoff som skal brukes til menneskeføde.

Fjerning av kveis fra fiskefilèt skjer i dag manuelt vha filètkniv ved at et overflateskikt eller en bit av filèten skjæres bort. Operatøren lokaliserer kveisens beliggenhet i filèten ved bruk av sitt syn, godt hjulpet av at filèten ligger på et lysbord. På lysbordet blir filèten gjennomlyst og kveisens normalt runde form vil avtegne seg som et avvikende element i massen av fiskemuskel.

Det antas at det forskningsprosjektet som er startet i 2002 (*Fiskeriforskning*, "Deteksjon av kveis - utvikling av teknologi mot kommersiell utnyttelse") etter hvert vil kunne gi som resultat signaler som definerer kveisens plassering relatert til fiskefilèten. Disse signalene må kunne omdannes til digitale styresignaler for en numerisk styrt mekanisme (eks.vis robot) som vha et

spesielt utviklet verktøy kan fjerne kveisene i filètene. Dette prosjektet tar utgangspunkt i at kveisen skal fjernes fysisk vha mekaniske systemer. I prosjektet er det ikke tatt høyde for å finne metoder som på annen måte kan uskadeliggjøre eller omdanne det biologiske materiale kveisen består av.

Det er ikke kjent at det finnes egnede redskaper for automatisert fjerning av kveis og at dette benyttes i hvitfiskindustrien i nevneverdig grad. Vårt utgangspunkt er at verktøyet som ønskes utviklet må kutte løs kveisen i løpet av brøkdeler av et sekund med skarpe snitt som ikke ødelegger inntrykket av filèten. Samtidig skal kveisen fjernes fysisk fra filèten og deretter samles opp i egen beholder. Verktøyet kan ikke ha stor vekt, hvilket vil vanskeliggjøre raske akselerasjoner/bevegelser. Verktøyet må, før påfølgende kutt, være fri for rester av muskelfibre, hinner o.l. som kan hindre funksjon. Det vil antakelig være behov for ulike verktøyvarianter for differensierte fjerningsoppgaver. Muligens vil et verktøy for fjerning av kveis også kunne benyttes til å fjerne blodflekker av begrenset størrelse ("blood spots").

Da det ikke finnes automatiserte industrielle løsninger som er i bruk i Norge i dag, antyder dette at forsknings- og utviklingsoppgaven knyttet til dette problemområde er forbundet med stor usikkerhet mht metode og systemkonsept. Det er ikke kjent for oss at det foregår utviklingsaktiviteter på dette konkrete temaet i andre land. Det er derfor viktig at Norge tar initiativ til banebrytende innsats på dette området, også siden fiskerinæringen har så stor betydning for landet vårt.

Ulike problemstillinger/oppgaver kan derfor tenkes knyttet til utfordringene mht system for kveisfjerning:

- Avklare industriens hovedkrav til slikt system
- Foreta vurderinger og valg av systemløsninger ut fra krav til kapasitet, pris, nøyaktighet, industriell robusthet, ulik råstoffkvalitet, ulike fiskeslag, hygieneforhold, HMS-forhold osv.
- Design av hovedelementer i systemet og beskrivelse av deres innbyrdes avhengighet
- Valg av numerisk styrt mekanisme (robot) og tilpassing/design av denne for denne konkrete oppgaven
- Transformasjon av posisjonssignaler fra deteksjonssystemet til digitale styresignaler for robot
- Utvikle komplementær programvare som tillegg til robotens styresystem for å imøtekomme spesifikke funksjonskrav og lette kommunikasjonen mellom operatør og system
- Utvikling av tilpassede verktøy som kan fjerne kveis med tilstrekkelig presisjon, bedre utbyttet, redusere kvalitetstap og uten for stor påvirkning av filètens geometri for området forøvrig samt dens posisjon (jfr. forandring av posisjon for øvrige kveis)
- Vil posisjonsdata for øvrige kveis i filèten være korrekte når den første kveisen er fjernet, jfr. fare for at filèten flytter på seg i forhold til underlaget?
- Avklare aktuell(e) systemleverandør(er) for fremtidig leveranse av slikt system for automatisert kveis-fjerning
- Bygging av totalt system der deteksjonssystemet og fjerningssystemet integreres, dette i samarbeid med systemleverandør
- Hvordan integrere systemet for kveisfjerning med øvrige systemer i den totale filètlinja slik at man oppnår en effektiv og rasjonell total løsning?
- Testing og forbedring av totalt kveisfjerningssystem i laboratorium og ved industrielt foredlingsanlegg.

En fremtidig studie eller et hovedprosjekt bør legge ovennevnte og andre momenter til grunn for vurderingene av et mulig industrielt konsept.

### 3.2 Overordnede ideer til en mulig fremtidig løsning

Nedenfor følger noen overordnede betraktninger som illustrerer muligheter og nytten av en industriell løsning.

Generelt kan sies at bruk av sensorer (eksempelvis deteksjon av spesifikk egenskap ved råstoffet) med etterfølgende sortering vil kunne benyttes til gradering av fisk, og på den måten skille mellom råvarer av ulik kvalitet. Ut i fra dette kan da råvarens videre behandling i produksjonsanlegget optimaliseres med hensyn på råvarekvaliteten og de krav som stilles til sluttproduktet.

Stasjon der kveis detekteres i fiskefilèt som passerer på transportbånd

Stasjon med ”robotisert” fjerning av kveis

Stasjon som detekterer restkveis i filèt etter fjerneoperasjon, med påfølgende utsortering til eget transportbånd

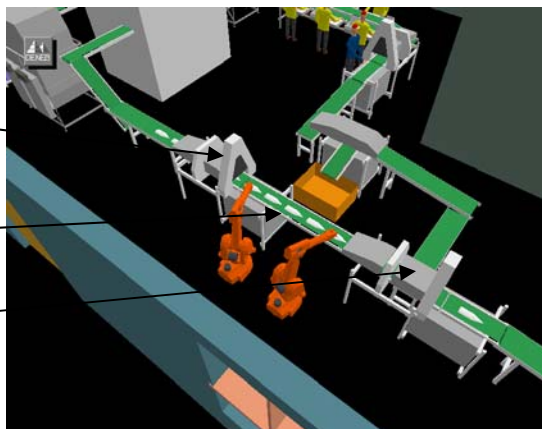


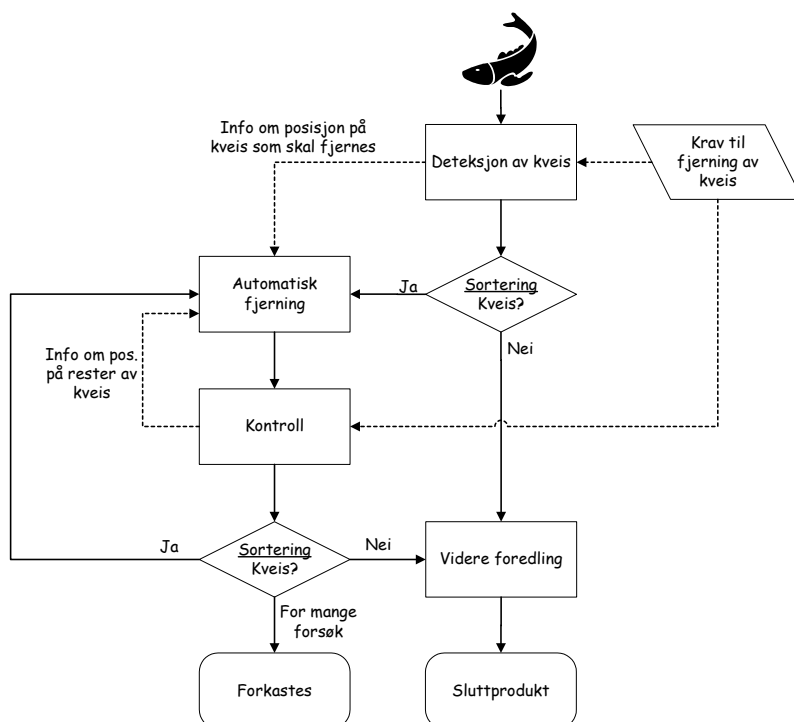
Fig. 3.1: Visualisert eksempel på industriell løsning med deteksjon og fjerning av kveis

Selv om *detektering og sortering* gir mulighet for å velge en mer optimal utnyttelse av råvarene, løser ikke dette det faktum at f.eks. *kveisen i mange tilfeller må fjernes* fra råvaren for å få riktig kvalitet på produktet. Fjerning av kveis må i dag gjøres manuelt på de råvarene som har denne kvalitetsfeilen. Gjennom utvikling av metoder og utstyr for automatisert *detektering av kveis*, løses også en av hovedutfordringene for *automatisert fjerning av kveis*. En operatør som fjerner kveis fra fisken vil ikke ha særlig nytte av den detekteringsjobben som gjøres, utover det faktum at fisken er sortert med hensyn på forekomst av kveis og en mulig antydning av lokalisering i fiskemuskel. En maskin derimot vil kunne benytte informasjon fra detekteringsutstyr som beslutnings- og styringsdata i *fjerningen av kveis*. Det vil derfor være riktig å samordne FoU-tiltak knyttet til fjerningsproblematikken med en parallell FoU-aktivitet for utviklingen av detekteringsmetodene. Det vil faktisk være fordelaktig om metode for fjerningsteknologi i store trekk er avklart *før endelig valg av teknologi for deteksjon av kveis*. Dette begrunnes av krav til styresignaler systemene imellom.

Figur 3.1 viser et tenkt eksempel på produksjonslinje der filèten passerer en stasjon for deteksjon av kveis for umiddelbart etterpå å bli operert av robotstyrte verktøy som fysisk fjerner kveisen fra fiskemuskel. Deretter kan det, om ønskelig, foretas en sluttkontroll (deteksjon) med hensyn på forekomst av restkveis i filèten. Filèter med restkveis kan da skilles ut for spesiell behandling eller sendes til andre produktformål.

Et produksjonssystem med 2 deteksjonsstasjoner som beskrevet ovenfor muliggjør en tilbakekopling til styresystemet for roboten slik at denne lærer av sine egne feil og kan velge alternative strategier eller taktikk for fjerneoppgaven.

Figur 3.2 viser en prinsipiell løsning for automatisk fjerning av kveis, basert på automatisert deteksjon. Systemet har en 100% kontroll av råvaren som kommer inn, og basert på krav som stilles til råvaren som ferdig produkt, gjøres en sortering av hvilke fileter som må gjennom en fjerningsoperasjon, og hvilke som kan gå videre i prosessen. Basert på den informasjonen som ble innhentet i deteksjonsleddet, kombinert med de krav som stilles til fjerning, kan da en maskin forsøke å fjerne kveisen. Etter fjerning gjøres en kontroll av resultatet, for å vurdere om det er tilfredsstillende.



Figur 3.2: System for automatisk deteksjon og fjerning av kveis i industriell anvendelse.



### 3.3 Resultater fra undersøkelse av torskefilèt utført av FTI

Under dette punktet gjengis noen resultater fra en undersøkelse som er utført av FTI ved Båtsfjordbruket, ref. FTI rapport datert 25.03.2003, bl.a. omfattende forekomst av kveis og blodflekker.

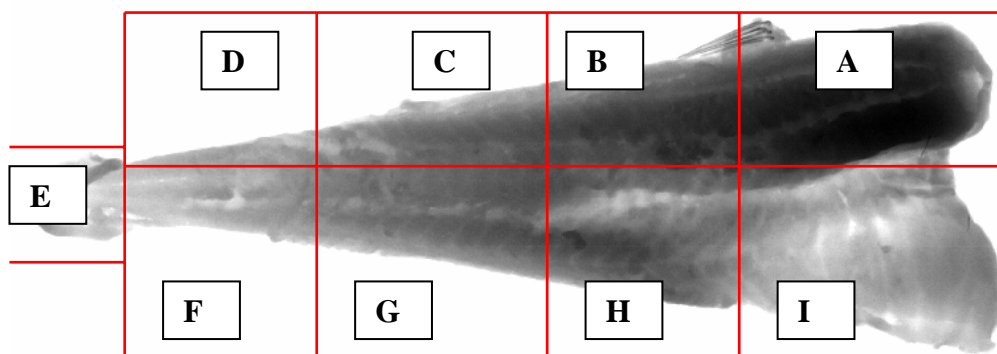


Fig. 3.3 Filèt inndelt i områder fra A til I, ref. undersøkelse ved Båtsfjordbruket utført av FTI.

I undersøkelsen utført av FTI ble det søkt etter KBSS (kveis, blodrester, svarthinner og skinnrester) som måtte fjernes fra filèten for at den kunne framtre som et fullverdig produkt. Filèten ble inndelt i områder for å vise mer i detalj hvor den aktuelle defekten (kveis, blodflekk, skinnrest etc.) befant seg. I det følgende er noen resultater fra undersøkelsen fremstilt, dette gjelder forekomst av kveis og blodflekker som har spesiell relevans til temaet som prosjektet omhandler.

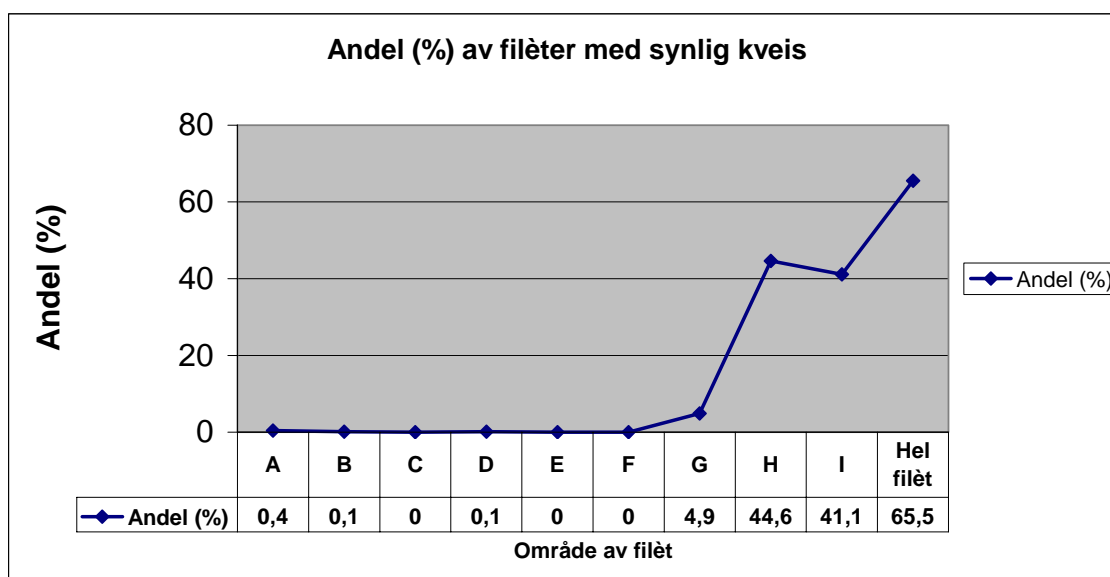


Fig. 3.4 Diagram som viser resultat av undersøkelse ved Båtsfjordbruket utført av FTI (2003) mht andel av synlig kveis i torskefilèt (1047 filèter undersøkt).

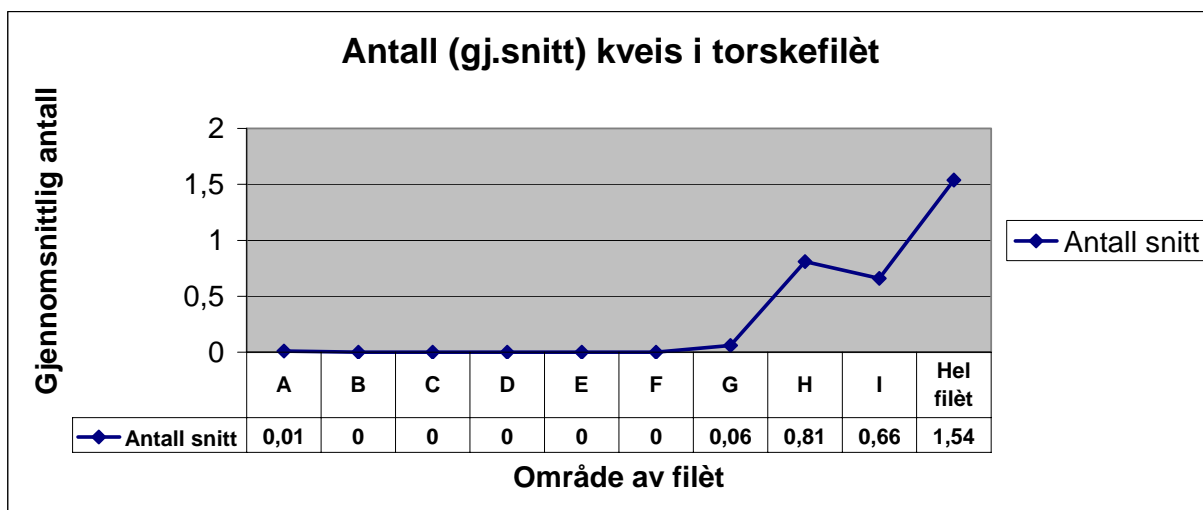


Fig. 3.5 Diagram som viser resultat av undersøkelse ved Båtsfjordbruket utført av FTI (2003) mht antall av synlig kveis i torskefilet (1047 fileter undersøkt).

Av en “normal” produksjon (35 + 35 fil./min.) fra Baader 184 fileteringsmaskin må man ut fra denne undersøkelsen forvente at ca. 71 kveis må fjernes fra 46 fileter pr min. (jfr. Rapp. fra FTI av 25.03.2003). Dette antyder hvilken kapasitet som forventes av et industrielt system for fjerning av kveis.

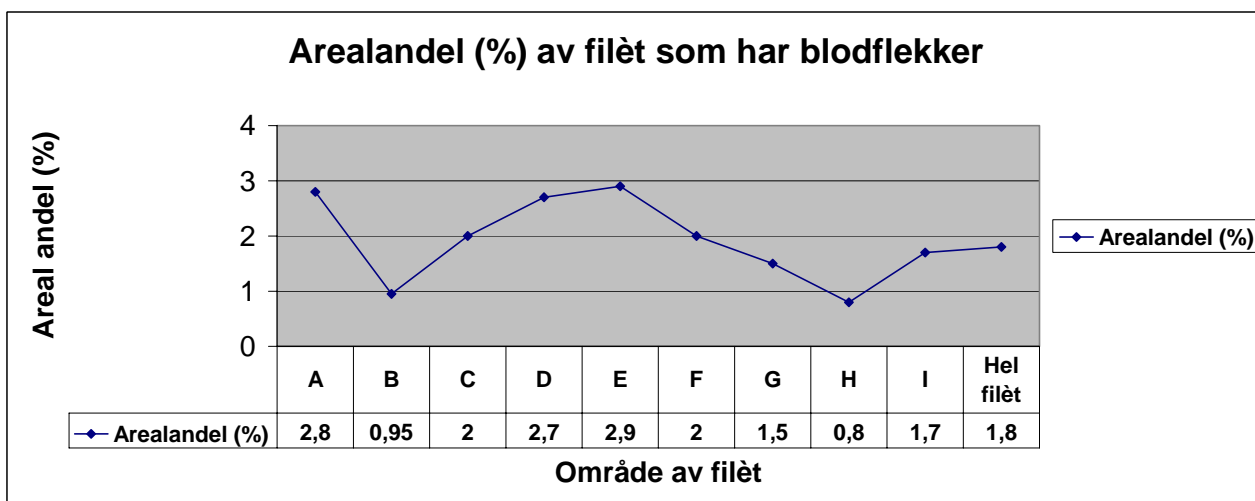


Fig. 3.6 Diagram som viser resultat av undersøkelse ved Båtsfjordbruket utført av FTI (2003) mht arealandel av filet som har blodflekker (1047 torskefileter undersøkt).

Av en “normal” produksjon (35 + 35 fil./min.) fra Baader 184 fileteringsmaskin må man ut fra denne undersøkelsen forvente at blodflekker må fjernes fra 53 fileter pr min. (jfr. Rapp. fra FTI av 25.03.2003). Dette bør sees i sammenheng med kapasitetskrav som rettes mot kveisfjerning, i tilfellet et verktøy for kveis også kan benyttes til fjerning av blodflekker.

## **4. Arbeidsbeskrivelse**

### **4.1 Kartlegging av ”state of the art” vha datasøk**

Forsknings- og utviklingsoppgavene for automatisert fjerning av kveis er i stor grad knyttet til utvikling av et tilpasset verktøy som en robot kan bevege til kveisens posisjon i filèten. Som en innledende aktivitet i prosjektet var det viktig å få avklart hva som nå finnes av mulige løsninger for verktøy eller teknikker, enten for denne konkrete oppgaven eller for nærliggende oppgaver fra andre sektorer.

Et datasøk ble utført med primær oppgave å finne eksisterende verktøy/teknikker for fjerning av kveis, eventuelt utstyr for liknende operasjoner. Datasøket og resultatene av dette er nærmere beskrevet under punkt 5.1.

### **4.2 Kartlegging av industriens behov**

Verktøyet som ønskes utviklet må kutte løs kveisen i løpet av brøkdeler av et sekund med skarpe snitt som ikke ødelegger inntrykket av filèten. Samtidig skal kveisen fjernes fysisk fra filèten og deretter samles opp i egen beholder. Verktøyet kan ikke ha stor vekt, hvilket vil vanskeliggjøre raske akselle-rasjoner/bevegelser. Verktøyet må til en hver tid være fri for rester av muskelfibre, hinner o.l. som kan hindre funksjon. Det vil antakelig være behov for ulike verktøyvarianter for differensierte fjernings-oppgaver. Disse og liknende krav er forsøkt kartlagt i prosjektet og er nærmere omtalt under punkt 5.2.

### **4.3 Idèutvikling rettet mot verktøy for fjerning av kveis**

Prosjektets målsetting var gjennom laboratorieundersøkelser å fokusere på forhold som lokalisering av kveis i filèten, finne ut hvordan kveisen er festet til fiskemuskel/hinner samt hvordan kveisen kan fjernes vha ulike redskaper.

Ulike verktøyprinsipper for mekanisk fjerning av kveis er derfor prøvet ut ved laboratoriepregede forsøk, for å kartlegge mulige metoder for automatisk kveisfjerning. Det er gjort noen opptak med videofilm og digitale bilder for å dokumentere resultatene fra dette innledende arbeidet, som har som målsetting å nyansere problemstillingene, samt få en første indikasjon på hvilke fjerningsverktøy som kan være aktuelle og hensiktsmessige i forbindelse med automatisering. Resultatene av det innledende laboratoriearbeidet er nærmere beskrevet under punkt 5.3.

### **4.4 Tilvirkning og uttesting av verktøy**

Med utgangspunkt i det innledende laboratoriearbeidet samt resultatene fra datasøket ble det holdt idedugnad blant en gruppe forskere ved SINTEF Teknologiledelse for å komme fram til ideer for automatisert fjerning av kveis. De mest lovende ideene ble så tatt videre i prosjektarbeidet. Et par av ideene ble grunnlag for forenklete verktøy som ble testet ut på fiskefilèt for å finne ut om verktøyprinsippene var egnet for oppgaven totalt sett. Resultatene fra forsøkene er beskrevet under punkt 5.4.

#### 4.5 Workshop for drøfting av resultater og fremtidsvyer

Det er arrangert en workshop der det ble lagt opp til en bred drøfting av problemstillingene knyttet til fjerning av kveis fra hvitfiskfilèt. Deltakere på workshopen var representanter fra fiskeforedlingsindustrien og forskere.

Hensikten med workshopen var bl.a. å få fram essensielle problemstillinger som vil kunne danne underlag for utarbeidelse av krav til en fremtidig industriell løsning. Resultater fra datasøk om "state of the art", erfaringer fra verktøyforsøkene samt ideer til fremtidig løsning ble lagt fram på workshopen. Mulige angrepsvinkler knyttet til teknologisk systemløsning var også et tema på denne samlingen. Forskere og andre deltakere fra ulike kompetansemiljøer, bl.a. industrien, fikk her anledning til å gi innspill til det videre arbeidet.

#### 4.6 Prosjektgjennomføring og -oppfølging

##### 4.6.1 Prosjektplan

Følgende prosjektplan ble utarbeidet i prosjektets innledende fase:

| Nr. | Aktivitet  | 1. kv. 2003 | 2. kv. | 3. kv. | 4. kv. |
|-----|--|-------------|--------|--------|--------|
| 1   | Oppstartmøte   | →           |        |        |        |
| 2   | Kartlegging av industriens behov og "state of the art" | →           |        |        |        |
| 3   | Idedugnad verktøy for kveisfjerning                    |             | →      |        |        |
| 4   | Evaluering av ideer til verktøy for kveisfjerning      |             |        | →      |        |
| 5   | Teste verktøy for kveisfjerning                        |             |        | →      |        |
| 6   | Workshop, forberedelse og gjennomføring                |             |        |        | →      |
| 7   | Prosjekt møte  |             |        | →      |        |
| 8   | Rapportering (sluttrapport)                            |             |        |        | →      |

#### Hovedaktiviteter knyttet til fremdriftsplan:

##### 1. Oppstartmøte

- Samle oppdragsgiver/prosjektleder, forskere, systemleverandør(er) og fiskeforedlingsindustrieltaker(e) til en drøfting av prosjektets innhold, fokusering og gjennomføring
- Fordele oppgaver og ansvar
- Avtale milepæler og rapportering

## **2. Kartlegging av industriens behov og teknologiens utviklingsfront ("state of the art")**

- Utføre datasøk innen relevante områder/tema
- Samle inn relevant bakgrunnsmateriale
- Kontakte andre FoU-miljø om FoU-resultater
- Hva er utviklet og levert av beslektede systemer, også til andre bransjer?
- Kontakte og gjøre besøk til fiskeforedlingsindustri for å avklare industriens krav. Grov kravspesifikasjon til system utarbeides.

## **3. Idedugnad for å fremme forslag til egnede metoder for verktøy for kveisfjerning**

- Samling av forskere m.fl. for en idedugnad
- Oppsummering av ideene som vil rette seg mot ulike aspekt ved en total problemstilling

## **4. Evaluering av ideer til nye verktøy/metoder**

- Evaluering av de ulike ideene mot kravspesifikasjon
- Avklare åpenbare fordeler og ulemper med ideene
- Velge ut de mest lovende ideene
- Beskrive en plattform for et omforenet videre utviklingsarbeid (hva skal bygges av utstyr og hvilke funksjoner skal testes?)

## **5. Teste utstyr i laboratorium for valgte verktøy/metoder**

- Innledende laboratoriearbeid med kveis i fiskefilèt
- Bygge testutstyr for et fåtall metoder
- Utføre tester med utstyret i laboratorium
- Avklare de fremste fordelene og begrensningene med de ulike metodene

## **6. Workshop der følgende presenteres:**

- Bakgrunn for prosjektet
- Industrielle behov og krav til løsninger/systemer
- Resultater fra datasøk og idedugnad
- Resultater fra tester utført i laboratorium
- Drøfting av resultater og ideer, oppsummering av konklusjoner
- Avklare interesse fra systemleverandør(er) for videre deltakelse
- Avklare fiskeforedlingsindustriens interesse for videre deltakelse
- Innspill til innhold for *et påfølgende hovedprosjekt* der de nye metodene videreutvikles, totale systemer utvikles og testes ut i bedrift innen fiskeforedlingsindustri

## **7. Prosjektmøter**

Det legges opp til ett prosjektmøte med bred deltakelse utenom oppstartmøte og workshop.

## **8. Rapportering**

Prosjektet dokumenteres ved en rapport fra SINTEF ved oppdragets avslutning.

#### **4.6.2 Prosjektorganisering**

SINTEF Teknologiledelse har hatt hovedansvaret for prosjektgjennomføring i samarbeid med SINTEF Fiskeri og havbruk.

**Prosjektleder:** Jan O. Buljo, senior rådgiver, SINTEF Teknologiledelse Produkt og produksjon

**Deltakere i prosjektet:**

Terje Kristoffer Lien, proff. ved NTNU, Inst. for produksjon og kvalitetsteknikk

Trond Lamvik, forsker, SINTEF Teknologiledelse Produkt og produksjon

Tone Beate Gjerstad, forsker, SINTEF Teknologiledelse Produkt og produksjon

Roald Karlsen, sr. forsker, SINTEF Teknologiledelse Produkt og produksjon

Jarl Reitan, forsker, SINTEF Teknologiledelse Produkt og produksjon

Hilde Almås, forsker, SINTEF Fiskeri og havbruk

Harry Westavik, senior ing., SINTEF Fiskeri og havbruk

**Referansegruppe:**

Kristian Prytz, Fiskeri- og Havbruksnæringens Landsforening, Industri og Eksport, Tromsø

Jan Fredriksen, Norway Seafood Hammerfest

Kai Jensen, Melbu Fiskeindustri

Per Gunnar Hansen, WestFish Aarsæther Båtsfjord

Halvard Andresen, Maskon AS, Stjørdal

Til workshopen ble forskere fra Fiskeriforskning, SINTEF og Matforsk invitert i tillegg til representanter fra FHL Industri og eksport, FHF, filètindustrien og utstyrsleverandørindustrien.

## 5. Resultater

### 5.1 Kartlegging av "state of the art" vha datasøk

For å etablere dagens forskningsfront når det gjelder automatisk fjerning av kveis fra fiskekjøtt, er det viktig å undersøke resultater fra anerkjente forskningsmiljøer. Det ble derfor funnet nødvendig å foreta litteratursøk for å identifisere liknende eller tilgrensende problemstillinger i periodika. Litteratursøket ble gjort med bistand fra biblioteket som er tilknyttet NTNU. Det er utarbeidet en egen delrapport som beskriver litteratursøket og dets funn. Utover vakuumpenn fra FTC Sweden (se fig. 5.5) ble det ikke funnet artikler om relevant teknologi for fjerning av kveis. Det ble gjort funn innen en rekke andre tema knyttet til nematoder i fisk.

#### 5.1.1 Definerings av søkeord

Gjennom diskusjon blant prosjektdeltakere ble følgende søkeord identifisert:

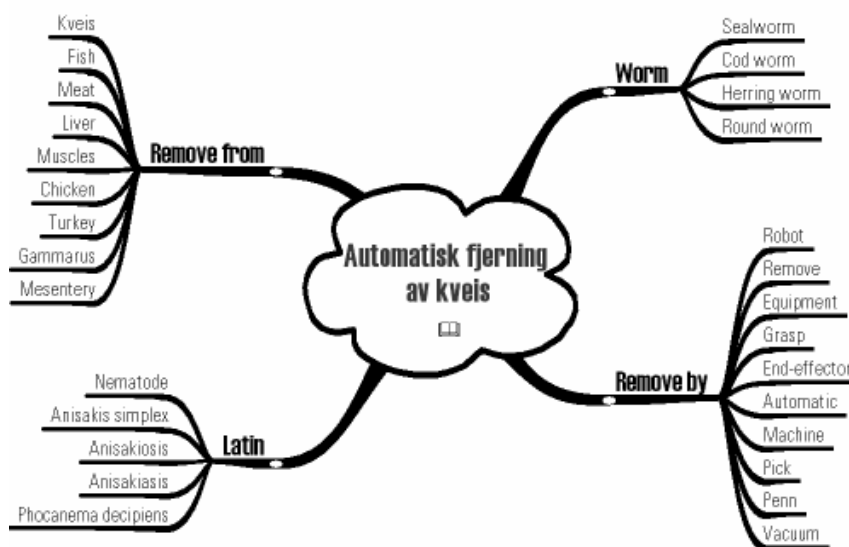


Fig. 5.1 Oversikt over søkeord

##### 5.1.1.1 Worm

Sealworm  
Round worm

Cod worm

HERRING WORM

##### 5.1.1.2 Latin

Nematode  
Anisakiasis

Anisakis simplex  
Phocanema decipiens

Anisakiosis

### 5.1.1.3 Remove from

|        |          |           |
|--------|----------|-----------|
| Kveis  | Fish     | Meat      |
| Liver  | Muscles  | Chicken   |
| Turkey | Gammarus | Mesentery |

### 5.1.1.4 Remove by

|         |              |           |
|---------|--------------|-----------|
| Robot   | Remove       | Equipment |
| Grasp   | End-effector | Automatic |
| Machine | Pick         | Penn      |
| Vacuum  |              |           |

Ved filtrering av søkeresultatene var vi på jakt etter:

- Fysiologisk form og egenskaper
- Størrelse
- Utbredelse
- Hvor nematodene befinner seg i fisken
- Vekstforhold
- Årstidsvariasjoner
- Fjerneteknologi og redskap

## 5.1.2 Søkeresultater

Søkeresultatene er vist i figur.

### 5.1.2.1 ISI Web of Knowledge

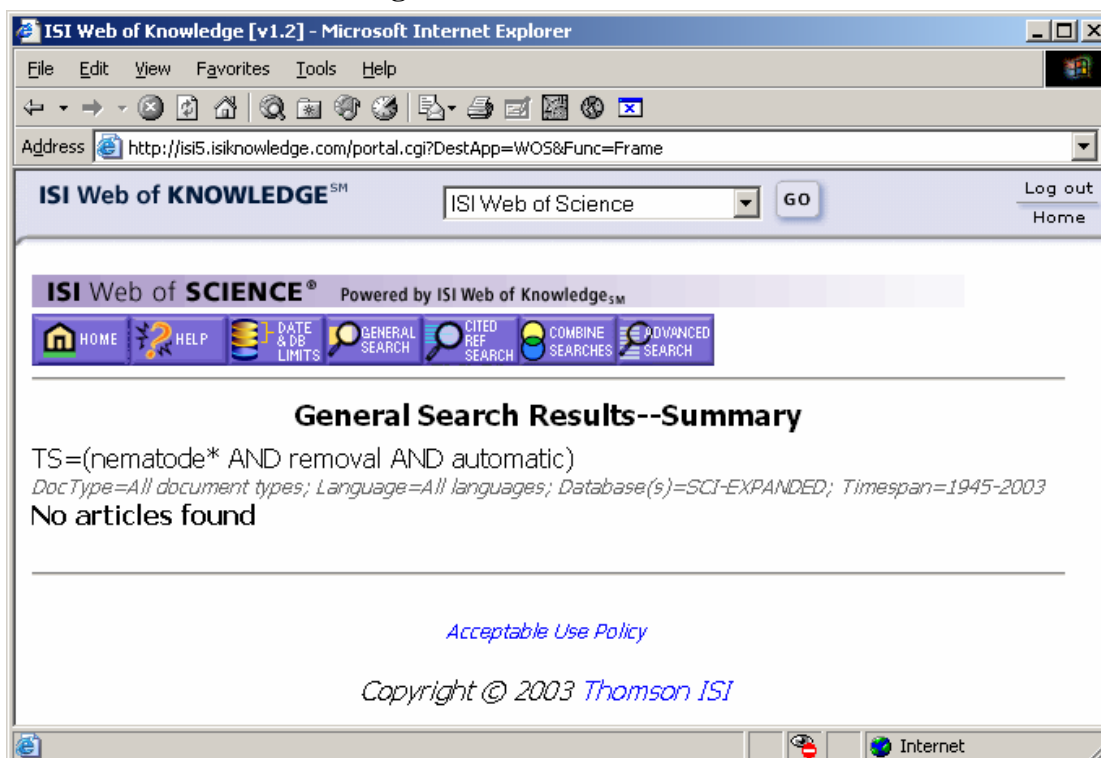


Fig. 5.2 Søkning på "nematode\*", "removal" og "automatic"



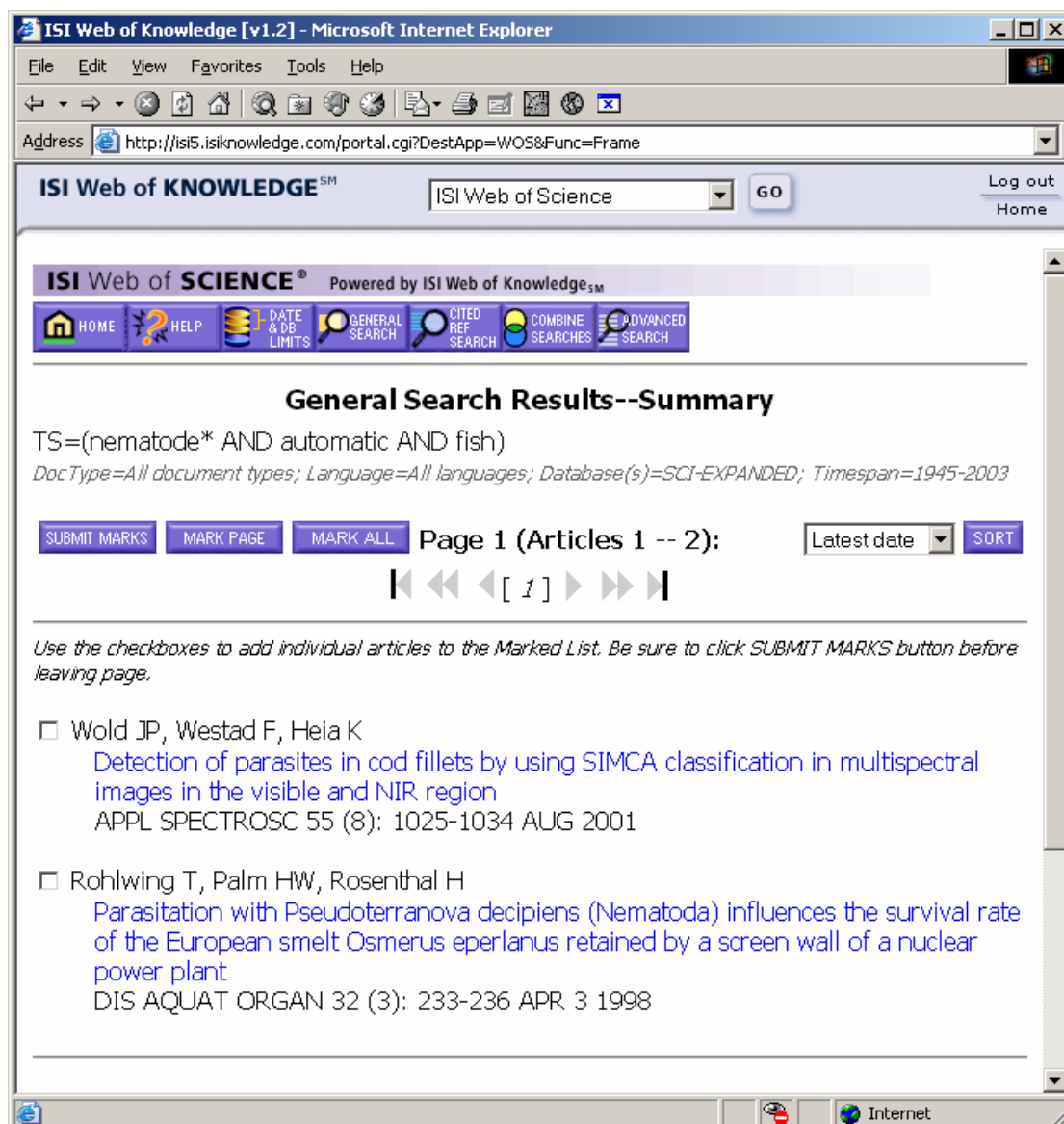


Fig. 5.3 Søkning på "nematode\*", "automatic" og "fish"

### 5.1.3 Økologi for *Pseudoterranova decipiens*

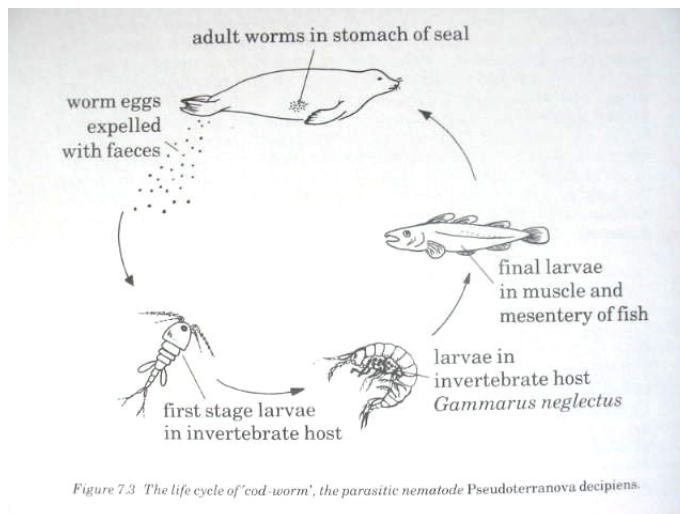


Fig. 5.4 Økosystem for kveis (*Cod worm*) (<http://www.fisherycrisis.com/seals/sealsncod.htm>)

### 5.1.4 Industrielt verktøy som ikke er i bruk

Gjennom søk etter data fra ulike kilder kom vi over et industrielt verktøy som er utviklet for fjerning av kveis i fiskefilèt, se figuren nedenfor. Verktøyet bygger på bruk av en "penn" som føres manuelt til kveisens beliggenhet for å forsøke å suge den bort vha vakuum. Vi er ikke kjent med at utstyret er i bruk i industrien i dag. På henvendelse til bedriften (FTC Sweden) fikk vi svar om at verktøyet var tatt ut av bedriftens produktsortiment.

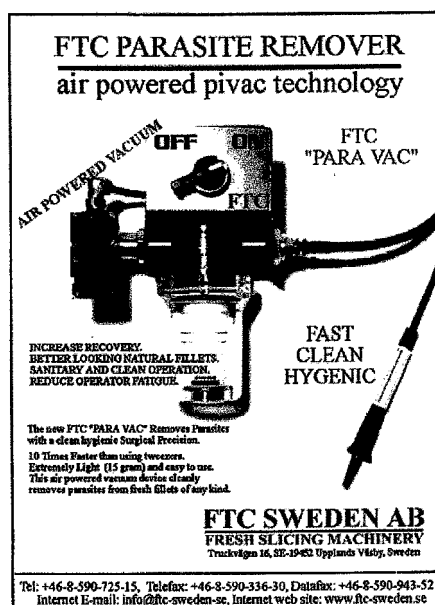


Fig. 5.5 Eksempel på et industrielt verktøy som er utviklet for fjerning av kveis.

## 5.2 Kartlegging av industriens behov og krav

I dette prosjektet har vi ikke tatt høyde for å klarlegge omfanget av kveisbefengt råstoff i fiskeforedlingsindustrien. Industrien har selv gitt uttrykk for at kveis i hvitfisk-filèt er et problemområde som det bør arbeides med mht effektive metoder for å detektere og fjerne kveisen. Fokus i dette prosjektet har vært å finne fram til noen alternative *metoder som kan benyttes til fjerning av kveis*. Med dette som utgangspunkt vil det være aktuelt å avklare noen viktige sider ved den industrielle virksomhet som medfører viktige krav til de tekniske løsningene som måtte utvikles for fjerning av kveis i hvitfisk. En undersøkelse utført av FTI (Fiskeindustriens Teknologi Institutt) viser et bilde av kveisproblemets omfang ved Båtsfjordbruket, Båtsfjord, se under punkt 3.3 der noen resultater fra denne undersøkelsen er gjengitt.

SINTEF Teknologiledelse har arbeidet med tilstøtende problemstillinger når det gjelder effektivisering av foredlingsoperasjoner i filètindustrien. Et eksempel på dette er *Pinbone-prosjektet* som har som målsetting å utvikle metoder og maskiner for å detektere tykkfiskbein i hvitfisk filèt samt metoder og utstyr for maskinell fjerning av tykkfiskbein. Målsettingen for beinfjerningen er at en andel på > 70% av behandlede filèter skal være fullstendig beinfrie. I dette prosjektet har SINTEF Teknologiledelse blitt tildelt en rolle som evaluator for å vurdere testresultater og komme med råd om prioritering av innsats i utviklingsarbeidet.

SINTEF Teknologiledelse deltar videre i det strategiske programmet ” Efficient and economic sustainable fish processing industry” sammen med SINTEF Fiskeri og havbruk. I nevnte og andre prosjekter har vårt fagmiljø kontakt og besøker ulike fiskeforedlingsanlegg. Under slike besøk blir det også stilt spørsmål om hvordan bedriften forholder seg til problemer knyttet til kveis i hvitfisk.

Det er i tillegg til ovennevnte tatt spesiell kontakt med KRIFO Fisk AS i Roan kommune. Bedriften får inn fangster av kysttorsk fra kystsonen i Fosen. Dette råstoffet har forekomster av kveis i ulik grad. Synspunkter fra industrien er samlet inn gjennom ovenstående kontakter og kan oppsummeres som følger:

Et industrielt system for fjerning av kveis i hvitfisk bør innfri følgende hovedkrav:

- A. *Innføring, anskaffelse og drift av utstyr for automatisert fjerning av kveis må være lønnsom for bedriften sammenliknet med dagens manuelle metoder*
- B. *Utstyret bør ha en arbeidstakt og effektivitet som ved integrering i trimmelinjene ikke resulterer i at nye flaskehalsar oppstår. Dvs at utstyret bør kunne fjerne eksempelvis 1-2 kveis pr sekund*
- C. *Fjerning av kveis skal foregå på en måte som i minst mulig grad forringer sluttproduktet (filèt eller filètbasert produkt) eller reduserer råstoffutnyttelsen*
- D. *Fjernet kveis/fiskemuskel bør samles opp i egnet beholder eller system for videre behandling*
- E. *Utstyret bør ikke være unødvendig plasskrevende*
- F. *Systemet bør være enkelt å betjene under normal produksjon og innbefatte et begrenset omfang av opplæring*
- G. *Systemet må være driftssikkert og være oppbygget på en slik måte at service og vedlikehold kan foretas uten omfattende tidsforbruk*
- H. *Utstyret må tilfredsstillende relevante direktiver og standarder knyttet til HMS og hygiene, jfr. utstyr for næringsmiddelindustri.*

Ut fra ovennevnte krav trekker vi spesielt følgende momenter som viktige premisser for utvikling av egnet verktøy for kveisfjerning:

- Kravet til effektivitet; eksempelvis fjerning av 1-2 kveis i løpet av et sekund
- Krav om at snittet som gjøres under fjerneoperasjonen ikke skal forringe sluttproduktet eller reduserer råstoffutnyttelsen i særlig grad.

Disse kravene vil utelukke noen metoder for fjerning av kveis og favorisere andre. Eksempelvis vil metoder som lager dype hull (eller gjennomgående hull) i filèten i mange tilfeller støte an mot kravet til forringelse av sluttproduktet. Sjelden ønskes sluttprodukter med hull i.

### 5.3 Utvikling av verktøy for kveisfjerning - innledende laboratorieforsøk

For å skaffe erfaringsgrunnlag for å kunne utvikle verktøy for fjerning av kveis i hvitfisk, ble det utført noen eksperimenter på laboratoriet ultimo mars måned. Målet med eksperimentene var å få et inntrykk av hvor kveisen befinner seg i fisken, hvor lett den lar seg fjerne og hvilke metoder som kan være aktuelle å anvende, alternativt ikke er anvendbare. Laboratoriet arbeidet ble utført av forskerne Tone Beate Gjerstad og Hilde Almås. Jan O. Buljo deltok under den siste delen av forsøkene som bl.a. omhandlet bruk av vakuumsug og skalpell.

#### Metode

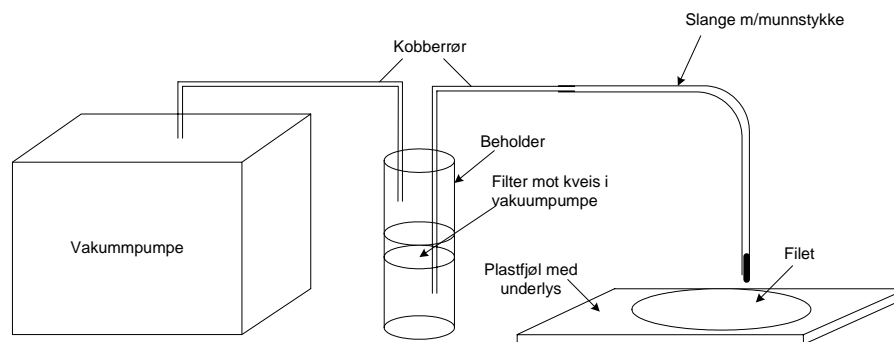
Det ble benyttet manuelle metoder for fjerning av kveisen samt fjerning ved hjelp av vakuumsug. Ved de manuelle metodene ble filètene lagt på ei skjærefjøl og inspisert. Kveisen ble forsøkt fjernet ved bruk av følgende teknikker:

- Skrape bort kveisen ved skje eller skalpell
- Dra ut kveisen ved bruk av pinsett
- Skjære snitt i fileten ved bruk av skalpell
- Skjære bort kveis ved bruk av kniv
- Plukke med fingre (ved bruk av gummihansker)

Ved bruk av vakuumsug ble filetene lagt på en plate med underlys (lysbord) som lett viser brun kveis inne i kjøttet. Det ble testet om det var mulig å:

- Suge bort kveisen ved bruk av vakuum
- Kombinere vakuumsug med skalpell eller pinsett

**Figur 5.5** nedenfor viser oppsettet for testing med vakuum.



Figur 5.5 Prinsipp for oppsett ved fjerning av kveis vha vakuum.

### Materialer

Materialer/utstyr som ble benyttet i forsøket var:

- Skjærfjøl, tre
- Skjærfjøl i plast med lys (lysbord)
- Skje
- Skalpell
- Pinsett
- Kniv
- Vakuumenhet (Vakumpumpe, 40 m<sup>3</sup>/h, beholder, slange m/munnstykke)
- Fiskefileter av torsk inneholdende kveis
- Digitalt fotoapparat

### Resultat, kommentarer og oppsummering

Fisken som ble benyttet i forsøket kom fra KRIFO Fisk AS sitt anlegg i Roan kommune. Fisken ble fanget i tidsrommet 23. - 24. mars 2003, og ble benyttet i forsøkene tre dager etter dette. Lengden på filetene varierte mellom 40 og 50 cm, noe forskjellig tykkelse og vekt. Råstoffet kom ikke fra havet, og heller ikke fra Trondheimsfjorden. Samtlige av filetene var kysttorsk som kun var fangstet langs ulike deler av kystsonen i Fosen. I den aktuelle fangstperioden var det svært store skilnader i forekomsten av kveis mellom fisk som var drevet inn fra havet, og fisk som kom fra kystområdene omkring Fosen. Mens fisk fra havet var nesten helt fri for kveis, var dette et stort problem for den fisken som ble fanget langs kysten.

Vi fant både hvit og brun kveis i filetene. Størrelsene varierte fra veldig små (kun brune var godt synlige) til kveis som var opptil 4 cm lange. Det kunne se ut som om tykkelsen på kveisen var uavhengig av lengden, selv om størsteparten av de lange kveisene var de tykkeste. Disse kveisene hadde også en noe seig, gummiaktig konsistens.

Følgende ble registrert :

| Testmetode      | Kveisens beskaffenhet | Resultat og kommentar   |
|-----------------|-----------------------|---|
| <b>Skje</b>     | Løst på fileten       | Så lenge kveisen befant seg oppe på filetene var de lett å skrape vekk. Skje med skarpe kanter kan benyttes.  |
|                 | Fast i muskel         | Når kveisen befant seg ned gjennom kjøttet, eller gjennom svarthinna var den umulig å få tak på ved bruk av skje.   |
|                 | Nede i fiskekjøttet   | Uaktuelt å grave etter kveisen med bruk av skje.  |
| <b>Skalpell</b> | Løst på fileten       | Som for skje, skalpell kan benyttes.  |
|                 | Fast i muskel         | Får ikke tak i kveisen, er lett at man deler den i to. Ved å skjære rundt kveisen var det en tendens til at området ble litt ”moset”.   |
|                 | Nede i kjøttet        | Skalpellen kan benyttes for å få tilgang til kveisen, men er lite egnet for å fjerne den helt.  |
| <b>Pinsett</b>  | Løst på fileten       | Lett å bruke pinsett til å plukke vekk kveis fra filetenes overflate.   |
|                 | Fast i muskel         | Det var forskjell på å trekke ut hvit eller brun kveis og hvor på fileten kveisen befant seg. Det ble funnet mest kveis i bukklappene på filetene. Denne kveisen satt meget godt fast. Man måtte rykke (forsiktig) og fjerne svarthinna før det var mulig å dra kveisen ut. I tillegg syntes det som om kveisen kveilet seg om muskelfibre i fiskekjøttet. Disse fibre er forholdsvis sterke og ryker ikke så lett når man forsøker å dra ut kveisen. Det ble et ganske stygt merke i bukklappen der vi hadde fjernet kveis.<br><br>Kveis som satt fast i muskelen var lett å dra såfremt de ikke hadde kveilet seg rundt muskelfibre.<br>Det var mest brun kveis i filetene. De få hvite kveisene kunne virke lettere å dra ut enn de brune. Ingen av de hvite kveisene så ut til å ligge dobbelt. |
|                 | Nede i fiskekjøttet   | Vi var avhengige av å gjøre et kutt med skalpell i fiskekjøttet for å komme til kveisen som befant seg nede i muskelen. Da var kveisen lett å dra ut. Utfordringen i dette tilfellet er at man må unngå å dele kveisen i to eller flere deler (når den er kveilet sammen) for å ikke måtte plukke flere biter.  |
| <b>Kniv</b>     | Løst på fileten       | Ble ikke testet, med anser samme kommentar som for skalpell.  |
|                 | Fast i muskel         | Når kveisen sitter fast i overflaten på svarthinna (på bukklappen) og ned i muskelen, vil størstedelen av (hele?) kveisen bli fjernet ved reinskjæring av fileten. For hvit kveis kunne vi ikke se om det evt. var rester igjen i kjøttet. Kvass kniv kan benyttes for fjerning av kveis i overflateskiktet. Nærliggende område blir da også fjernet.   |
|                 | Nede i fiskekjøttet   | Ble brukt til å lage snitt i fiskekjøttet for å komme bedre til ved bruk av pinsett eller vakuüm. Kniv er for stor til å bruke for å fjerne kveisen som sitter dypt i fiskekjøttet. I tilfelle vil mye muskel også fjernes.   |
| <b>Vakuüm</b>   | Løst på fileten       | Da vi benyttet stort nok luftsug på slangen, var vakuüm et egnet verktøy for fjerning av kveisen på overflaten av filetene. Kveis og noe muskelfibre ble suget opp og samlet i en beholder.   |
|                 | Fast i muskel         | Det er mulig å fjerne kveisen som sitter fast i muskelen med vakuüm. Utfordringen er å få nok luftsug til å suge opp kveisen. I de tilfeller der kveisen ”lå dobbelt”, ble det behov for et høyere luftsug for å kunne ”kutte” over muskelfibre (lyktes ikke alltid). Dette er tidkrevende.   |
|                 | Nede i fiskekjøttet   | For å fjerne kveis som befant seg nede i fiskemuskel laget vi et kutt i kjøttet, helst med skalpell. Da lot kveisen seg lett fjerne vha vakkumsug.  |

Tabell 5.1 Oppsummering av resultater fra innledende laboratoriearbeid.

Hver for seg ser pinsett og vakuumsug ut til å være anvendbare håndholdte verktøy å bruke for å fjerne kveis fra filetene. Ingen av løsningene fungerte perfekt. Det er mest sannsynlig at en kombinasjon av teknikker vil være mest anvendbar. Eksempelvis vil et vakuumsug med en skjæregjenstand (skalpell-lignende enhet) på enden være en ide å gå ut fra. Dersom kveisen var festet til muskelfibre, var et vel plassert snitt med skalpellen ofte tilstrekkelig til å få kveisen løs slik at den ble fjernet vha vakuumsug.

Erfaringene med bruk av vakuumsug tilsier at luftstrømmen inn i vakuum-munnstykket bør være over en viss hastighet for å gi ønsket effekt. Et vakuum-munnstykke med innvendig diameter i størrelsesorden 5-8 mm synes å kunne være egnet for oppgaven.

En utfordring ved bruk av pinsett er å finne det rette punktet på pinsetten for å gripe kveisen samt å trekke med tilpasset kraft uten å dele kveisen i to.

Det kan se ut som om den hvite kveisen er lettere å dra ut enn den brune. Dette kan henge sammen med at hvit kveis normalt befinner seg i innmaten/bukhulen (lever, hinner o.l.) på fisken så lenge fisken lever, mens den brune kveisen kan gå inn i fiskekjøttet i levende fisk. Der forankrer den brune kveisen seg i muskelfibre, ofte som en sammenkrøllet bunt.



*Fig. 5.6 Bildet viser en kveis som dras opp av overflateskiktet av filèten vha pinsett*

Hovedpunktene fra dette arbeidet kan oppsummeres slik:

1. Noen kveis som befinner seg i overflateskiktet av fiskefilèten lar seg fjerne av operatør vha et lite metallrør med vakuumsug. Fjerningen gjøres ved at sugemunnstykket holdes mot kveisen. Det kan være nødvendig å bevege munnstykket for å få hele kveisen suget løs av fiskemuskel/hinner og fjernet. Enkelte kveis i overflateskiktet sitter godt fast i muskelfibrer eller hinner og lar seg vanskelig fjerne med vakuumsug som eneste metode.
2. Kveis som befinner seg lenger ned i fiskemuskel/sitter gjerne godt forankret til muskelfibrer med den enden av kveisen som befinner seg dypest i fiskekjøttet. Slike kveis er ikke enkle å fjerne med vakuumsug selv om sugemunnstykket beveges fram og tilbake rundt kveisen.
3. Ved å benytte en kombinasjon av skalpell og vakuumsug kan en operatør fjerne de fleste synlige kveisene som befinner seg i filèten, men dette er tidkrevende. Vha skalpellen kan muskelfibre som kveisen er forankret i skjæres av slik at kveisen frigjøres og suges bort.
4. Ovennevnte metoder fungerer på et laboratorium og når det er rikelig med tid for hver fjerningsoperasjon. Slike metoder er ikke egnet i industriell sammenheng pga strenge krav til lavt tidsforbruk. Bedre og raskere metoder må derfor utvikles. Erfaringene fra det innledende laboratoriearbeidet kan legges til grunn.



*Fig. 5.7 Kveisforekomster i torskofilèt. Kveisen forefinnes her både i bukklapp og i tykkfiskdelen.*





*Fig. 5.8 Nærbilde av kveis. Noen ligger i overflateskiktet, andre sitter dypere i fiskekjøttet.*

#### **5.4 Tilvirkning og uttesting av verktøy**

For å høste mer erfaring med hvordan et egnet redskap bør være utformet for industriell fjerning av kveis, ble det på bakgrunn av idedugnad notert følgende alternativer som utgangspunkt for det videre laboratoriearbeidet:

- I. Vertikalt roterende verktøy med skråstilt kniv
- II. U-formet knivbue
- III. Skålformet kniv (liknende på isskje)
- IV. Roterende sylindrisk kniv.

Samtlige av disse metodene kan kombineres med vakuumsug. Det ble antatt at man vha slike kniver kan gjøre et snitt av begrenset omfang i fiskefilèten og den massen som derved blir frigjort dernest blir fjernet f.eks. vha vakuumsug. Noen ekle forsøk med slike forenklede redskaper kunne være et utgangspunkt for å høste mer erfaring og etter hvert klarlegge hvilken metode som kunne egne seg best. Den best egnede metoden/verktøyet kunne så danne en basis for utvikling av et verktøykonsept for industriell fjerning av kveis i fiskefilèt.

Ut fra de industrielle krav som er nevnt under pkt.5.2 kan man utlede følgende krav på mer detaljert nivå:

- a) Snittet som kniven utfører i fiskekjøttet (inneholdende kveis) skal være av begrenset omfang for å unngå vekttap (svinn) for filèten
- b) Snittet skal utføres slik at kantene blir rene og uten at muskelfibrene frynses opp eller på annen måte ser ut som noe er revet i stykker
- c) Snittet bør ha en begrenset diameter og ikke rette kanter (som kan minne om et borret hull) pga estetiske krav
- d) Snittet bør ikke ha et utseende som virker ”kunstig”, men være mest mulig ”naturlig”

Disse punktene ble lagt til grunn for konstruksjon av svært enkle verktøyprinsipper som nevnt under punktene I til IV. Det ble gjort forsøk i laboratorium med noen av disse verktøyene. Erfaringene fra disse forsøkene er omtalt i de følgende punktene.

#### 5.4.1 Vertikalt roterende verktøy med skråstilt kniv

Ved hjelp av denne typen verktøy kan man lage et konisk hull i filèten der hvor kveisen er. Hullet vil ha form av en "kineserhatt" med spissen ned i fiskekjøttet. Verktøyet kan mens det roterer senkes mer eller mindre dypt ned i fiskemuskel avhengig av hvor dypt i fiskefilèten kveisen befinner seg. Mens verktøyet senkes vil det under rotasjonene skjære løs stadig nye skiver av muskelmasse med kveisdeler blandet i.

Dette verktøyet har noen åpenbare ulemper. Den løse massen som skjæres løs kastes utover fra det roterende verktøyet. Dette krever eget utstyr for å samle opp den løse massen. Snittflaten som verktøyet lager i fiskekjøttet er ikke glatt, men noe rufsete og udelikat.

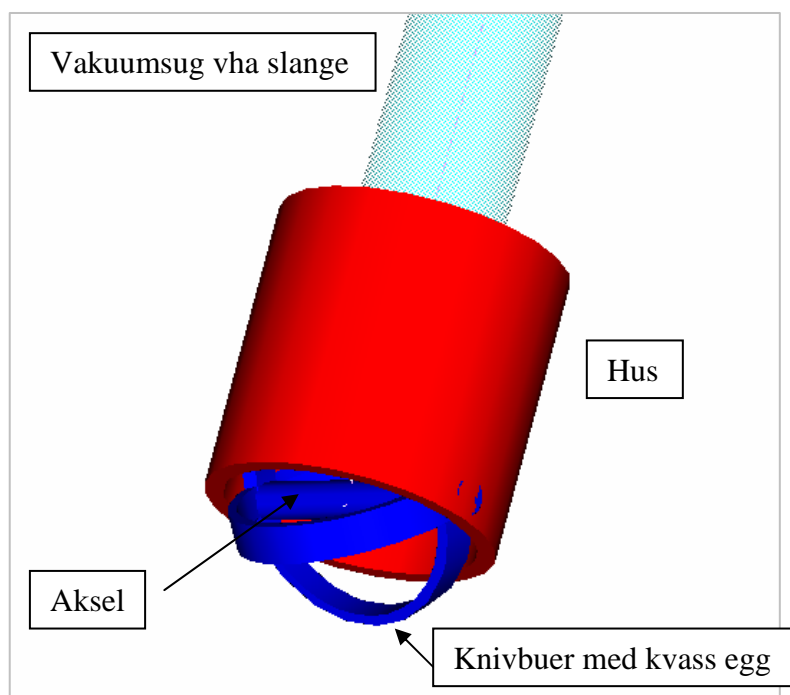


*Fig. 5.9 Vertikalt roterende verktøy med skråstilt skalpell under testingen i laboratoriet.*

Konklusjonen fra testen kan kort oppsummeres til at verktøyet raskt fjerner materiale, men hullet i fisken blir ikke fin med glatte snittflater, men rufsete. Det løse materialet kastes utover. Verktøyet påfører filèten betydelig kraft under operasjonen (jfr. faren for at filèten beveger seg i forhold til underlaget).

### 5.4.2 U-formet knivbue

Utformingen av denne typen kniv (som U-formet bue) legger til rette for at kniven senkes mot filøtoverfalten og i riktig høyde påføres en rotasjon (tilnærmet 180 gr.) av den akselen kniven er festet til slik at det gjøres et ovalt snitt i filøten. Dette er illustrert på figuren som følger. Alternativt kan akselen rotere løpende slik at stadig nye knivbuer snitter ned i filøten.

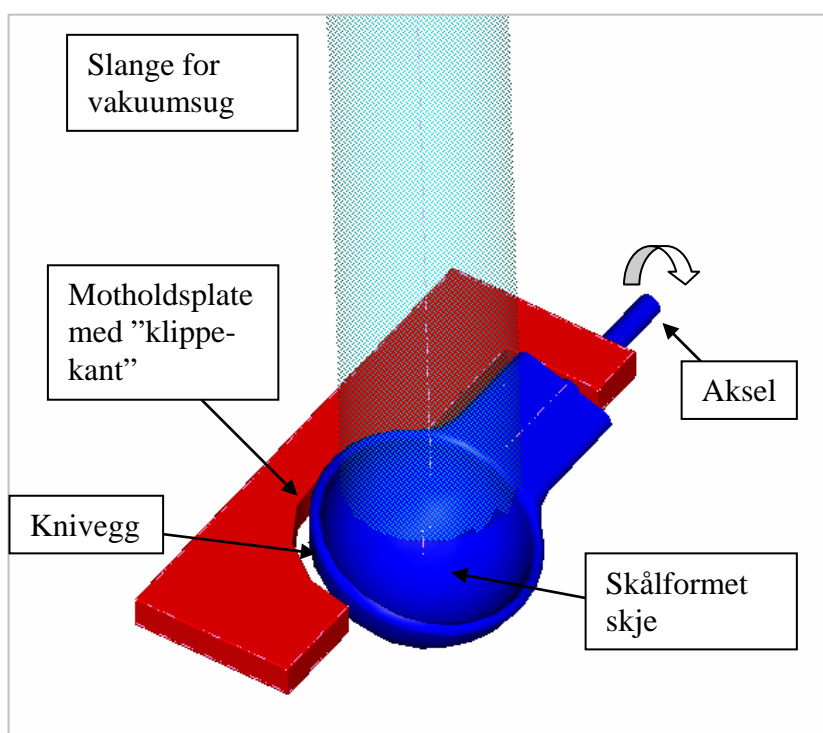


*Fig. 5.10 Prinsippskisse av verktøy med knivblad som U-formede buer med horisontal aksel for rotasjon eller vippebevegelse. På skissen vises 2 av de 4 buene som er montert til akselen. Anordning for drift (rotasjon) av akselen er ikke vist på skissen.*

Denne verktøymodellen for fjerning av kveis er ikke bygget og testet da de økonomiske rammene for prosjektet ikke tillot dette. Det antas at verktøyet har god evne til å fjerne et begrenset overflateområde av fiskefilèt så lenge knivbuene er kvasse. Verktøyet har en utforming som gjør det enkelt å fange opp den løse massen som skjæres løs ved at vakuumsug tilkoples det sylindriske huset. Knivbuene vil påføre filøten motkrefter under kutteoperasjonen.

### 5.4.3 Skålformet kniv (liknende på isskje)

Fordelen med denne knivutformingen er den gode muligheten for å kunne fange opp det materiale som er skåret løs fra filèten på en enkel måte. Verktøyet/skjeen skal senkes ned mot filètoverflaten for dernest å vries ca. 180 gr. (rundt langsgående aksel) slik at den buede knivkanten langs skjeen kutter ned i filèten. Når knivkanten nærmer seg slutten av vribevegelsen, må den passere et mothold slik at det oppstår en klippekant tilsvarende som for en saks. Da vil muskelfibrene kuttes løs fra det øvrige.



*Fig. 5.11 Verktøy formet som en isskje med skarp knivegg. Ved å rotere verktøyet ca. 180 gr. vil materiale skjæres løs fra filètoverflaten og legge seg inne i skjeens fordypning for derfra å bli suget bort vha vakuumsug. Motholdsplaten gir en klippekant mot skjeens knivegg. Skissen viser en situasjon der skjeens knivegg nettopp har passert motholdsplatens "klippe-kant".*

Denne tekniske løsningen fanger lett opp det materialet som skjæres løs av filèten. Funksjonen mht kutteoperasjonen avhenger av at kniveggen er meget kvass. Motholdsplaten vil formodentlig sørge for at det materialet som skjæres løs blir helt frigjort fra filèten.

Løsningen har etter all sannsynlighet en ulempe knyttet til behovet for kraft for kutteoperasjonen (rotasjon av skjeen) siden eggen ikke har langsgående bevegelse. Skjeen vil på en måte "hugge" ut et stykke av filèten. Dette kan medføre at filèten flytter på seg, hvilket er meget uheldig. En forflytning av filèten kan motvirkes ved at motholdsplaten trykkes ned mot filètoverflaten når kutteoperasjonen utføres. Dog hefter det en viss usikkerhet til dette forhold.

#### 5.4.4 Roterende sylindrisk kniv

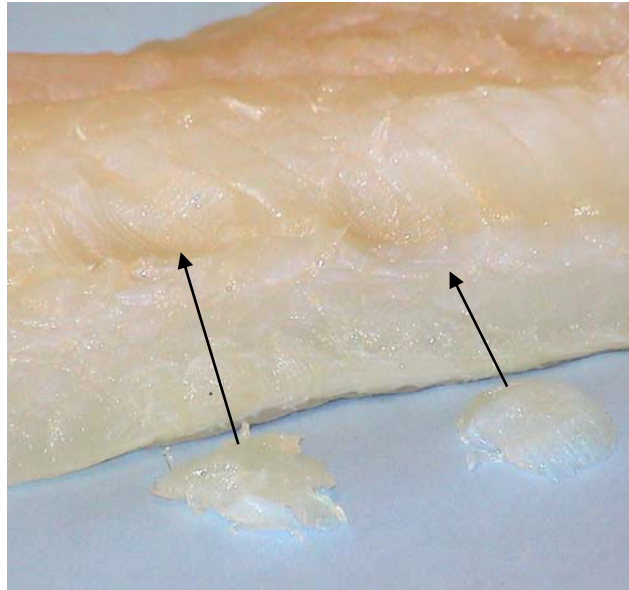
Denne typen kniv har en knivegg uten ende siden den er formet som en sylinder. Ved å rotere kniven og senke den i skrå stilling ned mot filètens overflate samtidig som det gjøres en bevegelse langs en sirkelbue, vil man kunne oppnå å gjøre et ovalt formet snitt i filètverflaten i det området der kveisen er. Knivens utforming som en sylinder gjør det mulig å fange opp massen som er skåret løs ved at den blir værende inne i sylinderen for deretter å bli fjernet f.eks. vha vakuumsug.



*Fig. 5.12 Testing i laboratoriet med roterende sylindrisk kniv. Knivdiameter er 30 mm.*

Under testingen viste verktøyet meget gode egenskaper. Verktøyet ble testet med ulike hastigheter på den roterende akselen fra ca. 100 rpm til ca. 3000 rpm. I det laveste hastighetsområde vil man registrere en viss motkraft fra filèten under kutteoperasjonen. Ved høyere hastigheter avtar denne motkraften (matekraften) betydelig. Dette tilsier at verktøyet bør ha en rotasjonshastighet over et visst nivå for å unngå nevneverdig matekraft. Lav matekraft vil være en stor fordel fordi muligheten for at filèten flytter på seg under fjerneoperasjonen avtar betydelig hvis matekraften er lav. Filèten bør ikke flytte på seg under fjerneoperasjonene pga at forutgående detektering og posisjonsfastsettelse for hver enkelt kveis fastlegger hvordan verktøyet skal posisjoneres i forhold til filèten. Hvis filèten flytter seg mellom hver gang en kveis fjernes, vil posisjonsangivelsen for påfølgende kveis som skal fjernes kunne bli feil og fjerneoperasjonen mislykkes.

Verktøyet ga også rene og glatte snittflater tilsvarende en meget kvass filètkniv. Når verktøyet ble beveget opp av filèten, kunne det hende at det løsnete materiale fortsatt hang fast i en flik. Hvordan denne sekvensen ville blitt med vakuumsug integrert i verktøyet ble ikke testet.



*Fig. 5.13 Bildet viser resultatet av 2 kutteoperasjoner med roterende sylindrisk kniv.*



*Fig. 5.14 Kuttensnitt med roterende sylindrisk kniv gjort på skinnsiden av torskefilèt.*

Konklusjonen fra testingen av roterende sylindrisk kniv er at dette prinsippet synes å være godt egnet for fjerning av avgrensede og små deler av filètoverflaten. Materialet som skjæres løs får gjerne en oval ytre form sett mot filètoverflaten, mens motstående flate blir svakt buet, avhengig av hvordan kutteoperasjonen utføres. Se for øvrig på bildene ovenfor.

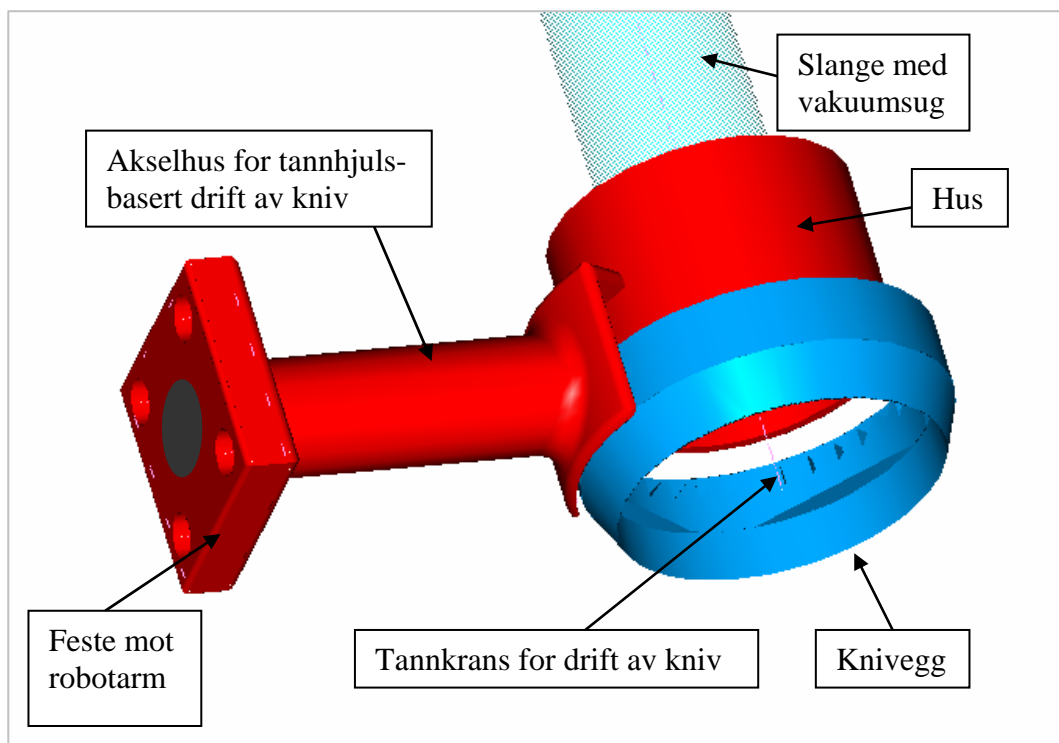
### 5.5 Oppsummering av resultater av testing av verktøymodeller

| <b>Verktøy ID</b> | <b>Beskrivelse av verktøy-modell</b>                  | <b>Fordeler</b>  | <b>Ulemper</b>   |
|-------------------|---|--|--|
| <b>I</b>          | <b>Vertikalt roterende verktøy med skråstilt kniv</b> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Enkel konstruksjon der driften av verktøyet lett kan plasseres rett over dette hvilket gir god tilgjengelighet til objektet (kveisen) som skal skjæres bort.</li> <li>2. Lett å variere kuttehastighet ved å justere rotasjons-hastigheten på drivakselen</li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Problemer knyttet til å oppnå helt rene kuttessnitt i filèten uten at det oppstår rufsete snittflater. Visuelt inntrykk av "hullene" som verktøyet etterlater seg drar helhetsinntrykket av rensset filèt noe ned.</li> <li>2. Materiale som skjæres løs av filèten blir kastet utover av verktøyet hvilket kompliserer oppsamlingen av løst materiale.</li> <li>3. Gir motkrefter i filèten.</li> </ol> |
| <b>II</b>         | <b>U-formet knivbue</b>                               | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Enkel konstruksjon som også gir muligheter for lav vekt på verktøyet</li> <li>2. Gir hensiktsmessig form på snittet som gjøres i filèten.</li> <li>3. Rotere aksel 180 gr. eller rotere løpende gir variasjonsmuligheter med ulikt råstoff.</li> </ol>               | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Problemer knyttet til å oppnå helt rene kuttessnitt i filèten uten rufsete snittflater.</li> <li>2. Muskelfibrer vil kunne henge seg fast i kniveggen og dette medfører redusert evne til rene snitt.</li> <li>3. Gir motkrefter i filèten.</li> </ol>   |
| <b>III</b>        | <b>Skålformet kniv (liknende på isskje)</b>           | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Enkel konstruksjon</li> <li>2. Gir hensiktsmessig form på snittet.</li> <li>3. Gir gode muligheter til å fange opp det løse materialet.</li> </ol>   | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Problemer knyttet til å oppnå helt rene kuttessnitt i filèten uten rufsete snittflater.</li> <li>2. Muskelfibrer vil tidvis kunne henge seg fast i kniveggen og dette medfører redusert evne til rene snitt.</li> <li>3. Gir motkrefter i filèten.</li> </ol>  |
| <b>IV</b>         | <b>Roterende sylindrisk kniv</b>                      | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Gir rene og glatte snittflater i filèten og godt visuelt helhetsinntrykk av denne.</li> <li>2. Har liten motstand (motkraft) under kutteoperasjon.</li> <li>3. Gir god mulighet for å samle opp materiale som er skåret løst fra filèten vha vakuumsug.</li> </ol>   | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Konstruksjonen har flere bevegelige deler som krever normalt vedlikehold.</li> <li>2. Konstruksjonen får en lengde som begrenser bevegeligheten til en viss grad.</li> </ol>   |

Tabell 5.2 Oppsummering av testresultater og betraktninger knyttet til verktøymodellene.

## 5.6 En mulig fremtidsløsning

Basert på konklusjonene fra testingene som er utført med de enkle verktøymodellene samt teoretiske betraktninger om funksjonsdyktighet for de ulike alternativene som er nevnt, er det skissert en mulig løsning for et verktøy med antatt gode muligheter for suksess. Prinsippene for løsningen tar utgangspunkt i verktøyet som er beskrevet under punkt 5.4.4. Faren for betydelige motkrefter i filèten ved bruk av alternativene I – III gjør at det hefter usikkerhet ved disse alternativene. Disse gir neppe så rene og fine snitt som alternativ IV.



*Fig. 5.15 Prinsippskisse av en mulig verktøyløsning med roterende sylindrisk kniv som muliggjør en presis kutteoperasjon med liten matekraft, kombinert med vakuumsug for umiddelbar fjerning og oppsamling av materiale som frigjøres fra filèten. Knivens diameter kan f.eks. være ca. 30 mm.*

Den tekniske løsningen som er beskrevet ovenfor vil etter vårt skjønn gi presise og estetiske kutt i filèten. Løsningen er utstyrt med vakuumsug for raskt transport av materiale som skjæres løs fra filèten. Den roterende sylindriske kniven kan være utstyrt med en tannkrans som gir mulighet for drift (rotasjon) vha wireoverføring med tannhjul og forbindelse til motor. Kniven må ha et veldefinert leie som holder den i korrekt posisjon. Dette er ikke detaljert på skissen ovenfor.

Men enhver teknisk nyskaping vil kreve utviklingsaktiviteter fram mot en ferdig industriell løsning som fungerer i et krevende miljø og uten for stor innsats innen vedlikehold. En viktig forutsetning for å utvikle et godt verktøy er at en motivert og dyktig leverandørbedrift trekkes inn i utviklingsarbeidet og tar hovedansvaret for å bringe produktet til et sluttprodukt som filèindustrien vil anskaffe og bruke i sin virksomhet.





*Fig. 5.16 Eksempel på robot (Flex Picker av fabrikat ABB) med mulighet for raske bevegelser av verktøy med begrenset vekt. Denne typen roboter benyttes bl.a. til å plukke sjokoladebiter i fart liggende på transportbånd og plassere bitene i korrekt posisjon i en konfetteske. Denne robot-typen kan være et alternativ også for kveisfjerning.*

Det fins flere typer roboter som har mulighet for raske bevegelser hvilket kreves for fjerning av kveis. Et eksempel på slik robot er vist i figuren ovenfor. Den leveres i ulike varianter og har muligheter for sekvenstider som utgjør deler av 1 sekund, avhengig av avstand som verktøyet skal bevegges, verktøyets vekt og dets operasjonstid.

### **5.7 Workshop for drøfting av resultater og fremtidsvyer**

Arrangement av en workshop for nærmere drøfting av problemstillingene knyttet til automatisert kveisfjerning var en viktig aktivitet i dette forprosjektet. Man anså det som betydningsfullt at fiskeforedlingsindustrien fikk delta i en drøfting rundt disse problemstillingene sammen med forskere etter at det var gjort erfaringer i prosjektet og disse var formidlet.

Først tok vi sikte på at workshopen skulle holdes i Tromsø og at Fiskeri- og havbruksnæringens Landsforening, Industri og eksport, ville benytte sine kontakter til å samle relevante industrifolk til seminaret. Tidspunktet som var aktuelt var november eller desember. Det viste seg vanskelig å samle industrifolk mot slutten av året i Tromsø pga flere arrangement (bl.a. Hvitfiskkonferansen og FISK2003) som kom tett i tid. Workshopen ble derfor lagt til Båtsfjord som har et aktivt miljø med flere bedrifter innen foredling av hvitfisk. Innbydelse ble sendt til relevante personer innen

industrien samt Fiskeriforskning, SINTEF Fiskeri og havbruk og MATFORSK. FHL og FHF ble selvfølgelig også informert om workshopen.

Workshopen ble avholdt i Båtsfjord den 9. desember med 8 deltakere tross urolige værforhold.

Jan O. Buljo ledet workshopen og takket spesielt industriens representanter for at de ville sette av tid og delta i drøftingene knyttet til dette tema.

Følgende personer deltok under workshopen:

|                   |                                 |
|-------------------|---------------------------------|
| Hilde Hansen      | Båtsfjordbruket                 |
| Anita Sørensen    | Båtsfjordbruket                 |
| Roy Isaksen       | West Fish - Aarsæther Båtsfjord |
| Per Gunnar Hansen | West Fish - Aarsæther Båtsfjord |
| Heidi Nilsen      | Fiskeriforskning                |
| Even Tidemann     | Fiskeriforskning                |
| Harry Westavik    | SINTEF Fiskeri og havbruk       |
| Jan O. Buljo      | SINTEF Teknologiledelse         |

Kristian Prytz fra FHL Industri og eksport var forhindret fra å delta pga vanskelige vær-/reiseforhold. Jens Petter Wold fra MATFORSK ville gjerne delta under workshopen, men måtte avstå av ulike grunner.

*Agenda for workshopen var som følger:*

1. *Hovedmålsettinger for prosjektet "Automatisert fjerning av kveis i hvitfisk filèt", v/Jan O. Buljo, SINTEF*
2. *Noen problemstillinger knyttet til automatisert fjerning av kveis i hvitfisk filèt, v/Buljo*
3. *Presentasjon av prosjektet "Deteksjon av kveis - utvikling av teknologi mot kommersiell utnyttelse", v/Heidi Nilsen, Fiskeriforskning*
4. *Resultater av datasøk i prosjektet "Automatisert fjerning av kveis i hvitfisk filèt", v/Buljo*
5. *Krav og ideer til verktøy for mekanisk fjerning av kveis, v/Buljo*
6. *Erfaringer fra testing av verktøymodeller, v/Buljo*
7. *Diskusjon rundt industrielle problemstillinger og veien videre (Alle deltar).*

Det ble tid til spørsmål og drøftinger under alle punktene på agendaen. Det faglige stoffet som ble gjennomgått er i hovedsak gjengitt i denne rapporten. I tillegg orienterte Heidi Nilsen om resultater fra deteksjonsprosjektet. Under workshopen fremkom følgende innspill/momenter:

### **Generelt om samarbeid, informasjonsutvesking og utfordringer**

- De som finansierte dette prosjektet (FHF/NFR) har gitt uttrykk for at det var viktig at workshopen ble gjennomført blant annet for å få fram industriens synspunkter knyttet til et industrielt system for kveisfjerning
- Det er også viktig at dette prosjektet er i god dialog med prosjektet for deteksjon av KBSS (kveis, blodrester, svarthinner og skinnrester) som Fiskeriforskning leder, hvilket så langt er tilfelle
- Flere fra industrihold uttrykte tilfredshet med at det er tatt initiativ til å arbeide med utfordringene som deteksjon og fjerning av kveis innbefatter

- Hva er de mest tidkrevende arbeidsoperasjonene ved renskjæring/trimming av fiskefilet? Det ble fra representantene i industrien svart at det er fjerning av bein og spesielt kveis som krever mest ressurser.

### **Prosess og metoder**

- Litteratursøket i dette forprosjektet gikk på faktorer knyttet til mekanisk fjerning av kveis, ikke mot kjemisk fjerning eller bruk av vannstråle eller trykkluft ("skyte vekk kveisen")
- Dersom fjerning av kveis forårsaker skade/sår i fileten som er uakseptable, kan disse eventuelt limes sammen for å gjenopprette form? Limemetode er utviklet ved SINTEF
- Det vil være hensiktsmessig at man i arbeidet med utvikling av teknologi for fjerning av kveis også ser dette i sammenheng med andre arbeidsoperasjoner som fjerning av blodflekker og beinrester
- Fiskeriforskning v/Tidemann mente man burde fokusere spesielt på kveisfjerning og ikke trekke inn andre problemstillinger slik at verktøyet kunne optimaliseres kun for kveisfjerning. Det var delte meninger om dette. Noen mente at sammenfallende aspekt bør ivaretas i utviklingsarbeidet.
- Tidemann stilte også følgende spørsmål: Bør vi konsentrere oss om fjerning av kveis fremfor blodflekker og fjerning av kveis i bukpartiet fremfor resten av fileten? Sannsynligvis bør kveis prioriteres på grunn av arbeidsomfang i trimmeprosessen og at kveis i tillegg har en annen årsakssammenheng enn blodflekker som er forårsaket i stor grad av feil håndtering av råstoffet.
- Vil verktøy som ligner filètkniven være et aktuelt verktøyalternativ?
- Verktøy som eventuelt måtte bli utviklet for fjerning av kveis må håndtere råstoffet for øvrig på en skånsom måte slik at filètens kvalitet ikke forringes.

### **Erfaringer og dagens status i industrien, kveisproblemets omfang**

- Ca. 99% av reklamasjonene på kveis fra kunder er knyttet til frossen blokkproduksjon, ref. West Fish
- Foredlingsbedriftenes kunder (ref. West Fish) teller kveis som er over 3 mm i diameter (kveisen ligger normalt som en kveil og kveilens diameter måles) og kun i overflaten av filèten
- Ved manuell trimming av kveis kan nye kveis avdekkes når et overflateskikt av filèten er skåret bort og filèten ligger på et lysbord
- Forekomster av kveis er størst hos kysttorsk, men det er sesongvariasjoner som medfører forekomst av kveis også for fisk som er fanget lenger ute på fiskebankene
- Det er en stor grad av automatisering i hvitfiskindustrien i dag. For eksempel er de tunge løftene fjernet. Det er ikke større sykefravær i foredlingsbedriftene enn i andre yrkesgrupper.

## Deteksjon av kveis



*Fig. 5.17 Bilde fra forsøkene ved Fiskeriforskning under testing av metoden avbildende spektroskopi for deteksjon av kveis i fiskefilèt. Kveisen vises som en mørk skygge oppe til høyre på bildet.*

- Hovedfokus på deteksjon bør rettes mot overflatekveis og kveis lokalisert i buken
- Etter en deteksjonsprosess kan det være fornuftig å kanalisere råstoffet i ulike løp etter hvilken kvalitet det har, f.eks. ingen kveis - litt kveis - mye kveis. Dette er ikke helt problemfritt siden filèten som går til kveisfjerning ikke bør endre sin posisjon på transportbåndet eller det underlag den ligger på. Dersom posisjonen endres, vil dataene fra deteksjonen være verdiløse og eventuelt medføre fjerning av fiskemuskel til side for der kveisen befinner seg.
- Deteksjon av bein i Pinbone-prosjektet ga påvisning av bein som var så små og tynne at konsumenten ikke registrerte dem, ifølge en test som ble gjort. Vi bør antakelig unngå å lage systemer som overtilfredsstillter spesifikasjonskravene.

## Diverse øvrige tema

- Det er nødvendig å etablere objektive målekriterier for å fastlegge kvalitet på råstoff og produkt. Et slikt prosjekt kjøres i dag ved Fiskeriforskning og videreføres i samarbeid med FHL.
- Det kan synes som om at vi ikke vet nok om kveisproblematikken i forhold til årsakssammenhenger, variasjoner i sesong og arter. Det kan synes som at kystfisk er mer utsatt og at bukområdet er den delen av fileten som er mest befenget.
- Industriens representanter bemerket at de registrerer at fisk (torsk) fanget med trål på havet har en annen konsistens enn den fisken som er brakt til land av kystfiskere. Kysttorsken gir mer motstand når filètkniven brukes til trimmeoppgavene, trålfanget fisk skjæres uten bruk av særlig stor kraft på kniven.
- Viktig at råstoffet blir behandlet riktig i forkant, dvs. helt fra fangstredskap og håndtering om bord og frem til foredlingsprosessene. Det er flere prosjekter og arbeid på gang innenfor dette området i regi av Fiskeriforskning og SINTEF

### Veien videre, kommende utfordringer

- I en eventuell videreføring av forprosjektet til et *hovedprosjekt for kveisfjerning* bør det være en forutsetning at en eller flere utstysleverandører er med. Om det er norske eller utenlandske er ikke det viktigste, det viktigste er å oppnå gode resultater og suksess for næringen, men norske utstysleverandører må få muligheten til å bli med. Løsninger som er leverandøreksklusive bør unngås da det kan føre til en uheldig konkurransesituasjon.
- Skal det fokuseres på all typer råstoff, eller skal ferskt råstoff prioriteres fremfor frosset-tint råstoff? Ulikt råstoff kan ha ulike krav til teknologi.
- Det kan være riktig å utvikle og implementere prosessen trinnvis mot full automatisering
- Viktige faktorer for lønnsomhet er prosessens kapabilitet mht. kapasitet og utbytte
- Det var bred enighet om at det bør etableres et *hovedprosjekt for videre utvikling av automatisert kveisfjerning*. Organisering og finansiering av prosjektet må drøftes med FHL Industri og eksport. SINTEF Teknologiledelse ble bedt om å ta initiativ ovenfor FHL om saken.
- Et totalt system for kveisdeteksjon/-fjerning må vurderes integrert i de nye konseptene for filètlinjer (jfr. Pinbone-prosjektet med Marels nye trimmelinje samt ny linje fra Baader). Dersom dette ikke gjøres, vil det oppstå klare ulemper for filètbedriftene når delsystemer skal implementeres i nye linjer som er levert og i bruk. Det er bl.a. viktig at styresystemene kan integreres og utveksle data.

SINTEF viste en skisse for mulig fremdrift fram til et totalt system for deteksjon og fjerning av kveis, se figuren nedenfor. Det var bred enighet på workshopen om at en slik plan burde følges. Planen viser hvordan de to separate utfordringene for utvikling av ny teknologi kan forenes til et totalt system like etter at de respektive metodene er ferdig utviklet i parallelle løp.

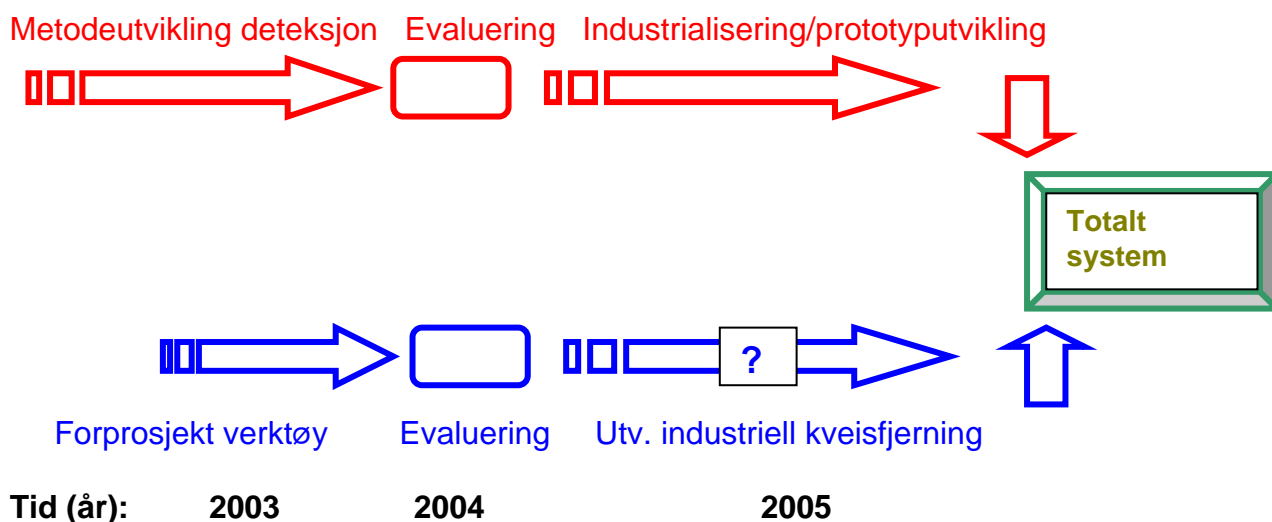


Fig. 6.1 Figuren viser en mulig fremdriftsplan for utvikling av et totalt system omfattende både deteksjon og automatisert fjerning av kveis (og blodflekker). Prosjekt for utvikling av metode for deteksjon av kveis (rød farge) er igangsatt og under arbeid. Forprosjekt for verktøy (blå farge) er prosjektet som denne rapporten omtaler. Det manglende prosjektet pr dato er "Utvikling av industriell kveisfjerning" (blått, merket med spørsmålstegn).

## 6. Konklusjoner

1. I dette forprosjektet er det samlet inn data fra databaser og andre kilder om problemstillingene knyttet til industriell fjerning av kveis i hvitfisk filèt. Det er gjort få relevante funn om *teknologi for automatisert kveisfjerning*. Dagens manuelle metoder er besikket.
2. Det er utført forsøk på laboratoriet for å vurdere metoder for fjerning av kveis med enkle redskap.
3. Det er generert ideer og utviklet enkle verktøymodeller for *automatisert fjerning av kveis* i filèt. Noen av prinsippene er testet i laboratoriet. Testresultatene er evaluert.
4. Det er utviklet et konsept/prinsipp for verktøy for kveisfjerning som kan håndteres av eksempelvis en robot. Roboten må styres av signaler (koordinater i et 3-dimensjonalt system) fra et deteksjonssystem der kveisens beliggenhet i filètene avdekkes med tilstrekkelig stor nøyaktighet.
5. Det er avholdt en workshop i Båtsfjord den 9. desember 2005 der resultatene fra prosjektet ble gjennomgått og problemstillinger knyttet til de industrielle utfordringene ble drøftet. Representanter fra fiskeforedlingsindustrien mente at det bør etableres et *hovedprosjekt for videre utvikling av automatisert kveisfjerning*. Organisering og finansiering av prosjektet må drøftes med FHL Industri og eksport, mente industriens representanter.

## 7. Litteratur

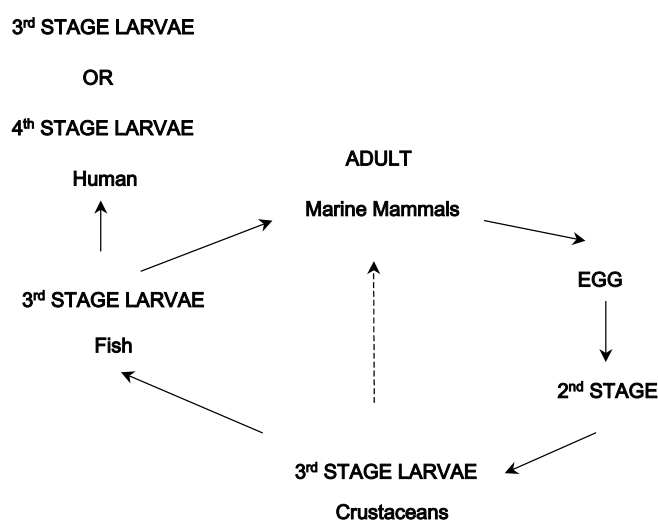
- Halsebakke, Harald, Fiskeindustriens Teknologi Institutt AS. 2003. *Kartlegging av typiske feil ved filetproduksjon. Delrapport: Beskrive variasjoner i råstoffet som har betydning for maskinell plukking av tykkfiskbein i hvitfiskfilet.*
- Bendiksen, B.I. 2000. *Driftsundersøkelsen i fiskeindustrien – oppsummering av inntjeningen og lønnsomhet i 1999.*
- Buljo, J.O. et al. 1999. *Teknologisøk for deteksjon og fjerning av tykkfiskbein i fiskefilet.* SINTEF rapp. STF38 F99236.
- Heia, K. et al. 1997. *Studier av metoder for deteksjon og fjerning av nematoder i hvitfisk.* Fiskeriforskningsrapport 11/1997.
- Heia, K. et al. 2001. *Deteksjon av kveis i fiskemuskel – Evaluering av avbildende spektroskopi som metode.* Fiskeriforskningsrapport 7/2001.
- Buljo, J.O., Thomessen, T., Hveding, A., Skjetne, T., Erikson, U., Nilsen H., Akse, L., Heia K. 2000. *Automatisering av filetproduksjon – evaluering av datamateriale.* SINTEF/Fiskeriforskningsrapp. STF38 F00228.
- Jenks, W.G. et al. 1996. *Detection of Parasite in Fish by Superconducting Quantum Interference Device Magnetometry.* Journal of Food Science, 61 (5), 1996.

## 8. Vedlegg

### Vedlegg 1:

#### **Nematodes (Round worms)**

The life cycle to the Pseudoterranova and Anisakis are pretty much the same. The final hosts of Pseudoterranova are gray seals, sea lions and walruses. Larvae are mostly found in Atlantic Ocean fish since the Atlantic has a large population of gray seals. (Seafood Safety). The life cycle is as shown in Figure 1



**Figure 1 The lifecycle of cod worms.**

1. Eggs released from the mature worms are passed in the feces of marine mammals, which acts as the definitive host.
2. Eggs are passed in the feces. They sink to the sea floor and hatch into second-stage larvae within days or weeks depending upon the water temperature
3. These larvae then rely upon ingestion by marine crustaceans in order to facilitate their continued development into third stage.
4. When the crustaceans is eaten by a fish or squid the larvae migrate into the tissues of the second intermediate host and develop to the advanced third-stage on the viscera or in the muscle.
5. When the infected fish is eaten by a definitive host such as a marine mammal, the larvae are released into the stomach or intestine where they undergo further moults, developing into fourth-stage larvae and eventually adults (Government of Canada).

Third-stage larvae of *A. simplex* are small white worms, 9-36 mm in length, with a straight anterior gut structure. *P. decipiens* are typically reddish-brown in color, 9-58 mm in length, and have an anteriorly projecting intestinal caecum (Parasite identification).

Cooking fish to an internal temperature of 140°F will kill all fish nematodes and tapeworms (Seafood Safety 2)

#### Important factors to infections

There are different factors that are important to infections. In a survey carried out by Harry W. Palm registered different important factors:

- Infestation rate of invertebrates and fish inhabiting areas near large seal population is much higher than that of fish located far away from the seal colonies.
- There is light infestation in shallow coastal water regions. The egg must spend more time in the water column before they reach the ground. The eggs might either drift to the nearby continental slope or get lost after drifting under the shelf ice.
- The first intermediate hosts are the weak point in the life cycle of Antarctic *P. decipiens*. Infective larvae ingested as soon as possible by first invertebrate host are more likely to subsequent host than those remaining longer in the external environment. The third-stage larvae emerge from Pseudoterranova eggs, and the further life cycle depends on the size these larvae reach in their first intermediate host.



- Low water (less than 2°C) temperatures might be another factor leading to lower infestation rates. May be because of diminished larval energy reserve, which are needed for the larvae to leave the egg, in addition to be sensitive to low water temperatures. Higher water temperatures reduce the time of development for *Pseudoterranova* eggs and larvae increase the hatching success as well as the larval infectivity (Harry W. Palm).

An advantage of the liver might be its high concentration of antifreezing proteins, which may help the nematode to survive subzero temperatures.

Another survey was carried out in Canada studying the larval sealworm infections in the fillets and napes (McClelland et al.). The lengths of the larval sealworms were 31-40 cm in length, collected throughout Atlantic Canada between 1980-90. Temporal trend analyses revealed that sealworm infections levels increased significantly in most of the areas. Spatial and temporal distributions of larval *P. decipiens* in plaice seemed to reflect the distribution and growing abundance of gray seals. Increase in levels of infections may also have been promoted by a period of relatively high near-bottom temperature in Atlantic Canadian waters.

While distribution and abundance of definitive host appear to have considerable influence on levels of larval sealworm infection in groundfish, the transmission and proliferation of the parasite may be regulated by other factors, including environmental parameters (temperature), distribution and abundance of intermediate hosts, host feeding behavior, and parasite density-dependent effects.

Changes in the availability of seal prey may also influence *P. decipiens* abundance in seals. With the collapse of cod and other ground fish stocks, the seals have resorted to more frequent exploitation pelagic fish, which are seldom infected with larval sealworm. Under these circumstances the total number of mature sealworm hosted by seal populations may decline, regardless of the growing numbers of seals.

Sealworm infection may prove lethal to fish through damage to vital tissues and organs by feeding and migration nematodes, or, through chemical impairment of the host's ability to forage and avoid predators. Since plaice appear to accumulate sealworm most frequently when small (< 15 cm), the likelihood to survival to 31-40 cm may decline as intensity of infection increases.

Embryonation and larvation of sealworm eggs cease when temperatures fall to the 0-1° C ranges, and pre-hatch mortalities may result from prolonged incubation at these temperatures. After a year at 0°C, 100% of the eggs fail to hatch. Temperature may also affect sealworm transmission and survival indirectly by influencing growth rates, abundance, and distribution of important intermediate hosts.

#### **Health injuries to people caused by sealworms.**

The sealworm infections in fish and other marine mammals may also cause health injuries to people. Anasakiasis is caused by the accidental ingestion of larvae of the nematodes *Anasakis simplex* and *Pseudoterranova decipiens* (UCDavis, chap. 16). *Anasakis simplex* causes direct tissue damage following invasion of the gut wall, development of an eosinophilic granuloma, perforation of the gut and strong allergenic reactions. Worryingly, the *A. simplex* allergens are highly resistant to heat and freezing; therefore, cooking, which should kill the parasites, might not diminish the potency of their allergens. 500 cases are reported in Europe each year (2000 in Japan). The transmission of the food-borne pathogens is clearly related to traditions of consumption of raw or lightly cooked fish. Several fish dishes are considered to be high-risk, including Japanese sushi and sashimi, and Nordic gravlax (Teresa Audicana et al. 2002).

Within hours after ingestion of infected larvae, violent abdominal pain, nausea, and vomiting may occur. If the larvae pass into the bowel, a severe eosinophilic granulomatous response may also occur, causing symptoms mimicking Crohn's disease 1-2 weeks following infections (UCDavis, chap. 16). The first sign of an allergic reaction reported from >100 cases of allergy to *A. simplex* in Spain, appear within 60-120 minutes after ingestion of infected fish, but can take up to 6 hours. (Teresa Audicana et al. 2002)