

## OPPDRAGSRAPPORT

**Matforsk AS** - Norsk institutt for næringsmiddelforskning

Osloveien 1, 1430 Ås  
Tlf. 64 97 01 00

**Rapportnummer:**

**O-8967 Sluttrapport**

**Tilgjengelighet:**

Åpen

<b>Rapportens tittel:</b> Objektiv hurtigmåling av vanninnhold i klippfisk – Utvikling av metode basert på nær-infrarød spektroskopi	<b>Dato:</b> 19.08.04
<b>Prosjektleder/forfatter:</b> Jens Petter Wold	<b>Prosjektleders signatur:</b>
<b>Avdelingsdirektør:</b> Marit Risberg Ellekjær	<b>Avd.dir.'s signatur:</b>
<b>Avdeling:</b> Analysemetodikk	<b>Prosjektnummer:</b> O-8967
<b>Oppdragsgiver:</b> NFR / FHF	<b>Oppdragsgivers ref:</b> 156303/130

### Sammendrag:

Vannmengden i klippfisk er en avgjørende kvalitetsparameter og bestemmende for den prisen produsenten får for fisken. Målsetningen for dette prosjektet har vært å utvikle et instrumentelt system som kan brukes til on-line måling av vanninnhold i klippfisk. Det har vært et samarbeid mellom Fiskeri og Havbruksnæringens Landsforening, Matforsk, SINTEF IKT, Fiskeriforskning og bedriftene WestFish og Jangaard Export. Problemstillingen er komplisert ved at vannet er ujevnt fordelt, fisken er buklet og stiv, varierende i størrelse og farge med varierende mengder salt på overflata. Etter ett års undersøkelser i brukerstyrt NFR prosjekt ble det slått fast at nær-infrarød spektroskopi (NIR) var den metoden som egnet seg best. På basis av en rekke undersøkelser av optiske egenskaper i klippfisk, der både lysspredning og absorpsjon spiller viktige roller for måling av vanninnhold, ble en praktisk løsning skissert. Viktige momenter i denne løsningen er at det måles tilstrekkelig dypt inn i fisken og at det gjøres mange slike målinger over hele fisken. Et system skreddersydd for on-line bruk er utviklet, basert på en kommersiell norsk NIR-skanner (Titech Visionsorts søppelsorteringsmaskin). Systemet kan måle minst en fisk per sekund og estimerer gjennomsnittlig vanninnhold med en målenøyaktighet ned mot  $\pm 0.8$  %-poeng, noe som er vesentlig bedre enn den manuelle bedømmelsen som foregår i dag. Et bilde av vannfordelingen i hver fisk kan også genereres. Resultatene er svært lovende. Nye forsøk viser at systemet også egner seg godt til on-line måling av fett og farge i laksefileter, samt fett i stykninger av kjøtt. Titech har søkt om patent på måleprinsippet. I juni 2004 i Ålesund ble utstyret demonstrert for fiskerinæringa med meget positive tilbakemeldinger. Det er håp om at målesystemet vil bli tatt i bruk industrielt i løpet av 2004/2005. I det følgende kommer en kort oppsummering av arbeidet som er utført samt de viktigste konklusjoner og resultater.

Rapporten/resultatene skal ikke gjengis i utdrag, uten etter skriftlig godkjenning fra Matforsk AS. Det henvises for øvrig til spesielle krav for bruk av Matforsk AS sitt navn i markedsføring.

### **Prosjektgjennomføring**

Dette prosjektet startet 01.11.02 og har vart frem til 30.09.04. Det har vært et oppfølgingsprosjekt til det NFR finansierte prosjektet "Objektiv hurtigmåling av vanninnhold i klippfisk" (NFR nummer 145463/130) og har finansierte utviklingsdelen av prosjektet. Uten disse midlene hadde det vært umulig å jobbe frem de gode og håndfaste resultatene. Vi er meget tilfreds med at det lot seg gjøre for NFR og FHF å delfinansiere prosjektet på denne måten.

I dette prosjektet har vi jobbet meget fokusert med videreutvikling av en metode basert på NIR, forståelse av systemet samt implementering og testing. Det er hovedsakelig MATFORSK og SINTEF EKY som har stått for det faglige arbeidet. Fiskeriforskning har hatt en god rådgivende og konsulterende rolle. Bedriftene har vært med på å diskutere og spesifisere behov, spesialprodusere råstoff, samt bedømmelse av store mengder fisk. Forskere med ulike kompetanse har jobbet sammen med bedriftene for å i fellesskap finne frem til målsetning og viktige utfordringer. Det faglige arbeidet har vært meget fruktbart der de ulike miljøer har lært mye av hverandre. Ingen av miljøene hadde fått til dette alene.

### **Deltakere i prosjektet**

MATFORSK:	Jens Petter Wold (prosjektleder), Vegard Segtnan, Bjørg Narum Nilsen, Frank Lundby, Karin Solgaard
Fiskeriforskning:	Karsten Heia, Heidi Nilsen
SINTEF IKT:	Ib-Rune Johansen, Erik Wold, Jon Tschudi, Alain Ferber, Jens Thielmann
FHL	Arnt-Olav Aarseth
WestFish	Terje Kjølsøy
Jangaard Export:	Knut Haagensen

### **Kort oppsummering av de viktigste momenter i arbeidet**

Det var konkludert med at NIR var den metoden som var best egnet for on-line måling av vanninnhold i klippfisk. I dette prosjektet fokuserte vi på hvordan vi best mulig kunne bruke NIR for on-line målinger på klippfisk. Det var flere utfordringer som måtte løses:

1. Klippfisken er tørr utenpå og fuktig inni. Hvordan måler vi dypt nok inn i fisken og hvor dypt måler vi?
2. I en on-line situasjon er det uønsket å ha fysisk kontakt med fisken. Hvordan gjøre disse målingene kontaktløst?
3. Lysspredning så ut til å være en dominerende optisk effekt i tillegg til lysabsorpsjon. Var det en nyttig effekt eller ødeleggende?
4. Vannet i fisken er ujevnt fordelt. Hvordan gjøre målinger som representerer gjennomsnittlig vanninnhold (målt med den godkjente Tverrsnittsmetoden)?
5. En ting er lab-målinger, men hvordan få dette til å fungere on-line?

Punkt 1 og 2 henger sammen. Vi visste at såkalte transflektansmålinger (man både sender inn og tar imot NIR lys på overflata av fisken, men sørger for at lyset kommer et stykke inn i fisken) ga omtrent like gode resultater som transmisjon (som måler igjennom fisken og dermed sikrer en representativ måling). Slike transflektansmålinger gjøres i dag kun med kontaktprober der lys ledes inn og ut av prøven med optiske fibre. Vi fant ut at en mulig løsning for klippfisken ville være å gjøre slike målinger uten kontakt. Per i dag finnes ikke slike prober kommersielt tilgjengelig. SINTEF EKY designet og konstruerte en slik probe

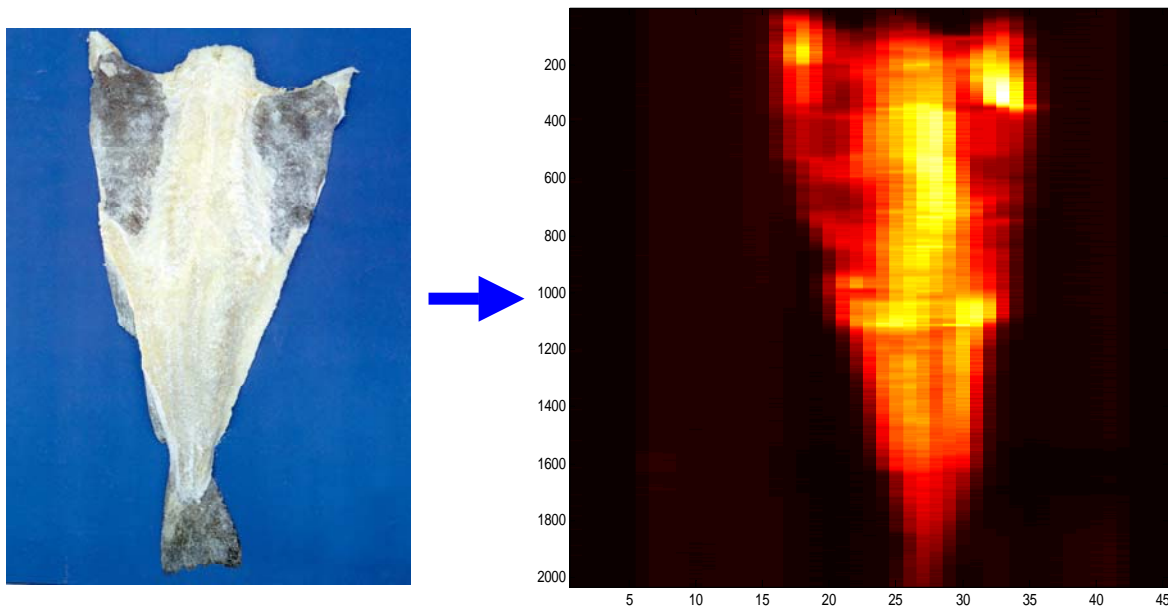
som kunne anvendes på eksisterende NIR -instrument ved MATFORSK. Vi så ved forsøk på intakt og oppmalt klippfisk at denne ikke-kontakt-proben fungerte like godt som den kommersielle kontaktproben. Dette var i seg selv et meget godt og viktig resultat. Tilnærmingen vil kunne vise seg å være meget anvendbar også for andre heterogene næringsmidler. Resultatet ble publisert i New Food (2) 2003.

Undersøkelser viste også at ikke-kontakt proben målte like langt inn i fisken som kontaktproben. I klippfisk måler vi omtrent 12-15 millimeter inn i fisken, noe avhengig av hvor tørr den er. Dette er tilstrekkelig for å få representative målinger og for å unngå for store forstyrrelser fra overflata.

Vanninnholdets effekt på lysspredningen ble undersøkt ved å ta bilder av belyst fisk som gradvis ble tørrere. Disse bildene viser at lyset forplantes kortere jo tørrere fisken er, altså at lysspredningen øker med tørrhet. Det viste seg at lysspredningen alene forklarer så mye som rundt 50% av variasjonen i vanninnhold. Dette stemmer også godt med de analysene vi har gjort på NIR spektra. Lysspredningen hjelper oss dermed til å måle vanninnholdet i dette tilfellet.

Det er som oftest en lang vei å gå fra å få gode resultater med lab-instrumenter til å få til et praktisk on-line system som er egnet for industrielt bruk. I dette tilfellet tok vi sjansen på å modifisere et eksisterende kommersielt system. Det er et system for hurtiganalyse og sortering av plastikkavfall. Det baserer seg på synlig og NIR spektroskopi, er utviklet av SINTEF IKT og produseres og selges av det norske Titec Visionsort.

Basert på våre kunnskaper om klippfiskens optiske egenskaper, har SINTEF IKT gjort de nødvendige modifiseringer i forhold til belysning, detektor, programvare og optimalisering rundt dette. Dette modifiserte systemet måler dypt inn i fisken og det måler NIR spektra fra hele fisken. Det vil si at vi får et bilde av hver fisk, og i hvert punkt i bildet er det et NIR spektrum. Ved å midle NIR-spektra fra en stor del av fisken sørger vi for at det resulterende spekteret er representativt for gjennomsnittlig vanninnhold. Figur 1 viser et slikt bilde av en klippfisk. Målingen kan gjøre på under ett sekund mens fisken passerer under skanneren.



**Figur 1** Multispektralt bilde av klippfisk. Ett NIR spektrum registreres i hvert bildepunkt.

Et avsluttende forsøk var ment å utføres i bedriftene, men praktiske hensyn gjorde at de måtte gjøres ved MATFORSK. Rundt 150 klippfisk av sei og torsk ble målt med den nye NIR skanneren og referanseanalyser for vann ble gjort. Systemet fungerte meget tilfredsstillende rent praktisk. Resultatene er også meget gode. For sei var det mulig å måle vanninnholdet med en nøyaktighet på  $\pm 0.8$  %-poeng. For torsk var det mulig å måle vanninnholdet med en nøyaktighet på  $\pm 1.5$  %-poeng. Begge deler er vesentlig bedre enn det man i dag oppnår ved manuell vraking. Grunnen til at resultatet for torsk ble noe svakere er trolig fordi fiskene som ble brukt i forsøket var meget små.

### **Konklusjon resultater**

Vi har utviklet et industrielt system som er godt egnet for on-line analyse av vanninnhold i klippfisk. Systemet vil ha både større presisjon og kapasitet enn det manuelle vrakere har. Systemet er per i dag en prototype og trenger noe videreutvikling før det kan settes inn i produksjon. Siden systemet ikke er kommersielt kan det ikke umiddelbart tas i bruk i klippfisknæringa.

### **Oppfølging av resultater**

Systemet som er utviklet vil generelt sett egne seg til å måle fett, vann og protein i heterogene næringsmidler. Vi har ved MATFORSK allerede vist at det kan brukes til on-line måling av fett og farge i laksefileter. Det kan trolig også brukes til måling av fett i kjøttstyknings, sammensetning av ost mm. Aktører innen disse bransjene har allerede meldt sin interesse. Det ligger dermed godt an til at dette systemet kan/bør kommersialiseres for bruk på næringsmidler. Vi har allerede formidlet resultatene til saltfisknæringa (demodag i Ålesund), laksenæringa og andre relevante bransjer i Norge

Per i dag er det Titec Visionsort som er den mest sannsynlige kommersialiseringsaktøren siden systemet er basert på deres produkt. Bedriften har nå søkt patent på systemet. Rent teknisk bør systemet oppgraderes med en ny detektor som er noe bedre egnet for det spektrale området vi ønsker å måle i. Det vil også være nødvendig å lage en helautoamtisk rutine som ekstraherer og prosesserer den nødvendige informasjonen fra de spektrale bildene som genereres.



**Figur 2** Innledende undersøkelser med NIR skanneren ved SINTEF IKT.

### **Demodag i Ålesund**

11. mai 2004 ble vannmålingsutstyret demonstrert ved WestFish i Ålesund. FHL ved Arnt-Olav Aarseth inviterte inn salt- og klippfisknæringa til en presentasjon av prosjektet samt fremvisning og demonstrasjon av skanneren. Jens Petter Wold (Matforsk) og Jens Thielmann (Sintef IKT) monterte utstyret hos WestFish dagen før.

Rundt 20 sentrale aktører fra næringa kom for å se på utstyret. Et større sett med klippfisk av varierende kvalitet og fuktighet ble plukket ut fra produksjonen til WestFish av erfarne vrakere. Vanninnholdet ble vurdert. Fiskene ble så kjørt igjennom maskinen som beregnet vanninnhold basert på kalibreringsmodeller fra prosjektet. Det målte vanninnholdet stemte godt overens med vurderingen til erfarne fagfolk. Systemet fikk følgelig en meget positiv mottagelse. Flere presseoppslag fulgte i kjølvannet av denne demodagen.



Demodag i Ålesund.

### **De viktigste formidlingstiltakene i prosjektet**

2-3 Presentasjoner i bacalaoforum

Demodag i Ålesund