

**SINTEF Fiskeri og havbruk AS**

Postadresse: 7465 Trondheim  
Besøksadresse:  
SINTEF, Forskningscenteret på Rotvoll  
Arkitekt Ebbellsvei 10  
7053 Ranheim  
Telefon: 73 59 56 50  
Telefaks: 73 59 56 60  
E-post: [fish@sintef.no](mailto:fish@sintef.no)  
Internet: [www.fish.sintef.no](http://www.fish.sintef.no)

Foretaksregisteret: NO 980 478 270 MVA

**SINTEF RAPPORT**

TITTEL

**Pelagisk kvalitet  
Sesongvariasjoner i næringsverdi og fettsammensetning i NVG  
sild og makrell**

FORFATTER(E)

Eva Falch, Ida Aursand og Hanne Digre

OPPDRAKSGIVER(E)

FHL industri og eksport / Pelagisk forum, Innovasjon Norge, FHF

RAPPORTNR.	GRADERING	OPPDRAKSGIVERS REF.	
SFH80 A065018	Åpen	Jan Thorsen	
GRADER. DENNE SIDE	ISBN	PROSJEKTNR.	ANTALL SIDER OG BILAG
Åpen	82-14-03877-4	850099.10	23 (+2)
ELEKTRONISK ARKIVKODE		PROSJEKTLEDER (NAVN, SIGN.)	VERIFISERT AV (NAVN, SIGN.)
		Hanne Digre <i>Hanne Digre</i>	Stig Jansson <i>Stig Jansson</i>
ARKIVKODE	DATO	GODKJENT AV (NAVN, STILLING, SIGN.)	
	06-02-02	Marit Aursand, forskningssjef <i>Marit Aursand</i>	

## SAMMENDRAG

Målet med dette delprosjektet har vært å øke kunnskapen om variasjon i kjemisk sammensetning i NVG sild og makrell som funksjon av fangstsesong, fiskestørrelse samt hvor i fisken prøvene tas ut. En systematisk kartlegging av innhold av fett, omega-3, protein, vann og aske er derfor gjennomført i den perioden hvor det utføres kommersiell fangst av disse artene. Fettinnhold, som er en viktig kvalitetsparameter i forbindelse med anvendelse av pelagisk fisk, varierte mellom de ulike månedene forsøksfangstene ble utført. I NVG sild varierte fettinnhold i filet mellom 8 og 20 %, med høyere verdier målt i de første månedene av året sammenlignet med de tre siste. I makrell lå fettinnholdet mellom 17 og 35 % med markante forskjeller mellom de ulike uttakene samt betydelige år til år variasjoner. Omega 3 innholdet utgjorde 2g/100g sild og 5g/100 g makrell. Det ble funnet signifikante forskjeller i omega-3 innhold mellom uttakene for begge arter, og i sild ble det funnet lavere konsentrasjon av totalt omega-3, polyumettede fettsyrer, og de marine omega-3 fettsyrene (20:5n-3/EPA og 22:6n-3/DHA) i de første månedene av året sammenlignet med de siste. Det ble funnet effekt av fiskestørrelse på næringsverdi i begge arter, og fettinnholdet økte generelt med fiskestørrelsen. Både i sild og makrell ble det funnet lavere konsentrasjoner av omega-3 i filet fra den minste fisken. Videre ble det funnet forskjeller i fettinnhold i de ulike delene av fileten, samt klare forskjeller mellom to ulike prøveuttaksmetoder som ble undersøkt (hel filet og et spesifikt snitt). Dette understreker betydningen av å benytte like prøveuttaksrutiner ved sammenligning av resultater. I tillegg til de resultater som er beskrevet viser rapporten data fra fettklasseanalyse samt tilgjengelige mengder av ulike biprodukter som oppnås under produksjon av NVG sild og makrell. Data som her er oppnådd vil legge grunnlag for bedre forutsigbarhet om råstoffets sammensetning til å gi optimal anvendelse råstoffet.

STIKKORD	NORSK	ENGELSK
GRUPPE 1	Næringsverdi	Proximate composition
GRUPPE 2	Pelagisk fisk	Pelagic fish
EGENVALGTE	Lipid sammensetning	Lipid composition
	Prøveuttak	Sampling

## INNHALDSFORTEGNELSE

<b>1</b>	<b>Innledning</b> .....	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Målsetting</b> .....	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>Arbeidsbeskrivelse</b> .....	<b>4</b>
	3.1 NVG Sild.....	5
	3.2 Makrell .....	6
	3.3 Analyse av næringsverdi (fett, vann, protein og aske).....	7
	3.4 Fettsammensetning.....	8
	3.5 Fettfordeling analysert ved lav felts NMR.....	8
	3.6 Statistisk bearbeiding .....	9
<b>4</b>	<b>Resultater</b> .....	<b>10</b>
	4.1 NVG Sild.....	10
	4.1.1 <i>Effekt av sesong</i> .....	10
	4.1.2 <i>Effekt av størrelse</i> .....	13
	4.1.3 <i>Effekt av prøveuttak</i> .....	15
	4.1.4 <i>Forskjeller i fettinnhold i ulike deler av sildefilet</i> .....	15
	4.2 Makrell .....	16
	4.2.1 <i>Effekt av sesong</i> .....	16
	4.2.2 <i>Effekt av størrelse</i> .....	19
	4.2.3 <i>Forskjeller i fettinnhold i ulike deler av makrellfilet</i> .....	20
	4.3 Biprodukter.....	21
	4.3.1 <i>NVG sild</i> .....	21
	4.3.2 <i>Makrell</i> .....	21
<b>5</b>	<b>Konklusjon og videre arbeid</b> .....	<b>22</b>

## 1 Innledning

Prosjektet ”Pelagisk kvalitet – fra hav til fat”, er et større samarbeid mellom Fiskeri- og Havbruksnæringens Landsforening (FHL) ved Pelagisk Forum, Norges Sildesalgslag (NSSL), flere fartøy<sup>1</sup>, mottaksbedrifter<sup>2</sup> og eksportører<sup>3</sup> samt flere FOU-institusjoner<sup>4</sup>. Instituttvirksomheten ledes og koordineres av SINTEF.

Målet med prosjektet er å øke verdiskaping og lønnsomhet i pelagisk sektor gjennom å sikre optimal kvalitet på pelagisk råstoff til konsum innenfor alle deler av verdikjeden, fra havmiljø til marked. I denne delen av prosjektet har målet vært å øke kunnskapen om variasjon i kjemisk sammensetning i NVG sild og makrell som funksjon av fangstsesong, fiskestørrelse samt hvor i fisken prøvene taes ut. En systematisk kartlegging og dokumentasjon av kjemisk sammensetning er av stor betydning for å kunne treffe riktige valg med hensyn til håndtering, produksjon og anvendelse av råstoffet. Slik kan både kvalitets- og prismessige gevinster oppnås og en kan møte dagens og fremtidige krav fra myndigheter og markeder. Økt kunnskap om kjemisk sammensetning vil kunne gi den pelagiske næringen et bedre grunnlag for forutsigbarhet om kvalitet på fangsten noe som igjen kan benyttes til optimal anvendelse om råstoffet.

Fettinnhold er en av de viktigste parametrene i forbindelse med kvalitetsvurdering av pelagisk fisk og kundene har klare spesifikasjoner for ulike produktgrupper (eks. Matjes sild:16- 18 %; Bismarck: 10-14% til det polske markedet). Det er kjent viten at kjemisk sammensetning i pelagisk fisk varierer med årstiden. Dette har sammenheng med bl.a. tilgang på næring, fiskens vandring og gyting og gjelder spesielt hovednæringsstoffer som fett og proteiner. Sild lagrer fett hovedsakelig under skinnen og i lys muskel, og disse vevene utgjør totalt 50 – 70 % av den totale fettmengden i høst- og vinterfanget sild av begge kjønn. I tillegg finnes det fettdepoter i hode, mørk muskel, bukepitel og ryggbein. I høstfanget sild kan det dessuten forekomme betydelige mengder fett (25 – 30 %) rundt innvollene. Fettet er innsprengt mellom enkelte muskelceller og grupper av muskelceller i mange av muskelsystemene. En vesentlig del av fettet finnes i fettceller, selv om deponering av mindre mengder fett i muskelceller synes å forekomme. I makrell, som i sild, er området under skinnen og lys muskel de to viktigste fettdepotene. Disse inneholder totalt 60 – 70 % av den totale fettmengden i vår- og høstfanget makrell av begge kjønn. Den resterende delen av fettet finnes i første rekke i hodet (10 – 20 %) samt mindre mengder i ryggbein, innvoller, mørk muskel og bukepitel. I likhet med sild er fettet sprengt inn mellom muskelceller. En vesentlig del av fettet finnes i fettceller, selv om deponering av mindre mengder fett i muskelceller synes å forekomme (1).

Den kjemiske sammensetningen i fisk påvirkes generelt av forhold i forbindelse med gyting. Silda tar ikke til seg føde i forbindelse med gytevandringen og oppspart energi vil benyttes til utvikling av gonader noe som igjen har betydning for den kjemiske sammensetningen i ulike deler av fisken. Gytevandringen til NVG sild starter i midten av januar og foregår hovedsakelig i perioden februar til mars i området fra Lofoten til Lista (2). Ved norskekysten gyter silda over hard bunn med fjell, grus, skjellsand og liknende, oftest på 40-70 m dyp. I gytetiden har sjøvannet en temperatur på 5 – 7 °C og en saltholdighet på 33 – 34 ‰. (3). Etter gytingen vandrer silda til havs, til et område mellom Spitsbergen og Island for å beite på de rike planktonmengdene der før den søker til vinteroppholdsstedene (se Fig. 1) (3). Sild livnærer seg av små krepsdyr, fiskeegg og yngel. I likhet med sild, varierer også makrellens fødeinntak gjennom året. En stor del av

<sup>1</sup> ”M/S Bøen Jr.”, ”M/S Traal”, ”M/S. Zeta” og ”M/S Libas”

<sup>2</sup> Bergen Fiskeindustri AS og Lofoten Pelagiske

<sup>3</sup> Athena Seafood og Seastar International

<sup>4</sup> SINTEF Fiskeri- og havbruk AS, Møreforskning og NIFES

makrellen overvintrer utenfor Sør-Vest Norge. I denne perioden er fødeinntaket lavt. Makrellen gyter oppunder land og til havs i sentrale deler av Nordsjøen i perioden april til juli (3; [www.sildelaget.no](http://www.sildelaget.no)). Makrellen blir kjønnsmoden ved en alder av 4 år. I august- september trekker makrellen bort fra kysten. Voksen makrell ernærer seg hovedsakelig på krepsdyr eller yngel av brisling, sild og torskefisker, men også i en viss utstrekning årets makrellunger (3).

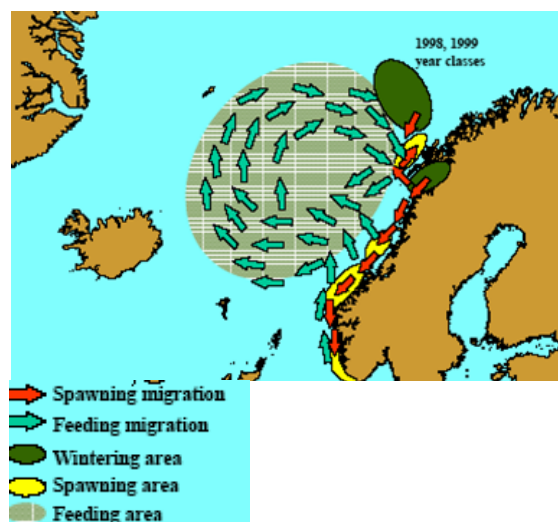


Fig. 1. Sildas vandringer 1993-1999 (3).

## 2 Målsetting

Studere råstoffegenskaper i NVG sild og makrell ved å dokumentere innhold av fett, omega-3, protein, vann, og aske gjennom fangstsesongen.

## 3 Arbeidsbeskrivelse

Arbeidet ble delt i følgende aktiviteter:

1. Undersøke næringsverdi (fett, protein, vann og aske) og sammensetning av fett (fettsyre- og fettclassesammensetning) i NVG sild og makrell hvor effekt av fangstsesong, år og fiskestørrelse er variable.
2. Studere fettinnhold i ulike deler av sildefilet inkludert et standardsnitt.
3. Undersøke mengder og fettinnhold i ulike biprodukter (hode, innmat, avskjær) fra NVG sild og makrell

Aktivitet 3 var ikke en del av den opprinnelige forsøksplanen, men SINTEF valgte å benytte det samme prøvematerialet til å finne tilgjengelige mengder av biprodukter for å kunne gi svar på industriens eventuelle fremtidige behov.

### 3.1 NVG Sild

NVG sild ble fangstet gjennom en periode fra september 2003 til februar 2005. Silda ble fangstet i den perioden hvor det utføres kommersielt fiske av NVG sild (fangstfelt og fangstdato er vist i vedlegg 1). Silda ble frosset ved landing av fangsten og deretter sendt til laboratoriet i Trondheim for kjemisk analyse. Vekt og lengde ble registrert. Silda ble filetert og avskinnert manuelt (sølvhinnen ble beholdt) og hele filetene ble benyttet som basis til de kjemiske analysene. Forsøksplanen er vist i tabell 1 og 2.

**Tabell 1.** Uttaksplan for NVG sild

Uttak	2003			2004			2005		
	Sept <sup>1)</sup>	Okt <sup>1)</sup>	Nov <sup>1)</sup>	Jan <sup>1)</sup>	Feb <sup>1)</sup>	Sept <sup>3)</sup>	Okt <sup>2)</sup>	Nov <sup>2)</sup>	Feb <sup>2)</sup>
NVG sild	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<b>Total fett</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>
<b>Fett klasser</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>
<b>Fettsyrer</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>
<b>Vann</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>
<b>Total protein</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>
<b>Aske</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>

<sup>1)</sup> 5 batcher med 6 fisk i hver batch

<sup>2)</sup> 5 batcher med 3 fisk i hver batch

<sup>3)</sup> 4 batcher med 2 kg fisk i hver batch

Kjemisk sammensetning ble undersøkt med hensyn til effekt av årstid og fiskestørrelse. I tillegg ble det undersøkt fettinnhold i ulike deler av sildefiletten samt fettinnhold ved ulike metoder for prøveuttak. For å studere effekt av årstid ble det benyttet ulike størrelser av NVG sild (gjennomsnittlig vekt på 345 g)(se tabell 2). For å studere effekt av fiskestørrelse ble det ved prøveuttak september 2004 tatt ut fisk i tre ulike størrelsesgrupper: <200 g, 2-400 g og >400 g.

**Tabell 2.** Slaktedata for sild.

Fangsttid	vekt			lengde					
	antall fisk	vekt g	stdev	Min	max	cm	stdev	min	max
Sep_03	30	428.7	27.5	371.1	475.9	30.7	0.8	29.5	33.0
Okt_03	30	384.0	46.1	290.0	478.0	30.3	1.1	27.5	33.0
Nov_03	30	303.1	58.5	187.0	483.0	29.6	1.8	25.5	33.0
Jan_04	30	383.2	33.7	298.4	450.3	31.0	0.9	29.0	33.0
Feb_04	30	325.8	31.6	266.7	385.9	30.0	1.3	27.5	33.0
Sep_04	24	316.9	76.7	170.4	424.9	27.9	2.2	22.5	30.5
Okt_04	15	382.4	51.9	253.7	460.4	29.6	1.4	26	31.0
Nov_04	15	312.6	41.8	259.6	378.3	28.6	1.5	26.5	31.0
Feb_05	15	272.4	47.3	136.4	350.5	27.9	1.0	26.5	29.0
<i>Størrelser</i>									
Sep_04- <sup>1)</sup>	40	169.3	19.2	136.0	225.4	23.2	1.0	21.5	27.0
Sep_04 <sup>2)</sup>	24	316.9	76.7	170.4	424.9	27.9	2.2	22.5	30.5
Sep_04+ <sup>3)</sup>	19	433.7	25.7	397.9	482.1	30.8	0.5	30	31.5
<i>Prøveuttak</i>									
Okt_03 <sup>4)</sup>	9	396.4	58.2	286.9	481.8	30.3	1.1	29.0	32.5
Okt_03	30	384.0	46.1	290.0	478.0	30.3	1.1	27.5	33.0

<sup>1)</sup> Små sild, størrelse <200 g

<sup>2)</sup> Medium størrelse 4-600 g

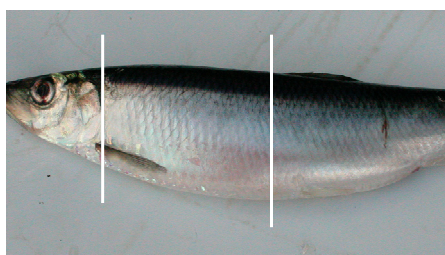
<sup>3)</sup> Store sild, størrelse >400 g

<sup>4)</sup> Standard snitt for å undersøke effekt på fett% (Fig. 3)

Forskjeller i fettinnhold, i ulike deler av fileten, ble undersøkt ved bruk av lavfelts kjerne magnetisk resonans (NMR) (beskrevet nedenfor)

For å studere effekt av prøveuttaksmetode på målt fettinnhold, ble det ved uttaket oktober 2003 benyttet to ulike metoder for prøveuttak:

- Metode 1: Muskel fra hele fileter med sølvhinne ble kværnet og fett ble ekstrahert. Dette er den uttaksmetoden som generelt ble benyttet til alle uttakene.
- Metode 2: Fett ble ekstrahert fra et spesifisert kutt fra et utvalg av de samme fiskene. Snittet ble tatt ut fra ryggfinne til nakke som illustrert på bildet i Fig. 2



**Fig. 2** Prøveuttak av et spesifisert standardsnitt av NVG sild for fettmålinger. Snittet er tatt ut fra sløyd fisk fra ryggfinne til nakke.

### 3.2 Makrell

Makrell ble fangstet gjennom en periode fra september 2003 til oktober 2004. Makrellen ble fangstet i den perioden hvor det utføres kommersielt fiske av makrell (fangstfelt og fangstdato er vist i vedlegg 1). Makrellen ble frosset ved landing av fangsten og deretter sendt til laboratoriet i Trondheim for kjemisk analyse. Vekt og lengde ble registrert. Makrellen ble filetert og avskinnert manuelt, og hele filetene ble benyttet som basis til de kjemiske analysene. Forsøksplanen er vist i tabell 3 og 4.

**Tabell 3.** Uttaksplan for makrell

Uttak	2003		2004		
	Sept <sup>1)</sup>	Nov <sup>1)</sup>	Sept <sup>2)</sup>	3 Okt <sup>1)</sup>	24 Okt <sup>1)</sup>
Makrell	x	x	x	x	x
<b>Total fett</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>
<b>Fett klasser</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>		<b>x</b>
<b>Fettsyrer</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>		<b>x</b>
<b>Vann</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>
<b>Total protein</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>
<b>Aske</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>

<sup>1)</sup> 5 batcher med 3 fisk i hver batch

<sup>2)</sup> 4 batcher med 2 kg fisk i hver batch

Kjemisk sammensetning ble undersøkt med hensyn til effekt av årstid og fiskestørrelse. I tillegg ble det undersøkt fettinnhold i ulike deler av makrellfileten. For å vurdere årstidsvariasjoner ble det benyttet ulike størrelser av makrell (gjennomsnittlig rund vekt på 577 g)(se tabell 4). I oktober 2004 ble det gjennomført prøveuttak både 3 og 24 oktober. For å studere effekt av fiskestørrelse ble det ved prøveuttak september 2004 tatt ut fisk i tre ulike størrelsesgrupper: <2-400 g, 4-600 g og >600 g.

**Tabell 4.** Slaktedata for makrell.

Fangsttid	antall fisk	vekt				lengde			
		vekt g	stdev	min	max	cm	stdev	min	max
Sep_03	15	598.1	77.6	500.5	745.2	35.5	1.6	33.0	39.0
Nov_03	15	612.3	118.0	412.2	837.8	35.9	2.0	32.0	39.0
Sep_04	25	609.6	125.9	404.9	871.2	36.0	2.3	31.5	40.0
3.Okt_04	15	531.4	181.6	304.4	793.6	34.4	3.1	30.0	39.5
24.Okt_04	15	532.4	133.2	309.8	781.1	34.4	2.5	30.5	38.0
<i>Størrelser</i>									
Sep_04- <sup>1)</sup>	52	304.4	38.2	230.2	409.3	29.5	1.2	27.0	32.5
Sep_04 <sup>2)</sup>	25	609.6	125.9	404.9	871.2	36.0	2.3	31.5	40.0
Sep_04+ <sup>3)</sup>	22	721.7	67.1	616.0	829.1	37.1	1.2	34.5	39.5

<sup>1)</sup> Små makrell, størrelse 2-400 g

<sup>2)</sup> Medium størrelse 4-600 g

<sup>3)</sup> Store makrell, størrelse >600 g

Forskjeller i fettinnhold, i ulike deler av fileten, ble undersøkt ved bruk av lavfelts kjerne magnetisk resonans (NMR) (se nedenfor)

### 5.3 Analyse av næringsverdi (fett, vann, protein og aske)

#### Totalt lipid/fett innhold

Fettekstrahering ble utført ved bruk av metode av Bligh & Dyer (4)

#### Vann og aske

Vanninnhold ble funnet ved beregning av fordampet vekt under tørking ved 105 °C i 24 timer. Tørkede prøver ble videre forasket i glødeovn ved 600°C i 12 timer. Prøvene ble tatt ut av glødeovnen til avkjøling og veiing ved prøvetemperatur på 100°C.

#### Totalt protein

Totalt protein ble analysert ved bruk av Kjeldahls metode ”*The determination of nitrogen according to Kjeldahl using block digestion and steam distillation*”, Application note AN300, Perstorp Analytical/Tecator AB, 1995, s. 9-11”. Det ble utført parallelle prøver. .

Modifikasjoner/spesifisering av metoden:

- Innveid mengde prøve var ca 1,5 g (med 0,1 mg nøyaktighet) per parallell.
- Det ble tilsatt 12 ml konsentrert H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> per parallell
- Oppslutningstid var 60 minutter
- Destillasjonen foregikk i Kjeltec 1026 Distillation Unit
- Det ble titrert mot 0,5000 M HCl.
- Omregningsfaktor fra nitrogen til protein benyttet: 6,25



Analysene ble utført av Høgskolen i Sør Trøndelag.

### 3.4 Fettsammensetning

#### Fettklassefordeling:

Fettklasse fordelingen ble funnet ved tynnsjiktseparasjon som beskrevet i Falch et al (5). Kloroform ekstrakter (1 ml, konsentrasjon 20 mg/ml) ble applisert på Chromarod SIII staver, kondisjonert med mettet NaCl og overført til løsningsmiddelsystemet bestående av hexan/dietyl ether/formic acid (85:35:0.04). Separasjonen ble utført ved bruk av et Iatroscan instrument bestående av en flamme ioniserende detektor (Iatron Laboratories, Tokyo, Japan). Fettklassegruppene er uttrykt som areal% (relativt forhold i % av total fett).

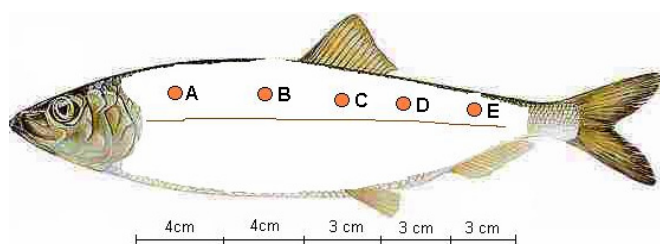
#### Fettsyresammensetning:

Fettsyrer ble metylert etter metode av Metcalfe et al (6) etterfulgt av gasskromatografisk separasjon ved bruk av en Carbo Erla HRGC 5160 gasskromatograf med FID deteksjon. Det ble benyttet on-column injisering på en Omegawax 320 (Supelco) kapliær kolonne. Fettsyre-resultatene er oppgitt som % av total mengde fettsyrer (areal%), samt kvantitativt oppgitt som vekt% i mg/g lipid. Metoden er videre beskrevet i Falch et al (5).

### 3.5 Fettfordeling analysert ved lav felts NMR

#### *NVG sild*

Fettinnholdet i NVG sild ble målt ved hjelp av lavfelts (LF) NMR. Fisken var fangstet 11.- 12. oktober 2003 og veide 350 – 370 gram. Det ble tatt ut prøver fra fileter som vist i Fig. 3. Prøvematerialet bestod av seks ferske og seks fryste saltede sildefileter.



**Fig. 3** Prøveuttak for fettmålinger av NVG sild.

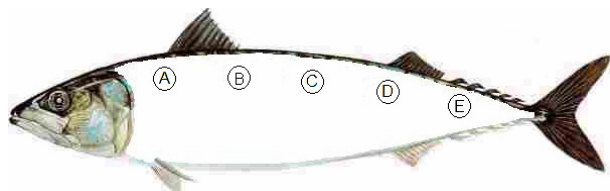
#### *Makrell*

Fettinnhold i fersk frosset makrell ble bestemt ved hjelp av lavfelt NMR. Metoden er utviklet ved SINTEF Fiskeri og Havbruk AS (metodebeskrivelse i ref 7) og er hurtig og ikke-destruktiv. Prøvematerialet til NMR-målingene bestod av ni makrell delt inn i tre ulike grupper, se Tabell 5.

**Tabell 5.** Oversikt over råstoffet, middelverdi ± standardavvik.

	Rundvekt [g]	Filetvekt [g]	Lengde [cm]
> 600 g	744 ± 66	235 ± 20	29 ± 0
4-600 g	505 ± 6	167 ± 8	32 ± 1
2-400 g	310 ± 17	100 ± 5	36 ± 1

Fisken var fangstet i august 2004 og frosset ned. Fisken ble tint i kjølerom (4 °C) over natt etterfulgt av filetering. Prøver ble tatt ut som vist i Fig. 4. Prøveuttakene var ellers identiske for makrell og NVG sild. Prøvene ble stemplet ut med sylindere (høyde – ca. 1, cm, diameter – 0.5 cm) direkte fra filetoverflaten (filetens innside). Forsøkene ble utført på et stasjonært ”bench-top” LF NMR instrument; Minispec mq 20 (Bruker Optik GmbH, Tyskland). Forsøkene ble utført ved romtemperatur (20°C).



**Fig. 4.** Prøveuttak for fettmålinger av makrell.

### 3.6 Statistisk bearbeiding

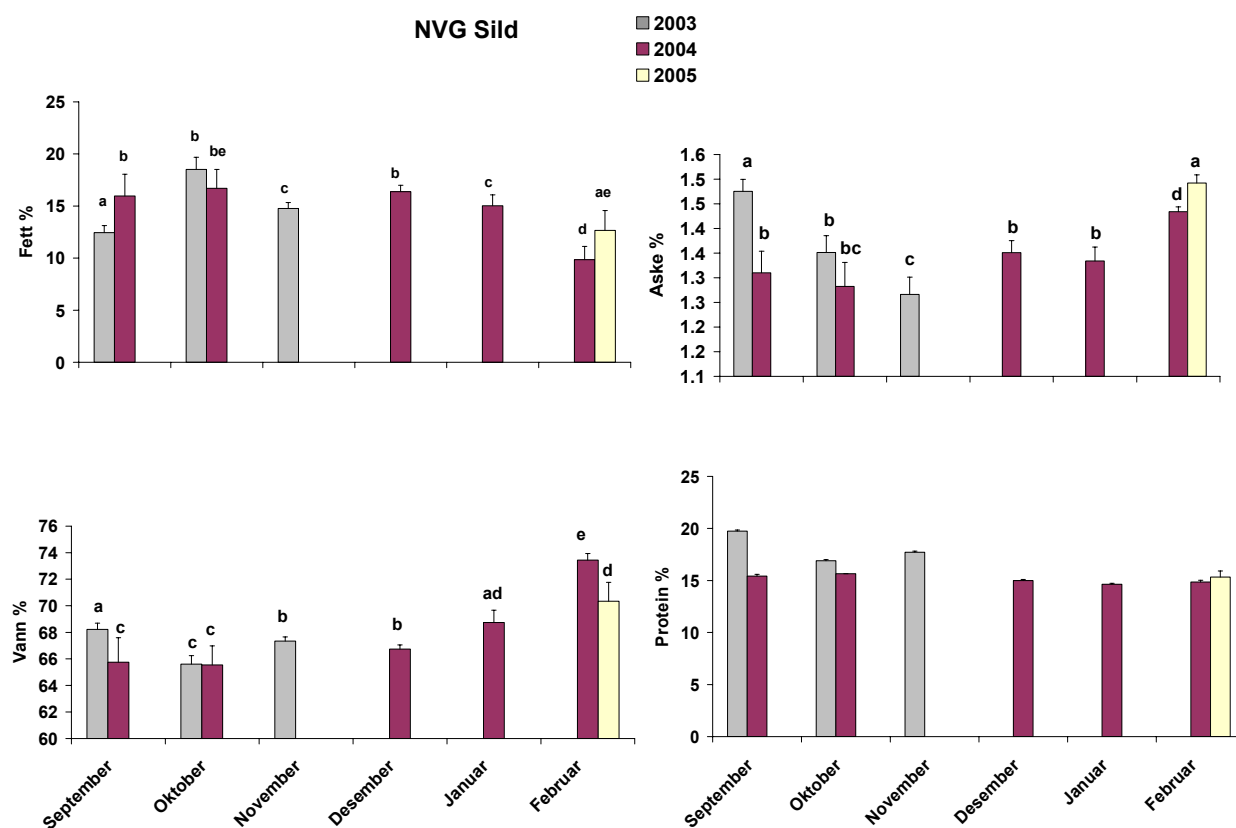
Kjemiske data er generelt oppgitt som gjennomsnitt  $\pm$  standardavvik og det ble benyttet variansanalyse (ANOVA) for å finne hvilke prøver som var signifikant forskjellige. Det ble benyttet et signifikansnivå på 0.05 %. Resultater fra ANOVA er illustrert i figurer og tabeller ved å merke resultatene fra prøver som er signifikant forskjellige seg i mellom med ulike bokstaver, mens de prøvene hvor man ikke kan påvise forskjell er merket med en eller flere like bokstaver (har en eller flere felles bokstaver). Multivariat dataanalyse ble utført for fettsyredataene ved bruk prinsipal komponent analyse (PCA). Disse analysene ble utført ved bruk av skalering (autoscaling).

## 4 Resultater

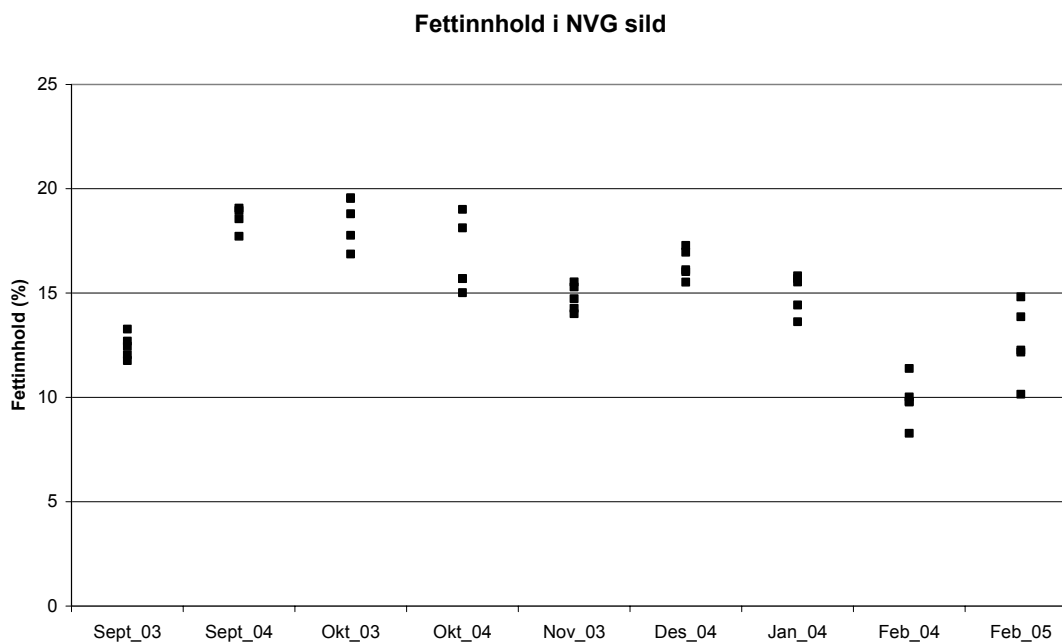
### 4.1 NVG Sild

#### 4.1.1 Effekt av sesong

Næringsverdien i sild (snittvekt 345 g) gjennom sesongen er vist i Fig. 6, og fettinnholdet i hver av de ulike batchene er vist i Fig. 7. Fettinnholdet i hel fillet varierer mellom 8 – 20 % over året med generelt høyere verdier funnet i de første månedene av året. Vanninnholdet varierer mellom 65 og 74 % og er høyest når fettinnholdet er på det laveste. Proteininnholdet varierer mellom 15 og 20 %. Det er funnet signifikante årstidsvariasjoner, men også markante forskjeller er funnet mellom prøver tatt ut i samme periode mellom ulike år.

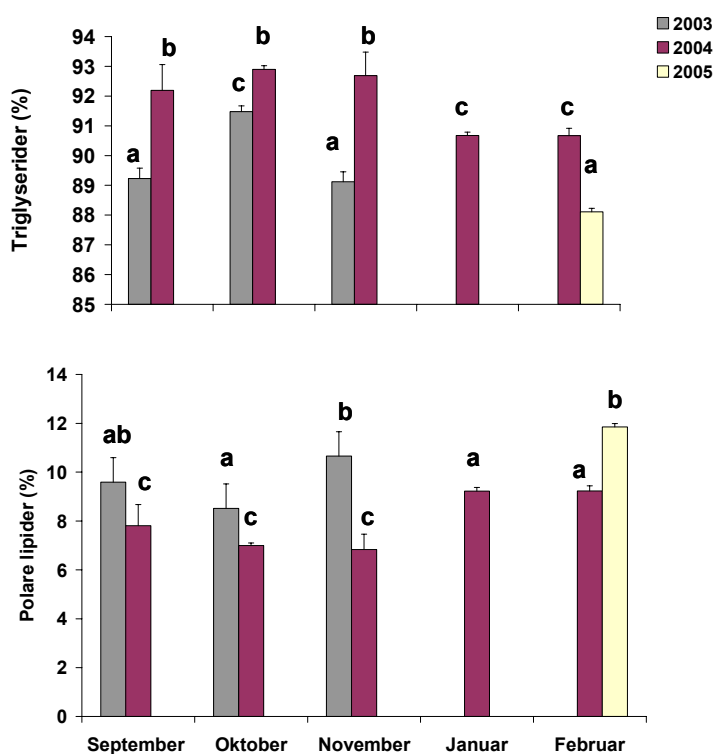


**Fig. 6.** Sesongvariasjoner i næringsverdi i fillet av NVG sild (snittvekt 345 g). Bokstavene overfor kolonnene (a-e) viser resultater av ANOVA test. (se forklaring under kap. 3.6). Proteinverdiene er basert på batch-analyser og standardavvik representerer derfor usikkerhet i analysemetode.



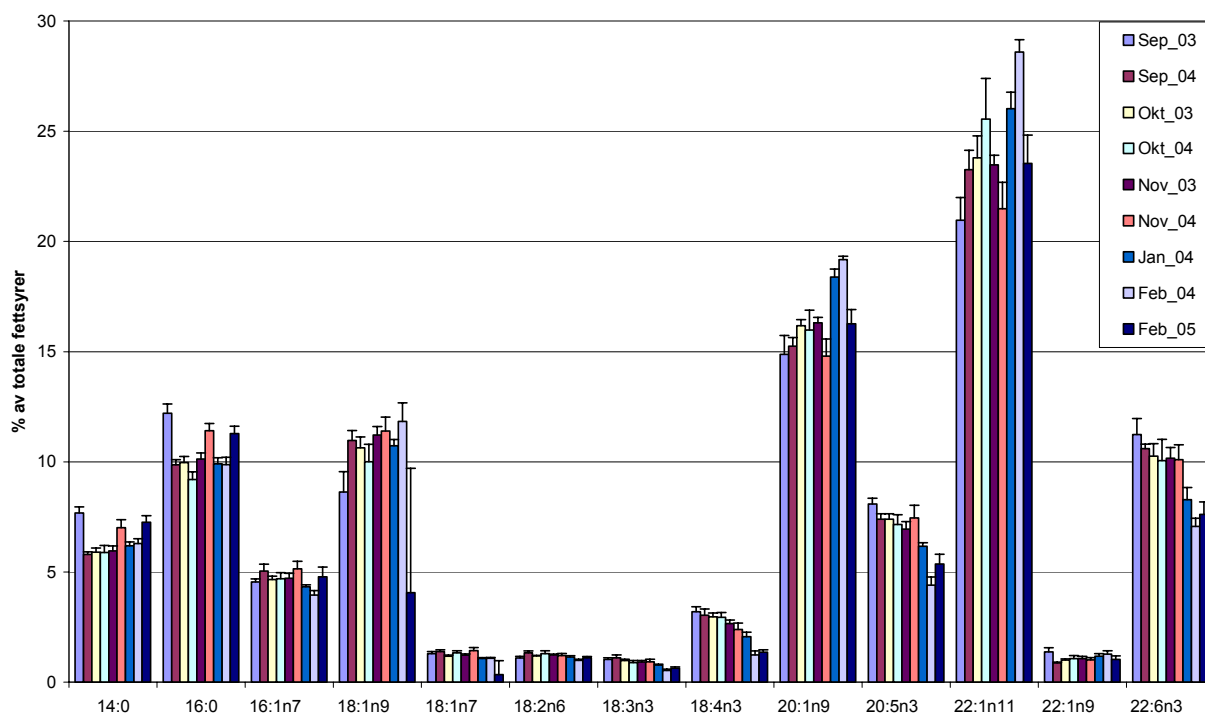
**Fig. 7.** Fettinnhold i sildefilet (NVG) hvor hver av punktene viser fettinnhold i ulike batcher. (beskrevet i Tabell 1)

Fettklasse sammensetningen er vist i Fig. 8. Lipidene i sild består hovedsakelig av nøytrale triglyserider (89-93 %) og noe mindre mengder polare lipider (7-11 %). Kolesterolinnholdet utgjør mellom 0 og 0.3 % av det totale fett i sildefilet. Det er funnet variasjoner mellom de ulike uttakene, men år til år variasjonene ser ut til å være en like viktig årsak til de variasjonene som er funnet. I uttakene i år 2004 ble det funnet signifikant lavere innhold av triglyserider i de første månedene av året (januar og februar) sammenlignet med de siste (september til november).



**Fig. 8.** Andel triglyserider og polare lipider i NVG sild målt i prosent av total lipid. Bokstavene overfor kolonnene (a-c) viser resultater av ANOVA test. (se forklaring under kap. 3.6).

Fettsyresammensetningen i sildefiletene er vist i Fig 9. De helsebringende langkjedede omega-3 fettsyrene er godt representert med 7-12 % docosahexaenoic syre (DHA, 22:6n-3) og 4-7 % eicosapentaenoic syre (EPA, 20:5 n-3) (% av totale fettsyrer).



**Fig. 9.** Fettsyresammensetning i NVG sild. De fettsyrene som er presentert her utgjør > 1 % av de totale fettsyrene.

**Tabell 6.** Fettsyresammensetning (% av totale fettsyrer) i sildefilet. Omega-3 fettsyrer: n-3; PUFA: polyumettede fettsyrer; MUFA: monoumettede fettsyrer; SFA. Mettede fettsyrer.

	n-3	PUFA	EPA	DHA	MUFA	SFA
Sept_03	24.6 (± 1.3)	26.4 (± 1.5)	8.1 (± 0.3)	11.2 (± 0.7)	52.8 (± 3.3)	20.8 (± 0.8)
Sept_04	23.2 (± 1.5)	25.0 (± 1.6)	7.4 (± 0.3)	10.6 (± 0.4)	57.9 (± 3.0)	16.9 (± 0.5)
Okt_03	22.8 (± 1.1)	24.4 (± 1.1)	7.4 (± 0.2)	10.3 (± 0.6)	58.6 (± 2.1)	17.0 (± 0.5)
Okt_04	22.0 (± 1.8)	23.8 (± 2.0)	7.2 (± 0.4)	10.0 (± 1.0)	59.7 (± 4.2)	16.2 (± 0.8)
Nov_03	21.8 (± 1.1)	23.6 (± 1.3)	6.9 (± 0.3)	10.2 (± 0.5)	59.2 (± 1.5)	17.2 (± 0.5)
Nov_04	21.7 (± 1.7)	23.4 (± 1.9)	7.5 (± 0.6)	10.1 (± 0.7)	56.5 (± 3.3)	19.4 (± 0.7)
Jan_04	18.3 (± 1.0)	19.9 (± 1.1)	6.2 (± 0.2)	8.3 (± 0.5)	62.9 (± 1.7)	17.2 (± 0.5)
Feb_04	14.0 (± 1.0)	15.4 (± 1.1)	4.4 (± 0.4)	7.1 (± 0.4)	67.2 (± 2.0)	17.3 (± 0.6)
Feb_05	15.7 (± 1.2)	17.3 (± 1.3)	5.4 (± 0.4)	7.6 (± 1.3)	51.2 (± 8.9)	19.6 (± 0.8)
<b>Snitt:</b>	<b>20.4 (± 1.3)</b>	<b>22.1 (± 1.4)</b>	<b>6.7 (± 0.3)</b>	<b>9.5 (± 0.6)</b>	<b>58.5 (± 3.3)</b>	<b>58.5 (± 0.6)</b>
<b>mg/g</b>	<b>134.5(±7.2)</b>	<b>168.1(±26.8)</b>	<b>47.5 (±7.2)</b>	<b>70.5 (±9.9)</b>	<b>453.4(±49.8)</b>	<b>138.6(±14.5)</b>
<i>Størrelser:</i>						
<200 g	25.7 (± 0.6)	27.9 (± 0.6)	6.8 (± 0.2)	11.3 (± 0.2)	55.0 (± 0.8)	16.8 (± 0.3)
2-400 g	23.2 (± 0.8)	25.0 (± 1.0)	7.4 (± 0.3)	10.6 (± 0.4)	57.9 (± 1.1)	16.9 (± 0.4)
>400	22.1 (± 1.2)	23.7 (± 1.3)	7.4 (± 0.4)	9.6 (± 0.7)	59.1 (± 1.4)	16.9 (± 1.3)

Omega-3 fettsyrene utgjør i gjennomsnitt 20 % av fettsyrene (Tabell 6) og beregninger av konsentrasjoner i muskel (tar hensyn til fettinnholdet) viser omega 3 innhold på 2 g/100g (Tabell 7). Omega-3 innholdet i fett fra sildefilet var signifikant lavere i prøver tatt ut de første månedene av året sammenlignet med de tre siste. Verdiene funnet i september til november er opptil dobbelt så høye som omega-3 innhold i filet fra sild fisket i februar. I likhet med omega-3 fettsyrer var innhold av polyumettede fettsyrer (PUFA), EPA og DHA lavere i de første månedene av året (Tabell 6).

**Tabell 7.** Omega-3 (n-3) innhold i lipider og i sildefilet Beregnet fra fettinnhold. Resultatene er oppgitt som gjennomsnittsverdier  $\pm$  standardavvik etterfulgt av bokstaver (a-e) som viser resultater av ANOVA test (se forklaring under kap. 3.6).

	n-3 (mg/g lipid)	n- 3 (g/ 100g muskel)
Sept_03	142.3 ( $\pm$ 8.2) <sup>a</sup>	1.9
Sept_04	155.8 ( $\pm$ 4.6) <sup>b</sup>	2.5
Okt_03	146.6 ( $\pm$ 8.4) <sup>a</sup>	2.7
Okt_04	138.0 ( $\pm$ 9.0) <sup>a</sup>	2.3
Nov_03	140.5 ( $\pm$ 5.2) <sup>a</sup>	2.1
Nov_04	153.0 ( $\pm$ 9.9) <sup>a</sup>	2.5
Jan_04	123.9 ( $\pm$ 7.4) <sup>c</sup>	1.9
Feb_04	101.2 ( $\pm$ 5.9) <sup>d</sup>	1.0
Feb_05	109.2 ( $\pm$ 6.1) <sup>e</sup>	1.4
Snitt n-3:	134.5 ( $\pm$ 7.2)	2.0
(EPA+DHA)	117.9 ( $\pm$ 16.3)	1.8
<i>Størrelser (Sept_04):</i>		
<200 g	169.0 ( $\pm$ 9.6) <sup>A</sup>	2.4
2-400 g	189.1 ( $\pm$ 6.2) <sup>B</sup>	3.0
>400 g	164.6 ( $\pm$ 11.3) <sup>A</sup>	3.1

De monoumettede fettsyrene, spesielt 20:1 og 22:1 utgjorde de høyeste konsentrasjonen av fettsyrer (Fig. 8). Det ble funnet signifikante forskjeller i fettsyresammensetning mellom de ulike sesonguttakene og generelt er det funnet en signifikant reduksjon av konsentrasjon av PUFA fra september til februar. De monoumettede fettsyrene (20:1 og 22:1) så ut til å variere mest over året. Multivariat dataanalyse, som er utført ved prinsipal komponent analyse (PCA) av fettsyre dataene, er vist i vedlegg 2. Plottene viser at NVG sild som er fangstet i januar og februar 2004 skiller seg fra de øvrige prøvene. Disse prøvene inneholder mer av de langkjedede monoumettede fettsyrene og lavere andel av PUFA sammenlignet med sild fra de øvrige fangstene. Plottene viser i tillegg at prøver fra september 03, september 04 samt desember 04 danner egne grupperinger og skiller seg derfor fra de øvrige prøvene gjennom sin fettsyreprofil.

#### 4.1.2 Effekt av størrelse

Fiskestørrelsens betydning for næringsverdien ble studert i uttak utført september 2004. Det ble funnet signifikante forskjeller i næringsverdi mellom de ulike størrelsene (Tabell 8). Den største silda var fetest (18.6 %) og med lavest målte vanninnhold (64.6 %). Det ble også funnet forskjeller i innhold av triglyserider og polare lipider, med høyest innhold av triglyserider og lavest innhold av polare lipider i den største silda (Tabell 9).

**Tabell 8.** Næringsverdi av NVG sild i ulike fiskestørrelser (rund vekt). Resultatene er oppgitt som gjennomsnittsverdier  $\pm$  standardavvik etterfulgt av bokstaver (a-b) som viser resultater av ANOVA. (se forklaring under kap. 3.6).

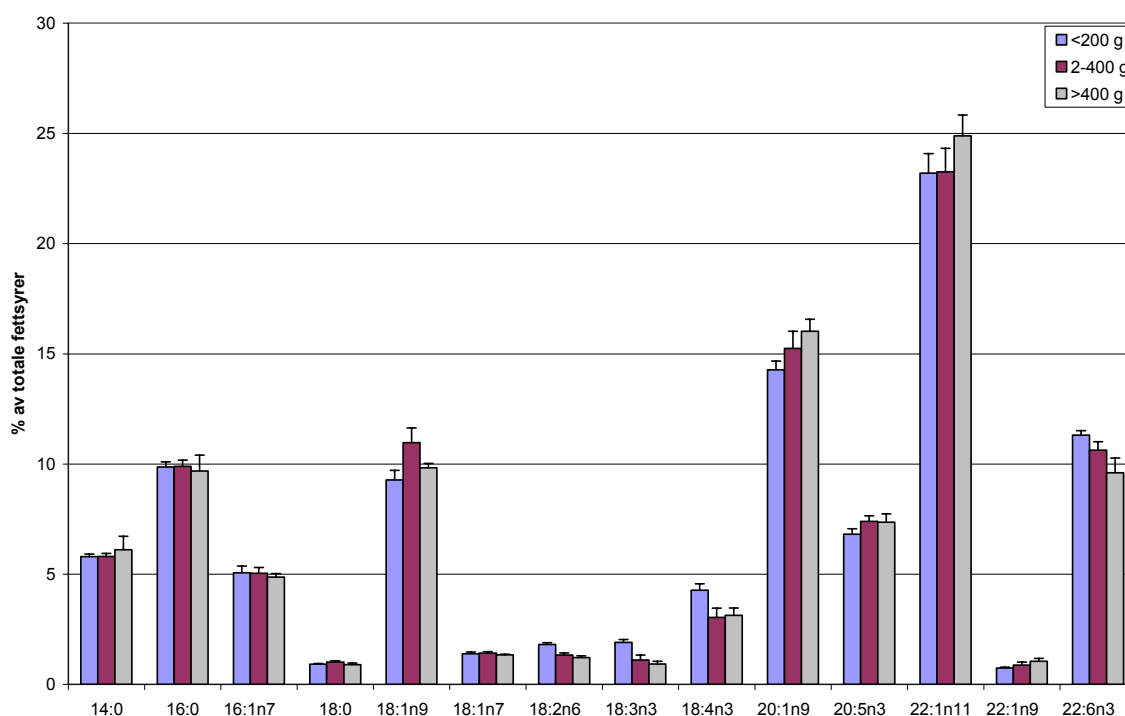
	Fett (%)	Vann (%)	Aske (%)
<200 g	14.0 ( $\pm$ 0.7) <sup>a</sup>	67.5 ( $\pm$ 0.6) <sup>a</sup>	1.39 ( $\pm$ 0.0) <sup>a</sup>
2 – 400 g	16.0 ( $\pm$ 2.1) <sup>ab</sup>	65.8 ( $\pm$ 1.8) <sup>ab</sup>	1.31 ( $\pm$ 0.0) <sup>b</sup>
>400 g	18.6 ( $\pm$ 0.6) <sup>b</sup>	64.6 ( $\pm$ 0.5) <sup>b</sup>	1.25 ( $\pm$ 0.0) <sup>c</sup>

**Tabell 9.** Fettsammensetning i NVG sild (% av total fett) i ulike fiskestørrelser. Resultatene er oppgitt som gjennomsnittsverdier  $\pm$  standardavvik etterfulgt av bokstaver (a-b) (se forklaring under kap. 3.6).

	Triglyserider (%)	Polare lipider(%)
<200 g	90.4 ( $\pm$ 0.3) <sup>a</sup>	9.5 ( $\pm$ 0.3) <sup>a</sup>
2 – 400 g	92.2 ( $\pm$ 1.5) <sup>ab</sup>	7.8 ( $\pm$ 1.5) <sup>ab</sup>
>400 g	93.0 ( $\pm$ 0.7) <sup>b</sup>	7.0 ( $\pm$ 0.7) <sup>b</sup>

Omega- innholdet i de ulike størrelsesgruppene av sild er presentert i Tabell 6 og 7 og viser at det var signifikante forskjeller mellom størrelsene med høyere målte verdier i fett fra gruppe 2-400 g sild. Kvantitative beregninger av omega-3 innhold i muskel, hvor man da tar hensyn til fettinnholdet viste at den minste silda (<200 g) innholdt lavere mengder enn hva som ble funnet i de øvrige størrelsesgruppene.

Fettsyresammensetningen generelt varierte mellom de ulike størrelsesgruppene av NVG sild (Fig. 10). Den største silda inneholdt høyere andel langkjedede monoumettede fettsyrer (20:1n-9 og 22:1n-11) sammenlignet med de øvrige. Det ble i tillegg funnet signifikant lavere innhold av DHA i stor sild (>400 g) sammenlignet med mindre sild (<200 g). PCA plottene (Vedlegg 2) understreket denne størrelseseffekten ved å vise tydelige grupperinger mellom prøver av lik størrelse på basis av fettsyreprofilen.



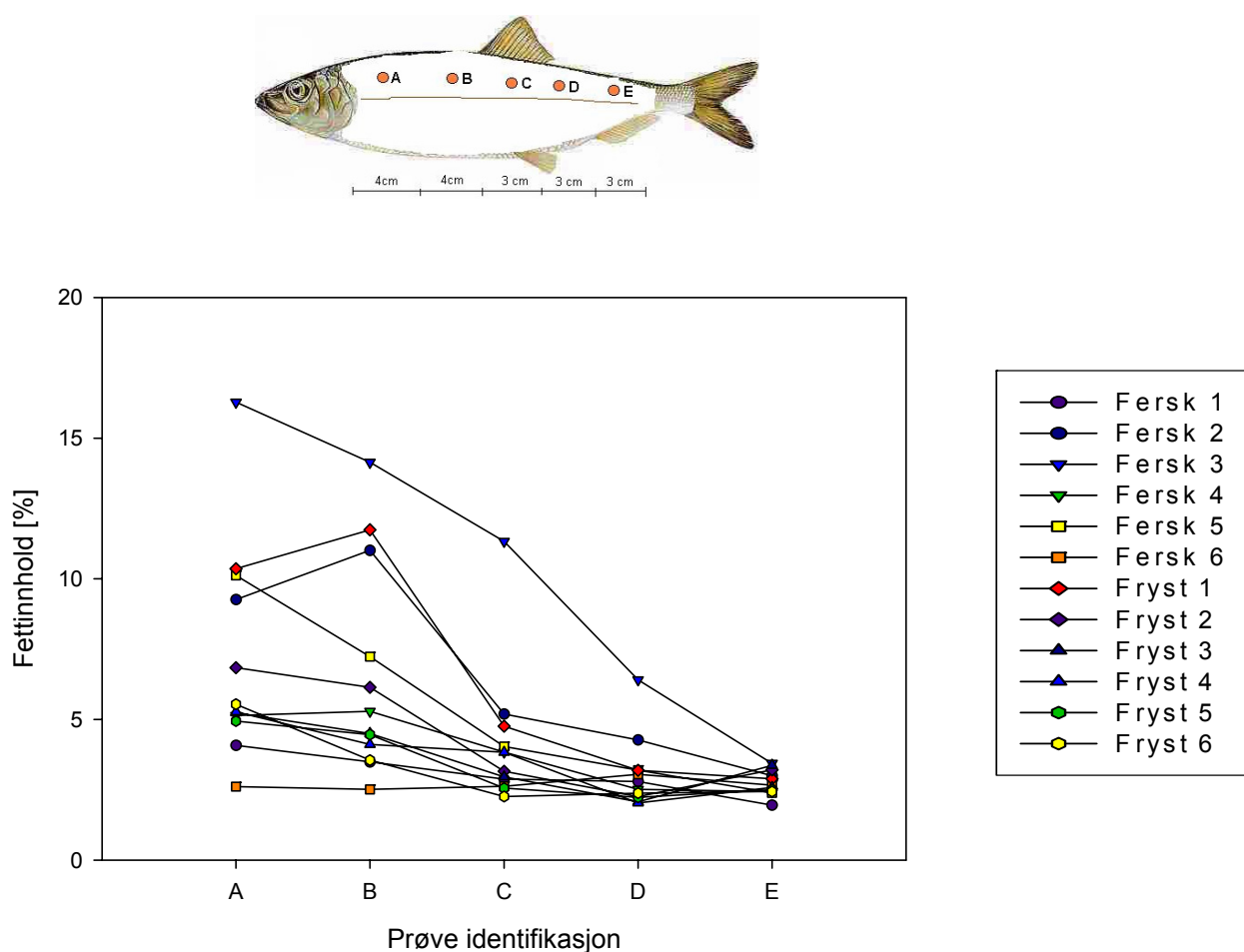
**Fig. 10.** Fettsyresammensetning i NVG sild i tre ulike størrelsesgrupper (rund vekt). De fettsyrene som er presentert her utgjør > 1 % av de totale fettsyrene.

### 4.1.3 Effekt av prøveuttak

Metode for prøveuttak hadde signifikant betydning for analyseresultatet av fettinnhold. Det ble funnet et fettinnhold på 22.8 % ( $\pm 0.7$ ) (w/w) ved standardsnitt (Fig 2), mens analyse av hele fileten ga et signifikant lavere fettinnhold på 18.5 % ( $\pm 1.2$ ).

### 4.1.4 Forskjeller i fettinnhold i ulike deler av sildefilet

Fettinnholdet i seks ferske og seks fryste saltede sildefileter er vist i Fig 11. Figuren viser at fettinnholdet avtok bakover i fileten i de fleste fiskene. Fettinnholdet fremst på fileten varierer signifikant mellom ulike fileter (variasjon på 14 % mellom feteste og magreste fisk). Variasjonen lenger bak på fisken var mindre. Disse resultatene viser at prosedyre for prøveuttaket er avgjørende for hvilket fettinnhold man måler.



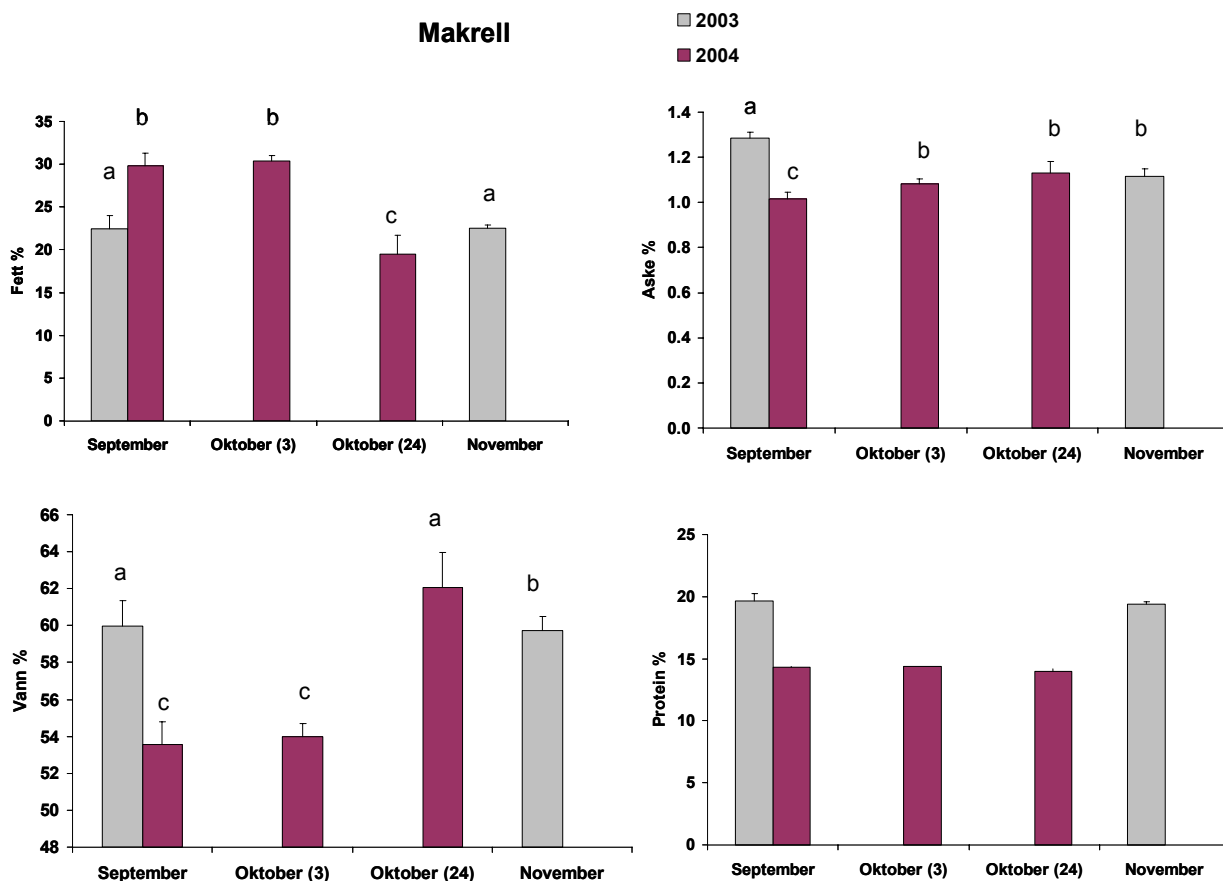
**Figur 11.** Fettinnholdet bakover på fileten i seks ferske saltede og seks fryste saltede sildefileter funnet ved hjelp av LF NMR.



## 4.2 Makrell

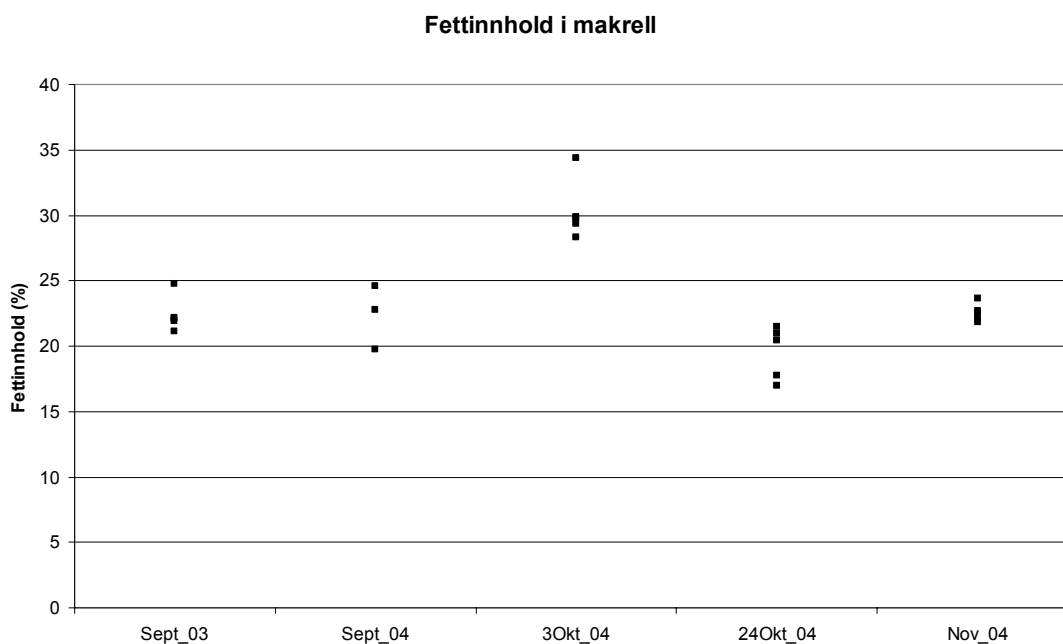
### 4.2.1 Effekt av sesong

Næringsverdien i makrell (snittvekt på 577 g) gjennom sesongen er vist i Fig. 12, og fettinnholdet i hver av de ulike batchene er vist i Fig. 13. Fettinnholdet i hel filet varierte mellom 17 – 35 % gjennom året. Vanninnholdet varierte mellom 52 og 61 % og var høyest når fettinnholdet var på det laveste. Proteininnholdet varierte mellom 14 og 20 %. Det er funnet signifikante sesongvariasjoner, men også markante forskjeller er funnet mellom prøver tatt ut i samme periode mellom ulike år.



**Fig. 12.** Årstidsvariasjoner i næringsverdi i filet av makrell (snittvekt på 577 g). Bokstavene overfor kolonnene (a-c) viser resultater av ANOVA test. (se forklaring under kap. 3.6). Proteinverdiene er basert på batch-analyser og standardavvik representerer derfor usikkerhet i analysemetode

Tabell 10 viser at lipidene i makrell også besto hovedsakelig av nøytrale triglyserider (95–98 %), mens de polare lipider utgjorde 2-5 % av det totale fett. Det ble funnet signifikante forskjeller mellom de ulike sesonguttakene, men på grunn av år til år variasjonene som også ble funnet, var det ikke grunnlag for å trekke konklusjoner om forskjeller mellom de månedene som er undersøkt. Det ble ikke funnet detekterbare mengder kolesterol i prøvene.

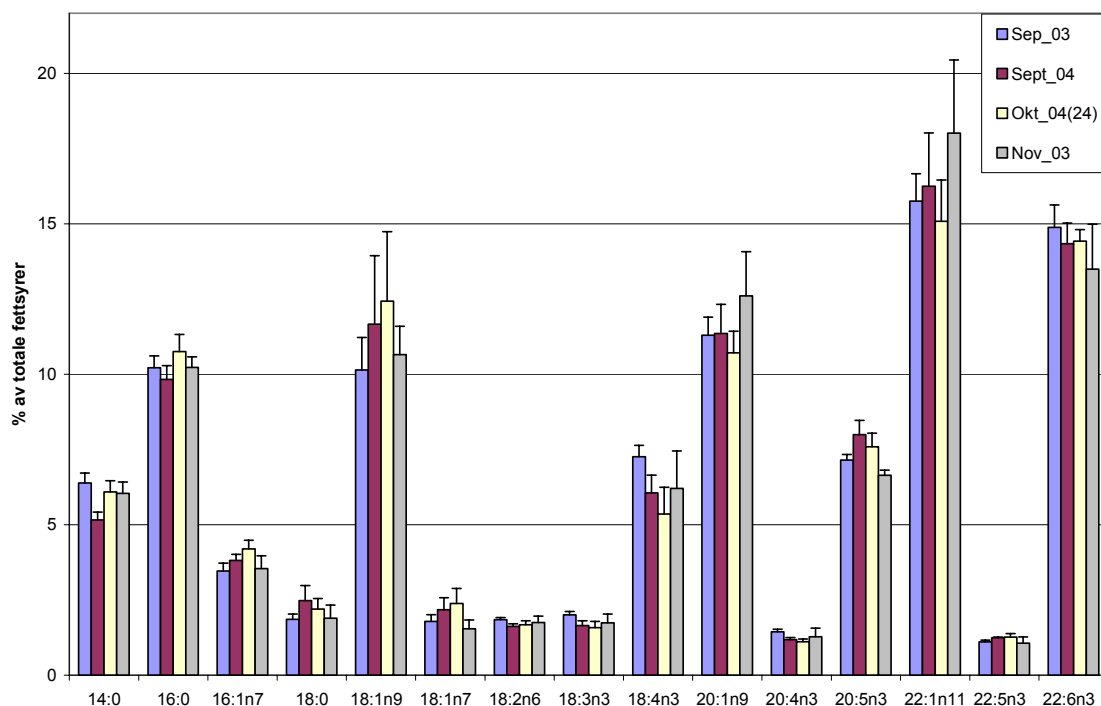


**Fig. 13.** Fettinnhold i makrellfilet i ulike batcher (beskrevet i Tabell 3).

**Tabell 10.** Fettsammensetning i makrell (% av total fett) ved ulike fangstsesonger. Resultatene er oppgitt som gjennomsnittsverdier  $\pm$  standardavvik etterfulgt av bokstaver (a-b) som viser resultater av ANOVA test. (se forklaring under kap. 3.6).

	Triglyserider (%)	Polare lipider (%)
Sep_03	95.4 ( $\pm$ 0.9) <sup>a</sup>	4.6 ( $\pm$ 0.9) <sup>a</sup>
Sep_04	97.2 ( $\pm$ 0.6) <sup>b</sup>	2.8 ( $\pm$ 0.6) <sup>b</sup>
Okt_04	95.6 ( $\pm$ 0.8) <sup>a</sup>	4.4 ( $\pm$ 0.8) <sup>a</sup>
Nov_03	95.0 ( $\pm$ 1.0) <sup>a</sup>	5.0 ( $\pm$ 1.0) <sup>a</sup>

Fettsyresammensetningen i makrell er vist i Fig. 14. Omega-3 innholdet utgjorde gjennomsnittlig 32 % av fettsyrene (Tabell 11). Det ble funnet signifikante forskjeller mellom sesonguttakene (Tabell 12) med de høyeste verdier i september 2004 og laveste i november 2003. Konsentrasjonen av omega-3 ble beregnet til gjennomsnittlig 5 g/100 g makrellfilet, noe som er mer enn dobbelt så høyt som hva som ble beregnet for sild.



**Fig 14.** Fettsyresammensetning i makrell. De fettsyrene som er presentert her utgjør > 1 % av de totale fettsyrene.

**Tabell 11.** Fettsyresammensetning (% av totale fettsyrer) i makrellfilet. Omega-3 fettsyrer: n-3; PUFA: polyumettede fettsyrer; MUFA: monomettede fettsyrer; SFA. Mettede fettsyrer.

	n-3	PUFA	EPA	DHA	MUFA	SFA
Sep_03	34.1 (± 1.6)	37.0 (± 1.8)	7.1 (± 0.2)	14.9 (± 0.7)	44.4 (± 3.2)	18.6 (± 0.9)
Sep_04	32.7 (± 2.0)	35.0 (± 2.1)	8.0 (± 0.5)	14.3 (± 0.7)	47.0 (± 5.7)	17.7 (± 1.2)
Okt_04	31.5 (± 2.1)	34.1 (± 2.4)	7.6 (± 0.5)	14.4 (± 0.4)	46.7 (± 5.4)	19.2 (± 1.2)
Nov_03	30.7 (± 3.7)	33.1 (± 4.1)	6.6 (± 0.2)	13.5 (± 1.5)	48.2 (± 5.8)	18.4 (± 1.2)
<b>Snitt:</b>	<b>32.2 (± 0.9)</b>	<b>34.8 (± 1.0)</b>	<b>7.3 (± 0.2)</b>	<b>14.3 (± 0.5)</b>	<b>46.6 (± 1.2)</b>	<b>18.4 (± 0.2)</b>
<b>mg/g</b>	<b>223.6(±10.6)</b>	<b>240.3(±35.8)</b>	<b>52.3 (±6.1)</b>	<b>96.10 (±14.3)</b>	<b>368.(±50.1)</b>	<b>133.4 (±14.3)</b>
<i>Størrelser (Sep_04):</i>						
2-400 g	32.4 (± 0.6)	34.8 (± 0.7)	7.2 (± 0.1)	13.5 (± 0.5)	47.5 (± 1.2)	17.0 (± 0.5)
4-600 g	32.7 (± 2.0)	35.0 (± 2.1)	8.0 (± 0.5)	14.3 (± 0.7)	47.0 (± 5.7)	17.7 (± 1.2)
>600 g	32.0 (± 0.4)	34.1 (± 0.4)	8.3 (± 0.7)	13.9 (± 0.9)	47.7 (± 1.0)	17.7 (± 0.9)

**Tabell 12.** Omega-3 (n-3) innhold i lipider og i muskel av makrell. Beregnet fra fettinnhold. Resultatene er oppgitt som gjennomsnittsverdier  $\pm$  standardavvik etterfulgt av bokstaver (a-b) som viser resultater av ANOVA test. (se forklaring under kap. 3.6).

	n-3 (mg/g lipid)	n-3 (g/ 100g muskel)
Sep_03	234.2 ( $\pm$ 13.3) <sup>a</sup>	5.2
Sep_04	245.5 ( $\pm$ 5.0) <sup>b</sup>	6.5
Okt_04	243.9 ( $\pm$ 14.1) <sup>ab</sup>	4.7
Nov_03	170.8 ( $\pm$ 9.9) <sup>c</sup>	3.8
Snitt: (EPA+DHA)	223.6 ( $\pm$ 10.6) 148.4 ( $\pm$ 17.1)	5.1 3.6
<i>Størrelser (Sep_04):</i>		
2-400 g	246.6 ( $\pm$ 5.7) <sup>A</sup>	6.5
4-600 g	247.7 ( $\pm$ 3.1) <sup>A</sup>	7.4
>600 g	239.1 ( $\pm$ 5.9) <sup>A</sup>	8.3

Multivariat dataanalyse viste at prøver fra samme sesonguttak orienterte seg likt i PCA plottene. Dette betyr at man ved slike teknikker kan skille prøver på basis av sesong ved å studere den totale fettsyreprofilen. Mens prøver fra oktober 04, september 03 og september 04 dannet egne grupperinger (prøver lokalisert nær hverandre i plottene indikerer likhet i sammensetning) ble prøvene fra novemberuttaket fordelt ut over hele plottet. I likhet med prøvene fra NVG sild var det de monoumettede fettsyrene 20:1 og 22:1 som varierte mest mellom prøvene og som var en av de viktigste årsakene til de variasjonene som ble funnet.

#### 4.2.2 Effekt av størrelse

Fiskestørrelsens betydning for den kjemiske sammensetningen ble undersøkt på fangst fra september 2004 og viste forskjell i næringsverdi mellom de tre ulike størrelsesgruppene som ble undersøkt. Fettinnholdet økte med fiskestørrelsen (Tabell 13). Makrell med det høyeste fettinnhold inneholdt også høyest andel triglyserider (Tabell 14).

**Tabell 13.** Næringsverdi i ulike størrelsesgrupper (rund vekt) av makrell (Fangstet i september 2004). Resultatene er oppgitt som gjennomsnittsverdier  $\pm$  standardavvik etterfulgt av bokstaver (a-c) som viser resultater av ANOVA test. (se forklaring under kap. 3.6).

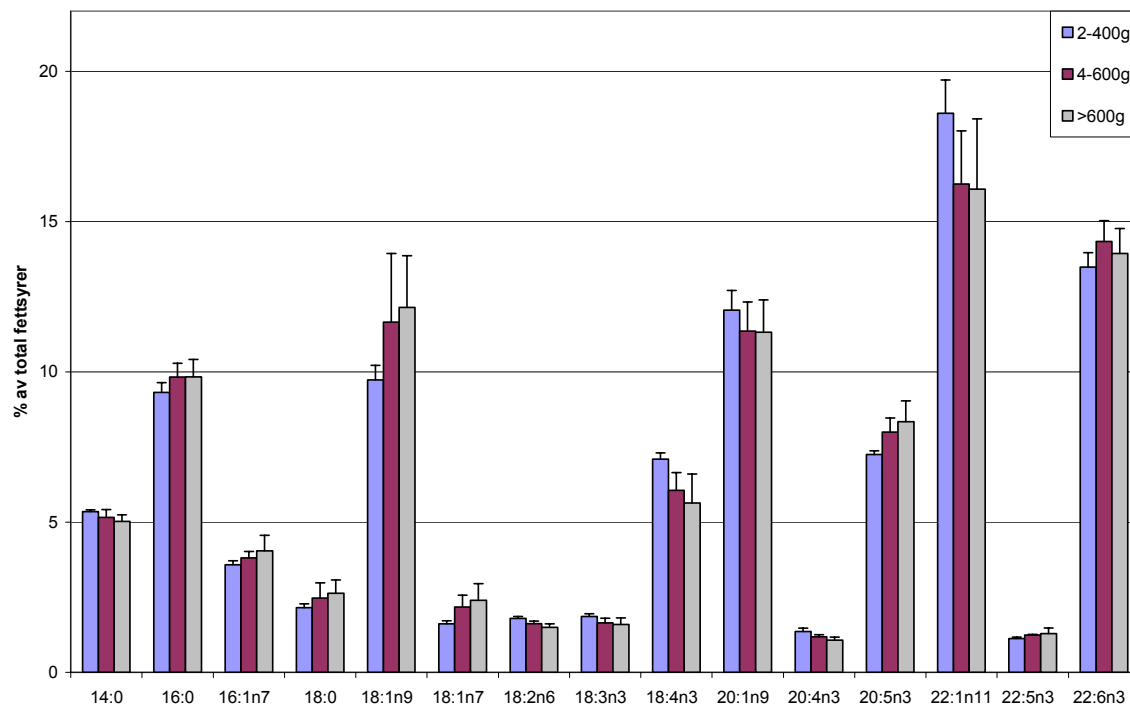
	Fett (%)	Vann (%)	Aske (%)
2-400 g	26.6 ( $\pm$ 0.7) <sup>a</sup>	55.6 ( $\pm$ 0.5) <sup>a</sup>	1.06 ( $\pm$ 0.0) <sup>a</sup>
4-600 g	29.8 ( $\pm$ 1.5) <sup>b</sup>	53.6 ( $\pm$ 1.2) <sup>b</sup>	1.01 ( $\pm$ 0.0) <sup>b</sup>
>600 g	34.7 ( $\pm$ 1.6) <sup>c</sup>	50.5 ( $\pm$ 1.7) <sup>c</sup>	0.99 ( $\pm$ 0.0) <sup>ab</sup>

**Tabell 14.** Fettsammensetning (areal % av total fett) i ulike størrelsesgrupper (rund vekt) av makrell (Fangstet i september 2004). Resultatene er oppgitt som gjennomsnittsverdier  $\pm$  standardavvik etterfulgt av bokstaver (a-b) som viser resultater av ANOVA test. (se forklaring under kap. 3.6).

	Triglyserider (%)	Polare lipider (%)
2-400 g	96.5 ( $\pm$ 0.5) <sup>a</sup>	3.5 ( $\pm$ 0.5) <sup>a</sup>
4-600 g	97.2 ( $\pm$ 0.6) <sup>ab</sup>	2.8 ( $\pm$ 0.6) <sup>ab</sup>
>600 g	97.7 ( $\pm$ 0.5) <sup>b</sup>	2.3 ( $\pm$ 0.5) <sup>b</sup>

Fettsyresammensetningen i de ulike størrelsesgruppene er vist i Fig. 15. Det ble ikke funnet signifikante forskjeller i omega-3 innhold mellom de ulike størrelsesgruppene av makrell (Tabell

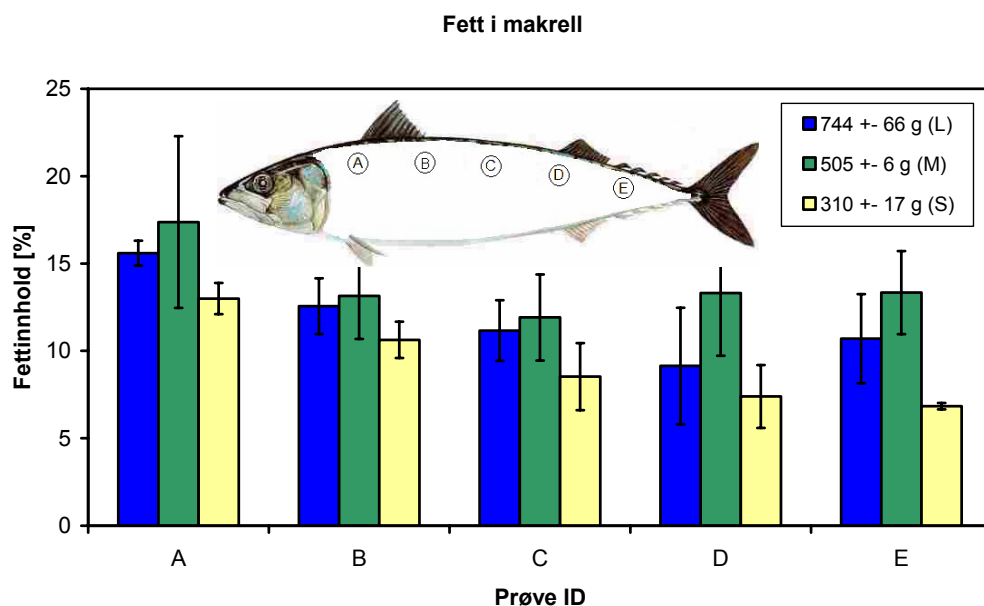
11 og 12). Beregninger av omega-3 innhold i muskel (g/100g) viste derimot at det var økende innhold av omega-3 med fiskestørrelse dersom man tok hensyn til fettinnhold i muskel.



**Fig. 15.** Fettsyresammensetning i tre ulike størrelsesgrupper (rund vekt) av makrell. De fettsyrene som er presentert her utgjør > 1 % av de totale fettsyrene.

#### 4.2.3 Forskjeller i fettinnhold i ulike deler av makrellfilet

Fettinnholdet (middelværdi ± standardavvik, N=3) i makrell av tre ulike størrelser er vist i Fig. 16. Fettinnholdet avtar noe bakover langs fileten.



**Fig. 16.** Fettinnholdet i ulike punkter på makrellfileter av tre ulike størrelser (L: 744 g rund vekt; M: 505 g rund vekt; S: 310 g rund vekt).

### 4.3 Biprodukter

#### 4.3.1 NVG sild

Biprodukter fra NVG sild er presentert i Tabell 15 og viser at det ved produksjon av sildefilet genereres mellom 36 og 54 % biprodukter bestående av hode, innmat og avskjær. Hodene utgjorde i gjennomsnitt 13 % av rund vekt, mens innmaten utgjorde 17 %. Det ble funnet signifikante årstidsforskjeller i relative innhold av hode og innmat. NVG sild fangstet i februar 05 inneholdt mer innmat enn de øvrige uttakene. Det ble i tillegg funnet signifikant mer innmat i hannfisk (15.5 % ± 1.6, N=7) i forhold til hunnfisk (12.8 % ± 1.1, N=24) ved september 2003 uttaket. Av biproduktene som ble undersøkt inneholdt avskjær mest fett (24.9 %) etterfulgt av innmat (17.1 %) og hoder (15.1 %). På grunn av at fileteringen utføres manuelt, og at man dermed vil kunne få individuelle forskjeller er det ikke utført statistiske analyser av avskjærfraksjonen.

**Tabell 15.** Vektfordeling av ulike biprodukter i NVG sild (% av rund vekt). Resultatene er oppgitt som gjennomsnittsverdier ± standardavvik etterfulgt av bokstaver (a-c) som viser resultater av ANOVA test. (se forklaring under kap. 3.6). Biproduktene er beregnet som 100- filetvekt.

	Hode	Innmat	Avskjær	Fileter	Biprodukt
Sep_03	13.5 (± 1.0) <sup>a</sup>	13.4 (± 1.7) <sup>a</sup>	9.3 (± 1.1)	63.6 (± 1.9)	36.4
Sep_04	12.1 (± 0.9) <sup>b</sup>	15.2 (± 1.8) <sup>bc</sup>	16.8 (± 1.0)	49.1 (± 2.0)	50.9
Okt_04	11.5 (± 1.1) <sup>b</sup>	18.4 (± 4.5) <sup>b</sup>	17.5 (± 1.5)	47.4 (± 2.4)	52.6
Nov_04	12.2 (± 0.8) <sup>bc</sup>	15.9 (± 2.7) <sup>b</sup>	21.4 (± 0.8)	49.6 (± 2.3)	50.4
Feb_05	14.8 (± 3.6) <sup>ac</sup>	22.3 (± 4.3) <sup>c</sup>	22.6 (± 4.2)	47.7 (± 12.6)	54.3
Snitt:	12.7	17.0	17.3	51.0	

#### 4.3.2 Makrell

Biprodukter fra makrell er presentert i Tabell 16 og viser at det ved produksjon av filet genereres mellom 37 og 44 % biprodukter bestående av hode, innmat og avskjær. Hodene utgjorde i gjennomsnitt 14 % av rund vekt, mens innmaten utgjorde kun 7 %. Fettinnholdet i biprodukter fra makrell var generelt høyere enn i NVG sild, spesielt hodet hadde et høyere fettinnhold (22.4%) enn NVG sild. Avskjær inneholdt 25.0 % fett, mens innmat inneholdt 18.7 % fett.

**Tabell 16.** Vektfordeling av ulike biprodukter i makrell (% av rund vekt). Totale mengden biprodukt er beregnet ved å legge sammen de veide biproduktene.

	Hode	Innmat	Avskjær	Ryggbein	Biprodukt
2-400 g	13.7 (± 0.7)	7.8 (± 0.9)	16.1 (± 2.4)	6.0 (± 0.7)	43.6
4-600 g	15.6 (± 1.5)	7.1 (± 0.8)	15.1 (± 1.6)	6.1 (± 0.7)	44.0
>600 g	13.4 (± 0.6)	7.0 (± 1.2)	16.7 (± 5.1)	5.9 (± 0.5)	43.0
3 okt 04	14.0 (± 1.0)	6.7 (± 0.8)	12.8 (± 2.0)	8.5 (± 0.6)	42.0
24 okt 04	14.7 (± 0.8)	6.3 (± 1.3)	9.0 (± 4.5)	7.4 (± 0.6)	37.3
Snitt:	14.3	7.0	13.9	6.8	

## 5 Konklusjon og videre arbeid

*Variasjoner i næringsverdi.* Fettinnhold, som er en viktig kvalitetsparameter i forbindelse med anvendelse av pelagisk fisk, varierte mellom de ulike månedene forsøksfangstene ble utført. I NVG sild varierte fettinnhold i filet mellom 8 og 20 %, med høyere verdier målt i de første månedene av året sammenlignet med de tre siste. I makrell lå fettinnholdet mellom 17 og 35 % med markante forskjeller mellom de ulike uttakene samt betydelige år til år variasjoner. Dette er data som kan benyttes i forbindelse med planlegging av fangst til å gi optimal anvendelse av råstoffet og dermed sikre kundene det fettinnhold de ønsker for de spesifikke produktgruppene. Videre ble det funnet et vanninnhold på 64–74 % og 52–64 % i henholdsvis sild og makrell, Proteininnhold på 14–20 %, samt et askeinnhold på 1-1.5 % i sild og makrell. Fettklasse analysene viste at triglyseridene dominerte, etterfulgt av fosfolipier, mens det ble funnet svært lavt innhold av kolesterol (0-0.3 % av totale lipid).

*Omega 3* innholdet utgjorde 2g/100g sild og 5g/100 g makrell. Det ble funnet signifikante forskjeller i omega-3 innhold mellom uttakene for begge arter, og i sild ble det funnet lavere konsentrasjon av totalt omega-3, PUFA, EPA og DHA i de første månedene av året sammenlignet med de siste. De verdiene som ble funnet for makrell er høyere enn hva som er rapportert for de fleste andre fiskearter som ørret, laks og torskefisk og er også høyere enn hva som tidligere er rapportert for Atlantisk makrell (8). Omega-3 verdiene som ble funnet i sild var relativt lik med det som tidligere er funnet i Atlantisk sild, og Atlantisk laks, men høyere enn arter som ørret og torskefisk. Omega-3 fettsyrenes helsemessige egenskaper er godt dokumentert spesielt med hensyn til hjerte-karsykdommer, men også en rekke andre helsemessige effekter rapporteres stadig (9-12). Ernæringsstudier viser at vi generelt får for lite omega-3 i kosten (13-14) og det er anbefalt daglig inntak på minimum 0.3- 0.5 g (EPA+DHA)(15). Våre beregninger viser at det er gjennomsnittlig 1.8 g (EPA+DHA)/100 g sild og 3.6 g (EPA+DHA)/100g makrell, noe som betyr at man når disse anbefalingene ved å innta ca 200 g sild eller ca 100 g makrell i uka. Det er i tidligere studier rapportert dannelse av gul farge i sildefilet i siste del av sesongen (2) noe som kunne vært resultatet av fettoksidasjon (harskning). Som kjent, oksiderer flerumettede fettsyrer raskere enn fettsyrer med færre andel dobbeltbindinger. Vi ser i dette studiet at både innhold av fett samt innhold av PUFA er lavere i begynnelsen av året (slutten på sesongen) noe som er med på å vise at det må være andre faktorer enn oksiderbare fettsyrer som er årsak til denne gulfargen (alternativt andre faktorer som kan påvirke oksidasjon).

*Effekt av fiskestørrelse.* Det ble funnet effekt av fiskestørrelse på næringsverdi i begge arter, som viste at fettinnholdet økte med fiskestørrelsen. Både i sild og makrell ble det funnet lavere konsentrasjoner av omega-3 i filet fra den minste fisken.

*Effekt av prøveuttaksmetode.* Videre ble det funnet forskjeller i fettinnhold i de ulike delene av fileten, samt klare forskjeller mellom to ulike prøveuttaksmetoder undersøkt (hel filet og et spesifikt snitt). Dette understreker betydningen av å benytte like prøveuttaksrutiner ved sammenligning av resultater.

*Biprodukter:* Beregning av tilgjengelige biprodukter viste at det ved produksjon av filet genereres mellom 36 og 54 % og 37 og 44 % biprodukter i henholdsvis sild og makrell. I gjennomsnitt utgjør hodet 13 % og innmat 17 % av rund vekt av sild mens i makrell utgjør hodet 14% mens innmat utgjør kun 7 %. Fettinnholdet i makrell var generelt høyere i makrell enn i sild, dette gjaldt spesielt hodet.

### *Videre arbeid*

Innen pelagisk næring er fettprosenten viktig for verdien av fangstene av sild og makrell, og fettinnholdet i disse artene varierer mye. I prosjektet er det fremkommet behov for mer brukervennlig feltutstyr som kan gi nøyaktige og raske målinger av fettinnhold hos sild og makrell. Dette kan være aktuelt både for flåtesiden og på mottakene. Målinger tatt ombord kan gi fartøyene mulighet for å melde inn fangsten med definert fettprosent, og gi rask informasjon om fisket i området bør avbrytes pga. lav fettprosent, som igjen kan gi lave råstoffpriser. Informasjon om fettinnholdet vil også gi nyttig informasjon til produksjonsbedriftene i forhold til hvilke produkter og markeder fisken bør omsettes til.

### **Referanser**

- 1) Mohr, V. (1980) Fettvev i fisk. Serie med rapporter fra Forskningsprosjekt III 651.02. Institutt for teknisk biokjemi, NTH.
- 2) Hamre, K., Lie, Ø., and Sandnes, K. (2003) Seasonal development of nutrient composition, lipid oxidation and colour of fillets from Norwegian spring-spawning herring (*Clupea harengus* L.) Food Chemistry, 82(3) 441-446
- 3) Pethon, P. (1994) Aschehougs store fiskebok. H. Aschehoug & Co. AS, 3 ed.
- 4) Bligh E.G., Dyer W.J. (1959), A rapid method for total lipid extraction and purification, Canadian Journal of biochemistry and physiology, 37; 911-917
- 5) Falch, E., Rustad, T. & Aursand, M., (2005) By-products from gadiform species as a raw material for production of marine lipids as an ingredient for food or feed. Proc. Biochem, In press.
- 6) Metcalfe, L.D., Schimtz, A.A., Pelka, J. R. (1966) Rapid preparation of fatty acid esters from lipids for gas chromatographic analysis. Analytical Chemistry, 38: 514-515.
- 7) Aursand, I.G., Veliyulin, E. and Erikson, U. (2006) "Low Field NMR Studies of Atlantic Salmon (*Salmo salar*)" In: Modern Magnetic Resonance (G. A. Webb, Ed.) Springer, The Netherlands, In press.
- 8) Hui, Y. H. Baileys Industrial Oils and Fat Products. Vol 1. 1996. John Wiley & Sons.
- 9) Uauy, R.; Valenzuela, A. Marine oils: the health benefits of n-3 fatty acids. Nutrition 2000, 16 (7-8), 680-684.
- 10) Vanschoonbeek, K.; de Maat, M. P.; Heemskerk, J. W. Fish oil consumption and reduction of arterial disease. Journal of Nutrition 2003, 133, 657-660.
- 11) Stillwell, W.; Wassall, S. R. Docosahexaenoic acid: membrane properties of a unique fatty acid. Chemistry and Physics of Lipids 2003, 126 (1), 1-27.
- 12) Simopoulos, A. P. The importance of the ratio of omega-6/omega-3 essential fatty acids. Biomedicine & Pharmacotherapy 2002, 56 (8), 365-379.
- 13) Calder, P. C. Long-chain n-3 fatty acids and cardiovascular disease: further evidence and insights. Nutrition Research 2004, 24 (10), 761-772.
- 14) Horrocks, L. A. and Yeo Y. K. (1999) Health benefits of docosahexaenoic acid (DHA) Pharmacological Research, 40(3): 211-225.
- 15) Simopoulos, A.P (2002) The importance of the ratio of omega-6/omega-3 essential fatty acids. Biomedicine & Pharmacotherapy, 56(8): 365-379
- 16) Institute of Medicine (IOM) Dietary Reference Intake for Energy and Macronutrients: Washington DC. National Academy Press, 2002.



**VEDLEGG 1**
**Prøveuttak:**
***NVG Sild***

	Fangstdato	Fiskefelt
Sept_03	24.09.03	Vestfjorden
Okt_03	11.10.03	N67°32, Ø13°18
	12.10.03	N67°, Ø13°30
Nov_03	24.11.03	N68°27, Ø16°48
Jan_04	26.02.04	Mørekysten
Feb_04	16.02.04	Mørekysten
Sept_04	20.09.04	Vestfjorden
Okt_04	18.10.04	Hal 2: N67°05, Ø13°03
		Hal 5: N67°30, Ø13°35
Des_04	28.11.04	Fangstområde 0038
Feb_05	06.02.05	Fangstområde 0622

***Makrell***

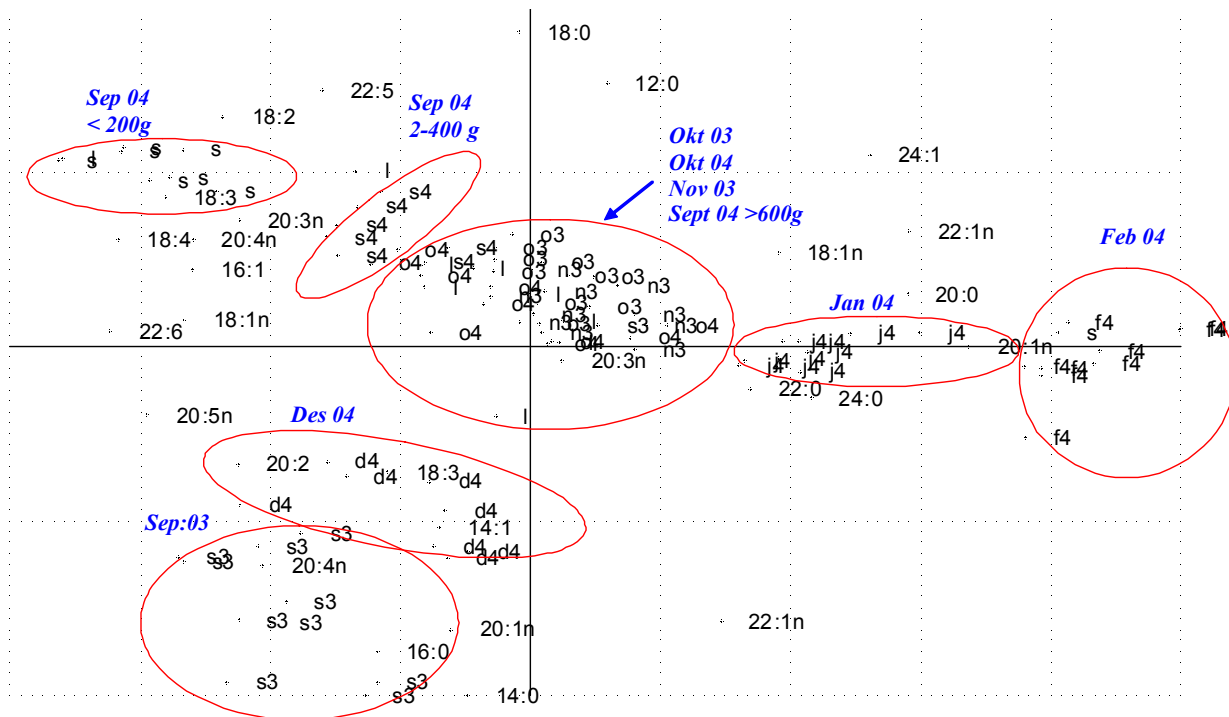
	Fangstdato	Fiskefelt
Sept_03	15.09.03	N59°59, Ø2°54
Nov_03	04.11.03	N61°18'42, Ø2°11'16
Sept_04	03.09.04	Fjorden utenfor Bergen (dorget)
3 Okt_04	03.10.04	Fangstområde 2852.
24 Okt_04	24.10.04	Hal 1: N60°58, Ø02°56
		Hal 2: N60°57, Ø02°42
Sept_04	03.09.04	Fjorden utenfor Bergen (dorget)

**VEDLEGG 2**

**Prinsipalkomponent analyse (PCA plott) av fettsyresammensetning i NVG sild og makrell**

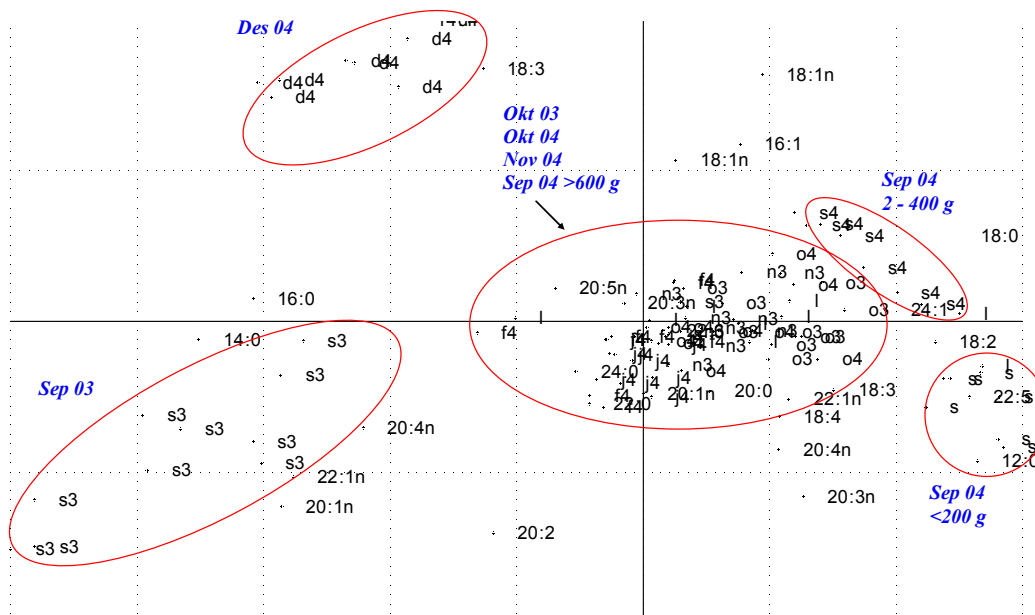
NVG sild

**A)**



PC1: 38%; PC2: 22%

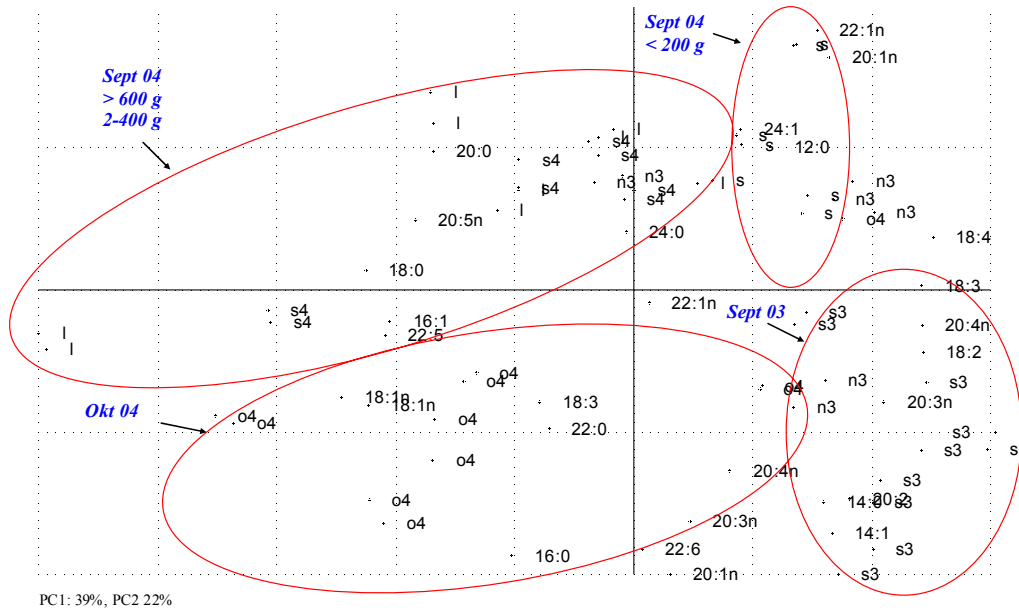
**B)**



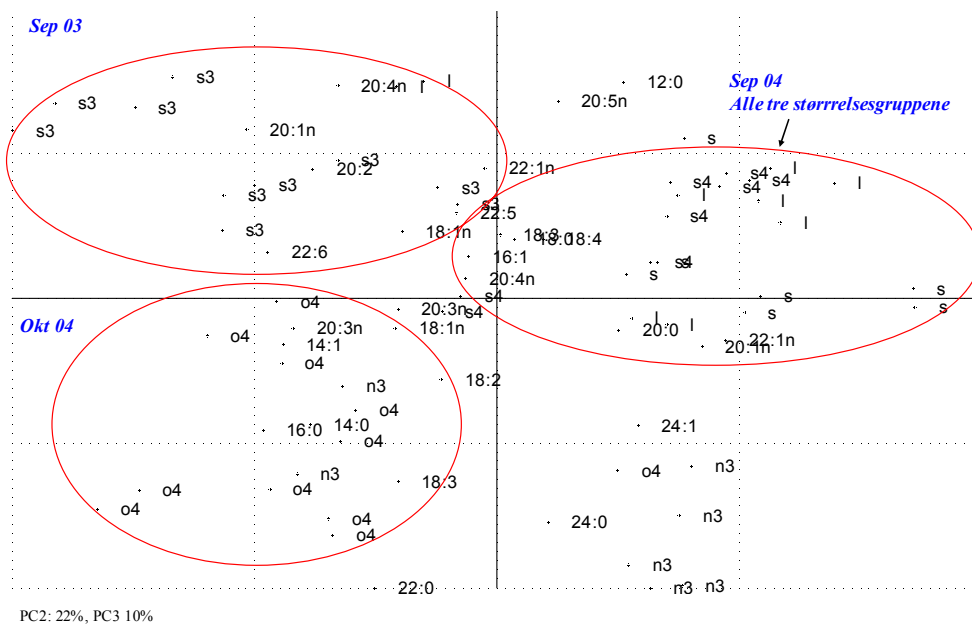
PC2: 22%; PC3: 12%

**Makrell**

**A)**



**B)**



**Trondheim**

Adresse: 7465 Trondheim

Telefon: 73 59 30 00

Fax: 73 59 33 50

**Oslo**

Adresse: P.O. Boks 124, Blindern, 0314 Oslo

Telefon: 22 06 73 00

Fax: 73 06 73 50