

# TRIMNINGSEFFEKT PÅ DIOXININDHOLD I LAKS II

Tommy Licht Cederberg, DFVF  
Maïke Timm Heinrich, DFU

**Fødevare**instituttet

Danmarks Fiskeriundersøgelser

DTU



4. april 2007

## Indholdsfortegnelse

<b>Forord .....</b>	<b>3</b>
<b>Dansk resume.....</b>	<b>4</b>
<b>English summary .....</b>	<b>5</b>
<b>1. Indledning og baggrund .....</b>	<b>6</b>
<b>2. Projektets formål .....</b>	<b>7</b>
<b>3. Prøveindsamling og prøvemateriale.....</b>	<b>8</b>
3.1 Oprindelse og sortering af laks.....	8
3.2 Prøvemateriale.....	8
<b>4. Forarbejdning af lakseprøver .....</b>	<b>10</b>
<b>5. Kemiske analyser .....</b>	<b>14</b>
5.1 Prøveforberedelse .....	14
5.2 Prøveoprensning og analytisk bestemmelse .....	14
5.3 Analyseresultater .....	15
<b>6. Diskussion af resultater .....</b>	<b>16</b>
6.1 Vægttab efter dybdetrimning .....	16
6.2 Reduktion af fedtprocent, dioxin og dioxinlignende PCB.....	17
6.3 Indhold af dioxin og dioxinlignende PCB i lakseprøver .....	20
<b>7. Konklusioner .....</b>	<b>23</b>
<b>Bilag A: Forarbejdning .....</b>	<b>24</b>
<b>Bilag B: Kemiske analyser .....</b>	<b>26</b>
<b>Bilag C: TEF-værdier for dioxiner og dioxinlignende PCB .....</b>	<b>28</b>

## **Forord**

Dette projekt har været finansieret af Den Europæiske Unions Fiskerisektorprogram FIUF og Direktoratet for Fødevareerhverv (DFFE), j.nr. 3704-3-06-0146.

Følgende personer har bidraget til beskrivelse og gennemførelse af projektet: Tommy Cederberg fra Fødevareinstituttet<sup>1</sup>, Afdeling for Fødevarekemi og Maike Timm Heinrich Danmarks Fiskeriundersøgelser, Afdeling for Fiskeindustriell Forskning. Begge institutioner hører nu under Danmarks Tekniske Universitet, DTU.

Følgende personer har endvidere bidraget til projektet:

Overvågning og dokumentation af filetering og trimning af laksene: Ulrik Cold og Inge Holmberg fra Danmarks Fiskeriundersøgelser.

Prøveforberedelse af poolprøver i Fødevarestyrelsens Region Øst, Ringsted: Ann-Marie Pedersen, Kirsten Hansen, Ellen Larsen og Jannie Rasmussen.

Kemiske analyser: Kirsten H. Lund, Søren Sørensen, Janne Julø, Anne S. Rasmussen og Tom Vestbo fra Fødevarestyrelsens Region Øst, Ringsted samt Anni Helleskov og Vera Klausen fra Fødevareinstituttet, Afdeling for Fødevarekemi.

Forarbejdningen af de laks, der er anvendt i projektet, foregik på Nordbornholms Røgeri og er udført af personale herfra.

---

<sup>1</sup> Tidligere Danmarks Fødevareforskning.

## Dansk resume

Der er gennemført en undersøgelse af forarbejdning af laksefileter fra Østersølaks og betydningen heraf på indholdet af dioxin og dioxinlignende PCB. Ved afskindning og dybdetrimning, dvs. bortskæring af synligt fedt og fedtholdigt væv, har det været muligt at opnå en betydelig reduktion i indholdet af dioxin og dioxinlignende PCB.

I de 7 undersøgte vægtklasser fra 2 kg til 11 kg er der i gennemsnit fundet en reduktion på 28% i indholdet af dioxin og 30% i indholdet af summen af dioxin og dioxinlignende PCB. Vægttabet ved forarbejdningen udgjorde 32%-33% i gennemsnit indenfor hver af vægtklasserne, hvoraf dybdetrimningen bidrog med 16%-17%.

Det målte indhold af dioxin i de afskindede og dybdetrimmede laksefileter overholder den gældende grænseværdi for dioxin på 4 pg TEQ/g frisk vægt, når der tages hensyn til analyseusikkerheden. Fra ca. 6 kg renset vægt og højere overholdes grænseværdien, dog kun med en lille sikkerhedsmargin.

Det målte indhold for summen af dioxin og dioxinlignende PCB viser, at flere af de afskindede og dybdetrimmede laksefileter signifikant overskrider den gældende grænseværdi på 8 pg TEQ/g frisk vægt. Det gælder for en renset vægt af laksen på ca. 6 kg og højere.

## **English summary**

Project title: Processing of salmon fillets and the effect on the dioxin content (part II).

An investigation has been carried out with respect to processing the fillets of Baltic salmon and the effect on the levels of dioxins and dioxin-like PCB. Removal of skin and extensive trimming by cutting off fat and fatty tissue has been shown to produce a substantial decrease in the content of dioxins and dioxin-like PCB.

In the 7 investigated weight classes, from 2 kg to 11 kg, the decrease was on average 28% with respect to dioxin content and 30% with respect to the sum of dioxins and dioxin-like PCB. The loss of weight by processing of the fillets was in total 32%-33% on average within each weight class, and the extensive trimming contributed 16%-17%.

The measured concentrations of dioxins in the extensively trimmed fillets of salmon meet the current maximum limit for dioxins at 4 pg TEQ/g fresh weight, taking into account the analytical uncertainty. From app. 6 kg cleaned weight and above the limit is met only by a small safety margin.

The measured concentrations of the sum of dioxins and dioxin-like PCB show that several of the extensively trimmed fillets significantly exceed the current maximum limit at 8 pg TEQ/g fresh weight. This relates to a cleaned weight of the salmon of app. 6 kg and above.

## 1. Indledning og baggrund

Siden 2004 har der i Danmark været begrænsninger i den kommercielle omsætning af bl.a. laks fra Østersøen. Baggrunden for at Fødevarestyrelsen indførte restriktionerne er, at de store laks indeholder miljøforureningerne dioxin og PCB i højere mængder end tilladt ifølge EU-grænseværdier<sup>2</sup>.

I starten var der kun en grænseværdi for indholdet af dioxin og det betød, at det blev forbudt at omsætte laks til konsum med en vægt på mere end 4,4 kg. I november 2006 trådte nye grænseværdier for summen af dioxin og dioxinlignede PCB i kraft, og det ville have betydet et totalt stop for omsætningen af alle størrelser af laks, da indholdet af dioxin og dioxinlignende PCB overskrider grænseværdien.

I 2005 gennemførte Fødevareinstituttet i samarbejde med Danmarks Fiskeriundersøgelser og Danmarks Fiskeindustri- og Eksportforening et forskningsprojekt, der undersøgte reduktionen i indholdet af dioxin og PCB i laksefileter, der undergår en dybdetrimningsproces<sup>3</sup>. I denne forarbejdningsproces bortskæres fedtholdige sidestykker, skind og underliggende fedt, og da dioxin og PCB er bundet i fedtet betyder det en reduktion i niveauerne i den trimmede filetside.

Resultaterne fra dette projekt betød, at Fødevarestyrelsen d. 10. november 2006 udstedte en bekendtgørelse, der tillod omsætning af laks fra Østersøen med en rensset vægt på mellem 2 og 5,5 kg, såfremt laksefileterne har gennemgået en dybdetrimning<sup>4</sup>.

Kemiske analyser for indholdet af dioxin og dioxinlignende PCB er forbundet med store omkostninger da det er nødvendigt at benytte dyrt instrumentel og laboratoriarbejdet er tidskrævende. Projektet i 2005 var derfor budgetmæssigt begrænset så det kun var muligt at undersøge vægtklasser af laks på mellem 3 og 6 kg. Dette nye projekt udbygger dokumentation for effekten af dybdetrimning ved at medtage flere vægtklasser så både mindre og større laks inkluderes.

---

<sup>2</sup> Kommissionens forordning nr. 1881/2006 af 19. december 2006 om fastsættelse af grænseværdier for bestemte forurenende stoffer i fødevarer.

<sup>3</sup> Cederberg, T., Heinrich, M.T. og Willadsen, P. 2005, Trimningseffekt på dioxinindhold i laks. FIUF projekt med DFFE j.nr. 3704-3-04-0122 ([www.food.dtu.dk](http://www.food.dtu.dk)).

<sup>4</sup> Bekendtgørelse nr. 1117 af 10. november 2006 om forbud mod salg til human konsum af visse laks, der er fisket eller fanget i Østersøen.

## **2. Projektets formål**

Projektets hensigt har været at undersøge, hvor stor en reduktion af indholdet af dioxin og dioxinlignende PCB i laksefileter, der kan opnås ved at trimme fileter af fersk laks for skind og fedtholdigt væv.

Selve trimningsprocessen skulle udføres under industrielle forhold på Bornholm således, at resultaterne kan bruges direkte af den bornholmske fiskeindustri, såfremt der viser sig grundlag for det.

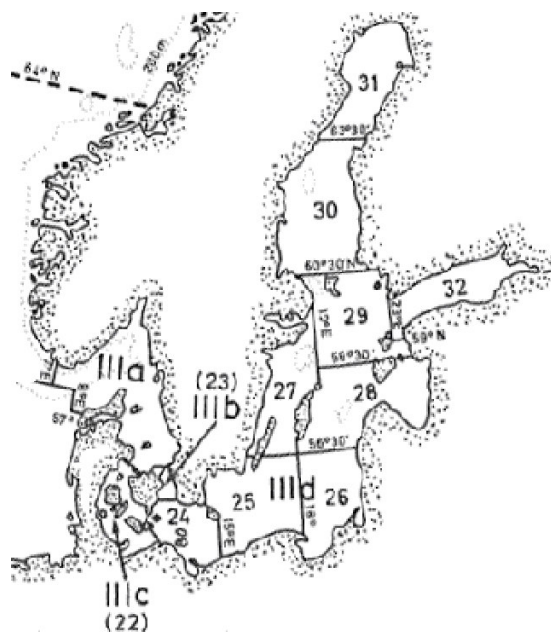
Projektet har til formål at udbygge dokumentationen fra et tilsvarende projekt i 2005, hvor 3 vægtklasser af laks blev undersøgt. I nærværende projekt undersøges der 7 vægtklasser med en vægt fra 2 kg til 11 kg.

### 3. Prøveindsamling og prøvemateriale

#### 3.1 Oprindelse og sortering af laks

Laksen blev fanget øst for Bornholm ved position 3DG539 (ICES square nr. 25, jf. Figur 3.1). Fangstperioden var fra 28. november til 6. december 2006, og foregik med krog af en kommerciel båd. Laksene blev lagret på is indtil de blev landet d. 7. december 2006. Forarbejdningen blev foretaget på Nordbornholms Røgeri.

Laksen ankom til Røgeriet i 16 kasser på is. Der blev i alt indsamlet 77 fisk: 14 fisk i hver af vægtklasserne 2-3 kg, 6-7 kg, 7-9 kg og 9-11 kg, samt 7 fisk i hver af vægtklasserne 3-4 kg, 4-5 kg og 5-6 kg. Vægtklasserne er baseret på rensset vægt, dvs. den hele laks uden indvolde.



**Figur 3.1** Farvandskort med ICES inddelinger.

#### 3.2 Prøvemateriale

På den første dag blev hver af de indsamlede laks opdelt i en venstre og højre filetside. Den venstre filet blev mærket og vakuumpakket med det samme og lagt på frost for at blive benyttet som referencepunkt for den uforarbejdede filet. Den højre blev opbevaret i kølerummet indtil næste dag, hvor den blev dybdetrimmet. Behandlingen af filetsiderne er beskrevet i detaljer i afsnit 4.



Indholdet af dioxin og dioxinlignende PCB blev målt i poolprøver (med 7 fisk i hver poolprøve) af såvel den utrimmede venstre filet, som i den dybdetrimmede højre filet. Desuden blev fedtindholdet også bestemt i poolprøverne. De 77 laks resulterede i 22 prøver til de kemiske analyser (Tabel 3.1)

<b>Vægtklasse af laks Renset vægt (kg)</b>	<b>Antal laks</b>	<b>Analyseres for</b>	<b>Antal prøver af utrimmede og trimmede laksefileter (poolprøver af 7 fisk)</b>
2-3	14	Dioxin, PCB, fedtindhold	4
3-4	7	Dioxin, PCB, fedtindhold	2
4-5	7	Dioxin, PCB, fedtindhold	2
5-6	7	Dioxin, PCB, fedtindhold	2
6-7	14	Dioxin, PCB, fedtindhold	4
7-9	14	Dioxin, PCB, fedtindhold	4
9-11	14	Dioxin, PCB, fedtindhold	4
<b>I alt</b>	<b>77</b>		<b>22</b>

**Tabel 3.1** Prøveplan for indsamling af laks og udførte analyser.

## 4. Forarbejdning af lakseprøver

Laksene ankom på is, sorteret i kasser ifølge deres vægtklasser (Billede 4.1). Forarbejdning af laksene skete på Nordbornholms Røgeri den 7. og 8. december 2006.

Følgende trin indgik i forarbejdningen (se også Figur 4.1):

Trin 1: Hovedet blev skåret af.

Trin 2: Laksene blev håndflækket, og derefter blev højre og venstre filetside mærket med en kode til identifikation.

Trin 3: Afskæring af finner og bugben.

Trin 4: Maskinel fjernelse af skind.

Trin 5: Dybdetrimning.

De første 2 trin af processen (hovedskæring og filetering) blev udført af én person fra Nordbornholms Røgeri på den første dag af forarbejdningen. Billede 4.2 viser filetering af laksen, mens billede 4.3 viser den efterfølgende vejning af filetsiden. Mærkning blev derefter udført af en medarbejder fra Danmarks Fiskeriundersøgelser.

Fra begge filetsider blev finner og bugben fjernet (trin 3). Den højre filet gennemgik derudover også trin 4 (jernelse af skind) på dag 1. Efter skylning i isvand blev begge sider vejnet igen og den venstre filet blev vakuumpakket og lagt på frost samme dag. Den højre filet blev lagt på en rist og opbevaret ved +1 °C til næste dag (Billede 4.4).

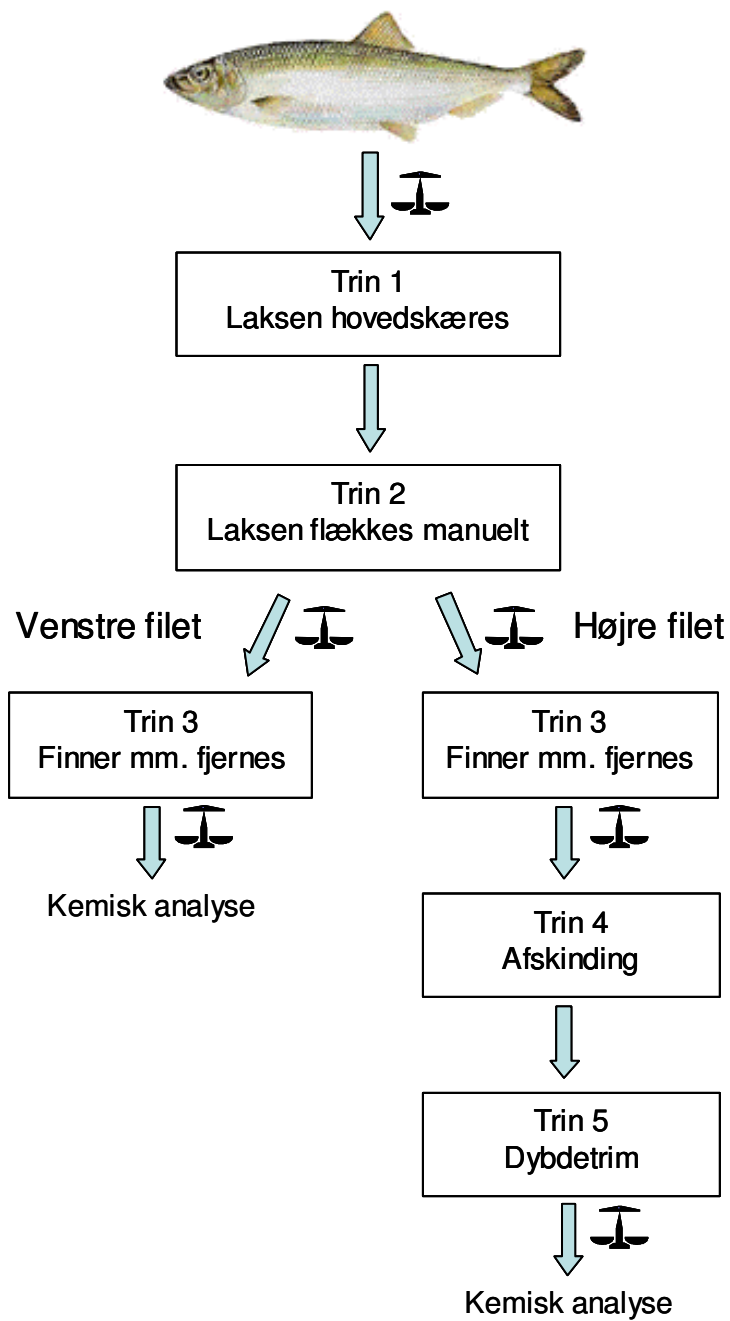
Den højre filet blev dybdetrimmet (trin 5) på anden dag af forarbejdningen. I modsætning til det forrige projekt<sup>5</sup> blev nervebenene ikke fjernet pga. tidsmangel. Desuden var nervebenene så bløde i de små laks, at der var risiko for at beskadige kødet ved fjernelsen. Det vurderes at det ingen betydning har for dioxinindholdet. For at lette dybdetrimningen blev kodemærkning fjernet og fileterne kørt i fryser umiddelbart før trimning. Det sidste gav fileterne en slags ”skorpe”, således at trimningen blev betydelig lettere at udføre. Ved hjælp af en Modular Trimmekniv fra Nemco Machinery A/S blev det sølvfarvede fedtlag på overfladen af skindsiden fjernet (Billede 4.5). Desuden blev den røde muskel på skindsiden af fileten fjernet. Trimmekniven blev anvendt gentagne gange indtil det visuelt vurderes, at der ikke er mere fedtlag/rød muskel tilbage. Den samme person dybdetrimmede alle højre fileter. Billede 4.6 viser den dybdetrimmede højre filet. Til sidst blev fileten vakuumpakket sammen med dens kodenummer og indfrosset på stedet.

De frosne laksefileter blev sendt til kemisk analyse ved Fødevareregion Øst i Ringsted.

Vægten blev noteret af hele fisken før filetering, af de to filetsider før og efter fjernelse af finner og ben (plus skind ved de højre fileter), samt af den højre side efter dybdetrimning (Bilag A). Til dokumentation blev der taget billeder under forarbejdningen.

---

<sup>5</sup> Cederberg, T., Heinrich, M.T. og Willadsen, P. 2005, Trimmingseffekt på dioxinindhold i laks. FIUF projekt med DFFE j.nr. 3704-3-04-0122 ([www.food.dtu.dk](http://www.food.dtu.dk)).



**Figur 4.1** Flowdiagram for projektets forarbejdning af laks. Vægtsymbolet angiver, hvor laksen blev vejet.

**Billede 4.1**  
Laks leveret på is.



**Billede 4.2**  
Håndflækning af laks.



**Billede 4.3**  
Vejning af filetsiden.



**Billede 4.4**

Højre filet efter dag 1 inden dybdetrimning.



**Billede 4.5**

Højre filet, hvor det sølvfarvede fedtlag fjernes.



**Billede 4.6**

Den færdigforarbejdede (dybdetrimmede) højre filet.





## 5. Kemiske analyser

### 5.1 Prøveforberedelse

Ved Fødevareregion Øst i Ringsted blev de frosne laksefileter optøet og homogeniseret for at der kunne udtages repræsentative delprøver til de kemiske analyser.

De højre forarbejdede filetsider (afskindede og dybdetrimmede) blev homogeniserede ved at filetsiden blev skåret i mindre stykker og derefter findelt i en blender med roterende knive. Blenderprocessen blev gentaget flere gange indtil der fremkom en homogen masse.

De venstre uforarbejdede filetsider var ikke afskindet, så skindet blev først skåret fra fiskekødet. Rester af fiskekød og fedt blev efterfølgende skrabet fra skindet, og det blev blendet sammen med det øvrige fiskekød. Skindet indgik ikke i prøvehomogenatet. Proceduren med at skrabe skindet rent blev valgt frem for at prøve at homogenisere filetsiden med skind, da det erfaringsmæssigt er meget vanskeligt at blende skind og fiskekød, så det bliver homogent.

Poolprøver til kemisk analyse blev fremstillet ved at udtage delprøver fra de homogeniserede fileter og med efterfølgende homogenisering af poolprøven.

### 5.2 Prøveoprensning og analytisk bestemmelse

#### *Analytiske laboratorier*

De 22 homogeniserede prøver blev analyseret for indhold af dioxin, dioxinlignende PCB og fedt af Fødevareregion Øst i Ringsted. Fødevareinstituttet analyserede tillige 4 af de samme prøver.

Fødevareinstituttet er det danske nationale referencelaboratorium for dioxin og PCB-analyser i foder og fødevarer, og både Fødevareinstituttet og Fødevareregion Øst i Ringsted har akkrediterede analysemetoder til dioxin og PCB. Analysemetoderne overholder de krav der er opstillet i EU kommissionens forordning 1883/2006<sup>6</sup>.

#### *Analysemetode*

Efter homogenisering af prøven ekstraheres fedtet med organiske opløsningsmidler. Bestemmelsen af fedtindholdet i prøven foretages gravimetrisk. Det isolerede fedt oprenses i forskellige chromatografiske systemer. Det første system består af en eller flere søjler pakket med bl.a. silica og svovlsyreimprægneret silica. Her sker der en nedbrydning af fedtet og andre stoffer, der ikke tåler syrer samtidigt med at polære forbindelser tilbageholdes på søjlematerialet. Prøven fraktioneres efterfølgende med aktivt kul eller præparativ HPLC i tre fraktioner: mono- og di-ortho PCB, non-ortho PCB og dioxiner.

---

<sup>6</sup> Kommissionens forordning 1883/2006 af 19. december 2006 om prøveudtagnings- og analysemetoder til offentlig kontrol af dioxiner og dioxinlignende PCB'er i visse fødevarer.

Efter inddampning analyseres fraktionerne ved hjælp af gaschromatografi med højopløsende massespektrometrisk detektion. Mono- og di-ortho PCB analyseres særskilt fra non-ortho PCB og dioxiner.

Den kvantitative bestemmelse sker med isotopfortyndingsteknik, dvs. der tilsættes en række kulstof-13 mærkede standarder (dioxiner og PCB) til prøven før den oprenses. Der tilsættes ligeledes isotopmærkede standarder til ekstraktet lige før GC/MS analysen, så genfindingen, og dermed kontrol af prøveoprensningen, kan følges for den enkelte prøve.

Til dette projekt blev der udtaget 3-5 g homogenat, hvilket resulterede i en detektionsgrænse for TEQ dioxin på mindre end 0,15 pg TEQ/g frisk vægt og for TEQ PCB på mindre end 0,05 pg TEQ/g frisk vægt.

### 5.3 Analyseresultater

#### *Angivelse af analyseresultaterne*

Det målte fedtindhold og koncentrationerne af dioxin og dioxinlignende PCB i de 22 prøver fremgår af Bilag B. Desuden er den procentvise reduktion beregnet for fedtindhold, TEQ dioxin, TEQ PCB samt TEQ dioxin+PCB.

Resultaterne for dioxin og dioxinlignende PCB er opgivet i TEQ (toxic equivalency). TEQ udtrykker prøvens samlede indhold af stoffer med dioxinlignende effekt.

En række stoffer har dioxinlignende effekter og for 29 dioxiner og PCB er der fastsat en faktor (toksicitets-ækvivalent-faktor: TEF), der vægter stoffets giftighed i forhold til den mest giftige dioxinforbindelse. Ved den kemiske analyse for dioxin analyseres der for disse enkeltstoffer, og efter at koncentrationerne er korrigeret med TEF-værdierne, adderes de til en samlet TEQ for prøven. Der er i øjeblikket TEF-værdier for 17 dioxiner (PCDD og PCDF) og 12 dioxinlignende PCB-forbindelser (Bilag C).

Ved beregning af TEQ sættes koncentrationen af ikke-detekterbare forbindelser til detektionsgrænsen.

#### *Gentagelsen af 4 prøver ved et andet analyselaboratorium*

Resultaterne for gentagelsen af analyserne af 4 prøver ved Fødevarerinstitutionen fremgår af Tabel B.3 i Bilag B. Forskellen mellem TEQ-værdierne fra de to laboratorier ligger mellem 1% og 15%. For bestemmelserne af fedtprocenten er forskellen mellem 1% og 23%.

Da analyseusikkerheden på en enkelt analyse ligger mellem 10% og 15% (standardafvigelsen) så er den observerede forskel mellem laboratorierne acceptabel.

På to af prøverne, pool 1 og pool 20, er der en forholdsvis stor forskel på bestemmelsen af fedtprocenten (hhv. 23% og 20%). Fedtbestemmelsen på projektets prøver udviser generelt en stor variation, og det er diskuteret nærmere i afsnit 6.2.

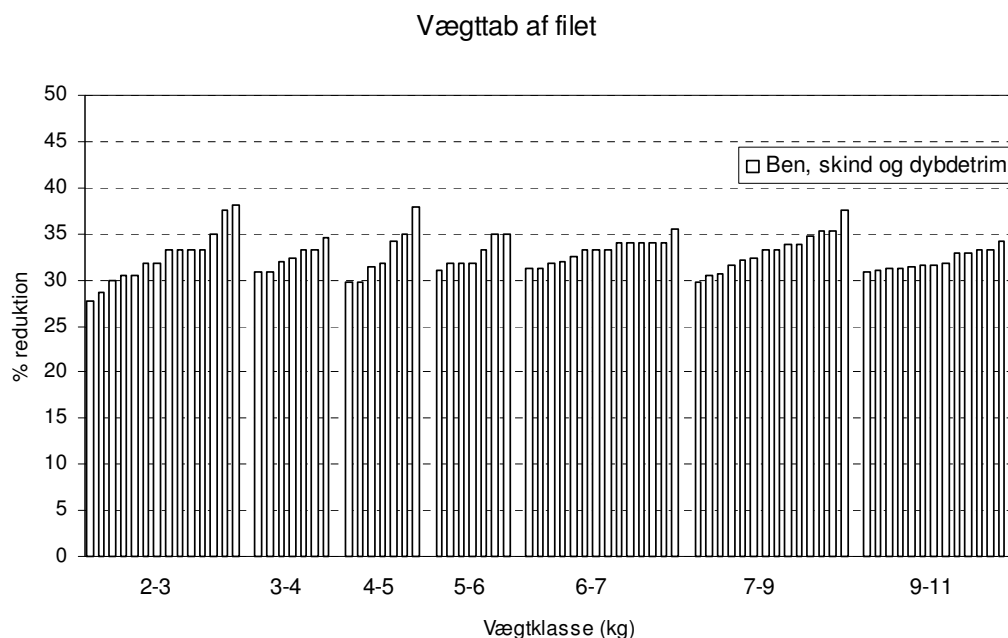
## 6. Diskussion af resultater

### 6.1 Vægttab efter dybdetrimning

Den procentvise vægtreduktion er beregnet ved at vægten af den trimmede højre laksefiletside er sat i forhold til startvægten af den højre utrimmede filetside. Bilag A viser værdierne for de enkelte laks, og Tabel B.1 i Bilag B viser værdierne for poolprøverne).

Figur 6.1 viser det totale vægttab, dvs. efter fjernelse af ben og skind og efterfølgende dybdetrim, for hver enkelt af de 77 laks. Indenfor hver vægtklasse er der en vis variation i vægttabet (maksimalt mellem 28% til 38% for vægtklassen 2-3 kg), men gennemsnittet for de syv undersøgte vægtklasser ligger stabilt fra 32% til 33%. Figur 6.2 viser det vægttab som selve dybdetrimningen udgør, og gennemsnittet for vægtklasserne varierer fra 16% til 17%.

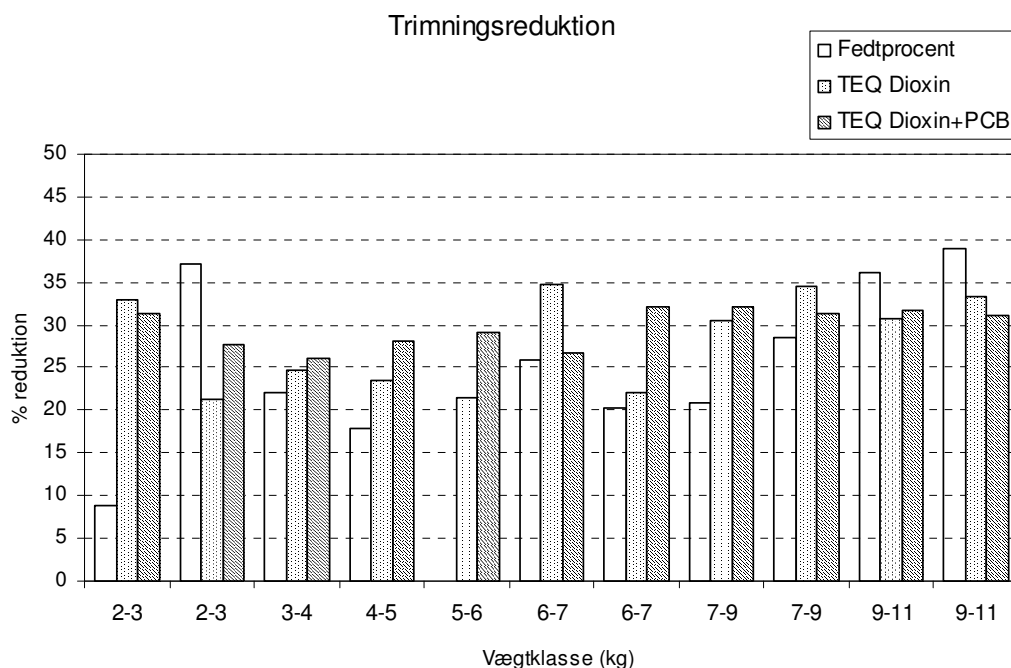
Vægttabene ligger tæt på de værdier der blev fundet i det forrige projekt. De totale vægttab varierede mellem 29% og 33%, og dybdetrimningen udgjorde mellem 11% og 14%.



**Figur 6.1** Tab i vægt af laksefileterne ved forarbejdning af 77 laks anvendt i projektet. Vægttabet er beregnet som vægtreduktion i procent. Figuren viser det totale vægttab efter fjernelse af ben og skind og efterfølgende dybdetrimning. Indenfor hver vægtklasse er datapunkterne sorteret efter stigende værdi.







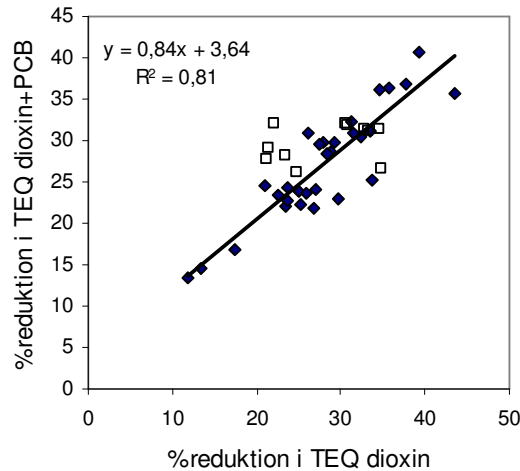
**Figur 6.3** Reduktion af dioxinindhold i laksefilet efter afskindning og dybdetrimning. Reduktionen er beregnet som den procentvise nedgang i hhv. fedtprocenten, dioxinindholdet og summen af dioxin og PCB (pg TEQ/g friskvægt).

I det forrige projekt blev der fundet en lineær sammenhæng mellem reduktionen af dioxin og summen af dioxin og dioxinlignende PCB, og med reduktionen af fedtprocenten i forhold til dioxin og dioxinlignende PCB.

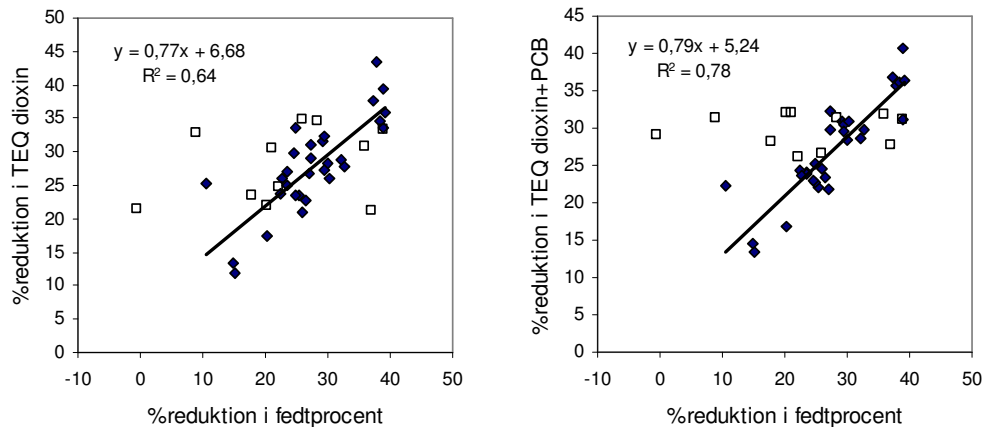
I Figur 6.4 og Figur 6.5 er datapunkterne fra det nye projekt plottet i figurerne fra det forrige projekt. Figur 6.4 viser korrelation mellem TEQ dioxin og summen af dioxin og dioxinlignende PCB. De nye datapunkter grupperer sig i midten af figuren og det skyldes at der i det nye projekt er analyseret på poolprøver, og det reducerer variationen.

I Figur 6.5 er TEQ dioxin og summen af dioxin og dioxinlignende PCB plottet mod reduktionen i fedtprocent. De nye datapunkter udviser en meget stor spredning, så der i modsætning til det forrige projekt ikke kan konstateres en sammenhæng mellem hverken dioxin eller summen af dioxin og PCB til reduktionen i fedtprocenten.

I dette projekt varierer de målte reduktioner i fedtprocenten meget, mens variationen i reduktionerne af dioxin og PCB ikke er så udpræget. I modsætning til det forrige projekt, hvor der blev analyseret på individuelle laks, så blev der i det nye projekt anvendt poolprøver af 7 laks. Det har betydet, at meget store prøvemængder har skulle homogeniseres, og noget tyder på, at homogeniseringen ikke har været fuldstændig. Da det ikke har påvirket de kemiske analyser af dioxin og PCB, der er angivet i forhold til den friske vægt af lakseprøven, så tyder det på, at variationen har relation til fedtbestemmelsesmetoden.



**Figur 6.4** Korrelation mellem reduktionen i indholdet af TEQ dioxin og TEQ dioxin+ dioxinlignende PCB. De åbne firkanter er datapunkter fra dette projekt, der er plottet i figuren fra det forrige trimningsprojekt (regressionslinjen og korrelationskoefficienten er fra det forrige trimningsprojekt).

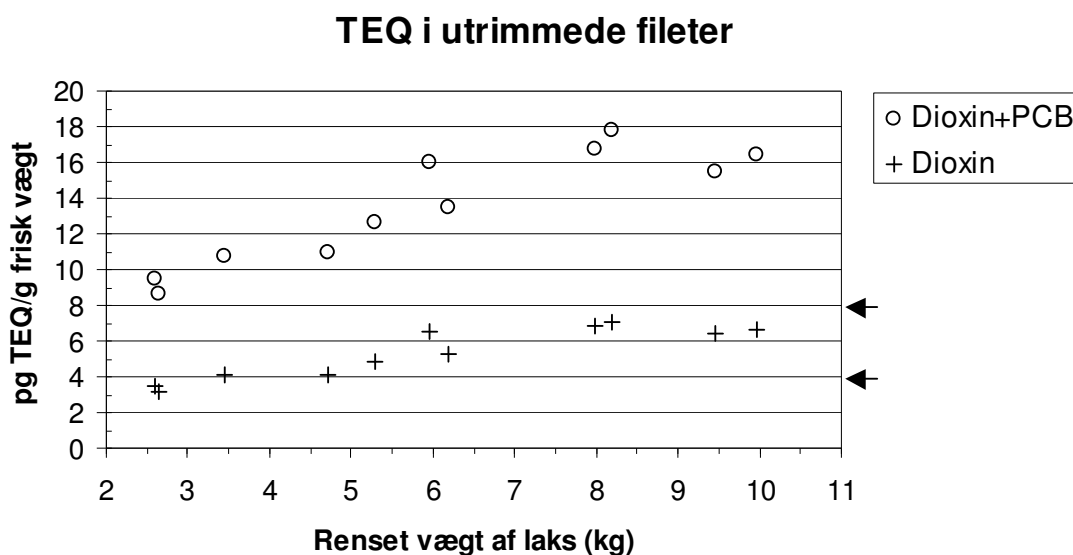


**Figur 6.5** Korrelation mellem reduktionen i fedtprocenten og indholdet af hhv. TEQ dioxin og TEQ dioxin+dioxinlignende PCB. De åbne firkanter er datapunkter fra dette projekt, der er plottet i figurene fra det forrige trimningsprojekt (regressionslinjerne og korrelationskoefficienterne er fra det forrige trimningsprojekt).

### 6.3 Indhold af dioxin og dioxinlignende PCB i lakseprøver

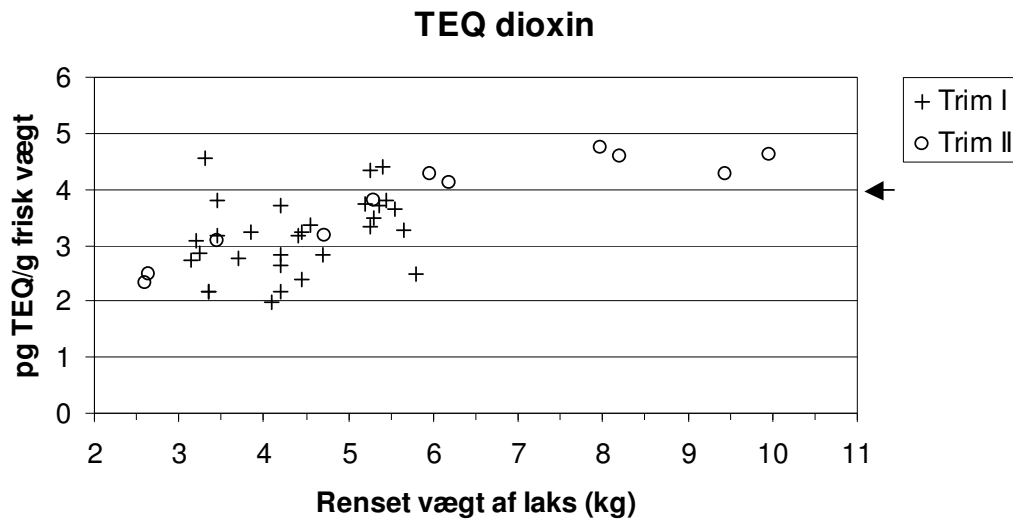
De målte koncentrationer af dioxin og dioxinlignende PCB i de venstre utrimmede laksefileter er afbilledet i henholdsvis Figur 6.6.

For de utrimmede fileter ses der en gradvis stigning i indholdet af dioxin gående fra den laveste vægtklasse til den højeste. Der ses dog en udfladning i indholdet i laks med en vægt på over ca. 7 kg rensset vægt. Det samme forhold gør sig gældende for summen af dioxin og dioxinlignende PCB.

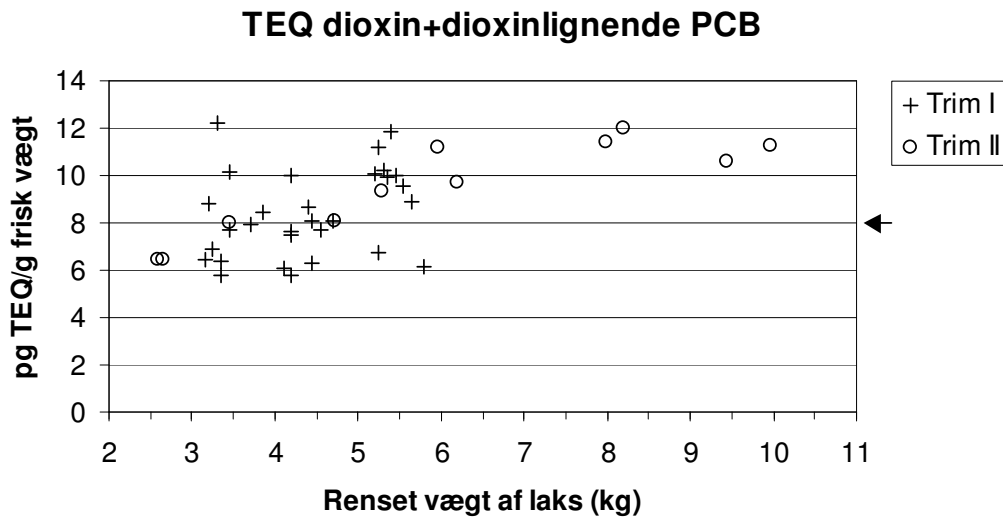


**Figur 6.6** Målt indhold af dioxin og summen af dioxin og dioxinlignende PCB i de utrimmede laksefileter. Pilene angiver de gældende grænseværdier for dioxin og summen af dioxin og dioxinlignende PCB i fisk (hhv. 4 pg TEQ/g frisk vægt og 8 pg TEQ/g frisk vægt).

Indholdet af dioxin og dioxinlignende PCB i de højre dybdetrimmede laksefileter fremgår af Figur 6.7 og 6.8 (trim II). Resultaterne fra det forrige projekt (trim I) er ligeledes afbildet i figurene. Prøverne fra det forrige projekt var individuelle laks, så det giver anledning til større spredning på de målte indhold i forhold til de nye prøver, der er poolprøver. Bortset fra det kan det ses, at der er overensstemmelse mellem de to datasæt hvad vægt af laks og de målte indhold angår.



**Figur 6.7** Målt indhold af dioxin i dybdetrimmede laksefileter i forhold til rensset vægt af laksen. Pilen angiver den gældende grænseværdi for dioxin i fisk (4 pg TEQ/g frisk vægt).



**Figur 6.8** Målt indhold af summen af dioxin og dioxinlignende PCB i dybdetrimmede laksefileter i forhold til rensset vægt af laksen. Pilen angiver den gældende grænseværdi for summen af dioxin og PCB i fisk (8 pg TEQ/g frisk vægt)

I forhold til de gældende grænseværdier for dioxin og summen af dioxin og dioxinlignende PCB kan det konstateres, at de dybdetrimmede fileter overholder grænsen for indhold af dioxin, der ligger på 4 pg TEQ/g frisk vægt. De trimmede fileter fra laks på 6 kg og højere ligger talmæssigt over grænseværdien (4,3 til 4,7 pg TEQ/g frisk vægt), men når der tages hensyn til en analyseusikkerhed på 10%-15%, er overskridelsen ikke signifikant.

Med hensyn til grænseværdien for summen af dioxin og dioxinlignende PCB er der talmæssigt en overskridelse fra vægklassen 4-5 kg, mens en signifikant overskridelse forekommer først fra en vægt på 6 kg og højere.

## 7. Konklusioner

- A. Ved afskinding og dybdetrimning, dvs. bortskæring af synligt fedt og fedtholdigt væv, af laksefileter fra Østersølaks har det været muligt at opnå en betydelig reduktion i indholdet af dioxin og dioxinlignende PCB. I de 7 undersøgte vægtklasser er der i gennemsnit fundet en reduktion på 28% i indholdet af dioxin og 30% af summen af dioxin og dioxinlignende PCB. Vægttabet ved forarbejdningen udgjorde 32%-33% i gennemsnit indenfor hver af vægtklasserne, hvoraf dybdetrimningen bidrog med 16%-17%.
- B. Resultaterne fra dette projekt er sammenlignelige med det der blev opnået i det første trimningsprojekt. Dog er der i dette projekt ikke nogen tendens til at effekten af dybdetrimningen er mindre for de lavere vægtklasser. I dette projekt udviste reduktionen i fedtprocent en stor variation. En forklaring kunne være at det er vanskeligt at opnå en fuldstændig homogenisering af materialet til poolprøverne med de store mængder af laks, der har skullet prøvebehandles.
- C. Det målte indhold af dioxin i de afskinnede og dybdetrimmede laksefileter overholder den gældende grænseværdi for dioxin i fisk når der tages hensyn til analyseusikkerheden. Fra en vægt på ca. 6 kg (renset vægt) og højere overholdes grænseværdien dog kun med en lille sikkerhedsmargin.
- D. Det målte indhold for summen af dioxin og dioxinlignende PCB viser, at flere af de afskinnede og dybdetrimmede laksefileter signifikant overskrider den gældende grænseværdi på 8 pg TEQ/g frisk vægt, når laksen har en vægt på ca. 6 kg (renset vægt) og højere.

## Bilag A: Forarbejdning

Hel fisk			Venstre filet (utrimmet)				Højre filet (dybdetrimmet)						
Vægtklasse (kg)	Fisk nr.	Start vægt (kg)	V-filet nr.	V-filet start (kg)	V-filet uden ben (kg)	Vægttab	H-filet nr.	H-filet start (kg)	H-filet uden ben/ efter afskinding (kg)	Vægttab	H-filet efter dybdetrim (kg)	Vægttab - dybdetrimning	Vægttab - totalt
2-3	1	2,35	3800	1,00	0,85	15,0%	3801	0,90	0,75	16,7%	0,60	16,7%	33,3%
2-3	2	2,35	3802	1,00	0,85	15,0%	3803	0,90	0,75	16,7%	0,60	16,7%	33,3%
2-3	3	2,80	3804	1,25	1,00	20,0%	3805	1,05	0,90	14,3%	0,70	19,0%	33,3%
2-3	4	2,95	3806	1,30	1,05	19,2%	3807	1,10	0,95	13,6%	0,75	18,2%	31,8%
2-3	5	2,80	3808	1,20	1,05	12,5%	3809	1,10	0,95	13,6%	0,75	18,2%	31,8%
2-3	6	2,35	3810	1,05	0,85	19,0%	3811	0,90	0,80	11,1%	0,65	16,7%	27,8%
2-3	7	2,55	3812	1,10	0,95	13,6%	3813	1,05	0,90	14,3%	0,70	19,0%	33,3%
2-3	8	2,75	3814	1,20	1,00	16,7%	3815	1,05	0,85	19,0%	0,65	19,0%	38,1%
2-3	9	2,60	3816	1,15	1,00	13,0%	3817	1,00	0,85	15,0%	0,70	15,0%	30,0%
2-3	10	3,00	3818	1,25	1,05	16,0%	3819	1,15	1,00	13,0%	0,80	17,4%	30,4%
2-3	11	2,65	3820	1,15	1,00	13,0%	3821	1,05	0,90	14,3%	0,75	14,3%	28,6%
2-3	12	2,95	3822	1,30	1,10	15,4%	3823	1,15	1,00	13,0%	0,80	17,4%	30,4%
2-3	13	2,00	3824	0,90	0,75	16,7%	3825	0,80	0,65	18,8%	0,50	18,8%	37,5%
2-3	14	2,60	3826	1,10	0,90	18,2%	3827	1,00	0,80	20,0%	0,65	15,0%	35,0%
3-4	15	3,35	3828	1,45	1,25	13,8%	3829	1,30	1,10	15,4%	0,90	15,4%	30,8%
3-4	16	3,70	3830	1,60	1,30	18,8%	3831	1,45	1,15	20,7%	0,95	13,8%	34,5%
3-4	17	3,25	3832	1,40	1,15	17,9%	3833	1,30	1,10	15,4%	0,90	15,4%	30,8%
3-4	18	3,80	3834	1,70	1,45	14,7%	3835	1,55	1,30	16,1%	1,05	16,1%	32,3%
3-4	19	3,50	3836	1,40	1,15	17,9%	3837	1,25	1,10	12,0%	0,85	20,0%	32,0%
3-4	20	3,10	3838	1,35	1,10	18,5%	3839	1,20	1,00	16,7%	0,80	16,7%	33,3%
3-4	21	3,45	3840	1,45	1,20	17,2%	3841	1,35	1,15	14,8%	0,90	18,5%	33,3%
4-5	22	5,00	3842	2,20	1,85	15,9%	3843	2,05	1,75	14,6%	1,40	17,1%	31,7%
4-5	23	4,40	3844	1,90	1,60	15,8%	3845	1,75	1,50	14,3%	1,20	17,1%	31,4%
4-5	24	4,75	3846	2,10	1,70	19,0%	3847	1,85	1,55	16,2%	1,30	13,5%	29,7%
4-5	25	4,70	3848	2,00	1,70	15,0%	3849	1,90	1,55	18,4%	1,25	15,8%	34,2%
4-5	26	4,65	3850	2,00	1,70	15,0%	3851	1,85	1,60	13,5%	1,30	16,2%	29,7%
4-5	27	5,00	3852	2,15	1,80	16,3%	3853	2,00	1,60	20,0%	1,30	15,0%	35,0%
4-5	28	4,50	3854	1,90	1,60	15,8%	3855	1,85	1,50	18,9%	1,15	18,9%	37,8%
5-6	29	5,40	3856	2,30	1,95	15,2%	3857	2,15	1,75	18,6%	1,40	16,3%	34,9%
5-6	30	5,10	3858	2,20	1,90	13,6%	3859	2,05	1,75	14,6%	1,40	17,1%	31,7%
5-6	31	5,35	3860	2,20	1,85	15,9%	3861	2,05	1,70	17,1%	1,40	14,6%	31,7%
5-6	32	5,25	3862	2,25	2,00	11,1%	3863	2,10	1,80	14,3%	1,40	19,0%	33,3%
5-6	33	5,40	3864	2,35	2,00	14,9%	3865	2,10	1,75	16,7%	1,45	14,3%	31,0%
5-6	34	5,15	3866	2,20	1,85	15,9%	3867	2,05	1,75	14,6%	1,40	17,1%	31,7%
5-6	35	5,40	3868	2,30	1,95	15,2%	3869	2,15	1,80	16,3%	1,40	18,6%	34,9%

**Tabel A.1** Vejetal og vægttab i forbindelse med forarbejdningen af laks og laksefileter. Vægttabet er beregnet i forhold til startvægten på hhv. den venstre og højre filetside.



Hel fisk			Venstre filet (utrimmet)				Højre filet (dybdetrimmet)						
Vægtklasse (kg)	Fisk nr.	Start vægt (kg)	V-filet nr.	V-filet start (kg)	V-filet uden ben (kg)	Vægttab	H-filet nr.	H-filet start (kg)	H-filet uden ben/ efter afskinding (kg)	Vægttab	H-filet efter dybdetrim (kg)	Vægttab - dybdetrimning	Vægttab - totalt
6-7	36	5,60	3870	2,35	2,00	14,9%	3871	2,20	1,80	18,2%	1,45	15,9%	34,1%
6-7	37	6,85	3872	2,90	2,50	13,8%	3873	2,70	2,30	14,8%	1,80	18,5%	33,3%
6-7	38	5,65	3874	2,40	2,00	16,7%	3875	2,20	1,85	15,9%	1,45	18,2%	34,1%
6-7	39	5,50	3876	2,35	2,05	12,8%	3877	2,20	1,85	15,9%	1,50	15,9%	31,8%
6-7	40	6,30	3878	2,70	2,25	16,7%	3879	2,50	2,15	14,0%	1,70	18,0%	32,0%
6-7	41	6,25	3880	2,55	2,20	13,7%	3881	2,40	1,95	18,8%	1,55	16,7%	35,4%
6-7	42	5,60	3882	2,40	2,05	14,6%	3883	2,30	1,90	17,4%	1,55	15,2%	32,6%
6-7	43	6,95	3884	3,00	2,55	15,0%	3885	2,70	2,30	14,8%	1,80	18,5%	33,3%
6-7	44	6,00	3886	2,50	2,15	14,0%	3887	2,35	1,95	17,0%	1,55	17,0%	34,0%
6-7	45	6,40	3888	2,75	2,30	16,4%	3889	2,50	2,05	18,0%	1,65	16,0%	34,0%
6-7	46	5,60	3890	2,40	2,00	16,7%	3891	2,25	1,90	15,6%	1,50	17,8%	33,3%
6-7	47	6,15	3892	2,65	2,20	17,0%	3893	2,40	2,05	14,6%	1,65	16,7%	31,3%
6-7	48	6,00	3894	2,55	2,20	13,7%	3895	2,40	2,10	12,5%	1,65	18,8%	31,3%
6-7	49	6,25	3896	2,70	2,30	14,8%	3897	2,50	2,05	18,0%	1,65	16,0%	34,0%
7-9	50	8,75	3898	3,80	3,35	11,8%	3899	3,60	3,10	13,9%	2,35	20,8%	34,7%
7-9	51	7,35	3900	3,15	2,70	14,3%	3901	2,95	2,55	13,6%	2,05	16,9%	30,5%
7-9	52	7,65	3902	3,25	2,85	12,3%	3903	3,10	2,60	16,1%	2,10	16,1%	32,3%
7-9	53	8,00	3904	3,40	2,90	14,7%	3905	3,25	2,70	16,9%	2,10	18,5%	35,4%
7-9	54	7,60	3906	3,20	2,75	14,1%	3907	2,95	2,50	15,3%	2,00	16,9%	32,2%
7-9	55	7,70	3908	3,20	2,80	12,5%	3909	3,10	2,55	17,7%	2,05	16,1%	33,9%
7-9	56	8,80	3910	3,75	3,25	13,3%	3911	3,55	2,95	16,9%	2,35	16,9%	33,8%
7-9	57	8,50	3912	3,50	2,85	18,6%	3913	3,20	2,60	18,8%	2,00	18,8%	37,5%
7-9	58	8,00	3914	3,35	2,90	13,4%	3915	3,15	2,65	15,9%	2,10	17,5%	33,3%
7-9	59	7,95	3916	3,35	2,90	13,4%	3917	3,25	2,65	18,5%	2,10	16,9%	35,4%
7-9	60	7,60	3918	3,25	2,75	15,4%	3919	3,10	2,65	14,5%	2,15	16,1%	30,6%
7-9	61	9,00	3920	3,85	3,30	14,3%	3921	3,65	3,10	15,1%	2,50	16,4%	31,5%
7-9	62	7,35	3922	3,15	2,65	15,9%	3923	2,85	2,40	15,8%	1,90	17,5%	33,3%
7-9	63	9,00	3924	3,85	3,35	13,0%	3925	3,70	3,15	14,9%	2,60	14,9%	29,7%
9-11	64	9,75	3926	4,10	3,50	14,6%	3927	3,90	3,25	16,7%	2,70	14,1%	30,8%
9-11	65	9,40	3928	4,00	3,35	16,3%	3929	3,90	3,15	19,2%	2,60	14,1%	33,3%
9-11	66	10,85	3930	4,60	3,85	16,3%	3931	4,25	3,55	16,5%	2,90	15,3%	31,8%
9-11	67	9,85	3932	4,05	3,45	14,8%	3933	3,80	3,20	15,8%	2,60	15,8%	31,6%
9-11	68	9,30	3934	3,90	3,35	14,1%	3935	3,80	3,25	14,5%	2,60	17,1%	31,6%
9-11	69	10,20	3936	4,30	3,65	15,1%	3937	4,25	3,55	16,5%	2,85	16,5%	32,9%
9-11	70	10,40	3938	4,50	3,90	13,3%	3939	4,15	3,50	15,7%	2,85	15,7%	31,3%
9-11	71	9,30	3940	3,90	3,35	14,1%	3941	3,70	3,00	18,9%	2,40	16,2%	35,1%
9-11	72	9,40	3942	4,05	3,35	17,3%	3943	3,85	3,25	15,6%	2,65	15,6%	31,2%
9-11	73	9,20	3944	3,90	3,25	16,7%	3945	3,60	3,00	16,7%	2,40	16,7%	33,3%
9-11	74	10,15	3946	4,45	3,85	13,5%	3947	4,00	3,45	13,8%	2,75	17,5%	31,3%
9-11	75	9,60	3948	4,15	3,50	15,7%	3949	3,95	3,25	17,7%	2,60	16,5%	34,2%
9-11	76	9,35	3950	3,95	3,40	13,9%	3951	3,65	3,05	16,4%	2,45	16,4%	32,9%
9-11	77	9,15	3952	3,95	3,40	13,9%	3953	3,70	3,10	16,2%	2,55	14,9%	31,1%

**Tabel A.1** Vejetal og vægttab i forbindelse med forarbejdningen af laks og laksefileter. Vægttabet er beregnet i forhold til startvægten på hhv. den venstre og højre filetside.

## Bilag B: Kemiske analyser

Hel fisk			Venstre filet (utrimmet)				Højre filet (dybdetrimmet)						
Vægtklasse (kg)	Fisk nr.	Start vægt (kg)	Pool nr.	V-filet start (kg)	V-filet uden ben (kg)	Vægttab	Pool nr.	H-filet start (kg)	H-filet uden ben/ efter afskinding (kg)	Vægttab	H-filet efter dybdetrim (kg)	Vægttab - dybdetrimning	Vægttab - totalt
2-3	1-7	2,59	1	1,13	0,94	16,3%	2	1,00	0,86	14,3%	0,68	17,8%	32,1%
2-3	8-14	2,65	3	1,15	0,97	15,6%	4	1,03	0,86	16,2%	0,69	16,7%	32,9%
3-4	15-21	3,45	5	1,48	1,23	17,0%	6	1,34	1,13	15,9%	0,91	16,6%	32,4%
4-5	22-28	4,71	7	2,04	1,71	16,1%	8	1,89	1,58	16,6%	1,27	16,2%	32,8%
5-6	29-35	5,29	9	2,26	1,93	14,6%	10	2,09	1,76	16,0%	1,41	16,7%	32,7%
6-7	36-42	5,96	11	2,52	2,15	14,7%	12	2,36	1,97	16,4%	1,57	16,9%	33,3%
6-7	43-49	6,19	13	2,65	2,24	15,4%	14	2,44	2,06	15,8%	1,64	17,2%	33,0%
7-9	50-56	7,98	15	3,39	2,94	13,3%	16	3,21	2,71	15,8%	2,14	17,5%	33,3%
7-9	57-63	8,20	17	3,47	2,96	14,9%	18	3,27	2,74	16,2%	2,19	16,9%	33,1%
9-11	64-70	9,96	19	4,21	3,58	14,9%	20	4,01	3,35	16,4%	2,73	15,5%	31,9%
9-11	71-77	9,45	21	4,05	3,44	15,0%	22	3,78	3,16	16,5%	2,54	16,2%	32,7%

**Tabel B.1** Middelværdierne af vejetal og vægttab for de poolprøver, der er udført kemiske analyse på. Vægttabet er beregnet i forhold til startvægten på hhv. den venstre og højre filetside.

Hel fisk		Venstre filet (utrimmet)					Højre filet (dybdetrimmet)					Effekt af trimning		
Vægtklasse (kg)	Fisk nr.	Pool nr.	Fedt%	TEQ dioxin	TEQ PCB	TEQ dioxin+PCB	Pool nr.	Fedt%	TEQ dioxin	TEQ PCB	TEQ dioxin+PCB	%reduktion fedt	%reduktion dioxin	%red. dioxin+PCB
2-3	1-7	1	10,2	3,5	5,9	9,4	2	9,3	2,3	4,1	6,4	8,8	32,9	31,3
2-3	8-14	3	11,2	3,1	5,5	8,7	4	7,1	2,5	4,0	6,5	37,1	21,3	27,7
3-4	15-21	5	13,4	4,1	6,6	10,8	6	10,5	3,1	4,9	8,0	22,1	24,7	26,1
4-5	22-28	7	13,3	4,1	6,9	11,0	8	10,9	3,2	4,9	8,1	17,9	23,4	28,2
5-6	29-35	9	12,8	4,8	7,8	12,6	10	12,8	3,8	5,5	9,3	-0,5	21,5	29,0
6-7	36-42	11	14,5	6,6	9,4	16,0	12	10,7	4,3	6,9	11,2	25,8	34,8	26,7
6-7	43-49	13	12,6	5,3	8,2	13,5	14	10,0	4,1	5,6	9,7	20,2	22,1	32,1
7-9	50-56	15	13,2	6,8	9,9	16,7	16	10,4	4,7	6,7	11,4	21,0	30,6	32,1
7-9	57-63	17	14,0	7,0	10,8	17,8	18	10,0	4,6	7,4	12,0	28,4	34,6	31,4
9-11	64-70	19	14,3	6,7	9,7	16,4	20	9,1	4,6	6,7	11,3	36,1	30,8	31,7
9-11	71-77	21	14,7	6,4	9,1	15,5	22	9,0	4,3	6,3	10,6	38,9	33,2	31,1

**Tabel B.2** Målte indhold af fedt, dioxin og dioxinlignede PCB i laksefileter (pg TEQ/g friskvægt). Analyselaboratorium: a) DFVF, b) Region Ringsted. Reduktion i procent er forskellen i indholdet i den dybdetrimmede højre filetside i forhold til den utrimmede venstre filetside.

Hel fisk		Venstre filet (utrimmet)					Højre filet (dybdetrimmet)					Effekt af trimning			
Vægtklasse (kg)	Fisk nr.	Pool nr.	Fedt%	TEQ dioxin	TEQ PCB	TEQ dioxin+PCB	Pool nr.	Fedt%	TEQ dioxin	TEQ PCB	TEQ dioxin+PCB	%reduktion fedt	%reduktion dioxin	%red. dioxin+PCB	
a	2-3	1-7	1	10,2	3,5	5,9	9,4	2	9,3	2,3	4,1	6,4	8,8	32,9	31,3
b			1	13,3	3,9	7,0	10,9	2	9,4	2,7	4,7	7,4	29,1	31,5	32,2
a	9-11	64-70	19	14,3	6,7	9,7	16,4	20	9,1	4,6	6,7	11,3	36,1	30,8	31,7
b			19	15,3	6,8	10,6	17,4	20	11,3	4,9	7,9	12,8	26,1	27,4	26,0

**Tabel B.3** Målte indhold af fedt, dioxin og dioxinlignede PCB i laksefileter (pg TEQ/g friskvægt). AnalySELaboratorium: a) Region Øst i Ringsted, b) Fødevareinstituttet. Reduktion i procent er forskellen i indholdet i den dybdetrimmede højre filetside i forhold til den utrimmede venstre filetside

## Bilag C: TEF-værdier for dioxiner og dioxinlignende PCB

WHO-TEF for dioxiner		WHO-TEF for dioxinlignende PCB	
PCDD		Non-ortho PCB	
2,3,7,8-TCDD	1	PCB 77	0,0001
1,2,3,7,8-PeCDD	1	PCB 81	0,0001
1,2,3,4,7,8-HxCDD	0,1	PCB 126	0,1
1,2,3,6,7,8-HxCDD	0,1	PCB 169	0,01
1,2,3,7,8,9-HxCDD	0,1	Mono-ortho PCB	
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	0,01	PCB 105	0,0001
OCDD	0,0001	PCB 114	0,0005
PCDF		PCB 118	0,0001
2,3,7,8-TCDF	0,1	PCB 123	0,0001
1,2,3,7,8-PeCDF	0,05	PCB 156	0,0005
2,3,4,7,8-PeCDF	0,5	PCB 157	0,0005
1,2,3,4,7,8-HxCDF	0,1	PCB 167	0,00001
1,2,3,6,7,8-HxCDF	0,1	PCB 189	0,0001
1,2,3,7,8,9-HxCDF	0,1		
2,3,4,6,7,8-HxCDF	0,1		
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	0,01		
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	0,01		
OCDF	0,0001		

**Tabel C.1** Toksicitets-ækvivalent-faktorer (TEF), fastsat af WHO<sup>7</sup>, for dioxiner (PCDD og PCDF) og dioxinlignende PCB.

WHO har i 2005 revurderet TEF-værdierne<sup>8</sup>, og det har resulteret i lavere værdier for PeCDF og PCB 105, 114, 118, 123, 156, 157 og 189. For OCDF, OCDD, PCB 81, 169 og 167 er TEF-værdierne sat op. I forhold til EU-grænseværdierne for dioxin og summen af dioxin og PCB er det dog stadig TEF-værdierne fra 1998, der skal benyttes.

<sup>7</sup> Van den Berg et al. (1998) Env. Health Persp. 106, 775-792.

<sup>8</sup> Van den Berg et al. (2006) Tox. Sci. 93, 223-241.