



Havs  
och Vatten  
myndigheten

# Miljögifter i abborre i Norrviken

Vattenundersökningar inom ramen för LIFE IP  
Rich Waters action C13

SOLLENTUNA  
KOMMUN



Upplands Väsby  
kommun



Länsstyrelsen  
Stockholm

**Miljögifter i abborre i Norrviken**  
**Vattenundersökningar inom ramen för LIFE IP Rich Waters action C13**

Rapportdatum: 2017-11-30  
Version: 2.0  
Projektnummer: 3397

Uppdragsgivare: Sollentuna kommun

Utförare: Medins Havs- och Vattenkonsulter AB  
Företagsvägen 2, 435 33 Mölnlycke  
Tel +46 31-338 35 40 | [www.medinsab.se](http://www.medinsab.se) | Org nr 556389-2545  
Författare: Alf Engdahl och Ragnar Bergh

Ansvaret för innehållet i denna rapport ligger helt och hållet hos författarna. Innehållet återspeglar inte Europeiska unionens officiella hållning.

# Innehållsförteckning

Innehållsförteckning.....	3
Inledning .....	4
Metodik.....	5
Allmänt.....	5
Fältarbete .....	5
Preparering och åldersbestämning .....	6
Kemiska analyser .....	7
Förklaringar av termer och begrepp .....	7
Resultat.....	8
Allmänt.....	8
Biologiska analyser.....	8
Morfometri, ålder och provuttag .....	8
Kemiska analyser .....	10
Fett .....	10
Metaller.....	10
PCB och PBDE .....	10
PFAS .....	11
Kväveisotoper .....	12
Bilaga 1 Analysresultat PFAS.....	13
Bilaga 2 Analysresultat PCB, PBDE och metaller.....	17
Bilaga 3 Analysresultat kväveisotoper .....	23

## Inledning

Medins Havs och Vattenkonsulter AB har fått i uppdrag av Sollentuna kommun att genomföra undersökningar av miljögifter i abborre i Norrviken. Undersökningar ingår i ett EU-projekt, LIFE IP Rich Waters action C13. Ett kontrollprogram är upprättat som styr undersökningarna. Kontrollprogrammet utgör en viktig del i uppföljningen och utvärderingen av delprojektet som syftar till att utföra och följa upp effekterna av en aluminiumbehandling av botten i sjön Norrviken för att minska internbelastningen av fosfor. Kontrollprogrammet ska utvärdera om behandlingen är framgångsrik med avseende på minskade halter fosfor och övergödningssymptom i Norrviken samt utvärdera om behandlingen förändrar upptaget av miljögifter i fisk. Föreliggande rapport redovisar resultaten från undersökningar före det att sjön behandlats.

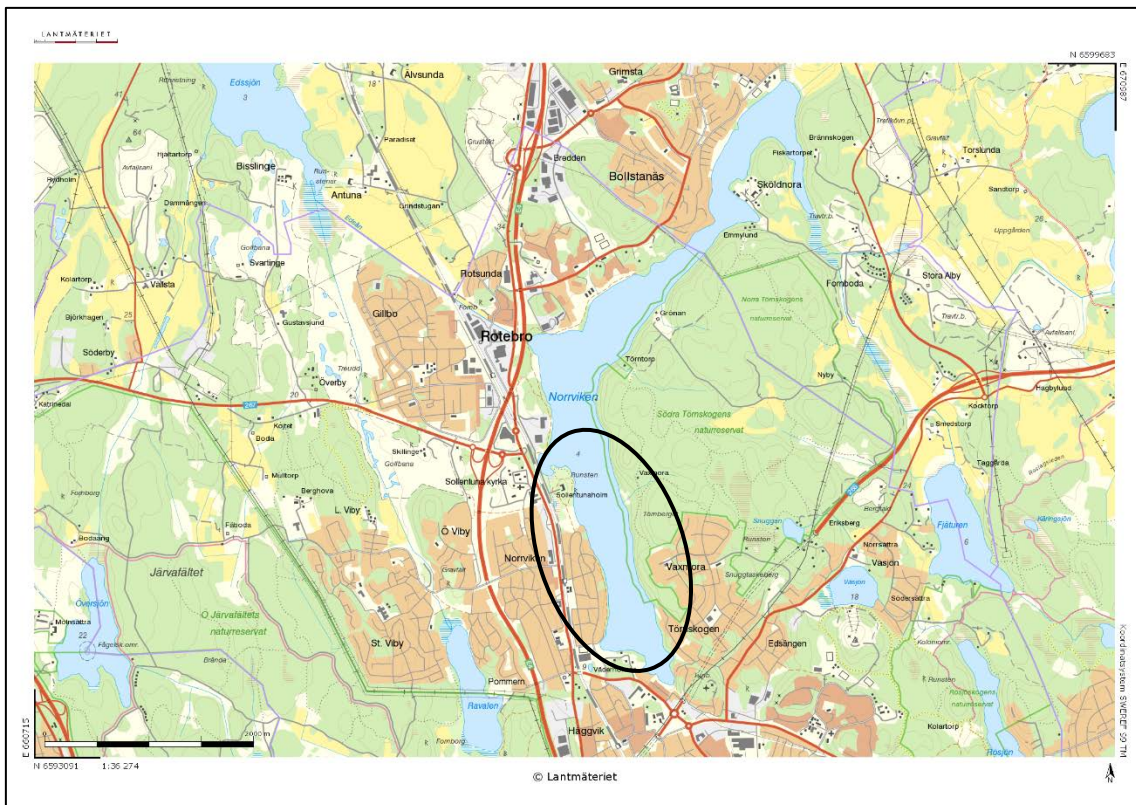
# Metodik

## Allmänt

Nedan redovisas beskrivningar av använd metodik vid fältarbete, preparering, åldersbestämning och analyser m.m. På sidan 7 återfinns ett avsnitt med förklaringar av termer och begrepp som används i rapporten.

## Fältarbete

Fisket utfördes i Norrviken, söder om Edsåns utlopp, 10 augusti 2017 av personal från Medins Havs och Vattenkonsulter AB. Sammanlagt placerades 9 abborrnät ut på för abborre lämpliga lokaler (Tabell 1). Större abborre (15–20 cm) fångades med grovmaskiga nät (17–28 mm) och mindre abborre som bedömdes tillhöra årsklass 1+ (9–11 cm) fångades med finmaskigare nät (10–12 mm). Vid nätläggning noterades koordinater för start och stopp, djup vid start och stopp samt vilken riktning näten lades i (Tabell 1). Näten fiskade endast i drygt 90 minuter och rensades direkt. Efter utplockning ur näten vägdes och mättes fångsten i fält för att snarast frysas in i syfte att hålla fisken så färsk som möjligt i väntan på preparering och analys.



Figur 1. Norrviken med markerat ungefärligt område där fiske efter abborre genomfördes.

Tabell 1. Information om nätens placering, djup och maskstorlek.

Nät Nr	Maskstorlek (mm)	Start Koordinat (N)	Start Koordinat (E)	Stopp Koordinat (N)	Stopp Koordinat (E)	Riktning	Start Djup (m)	Stopp Djup (m)	Datum
1	18,5	6594185	666337	6594191	666386	V-Ö	8	8	2017-08-10
2	18,5	6594179	666332	6594152	666348	N-S	3,9	5,8	2017-08-10
3	12	6594201	666321	6594237	666301	S-N	5,6	9,5	2017-08-10
4	10	6594057	666506	6594075	666476	S-N	5,8	6,2	2017-08-10
5	22	6594033	666514	6594064	666543	V-Ö	3,3	10,7	2017-08-10
6	28	6594123	666585	6594168	666574	S-N	11,5	11,5	2017-08-10
7	18,5	6594091	666698	6594120	666674	S-N		8,2	2017-08-10
8	17	6595795	665832	6595824	665815	S-N	3,4	3,5	2017-08-10
9	12	6595932	665651	6595935	665716	V-Ö	2	3,2	2017-08-10

## Preparering och åldersbestämning

Analys utfördes på muskelvävnad från samlingsprov från dels 20 abborrar i storleksintervallet 15–20 cm och dels 30 abborrar i storleksklass 9–11 cm (bedömd årsklass 1+). Kväveisotopanalyser utfördes på individuella muskelprover från de fiskar (15–20 cm) som också ingick i samlingsprovet för analys av miljögifter. Analysen utfördes på del av muskelvävnad från främre ryggmuskeln. Vikten för muskelvävnad var jämt fördelad mellan individerna.

Fiskarna preparerades individuellt med keramiska instrument på glasyta för att undvika kontaminering av vävnad. Varje individ könsbestämdes och mättes. Vikt noterades för respektive individ gällande hel fisk, somatisk vikt, levervikt och gonadvikt. Vid observation av missfärgningar på levern som kan antyda parasitangrepp noterades detta i protokollet. Därefter togs muskelvävnad från främre ryggmuskeln. Vävnaden placerades i väl märkta förvaringsburkar av för tilltänkt analys lämpligt materiel och förvarades i fryst tillstånd inför transport till laboratorium där de analyserades. Samtliga individers otoliter samt gällock avlägsnades för åldersanalys. Konditionsfaktor (KF) beräknades enligt formel:  $\text{vikt (g)} * 100 / \text{längd (cm)}^3$ , NaturvårdsverketsHandledning för Miljöövervakning, Programområde: Sötvatten, Undersökningstyp: Metaller och organiska miljögifter i fisk från sjöar och vattendrag, Version 1:1, 2014-10-01.

Vid åldersbestämningen placerades otoliterna på en metallspatel över spritlaga och brändes till en ljusbrun färg. Därefter delades de tvärgående genom kärnan med nagel eller pincett. Vidare placerades otolithalvorna i häftmassa med brottytorna uppåt i en vattenfylld petriskål. De vattentäckta brottytorna studerades i stereomikroskop med påfallande belysning från olika infallsvinklar, fokusering och belysning. Avläsning av årsringarna gjordes från kärnan mot ytterkanten. Gällock användes i analysen framför allt som stödstruktur och studerades opreparerade i stereomikroskop i påfallande belysning. Åldern anges som antal år (siffra) och ett plustecken (+) som indikerar fångstarets tillväxt. Åldersanalyserna utfördes enligt "Metodhandboken för åldersbestämning av fisk, Institutionen för akvatiska resurser, SLU: Havsfiskelaboratoriet, Kustlaboratoriet, Sötvattenslaboratoriet, version 10, 2012-07-03".

## Kemiska analyser

Kemiska analyser utfördes av ALS Scandinavia AB, ISO ANALYTICAL (kväveisotoper) samt IVL (PFAS). För mer information om analysmetoder m.m. se Bilaga 1-3.

Analysen utfördes på ett samlingsprov för respektive storleksklass av abborre:

- **Metaller**; 7 stycken, arsenik, (As), kadmium (Cd), bly (Pb), kvicksilver (Hg), koppar (Cu), nickel (Ni), zink (Zn).
- **PCB7**: Polyklorerade bifenyler, 7 substanser
- **PBDE**: Bromerade flamskyddsmedel: 13 substanser
- **Fett** (lipid)
- **PFAS**: Högfluorerande ämnen, 11 substanser

Analysen utfördes på 20 individer av abborre i storleksklassen 15-20 cm:

- **Kväveisotoper**: %N och  $\delta^{15}\text{N}$ .

## Förklaringar av termer och begrepp

<b>Somatisk vikt:</b>	Individens vikt när gonader (reproduktionsorgan) och mag- och tarmkanal är avlägsnade.
<b>Konditionsfaktor (KF):</b>	Förhållandet mellan individens längd och vikt. Faktorn kan visa i hur bra kondition/välnärd individen är. Beräknas enligt: $\text{vikt (g)} \times 100 / (\text{längd (cm)})^3$
<b>Fiskmorfometri:</b>	Mätningar av fiskens längd, vikt, lever- och gonadvikt och beräkningar av olika index som kan visa på fiskens kondition och ev. påverkan av bl.a. miljögifter.
<b>Gonadvikt:</b>	Vikten av en individs reproduktionsorgan (könskörtlar).
<b>Otoliter:</b>	hörselstenar som finns i innerörat hos fisk.
<b>Årsklass:</b>	Vedertaget sätt att klassa fiskars ålder, med antal år (årsringar på otoliter) samt ett plustecken som då indikerar nästkommande tillväxtperiod, dvs tillväxten mellan två årsringar.
<b>vv:</b>	vätvikt eller färskvikt.
<b>Lipid:</b>	Fett
<b>Miljö kvalitetsnorm:</b>	Förkortas MKN. Ett svenskt juridiskt styrmedel som anger bestämmelser om kvaliteten på miljön i en vattenförekomst.
<b>Bioackumulering:</b>	Anrikning och ackumulering av miljögifter hos en biologisk organism.
<b>Kväveisotop:</b>	Kväve (N), har 16 kända isotoper, varav 2 är stabila ( $^{14}\text{N}$ och $^{15}\text{N}$ ). Den vanligaste isotopen $^{14}\text{N}$ , utgör mer än 99 % av kvävet på jorden. Analyser av $^{15}\text{N}$ kan ge information om en organisms plats i näringskedjan.

# Resultat

## Allmänt

Nedan redovisas biologiska och kemiska resultat med korta kommentarer. I Bilaga 1–3 redovisas samtliga analysrapporter med kemiska data.

Riktat fiske efter abborre genomfördes enligt plan och tillräckligt många individer av båda storleks- och åldersklasserna kunde infångas. För vidare preparering och analys användes 20 större individer (15–20 cm) (Tabell 2). För den mindre storleksklassen (9–11 cm) användes 30 individer (Tabell 3).

## Biologiska analyser

### Morfometri, ålder och provuttag

I Tabell 2 och 3 redovisas fiskmorfometriska uppgifter som registrerats och beräknats vid prepareringen. Av tabellerna framgår även provuttag av muskel per individ för de kemiska analyserna. Konditionsfaktor beräknas som förhållandet mellan individens längd och totalvikt. De större abborrarna hade i genomsnitt en konditionsfaktor på över 1 (1,2) och de mindre strax under 1 (0,98). Gonadvikter för de små abborrarna var mycket låga och redovisas därför inte (Tabell 3). På ungefär hälften av samtliga individer från båda storleksklasserna noterades vita fläckar på levern, vilket kan indikera parasitangrepp (Tabell 2 och 3).

Tabell 2. Data för de fiskar från den större storleksklassen (15–20 cm) som preparerats och analyserats (Åldersklass anges på vedertaget sätt med antal år (årsringar på otoliter) samt ett plustecken som indikerar nästkommande tillväxtperiod, dvs tillväxten mellan två årsringar).

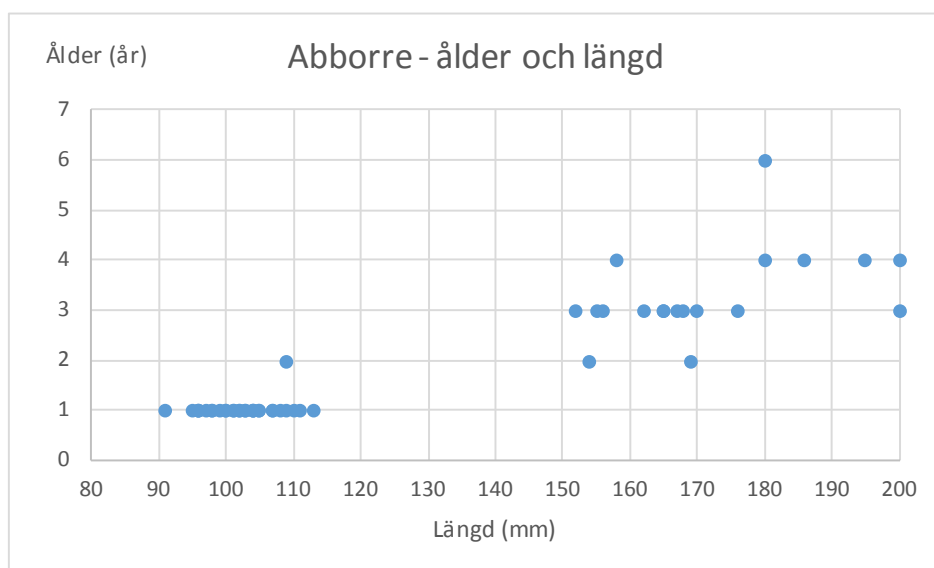
Nr	Klass	Kön	Längd	Vikt				Ålder	Konditionsfaktor	Vita fläckar på levern	Provuttag av muskel:			
				hel	rensad	lever	gonad				PFAS	PCB, PBDE LIPID	Metaller	Kväve $\delta^{15}\text{N}$
	cm		mm	g	g	g	g			g	g	g	g	
1	15-20	hona	168	52,1	48,2	0,70	0,20	3 +	1,1	nej	0,70	2,1	0,30	1,9
2	15-20	hona	152	40,9	37,5	0,50	0,30	3 +	1,2	ja	0,50	1,9	0,40	1,9
3	15-20	hona	165	46,4	43,3	0,30	0,20	3 +	1,0	ja	0,40	2,0	0,30	2,0
4	15-20	hona	180	68,0	62,9	1,20	0,40	4 +	1,2	nej	0,50	2,0	0,40	2,0
5	15-20	hona	154	36,2	33,2	0,70	0,20	2 +	0,99	ja	0,70	2,1	0,40	2,0
6	15-20	hona	158	51,5	46,8	0,60	0,40	4 +	1,3	nej	0,50	2,0	0,30	2,0
7	15-20	hona	176	73,3	67,0	1,30	0,40	3 +	1,3	nej	0,50	1,9	0,30	2,0
8	15-20	hona	169	56,1	50,6	0,90	0,20	2 +	1,2	nej	0,40	2,1	0,30	1,9
9	15-20	hona	201	115,3	107,8	1,40	0,50	4 +	1,4	ja	0,60	2,0	0,30	2,3
10	15-20	hona	167	58,4	54,4	0,80	0,20	3 +	1,3	nej	0,40	2,3	0,40	2,1
11	15-20	hona	180	63,9	58,7	1,00	0,70	6 +	1,1	nej	0,50	2,1	0,30	1,9
12	15-20	hona	200	90,8	58,1	1,30	0,40	4 +	1,1	nej	0,50	2,2	0,30	2,0
13	15-20	hona	156	44,0	41,0	0,50	0,30	3 +	1,2	ja	0,40	2,1	0,40	2,0
14	15-20	hona	170	53,4	50,5	0,70	0,40	3 +	1,1	ja	0,50	2,0	0,30	2,1
15	15-20	hona	162	43,4	40,1	0,60	0,20	3 +	1,0	nej	0,40	1,9	0,40	2,0
16	15-20	hona	186	80,5	72,2	0,90	0,40	4 +	1,3	nej	0,60	2,3	0,40	2,3
17	15-20	hona	195	82,0	76,1	1,00	0,70	4 +	1,1	nej	0,50	2,2	0,30	2,0
18	15-20	hona	200	100,6	92,6	1,50	0,40	3 +	1,3	ja	0,40	2,2	0,30	2,2
19	15-20	hane	155	40,0	35,1	0,70	-	3 +	1,1	ja	0,50	2,0	0,40	2,2
20	15-20	hona	165	44,2	41,4	0,40	0,20	3 +	0,98	ja	0,50	2,1	0,20	2,0



Tabell 3. Data för de fiskar från den mindre storleksklassen (9–11 cm) som preparerats och analyserats (plustecknet vid åldersangivelsen indikerar fångstårets tillväxt).

Nr	Klass	Kön	Längd cm	Vikt hel g	Vikt rensad g	Vikt lever g	Vikt gonad g	Ål- der	Kondi- tions- faktor	Vita fläckar på levern	Provtag av muskel:		
											PFAS g	PCB, PBDE LIPID g	Me- taller g
1	8-11	hona	98	9,2	8,1	0,30	-	1 +	0,98	ja	0,40	1,4	0,30
2	8-11	hona	100	9,2	8,3	0,20	-	1 +	0,92	nej	0,40	1,4	0,60
3	8-11	hane	103	12,0	11,2	0,20	-	1 +	1,1	ja	0,50	1,6	0,30
4	8-11	hane	97	8,3	7,6	0,10	-	1 +	0,91	ja	0,40	1,4	0,30
5	8-11	hane	100	10,0	9,3	0,10	-	1 +	1,0	nej	0,50	1,5	0,40
6	8-11	hona	102	9,8	9,1	0,10	-	1 +	0,92	nej	0,60	1,4	0,40
7	8-11	hane	99	8,7	8,0	0,10	-	1 +	0,90	ja	0,40	1,4	0,30
8	8-11	hane	103	10,5	9,9	0,20	-	1 +	0,96	nej	0,40	1,5	0,40
9	8-11	hona	107	12,9	11,0	0,30	-	1 +	1,1	ja	0,60	1,4	0,70
10	8-11	hane	109	14,6	13,4	0,30	-	2 +	1,1	ja	0,70	1,7	0,50
11	8-11	hane	96	8,6	7,9	0,30	-	1 +	0,97	ja	0,50	1,3	0,30
12	8-11	hane	91	7,5	6,8	0,10	-	1 +	1,0	nej	0,40	1,5	0,30
13	8-11	hane	105	10,7	10,2	0,20	-	1 +	0,92	nej	0,50	1,6	0,40
14	8-11	hona	109	12,9	11,7	0,20	-	1 +	1,0	ja	0,50	1,5	0,40
15	8-11	hane	96	8,8	8,2	0,20	-	1 +	0,99	ja	0,40	1,4	0,30
16	8-11	hane	101	10,1	9,5	0,10	-	1 +	0,98	nej	0,50	1,6	0,40
17	8-11	hane	96	8,8	8,2	0,20	-	1 +	0,99	nej	0,50	1,4	0,30
18	8-11	hane	98	9,2	8,6	0,10	-	1 +	0,98	nej	0,40	1,5	0,40
19	8-11	hona	95	7,2	6,5	0,10	-	1 +	0,84	nej	0,30	0,90	0,30
20	8-11	hona	101	10,8	10,0	0,20	-	1 +	1,0	nej	0,50	1,5	0,30
21	8-11	hane	102	11,5	10,5	0,30	-	1 +	1,1	ja	0,50	1,4	0,30
22	8-11	hona	110	13,8	12,7	0,20	-	1 +	1,0	ja	0,50	1,4	0,40
23	8-11	hona	107	11,9	10,7	0,30	-	1 +	0,97	ja	0,50	1,4	0,30
24	8-11	hane	113	13,4	12,4	0,30	-	1 +	0,93	ja	0,40	1,5	0,40
25	8-11	hane	104	10,7	9,9	0,20	-	1 +	0,95	nej	0,40	1,5	0,40
26	8-11	hane	111	12,8	11,7	0,20	-	1 +	0,94	ja	0,40	1,4	0,30
27	8-11	hona	108	12,8	11,8	0,20	-	1 +	1,0	nej	0,50	1,5	0,30
28	8-11	hane	104	10,7	9,9	0,10	-	1 +	0,95	nej	0,50	1,4	0,40
29	8-11	hane	104	11,4	10,4	0,20	-	1 +	1,0	ja	0,50	1,5	0,40
30	8-11	hane	105	10,9	10,0	0,20	-	1 +	0,94	ja	0,50	1,5	0,40

Åldersfördelningen redovisas i Tabell 2 och 3 samt i Figur 2. De mindre abborrarna uppvisade en jämn åldersfördelning (1+). De större abborrarna var i huvudsak 3–4 år gamla.



Figur 2. Ålders- och längdfördelning av de insamlade abborrarna.

## Kemiska analyser

### Fett

Fetthalten i respektive samlingsprov redovisas i Tabell 4. Fetthalten är intressant då miljögifter i stor utsträckning upplagras i fettvävnad. Noterbart är att fetthalten var högre i muskel från den större storleksklassen.

Tabell 4. Uppmätt fetthalt i samlingsprover av abborre från Norrviken.

Substans	Enhet	Prov 1	Prov 2
		15–20 cm	9–11 cm
Fett	g/100g vv	1	0,73

### Metaller

Resultaten från analyser av metaller redovisas i Tabell 5. Halterna kan generellt sägas vara låga till måttligt höga. För tre av metallerna, kadmium, bly och nickel uppmättes halter under rapporteringsgränsen. Halterna av kvicksilver överskred miljökvalitetsnormen (MKN) för ytvatten, vilket är ett generellt fenomen i ytvatten i Sverige, Havs och Vattenmyndigheten HVMFS 2015:4. Halterna kan också jämföras med det inom EU gällandet gränsvärdet för saluföring på 0,5 mg/kg vv. Halten av kvicksilver var högre i muskel från de mindre fiskarna, vilket kan anses som något oväntat, då ökad ålder i allmänhet medför högre halter av sådana substanser.

Tabell 5. Uppmätta halter av metaller i samlingsprov av muskel från abborrar i två olika storleksintervall.

Metall	Enhet	Prov 1	Prov 2
		15–20 cm	9–11 cm
As, arsenik	mg/kg vv	0,0778	0,063
Cd, kadmium	mg/kg vv	<0,002	<0,002
Pb, bly	mg/kg vv	<0,01	<0,01
Hg, kvicksilver	mg/kg vv	0,0348	0,0637
Cu, koppar	mg/kg vv	0,181	0,195
Ni, nickel	mg/kg vv	<0,02	<0,02
Zn, zink	mg/kg vv	4,48	5,17

### PCB och PBDE

Samtliga analyserade substanser/kongener av PCB och PBDE uppmättes i halter under rapporteringsgränsen (Tabell 6). Rapporteringsgränsen överskred den lågt satta miljökvalitetsnormen för bromerade difenyletrar (PBDE) (0,0085 µg/kg).

Tabell 6. Resultat från analyser av PCB och PBDE i muskel från abborre

Substans	Enhet	Prov 1	Prov 2
		15–20 cm	9–11 cm
<b>PCB</b>			
PCB 28	mg/kg vv	<0,00020	<0,00020
PCB 52	mg/kg vv	<0,00020	<0,00020
PCB 101	mg/kg vv	<0,00020	<0,00020
PCB 118	mg/kg vv	<0,00020	<0,00020
PCB 138	mg/kg vv	<0,00020	<0,00020
PCB 153	mg/kg vv	<0,00020	<0,00020
PCB 180	mg/kg vv	<0,00020	<0,00020
PCB, summa 7	mg/kg vv	<0,0007	<0,0007
<b>PBDE</b>			
BDE 28	µg/kg vv	<0,050	<0,050
tetraBDE	µg/kg vv	<0,50	<0,50
BDE 47	µg/kg vv	<0,050	<0,050
pentaBDE	µg/kg vv	<0,50	<0,50
BDE 99	µg/kg vv	<0,050	<0,050
BDE 100	µg/kg vv	<0,050	<0,050
hexaBDE	µg/kg vv	<0,50	<0,50
heptaBDE	µg/kg vv	<1,0	<1,0
oktaBDE	µg/kg vv	<1,0	<1,0
nonaBDE	µg/kg vv	<5,0	<5,0
dekaBDE	µg/kg vv	<5,0	<5,0
dekabrombifenyl (DeBB)	µg/kg vv	<5,0	<5,0
hexabromcyklododekan(HBCD)	µg/kg vv	<5,0	<5,0

## PFAS

Resultaten av analyser av PFAS redovisas i Tabell 7. Merparten av substanserna uppmättes under rapporteringsgränsen. I båda proverna översteg halterna av PFOS miljö kvalitetsnormen på 9,1 ng/g vv. Halterna var i liknande storleksordning eller något lägre jämför med vad som tidigare uppmätts i Norrviken år 2012. För de substanser där halter registrerats över rapporteringsgränsen noterades högre halter i samlingsprovet för den mindre storleksklassen. Orsaken till detta är svår att ange. Flera förhållanden kring PFAS, bl.a. kunskapen om vilka faktorer som styr bioackumuleringen är oklar, vilket gör att bedömningar är svåra att göra.

Tabell 7. Resultat från analyser av PCB och PBDE i muskel från abborre

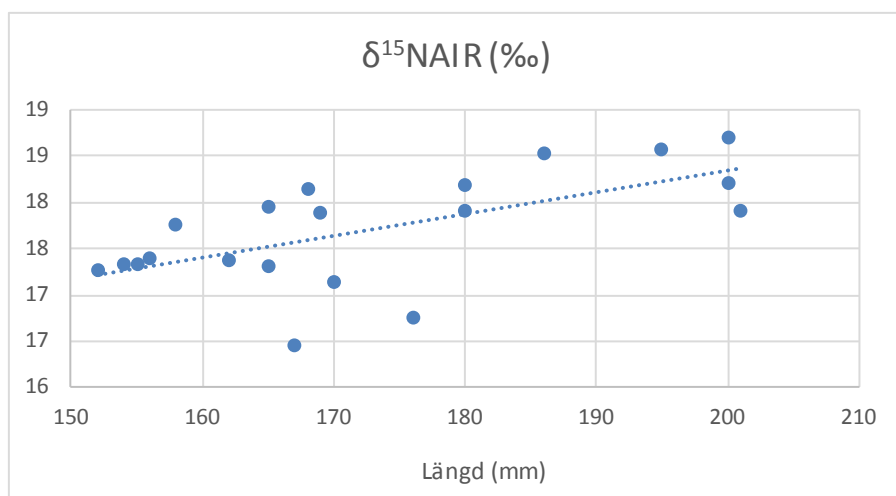
PFAS substans	Enhet	Prov 1	Prov 2
		15–20 cm	9–11 cm
PFOS	ng/g vv	23	41
PFBS	ng/g vv	<0,08	<0,08
PFHxS	ng/g vv	<0,08	<0,08
6:2 FTS	ng/g vv	<0,1	<0,1
PFBA	ng/g vv	0,188	0,416
PFPeA	ng/g vv	<0,1	<0,1
PFHxA	ng/g vv	<0,05	<0,05
PFHpA	ng/g vv	<0,05	<0,05
PFOA	ng/g vv	<0,05	<0,05
PFNA	ng/g vv	0,055	0,160
PFDA	ng/g vv	0,421	0,570

## Kväveisotoper

Resultaten av analyser av kväveisotoper i abborre redovisas i Tabell 8. Analyserna utfördes på 20 individer av den större storleksklassen. Förhållandet  $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$  i en organism kan ge information om kost och näringsvävar, eftersom  $^{15}\text{N}$  tenderar att vara koncentrerat högre upp i näringskedjan. I Figur 3 redovisas fiskarnas längd, vikt och ålder samt motsvarande värden för isotopen  $^{15}\text{N}$ . Resultaten indikerar en ökad andel av isotopen med ökad längd, vilket är konsistent med den förändring av födoval som anses ske för abborrar i aktuellt storleksintervall (Figur 3).

Tabell 8. Längd, vikt och ålder, samt resultat från analys av kväve (% N, baserat på vikt), samt kväveisotop  $^{15}\text{N}$  i muskel på individer av abborre i den större storleksklassen (15–20 cm). Isotopen  $^{15}\text{N}$  redovisas som skillnaden i promille jämfört med kväve i luft ( $\text{N}_2$ ).

Prov/individ Nr	Längd mm	Vikt g	Ålder år	% N (w/w)	$\delta^{15}\text{N}_{\text{AIR}}$ (‰)
1	168	52,1	3	14,87	18,15
2	152	40,9	3	16,12	17,27
3	165	46,4	3	15,54	17,95
4	180	68	4	15,19	17,90
5	154	36,2	2	15,21	17,34
6	158	51,5	4	14,92	17,75
7	176	73,3	3	14,96	16,75
8	169	56,1	2	15,43	17,90
9	201	115,3	4	14,88	17,92
10	167	58,4	3	15,34	16,47
11	180	63,9	6	14,75	18,19
12	200	90,8	4	14,62	18,22
13	156	44	3	15,43	17,40
14	170	53,4	3	15,41	17,14
15	162	43,4	3	15,28	17,37
16	186	80,5	4	15,41	18,53
17	195	82	4	15,23	18,57
18	200	100,6	3	15,45	18,69
19	155	40	3	15,04	17,32
20	165	44,2	3	14,08	17,32
<b>Medelvärde:</b>	173	62,1	3,4	15,16	17,71
<b>Standardavvikelse:</b>	16,2	22,0	0,9	0,42	0,60



Figur 3. Fisklängd relativt uppmätt värde av  $^{15}\text{N}$  i muskel på individer av abborre i den större storleksklassen (15–20 cm). Isotopen  $^{15}\text{N}$  redovisas som skillnaden i promille jämfört med kväve i luft ( $\text{N}_2$ ).

# Bilaga 1 Analysresultat PFAS

## Analys av PFAS fisk

För  
Medins Biologi AB

Eva-Lena Härnvall  
Emelie Westberg, Fil.Dr.

2017-10-03



Box 21060, SE-100 31 Stockholm  
Valhallavägen 81, Stockholm  
Tel: +46 (0)8 598 563 00  
Fax: +46(0)8 598 563 90  
[www.ivl.se](http://www.ivl.se)

Box 5302, SE-400 14 Göteborg  
Aschebergsgatan 44, Göteborg  
Tel: +46 (0)31 725 62 00  
Fax: + 46 (0)31 725 62 90

Uppdrag: Analys av PFAS i fisk  
 Uppdragsgivare: Medins Biologi AB  
 IVL-prov-id: 170927

## Syfte

Syftet med uppdraget är att förse Medins Biologi AB med information gällande halterna av 11 PFAS i fisk som Svenska livsmedelsverket rekommenderar för undersökning i dricksvatten (motsvarande rekommendation för fisk finns inte).

## Metodik

Fiskmuskel har extraherats med acetonitril och extraktet har renats med grafitiserat kol.

Analys av proven har därefter skett med HPLC/MS-MS på IVLs laboratorium i Stockholm. <sup>13</sup>C-PFOs, <sup>13</sup>C-PFOA och <sup>13</sup>C-6:2-FTS har använts som internstandarder för kvantifiering. Analyserna har utförts av Eva-Lena I Lärnval och Emele Westberg. Mängden PFOs anges som summan av linjära och förgrenade. Den framtagna analysmetoden för kvantifiering av PFAS i vatten har bedömts fungera tillfredsställande (baserat på kvantitativ och kvalitativ jämförelse med de tillsatta radioinmärkt internstandarder).

## Resultat

Resultaten presenteras i Tabell 1.

**Tabell 1.** Koncentration av 11 st PFAS i fiskmuskel (ng/g färskvikt). Fiskarna ingår i projektet LIFE, Sollertuna och är fiskade i Norrviken. Proverna ankom: IVL 2017-09-20.

IVL-kod	prov	PFOS	PFBS	PFHxS	6:2 FTS			
MR6657	Norrviken 9-11 cm	41	<0.08	<0.08	<0.1			
MR6658	Norrviken 15-20 cm	23	<0.08	<0.08	<0.1			
		PFBA	PFPeA	PFHxA	PFHpA	PFOA	PFNA	PFDA
MR6657	Norrviken 9-11 cm	0.416	<0.1	<0.05	<0.05	<0.05	0.160	0.570
MR6658	Norrviken 15-20 cm	0.188	<0.1	<0.05	<0.05	<0.05	0.055	0.421





## Bilaga 2 Analysresultat PCB, PBDE och metaller

**Rapport****T1725490**

Sida 1 (5)

8DJBZU99Z2



Ankomstdatum **2017-09-20**  
 Utfärdad **2017-10-20**

**Medins Havs och Vattenkonsulter AB**  
**Ragnar Bergh**

**Företagsvägen 2**  
**435 33 Mölnlycke**  
**Sweden**

Projekt  
 Bestnr **Life Sollentuna**

**Biota**

Er beteckning	<b>PCB, PBDE, Lipid 1</b>					
Provtagare	<b>Jonathan Hammar</b>					
Provtagningsdatum	<b>2017-09-11</b>					
Labnummer	O10924350					
Parameter	Resultat	Osäkerhet (±)	Enhet	Metod	Utf	Sign
<b>fett</b>	<b>1.0</b>	0.15	g/100g	1	1	CL
<b>PCB 28</b>	<b>&lt;0.00020</b>		mg/kg	2	1	CL
<b>PCB 52</b>	<b>&lt;0.00020</b>		mg/kg	2	1	CL
<b>PCB 101</b>	<b>&lt;0.00020</b>		mg/kg	2	1	CL
<b>PCB 118</b>	<b>&lt;0.00020</b>		mg/kg	2	1	CL
<b>PCB 138</b>	<b>&lt;0.00020</b>		mg/kg	2	1	CL
<b>PCB 153</b>	<b>&lt;0.00020</b>		mg/kg	2	1	CL
<b>PCB 180</b>	<b>&lt;0.00020</b>		mg/kg	2	1	CL
<b>PCB, summa 7*</b>	<b>&lt;0.0007</b>		mg/kg	2	1	CL
<b>BDE 28</b>	<b>&lt;0.050</b>		µg/kg	3	1	CL
<b>tetraBDE</b>	<b>&lt;0.50</b>		µg/kg	3	1	CL
<b>BDE 47</b>	<b>&lt;0.050</b>		µg/kg	3	1	CL
<b>pentaBDE</b>	<b>&lt;0.50</b>		µg/kg	3	1	CL
<b>BDE 99</b>	<b>&lt;0.050</b>		µg/kg	3	1	CL
<b>BDE 100</b>	<b>&lt;0.050</b>		µg/kg	3	1	CL
<b>hexaBDE</b>	<b>&lt;0.50</b>		µg/kg	3	1	CL
<b>heptaBDE</b>	<b>&lt;1.0</b>		µg/kg	3	1	CL
<b>oktaBDE</b>	<b>&lt;1.0</b>		µg/kg	3	1	CL
<b>nonaBDE</b>	<b>&lt;5.0</b>		µg/kg	3	1	CL
<b>dekaBDE</b>	<b>&lt;5.0</b>		µg/kg	3	1	CL
<b>dekabrombifenyl (DeBB)</b>	<b>&lt;5.0</b>		µg/kg	3	1	CL
<b>hexabromcyklododekan(HBCD)</b>	<b>&lt;5.0</b>		µg/kg	3	1	CL

ALS Scandinavia AB  
 Box 700  
 182 17 Danderyd  
 Sweden

Webb: [www.alsglobal.se](http://www.alsglobal.se)  
 E-post: [info.ta@alsglobal.com](mailto:info.ta@alsglobal.com)  
 Tel: + 46 8 52 77 5200  
 Fax: + 46 8 768 3423

Dokumentet är godkänt och digitalt  
 signerat av

Camilla Lundeborg  
 2017.10.20 15:40:43  
 ALS Scandinavia AB  
 Client Service  
[camilla.lundeborg@alsglobal.com](mailto:camilla.lundeborg@alsglobal.com)

**Rapport****T1725490**

Sida 2 (5)

8DJBZU99Z2



Er beteckning	<b>PCB, PBDE, Lipid 2</b>					
Provtagare	<b>Jonathan Hammar</b>					
Provtagningsdatum	<b>2017-09-11</b>					
Labnummer	O10924351					
Parameter	Resultat	Osäkerhet (±)	Enhet	Metod	Utf	Sign
<b>fett</b>	<b>0.73</b>	0.11	g/100g	1	1	CL
<b>PCB 28</b>	<b>&lt;0.00020</b>		mg/kg	2	1	CL
<b>PCB 52</b>	<b>&lt;0.00020</b>		mg/kg	2	1	CL
<b>PCB 101</b>	<b>&lt;0.00020</b>		mg/kg	2	1	CL
<b>PCB 118</b>	<b>&lt;0.00020</b>		mg/kg	2	1	CL
<b>PCB 138</b>	<b>&lt;0.00020</b>		mg/kg	2	1	CL
<b>PCB 153</b>	<b>&lt;0.00020</b>		mg/kg	2	1	CL
<b>PCB 180</b>	<b>&lt;0.00020</b>		mg/kg	2	1	CL
<b>PCB, summa 7*</b>	<b>&lt;0.0007</b>		mg/kg	2	1	CL
<b>BDE 28</b>	<b>&lt;0.050</b>		µg/kg	3	1	CL
<b>tetraBDE</b>	<b>&lt;0.50</b>		µg/kg	3	1	CL
<b>BDE 47</b>	<b>&lt;0.050</b>		µg/kg	3	1	CL
<b>pentaBDE</b>	<b>&lt;0.50</b>		µg/kg	3	1	CL
<b>BDE 99</b>	<b>&lt;0.050</b>		µg/kg	3	1	CL
<b>BDE 100</b>	<b>&lt;0.050</b>		µg/kg	3	1	CL
<b>hexaBDE</b>	<b>&lt;0.50</b>		µg/kg	3	1	CL
<b>heptaBDE</b>	<b>&lt;1.0</b>		µg/kg	3	1	CL
<b>oktaBDE</b>	<b>&lt;1.0</b>		µg/kg	3	1	CL
<b>nonaBDE</b>	<b>&lt;5.0</b>		µg/kg	3	1	CL
<b>dekaBDE</b>	<b>&lt;5.0</b>		µg/kg	3	1	CL
<b>dekabrombifenyl (DeBB)</b>	<b>&lt;5.0</b>		µg/kg	3	1	CL
<b>hexabromcyklododekan(HBCD)</b>	<b>&lt;5.0</b>		µg/kg	3	1	CL

Er beteckning	<b>Metaller 1</b>					
Provtagare	<b>Jonathan Hammar</b>					
Provtagningsdatum	<b>2017-09-11</b>					
Labnummer	O10924352					
Parameter	Resultat	Osäkerhet (±)	Enhet	Metod	Utf	Sign
<b>As</b>	<b>0.0778</b>	0.0150	mg/kg	4	H	ERJA
<b>Cd</b>	<b>&lt;0.002</b>		mg/kg	4	H	ERJA
<b>Pb</b>	<b>&lt;0.01</b>		mg/kg	4	H	ERJA
<b>Hg</b>	<b>0.0348</b>	0.0093	mg/kg	4	H	ERJA
<b>Cu</b>	<b>0.181</b>	0.034	mg/kg	5	H	ERJA
<b>Ni</b>	<b>&lt;0.02</b>		mg/kg	5	H	ERJA
<b>Zn</b>	<b>4.48</b>	0.94	mg/kg	5	H	ERJA

ALS Scandinavia AB  
Box 700  
182 17 Danderyd  
Sweden

Webb: [www.alsglobal.se](http://www.alsglobal.se)  
E-post: [info.ta@alsglobal.com](mailto:info.ta@alsglobal.com)  
Tel: + 46 8 52 77 5200  
Fax: + 46 8 768 3423

Dokumentet är godkänt och digtat  
signerat av

Camilla Lundeberg  
2017.10.20 15:40:43  
ALS Scandinavia AB  
Client Service  
[camilla.lundeberg@alsglobal.com](mailto:camilla.lundeberg@alsglobal.com)

# Rapport

Sida 3 (5)

**T1725490**

8DJBZU99Z2



Er beteckning	<b>Metaller 2</b>					
Provtagare	<b>Jonathan Hammar</b>					
Provtagningsdatum	<b>2017-09-11</b>					
Labnummer	O10924353					
Parameter	Resultat	Osäkerhet (±)	Enhet	Metod	Utf	Sign
<b>As</b>	<b>0.0630</b>	0.0158	mg/kg	4	H	ERJA
<b>Cd</b>	<b>&lt;0.002</b>		mg/kg	4	H	ERJA
<b>Pb</b>	<b>&lt;0.01</b>		mg/kg	4	H	ERJA
<b>Hg</b>	<b>0.0637</b>	0.0170	mg/kg	4	H	ERJA
<b>Cu</b>	<b>0.195</b>	0.037	mg/kg	5	H	ERJA
<b>Ni</b>	<b>&lt;0.02</b>		mg/kg	5	H	ERJA
<b>Zn</b>	<b>5.17</b>	1.08	mg/kg	5	H	ERJA

ALS Scandinavia AB  
 Box 700  
 182 17 Danderyd  
 Sweden

Webb: [www.alsglobal.se](http://www.alsglobal.se)  
 E-post: [info.ta@alsglobal.com](mailto:info.ta@alsglobal.com)  
 Tel: + 46 8 52 77 5200  
 Fax: + 46 8 768 3423

Dokumentet är godkänt och digitalt  
 signerat av

Camilla Lundeborg 2017.10.20 15:40:43  
 ALS Scandinavia AB  
 Client Service  
 camilla.lundeborg@alsglobal.com

# Rapport

**T1725490**

Sida 4 (5)

8DJBZU99Z2



\* efter parameternamn indikerar icke ackrediterad analys.

Metod	
1	Bestämning av fetthalt med gravimetri. Rev 2016-12-06
2	Paket OB-2A. Bestämning av polyklorerade bifenyl PCB (7 kongener). Mätning utförs med GC-MS. Rev 2013-10-10
3	Paket OB-25a. Bestämning av bromerade flamskyddsmedel enligt DIN EN ISO 22032. Mätning utförs med GC/MS. Rev 2016-01-22
4	Bestämning av toxiska element. Analys med ICP-SFMS har skett enligt SS EN ISO 17294-1, 2 (mod) samt EPA-metod 200.8 (mod). Upplösning har skett i mikrovågsugn i slutna teflonbehållare med HNO <sub>3</sub> /H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> /HF. Rev 2015-07-24
5	Tillägg av metaller till befintligt paket.

Godkännare	
CL	Camilla Lundeborg
ERJA	Erika Jansson

Utf <sup>1</sup>	
H	Mätningen utförd med ICP-SFMS För mätningen svarar ALS Scandinavia AB, Aurorum 10, 977 75 Luleå, som är av det svenska ackrediteringsorganet SWEDAC ackrediterat laboratorium (Reg.nr. 2030).
1	För mätningen svarar GBA, Flensburger Straße 15, 25421 Pinneberg, Tyskland, som är av det tyska ackrediteringsorganet DAkkS ackrediterat laboratorium (Reg.nr. D-PL-14170-01-00). DAkkS är signatär till ett MLA inom EA, samma MLA som SWEDAC är signatär till. Laboratorierna finns lokaliserade på följande adresser: Flensburger Straße 15, 25421 Pinneberg Daimlerring 37, 31135 Hildesheim Brekelbaumstraße1, 31789 Hameln Im Emscherbruch 11, 45699 Herten Bruchstraße 5c, 45883 Gelsenkirchen Meißner Ring 3, 09599 Freiberg Goldtschmidtstraße 5, 21073 Hamburg  Kontakta ALS Stockholm för ytterligare information.

Mätosäkerheten anges som en utvidgad osäkerhet (enligt definitionen i "Evaluation of measurement data - Guide to the expression of uncertainty in measurement", JCGM 100:2008 Corrected version 2010) beräknad med täckningsfaktor lika med 2 vilket ger en konfidensnivå på ungefär 95%.

<sup>1</sup> Utförande teknisk enhet (inom ALS Scandinavia) eller anlitat laboratorium (underleverantör).

ALS Scandinavia AB  
Box 700  
182 17 Danderyd  
Sveden

Webb: [www.alsglobal.se](http://www.alsglobal.se)  
E-post: [info.ta@alsglobal.com](mailto:info.ta@alsglobal.com)  
Tel: + 46 8 52 77 5200  
Fax: + 46 8 768 3423

Dokumentet är godkänt och digitalt  
signerat av

Camilla Lundeborg  
2017.10.20 15:40:43  
ALS Scandinavia AB  
Client Service  
[camilla.lundeborg@alsglobal.com](mailto:camilla.lundeborg@alsglobal.com)

## Rapport

T1725490

Sida 5 (5)

8DJBZU99Z2



Mätosäkerhet anges endast för detekterade ämnen med halter över rapporteringsgränsen.

Mätosäkerhet från underleverantör anges oftast som en utvidgad osäkerhet beräknad med täckningsfaktor 2. För ytterligare information kontakta laboratoriet.

Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utfärdande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat. Resultaten gäller endast det identifierade, mottagna och provade materialet. Beträffande laboratoriets ansvar i samband med uppdrag, se aktuell produktkatalog eller vår webbplats [www.alsglobal.se](http://www.alsglobal.se)

Den digitalt signerade PDF filen representerar originalrapporten. Alla utskrifter från denna är att betrakta som kopior.

ALS Scandinavia AB  
Box 700  
182 17 Danderyd  
Sweden

Webb: [www.alsglobal.se](http://www.alsglobal.se)  
E-post: [info.ta@alsglobal.com](mailto:info.ta@alsglobal.com)  
Tel: + 46 8 52 77 5200  
Fax: + 46 8 766 3423

Dokumentet är godkänt och digitalt  
signerat av

Camilla Lundeberg 2017.10.20 15:40:43  
ALS Scandinavia AB  
Client Service  
[camilla.lundeberg@alsglobal.com](mailto:camilla.lundeberg@alsglobal.com)

## Bilaga 3 Analysresultat kväveisotoper

**LABORATORY REPORT: Results Files****Client Details**

Name: ALS Scandinavia AB  
 Contact: Mirtha Tamayo  
 Kent Utterstrom  
 PO No. Accompanying letter

**Sample Details**

Number: 20  
 Material: Fish Muscle

**Sample Tracking**

IA Reference No.: 170922-1  
 Date of Arrival: 22-sep-2017

**Analysis Details**

Isotope(s): 15N,%N  
 Method: EA-IRMS  
 Report Date: 2-okt-2017

**Table 1: Results of Nitrogen isotope analysis of fish samples (Life Sollentuna Project)**

Duplicate analyses shown in bold type

Sample ID	Sample Name	%N content (w/w)	Mean %N (w/w)	$\delta^{15}\text{N}_{\text{AIR}}$ (‰)	Mean $\delta^{15}\text{N}_{\text{AIR}}$ (‰)
O10924354	Kvave Isotop 1	14,87		18,15	
O10924355	kvave Isotop 2	16,12		17,27	
O10924356	kvave Isotop 3	15,54		17,95	
O10924357	kvave Isotop 4	15,19		17,90	
<b>O10924358</b>	<b>kvave Isotop 5</b>	<b>15,05</b>		<b>17,31</b>	
		<b>15,38</b>	<b>15,21</b>	<b>17,36</b>	<b>17,34</b>
O10924359	kvave Isotop 6	14,92		17,75	
O10924360	kvave Isotop 7	14,96		16,75	
O10924361	kvave Isotop 8	15,43		17,90	
O10924362	kvave Isotop 9	14,88		17,92	
<b>O10924363</b>	<b>kvave Isotop 10</b>	<b>15,38</b>		<b>16,46</b>	
		<b>15,30</b>	<b>15,34</b>	<b>16,47</b>	<b>16,47</b>
O10924364	kvave Isotop 11	14,75		18,19	
O10924365	kvave Isotop 12	14,62		18,22	
O10924366	kvave Isotop 13	15,43		17,40	
O10924367	kvave Isotop 14	15,41		17,14	
<b>O10924368</b>	<b>kvave Isotop 15</b>	<b>15,15</b>		<b>17,38</b>	
		<b>15,42</b>	<b>15,28</b>	<b>17,36</b>	<b>17,37</b>
O10924369	kvave Isotop 16	15,41		18,53	
O10924370	kvave Isotop 17	15,23		18,57	
O10924371	kvave Isotop 18	15,45		18,69	
O10924372	kvave Isotop 19	15,04		17,32	
<b>O10924373</b>	<b>kvave Isotop 20</b>	<b>14,25</b>		<b>17,35</b>	
		<b>13,91</b>	<b>14,08</b>	<b>17,29</b>	<b>17,32</b>

## Notes:

1. Samples were supplied as raw fish muscle so were homogenized, freeze-dried and ground to powder prior to analysis.



**Table 2: Data for control samples**

Check Sample	Replicate	Nitrogen Content (%)	$\delta^{15}\text{N}_{\text{AIR}}$ (‰)
IA-R068 (soy protein)	1	13,44	0,93
	2	14,20	1,04
	3	13,79	1,03
	Mean	13,81	1,00
	St. Dev.	0,38	0,06
	Accepted Value	13,97	0,99
Check Sample	Replicate	$\delta^{15}\text{N}_{\text{AIR}}$ (‰)	
IA-R038 (L-alanine)	1	-0,60	
	2	-0,57	
	Mean	-0,58	
	St. Dev.	0,03	
	Accepted Value	-0,65	
IA-R069 (Tuna Protein formula)	1	11,83	
	2	11,78	
	Mean	11,80	
	St. Dev.	0,04	
	Accepted Value	11,63	



Prepared for: ALS Scandinavia AB	Contact: Mirtha Tamayo & Kent Utterstrom
Iso-Analytical Ref.: 170922-1	Your ref.: Life Sollentuna Project
Material: Raw fish muscle	Analysis: $\delta^{15}\text{N}$
Date Arrived: September 22, 2017	Report Date: October 2, 2017
Prepared by: Steve Brookes	Results File: 170922-1-results.xls

We have completed nitrogen isotope analysis of the samples received from you on September 22, 2017. The results of analysis can be found as an Email attachment in MS Excel format with the above filename.

#### Sample Preparation

Prior to isotope analysis the raw fresh fish samples were transferred to clean glass vials, homogenized, freeze-dried and ground to powder.

#### Nitrogen Isotope Analysis

Nitrogen isotope analysis was undertaken by Elemental Analysis - Isotope Ratio Mass Spectrometry (EA-IRMS).

In this technique, samples and references are weighed into tin capsules, sealed, and loaded into an auto-sampler on a Europa Scientific elemental analyser. From where they are dropped in sequence into a furnace held at 1000 °C and combusted in the presence of oxygen. The tin capsules flash combust, raising the temperature in the region of the sample to ~1700 °C. The combusted gases are swept in a helium stream over combustion catalyst ( $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ), copper oxide wires (to oxidize hydrocarbons), and silver wool to remove sulfur and halides. The resultant gases,  $\text{N}_2$ ,  $\text{NO}_x$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{O}_2$ , and  $\text{CO}_2$  are swept through a reduction stage of pure copper wires held at 600 °C. This removes any oxygen and converts  $\text{NO}_x$  species to  $\text{N}_2$ . A magnesium perchlorate chemical trap is used to remove water. A Carbosorb trap is used to remove carbon dioxide. The Nitrogen passes through a packed column gas chromatograph held at a constant temperature of 100 °C. The resultant



nitrogen peak enters the ion source of a Europa Scientific 20-20 IRMS, where it is ionized and accelerated. Nitrogen gas species of different mass are separated in a magnetic field then simultaneously measured using a Faraday cup collector array to measure the isotopomers of N<sub>2</sub> at *m/z* 28, 29, and 30.

Both references and samples are converted to N<sub>2</sub> and analysed using this method. The analysis proceeds in a batch process by which a reference is analysed followed by a number of samples and then another reference.

The reference material used for δ<sup>15</sup>N analysis of your samples was IA-R068 (soy protein, δ<sup>15</sup>N<sub>AIR</sub> = 0.99 ‰).

IA-R068, IA-R038 (L-alanine, δ<sup>15</sup>N<sub>AIR</sub> = -0.65 ‰) and IA-R069 (tuna protein formula, δ<sup>15</sup>N<sub>AIR</sub> = 11.63 ‰) were run as quality control check samples during analysis of your samples.

IA-R068, IA-R038 and IA-R069 are calibrated against and traceable to IAEA-N-1 (ammonium sulfate, δ<sup>15</sup>N<sub>AIR</sub> = 0.40 ‰) which is an inter-laboratory comparison standard distributed by the International Atomic Energy Agency, Vienna.

The δ<sup>15</sup>N values obtained for the check samples are included in the attached results file.



Any remaining sample material will be stored for a minimum of 3 months and then be disposed of.

If you require any further information regarding the analysis or wish to discuss any related issues please do not hesitate to contact us.

Reported by:

Checked by:

Steve Brookes, PhD

Charles Belanger, BSc

For and on-behalf of:

Iso-Analytical Limited  
The Quantum  
Phase 3  
Marshfield Bank  
Crewe  
Cheshire  
CW2 8UY  
UK

Tel.: +44 (0)1270 509533

Fax.: +44 (0)1270 509511

E-mail: [info@iso-analytical.com](mailto:info@iso-analytical.com)

<http://www.iso-analytical.co.uk>