

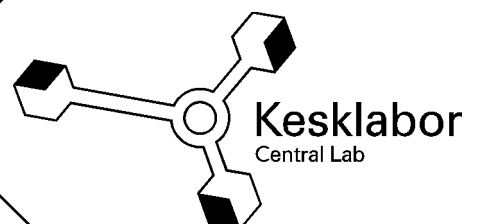
# Dioksiinide ja dioksiinisarnaste polükloreeritud bifenüülide sisalduse hindamine Eesti rannikumere kalades

Tallinn 2006

**Lepingu nr:** 25/2005/196  
**Tööde algus:** 24. august 2005  
**Tööde lõpp:** 1. mai 2006

Margus Kört  
Juhatuse esimees

Ott Roots  
Mart Simm  
Vastutavad täitjad



## Sisukord

	lk
1. Sissejuhatus	3
2. Materjal ja meetodika	4
2.1. Kalaproovid	4
2.2. Keemilised analüüsid	4
3. Tulemused	7
3.1. Räim ( <i>Clupea harengus membras</i> )	7
3.2. Lõhi ( <i>Salmo salar</i> )	10
3.3. Angerjas ( <i>Anguilla anguilla</i> )	12
3.4. Vikerforell ( <i>Oncorhynchus mykiss</i> )	13
3.5. Jõesilm ( <i>Lampetra fluviatilis</i> )	14
4. Kokkuvõte	16
Kasutatud kirjandus	17
Lisa 1. Bioloogilise analüüsi tulemused (algandmed)	18
Lisa 2. Keemiliste analüüside tulemused (algandmed)	30
Lisa 3. Keemiliste analüüside analüüsilehed	38

## 1. SISSEJUHATUS

2001. aasta novembri EL määrus (Council Regulation 2375/2001), annab dioksiinide (PCDD/F) lubatud piirnormiks kalades 4 pg WHO-TEQ/g elusmassi kohta. On rõhutatud, et tõenäoliselt ületab selle piirnormi dioksiinide sisaldus Läänemere räimes ja lõhis. 2006. aasta veebruaris ilmunud EÜ määruses (Comission Regulation 199/2006) on lisaks dioksiinidele toodud piirnorm ka dioksiinisarnaste PCB kohta: PCDD/F ja dioksiinisarnaste PCB summa ei tohi ületada 8,0 pg WHO-TEQ/g elusmassi kohta. Erandina on välja toodud angerja lihaskude ja sellest saadud tooted, kus piirnormiks on 12,0 pg WHO-TEQ/g elusmassi kohta.

Vastavalt valitsuse otsusele 17.09.2002 on Põllumajandusministeerium algatanud uuringud Läänemerest püütava kala dioksiini sisalduse määramiseks. Eelmistel aastatel (alates aastast 2002) analüüsitud kalades ei ületanud PCDD/F kontsentratsioon reeglina Euroopa Liidus kehtestatud piirnormi. Piirnormist kõrgemaid PCDD/F kontsentratsioone leiti vahel ainult vanemates, üle viie – kuue aastastes räimedes ja kiludes. Teistes analüüsitud kalaliikides - koha, ahven (ka Peipsi järvest), lest - oli dioksiinide kontsentratsioon tavaliselt piirnormist oluliselt madalam (aruanded aastatel 2002, 2003 ja 2004). Vastavalt lepingu lähteülesandele analüüsiti 2005. aastal peale räime just suhteliselt kõrge rasvasusega kalu – lõhi, vikerforell, angerjas ning jõesilm. Viimast seetõttu, et Soomes on jõesilm, lisaks lõhile, loetud dioksiinide suhtes ohtlikuks inimese tervisele.

Lepingu lähteülesanne kalaproovide kogumise, bioloogilise ja keemilise analüüsi osas on täidetud. Tulemused annavad võimaluse hinnata dioksiinide (PCDD), furaanide (PCDF) ja dioksiinisarnaste PCB ühendite sisaldust Eestis püütavates/tarbitavates kalades: räimes, lõhis, angerjas, vikerforellis (kasvandusest) ja jõesilmus.

## **2. MATERJAL JA METOODIKA**

### **2.1. KALAPROOVID**

2005. aasta sügisel, oktoobris, koguti kalaproove PCDD/F ja dioksiinisarnaste PCB ühendite sisalduse määramiseks Eesti rannikumerest, peamiselt Soome ja Liivi lahest. Vastavalt lepingu lähteülesandele uuriti räime, lõhit, angerjat, vikerforelli ja jõesilmu. Bioloogilisel analüüsil määrati kalade pikkus, kaal, sugu ja gonaadide küpsusaste. Eraldati otoliidid (räimel), soomused (lõhil) või kogu peaosa (angerjas) vanuse määramiseks. Jõesilmu vanust ei määratud. Proovidesse võeti reeglina ligikaudu ühepikkused ja samast soost kalad. Räimel eraldati pea, sabauim ja sisused ning seega moodustavad proovi kõik inimese poolt toiduks tarbitavad osad. Lõhi, vikerforelli ja angerja puhul moodustavad proovi kalade lihased koos naha ja soomustega, välja on jäetud sisused, pea ja uimed. Jõesilmud pandi proovi tervena. Proovide bioloogilise analüüsi tulemused, algandmed on toodud Lisas 1.

### **2.2 KEEMILISED ANALÜÜSID**

Dioksiinide sisaldus proovides määrati Saksamaal, Neuherbergis asuvas Rahvusliku Keskkonna ja Tervise Uurimise Keskuse Ökoloogilise Keemia Instituudis (GSF – National Research Center for Environment and Health; Institute of Ecological Chemistry). Labor on akrediteeritud vastavate keemiliste määrangute osas (Deutscher Akkreditierungs Rat; DAC-P-0141-01-00; kehtiv kuni 21.11.2006.a.). Kasutati isotoopide lahjenduse meetodit koos HRGC/HRMS. Määrati seitsme polüklooritud dibensodioksiini (PCDD), kümne polüklooritud dibensofuraani (PCDF) ja dioksiinisarnaste PCB ühendite, kokku 12, kontsentratsioon (Tabel 1). Iga proovi kohta on antud ka kuivaine ja lipiidide sisaldus protsentides.

Keemilise analüüsi tulemused määratud 29 ühendile, algandmed (pg/g lipiidide kohta) on toodud Lisas 2. Samas on toodud ka iga proovi kohta eraldi määramispiirid (LOD). Kui konkreetse ühendi kontsentratsioon oli allpool määramispiiri (ND), siis ei loetud seda nulliks vaid võrdsustati poolega vastava määramispiiri väärtusest. Andmete edasisel analüüsil, dioksiinide summaarse toksilisuse arvutamisel kasutati WHO poolt soovitatud toksilise ekvivalendi faktoreid (Tabel 1). Aruandes on tulemused reeglina toodud kas lipiidide hulga (pg WHO-TEQ/g lipiide) või elusmassi (pg WHO-TEQ/g elusmassi) kohta.

## Kalades määratud dioksiinid ja nende toksilise ekvivalendi faktorid (TEF)

Jrk nr		TEF
<b>Polüklooritud dibensodioksiinid (PCDD)</b>		
1	2,3,7,8-tetraklorodibensodioksiin (TCDD)	1
2	1,2,3,7,8-pentaklorodibensodioksiin (PeCDD)	1
3	1,2,3,4,7,8-heksaklorodibensodioksiin (HxCDD)	0,1
4	1,2,3,6,7,8-heksaklorodibensodioksiin (HxCDD)	0,1
5	1,2,3,7,8,9-heksaklorodibensodioksiin (HxCDD)	0,1
6	1,2,3,4,6,7,8-heptaklorodibensodioksiin (HpCDD)	0,01
7	oktaklorodibensodioksiin (OCDD)	0,0001
<b>Polüklooritud dibensofuraanid (PCDF)</b>		
8	2,3,7,8-tetraklorodibensofuraan (TCDF)	0,1
9	1,2,3,7,8-pentaklorodibensofuraan (PeCDF)	0,05
10	2,3,4,7,8-pentaklorodibensofuraan (PeCDF)	0,5
11	1,2,3,4,7,8-heksaklorodibensofuraan (HxCDF)	0,1
12	1,2,3,6,7,8-heksaklorodibensofuraan (HxCDF)	0,1
13	1,2,3,7,8,9-heksaklorodibensofuraan (HxCDF)	0,1
14	2,3,4,6,7,8-heksaklorodibensofuraan (HxCDF)	0,1
15	1,2,3,4,6,7,8-heptaklorodibensofuraan (HpCDF)	0,01
16	1,2,3,4,7,8,9-heptaklorodibensofuraan (HpCDF)	0,01
17	Oktaklorodibensofuraan (OCDF)	0,0001
<b>Non-orto PCB</b>		
18	3,3',4,4'-tetraklorobifenüül (PCB 77)	0,0001
19	3,4,4',5'-tetraklorobifenüül (PCB 81)	0,0001
20	3,3',4,4',5'-pentaklorobifenüül (PCB 126)	0,1
21	3,3',4,4',5,5'-heksaklorobifenüül (PCB 169)	0,01
<b>Mono-orto PCB</b>		
22	2,3,3',4,4'-pentaklorobifenüül (PCB 105)	0,0001
23	2,3,4,4',5'-pentaklorobifenüül (PCB 114)	0,0005
24	2,3',4,4',5'-pentaklorobifenüül (PCB 118)	0,0001
25	2',3,4,4',5'-pentaklorobifenüül (PCB 123)	0,0001
26	2,3,3',4,4',5'-heksaklorobifenüül (PCB 156)	0,0005
27	2,3,3',4,4',5'-heksaklorobifenüül (PCB 157)	0,0005
28	2,3',4,4',5,5'-heksaklorobifenüül (PCB 167)	0,00001
29	2,3,3',4,4',5,5'-heksaklorobifenüül (PCB 189)	0,0001

### 3. TULEMUSED

#### 3.1. RÄIM (*Clupea harengus membras*)

Räime proovid, kokku kümme, koguti Soome lahest Kunda ja Tallinna piirkonnast ning Liivi lahest. Proovid keemilisteks analüüsideks koostati püükides massilisemalt esineva suurusega (pikkus, kaal) emastest ja isastest kaladest. Räimel eraldati pea, sabauim ja sisused. Dioksiinide sisaldus määratakse seega summaarselt räime kõigis inimese toiduks tavaliselt kasutatavates osades: lihastes, nahas, uimedes (v.a. sabauim), luudes.

Liivi lahe räime proov (proov 0521R, Tabel 2) võeti 07. oktoobril töenduslikust traalpüügist Ruhnu saare ja Salacgriva vaheliselt alalt. Proovi valiti emased kalad, kellede keskmine pikkus oli 12,5 cm ja mass 12,9 g. Räime gonaadid olid II küpsusastmes. Isendite keskmine vanus proovis oli kaks aastat, varieerudes piirides üks kuni neli aastat. Seejuures oli enamik kalu vanuses üks (10 isendit) või kolm (9 isendit) aastat.

Soome lahest koguti räime proovid töenduslikest traalpüükidest Kunda lähedusest ja Muuga lahest (Tabel 2). Kunda piirkonna räimedest koostati kolm emaste (tähistus 0512R, 0513R, 0514R) ja kaks isaste (tähistus 0515R ja 0516R) kalade proovi. Emaste räimede kahes proovis on praktiliselt ühesuguse pikkuse (keskmiselt 12,2 ja 12,1 cm) ja massiga (12,5 ja 12,2 g) kalad. Isendite keskmine vanus nendes proovides oli 2,4 ja 2,3 aastat. Üks emaste kalade proov koosneb suurematest isendeist – 13,2 cm ja 16,0 g – ning proovis olevate räimede keskmine vanus on 3,1 aastat. Isaste räimede proovid koosnevad ühesuurustest, emaste väiksemate isendite proovidega sarnaneva suurusega kaladest (keskmiselt vastavalt 12,2 cm ja 12,8 g ning 12,8 cm ja 14,8 g). Isaste räimede vanus oli proovides vastavalt 2,1 ja 2,7 aastat.

Räimede keskmine (avg  $\pm$  SE ja piirid) pikkus, mass ja vanus proovides

Proov	Pikkus (cm)	Mass (g)	Vanus (aasta)
0512R	12,2 $\pm$ 0,1 11,6 – 12,6	12,5 $\pm$ 0,2 10,2 - 14,6	2,4 $\pm$ 0,2 1 - 4
0513R	12,1 $\pm$ 0,1 11,4 – 12,7	12,2 $\pm$ 0,2 10,1 - 14,6	2,3 $\pm$ 0,1 1 - 4
0514R	13,2 $\pm$ 0,1 12,6 – 14,3	16,0 $\pm$ 0,3 13,2 - 20,8	3,1 $\pm$ 0,1 1 - 5
0515R	12,2 $\pm$ 0,1 11,4 – 12,7	12,8 $\pm$ 0,2 10,2 - 15,1	2,1 $\pm$ 0,1 1 - 3
0516R	12,8 $\pm$ 0,1 12,0 – 14,3	14,8 $\pm$ 0,6 10,4 - 21,5	2,7 $\pm$ 0,2 1 - 4
0517R	13,4 $\pm$ 0,1 12,8 – 15,1	16,0 $\pm$ 0,6 12,7 - 25,8	2,6 $\pm$ 0,1 1 - 4
0518R	13,7 $\pm$ 0,2 12,5 – 15,4	16,8 $\pm$ 0,6 12,5 - 24,6	2,7 $\pm$ 0,2 1 - 4
0519R	12,3 $\pm$ 0,1 11,4 – 12,8	12,7 $\pm$ 0,2 10,8 - 14,4	2,6 $\pm$ 0,2 1 - 4
0520R	12,3 $\pm$ 0,1 11,7 – 13,0	12,7 $\pm$ 0,2 11,0 - 14,5	2,8 $\pm$ 0,1 1 - 4
0521R	12,5 $\pm$ 0,1 11,7 – 13,4	13,7 $\pm$ 0,3 11,3 - 17,2	2,0 $\pm$ 0,2 1 - 4

Muuga lahe räimest koostati kaks emaste (tähistus 0518R ja 0519R) ja kaks isaste (tähistus 0517R ja 0520R) kalade proovi (Tabel 2). Väiksema suurusega isaste ja emaste kalade proovid olid ühesuguse pikkuse (keskmine 12,3 cm) ja massiga (12,7 g). Kalade keskmine vanus oli emastel 2,6 ja isastel 2,8 aastat. Suuremate kalade puhul oli emaste kalade proov keskmiselt mõnevõrra pikematest (vastavalt 13,7 ja 13,4 cm) ja suurema massiga

(vastavalt 16,8 ja 16,0 g) kaladest. Keskmine vanus proovides oli aga praktiliselt ühesugune – emastel 2,7 ja isastel 2,6 aastat.

Kõigis räime proovides olid emaste kalade gonaadid küpsusastmes II ja isastel II – III. Kõigi proovidesse valitud räimede pikkused, massid ja vanused, algandmed, on toodud Lisas 1.

Analüüsitud räimedes oli PCDD/F keskmine sisaldus (1,34 pg WHO-TEQ/g elumassi kohta) oluliselt madalam EL piirnormist. Isegi dioksiinisarnaste PCB ühendite lisamisel ei ületanud summaarne kontsentratsioon väärtust 4 pg WHO-TEQ/g elumassi kohta (Tabel 3). PCDD/F kontsentratsioon oli mõnevõrra kõrgem kui dioksiinisarnaste PCB sisaldus – moodustasid vastavalt 55,8 ja 44,2% (elumassi alusel). PCDF kontsentratsioon oli oluliselt kõrgem PCDD kontsentratsioonist. Dioksiinisarnaste PCB ühendeist oli ülekaalus non-orto PCB. PCDD/F kontsentratsioon Liivi lahest kogutud räimedes oli mõnevõrra kõrgem kui Soome lahest, Muuga ja Kunda piirkonnast kogutud räimedes (Tabel 4). Kuna eri aladelt analüüsitud kalade vanus oli praktiliselt võrdne, kaks – kolm aastat, siis võib oletada, et põhjuseks on mõningased erinevused kalade lipiidide sisalduses – Liivi lahes 8,3%, Muugas keskmiselt 6,4% ja Kundas 7,6%.

Võib järeldada, et dioksiinide sisaldus nooremates, kuni kolme aastastes kalades, kes reeglina moodustavad põhiosa Eestis püütavatest/tarbitavatest räimedest, ei kujuta endast ohtu inimese tervisele.

Tabel 3

**Dioksiinide keskmine sisaldus (avg ± SE) 2005. aasta räime proovides**

Dioksiin	pgWHO-TEQ/g elusmassi kohta	pgWHO- TEQ/g lipiidide kohta
PCDD	0,36 ± 0,05	4,88 ± 0,54
PCDF	0,99 ± 0,09	13,67 ± 0,95
PCDD/F	<b>1,34 ± 0,13</b>	18,55 ± 1,31
Non-orto PCB	0,60 ± 0,03	8,29 ± 0,29
mono-orto PCB	0,47 ± 0,03	6,47 ± 0,34
Dioksiinisarnased PCB	1,06 ± 0,05	14,76 ± 0,53
SUMMA	<b>2,40 ± 0,16</b>	33,31 ± 1,46

Tabel 4

**Dioksiinide keskmine kontsentratsioon (pgWHO-TEQ/g elusmassi kohta) räimes erinevatel uurimisaladel**

Ala	Kunda	Muuga	Liivi laht
PCDD	0,33 ± 0,07	0,32 ± 0,05	0,62
PCDF	0,88 ± 0,04	0,95 ± 0,11	1,67
PCDD/F	<b>1,22 ± 0,07</b>	<b>1,26 ± 0,16</b>	<b>2,30</b>
Non-orto PCB	0,58 ± 0,02	0,59 ± 0,07	0,69
mono-orto PCB	0,50 ± 0,03	0,45 ± 0,06	0,37
Dioksiinisarnased PCB	1,09 ± 0,05	1,03 ± 0,13	1,06
SUMMA	<b>2,31 ± 0,10</b>	<b>2,30 ± 0,29</b>	<b>3,36</b>

**3.2. LÕHI (*Salmo salar*)**

Lõhi on anadroomne kala, paljuneb jõgedes. Soome lahes toimub lõhe paljunemine Vasalemma, Keila, Pirita, Jägala, Valgejõe, Loobu, Selja ja Kunda jões. Tavaliselt tuleb lõhi jõgedesse oktoobris - novembris. Tavaline eluiga 4 – 6 aastat (maksimaalne 10 aastat). Meres toimub lõhi kiire kasv. Keskmine kaal on 4 - 5 kg (Kangur et al., 2003).

Analüüsitavad lõhed saadi Tallinna lahest, Merivälja – Pirita vaheliselt alalt 27. septembril. Proovid - seljalihhas koos naha ja soomustega – võeti kolmelt isaselt kalalt. Kalade

pikkus oli 65, 69 ja 70 cm ning mass vastavalt 2610, 3291 ja 3315 g. Kõik lõhed olid meres olnud kolm aastat, kusjuures kaks kala pärinesid Põlula kalakasvatusest (ilma rasvauimeta). Proovide tähistus – 0504L, 0505L ja 0506L.

Dioksiinide keskmine sisaldus lõhi proovides ületas EL piirnормi nii PCDD/F kui ka dioksiinide ja dioksiinisarnaste PCB summa osas (Tabel 5). Seejuures oli lipiidide sisaldus lõhis suhteliselt madal (5,9 kuni 7,4%) võrreldes lipiidide sisaldusega kasvanduse vikerforellis (9,9 ja 14,0%), angerjas (25,4 kuni 30,5%) ja jõesilmus (11,0 – 14,9%).

*Tabel 5*

**Dioksiinide keskmine sisaldus (avg ± SE) 2005. aasta lõhe proovides**

Dioksiin	pgWHO-TEQ/g elusmassi kohta	pgWHO-TEQ/g lipiidide kohta
PCDD	1,12 ± 0,09	17,77 ± 1,95
PCDF	2,91 ± 0,23	45,84 ± 4,05
PCDD/F	<b>4,04 ± 0,31</b>	63,60 ± 5,96
Non-orto PCB	3,45 ± 0,33	54,97 ± 8,26
mono-orto PCB	1,51 ± 0,23	24,08 ± 4,57
Dioksiinisarnased PCB	4,96 ± 0,55	79,05 ± 12,63
SUMMA	<b>9,00 ± 0,79</b>	142,65 ± 18,38

Analüüsitud kolmest kalast oli PCDD/F ja dioksiinide summaarne kontsentratsioon alla piirnормi – vastavalt 3,43 ja 7,85 pgWHO-TEQ/g elusmassi kohta - ainult kõige väiksemas kalas (proov 504L). Kahes suuremas lõhes (proovid 505L ja 506L) ületasid PCDD/F 4,0 ja dioksiinide summaarne sisaldus 8,0 pgWHO-TEQ/g elusmassi kohta (vastavalt 4,46 ja 10,51 ning 4,23 ja 8,64). Dioksiinisarnaste PCB ühendite kontsentratsioon lõhis ületas PCDD/F oma, eriti just väljendatuna lipiidide kohta. Seaduspäraselt oli PCDF sisaldus kõrgem PCDD omast ja non-orto PCB ühendite sisaldus mono-orto PCB omast.

Võib järeldada, et juba kaks – kolm aastat meres viibinud lõhedes ületab dioksiinide sisaldus EL kehtestatud piirnормi.

### 3.3. ANGERJAS (*Anguilla anguilla*)

Isaste angerjate pikkus on kuni 51 cm, emastel aga üle 100 cm. Angerja lihastes on rasva sisaldus kõrge - kuni 35,0 %. Aastas võib angerja püükides eraldada kaht perioodi, kevadel mais ja sügisel augustis-septembris. Ametlik minimaalne mõõt rannikul on 45 cm (Kangur & Turovski, 2003).

Lähtudes ülaltoodust koguti angerja proovid dioksiinide sisalduse määramiseks, kokku kolm proovi, Liivi (Pärnu) lahest sügisel, 06. septembril. Iga proov koosneb ühe kala keskosast võetud koos nahaga tükist (sisused eemaldati). Kalade pikkus oli 72,2, 65,4 ja 65,6 cm ja mass vastavalt 744, 583 ja 567 g. Proovide tähistus – 0501A, 0502A ja 0503A.

Tabel 6

#### Dioksiinide keskmine sisaldus (avg ± SE) angerja proovides

Dioksiin	pgWHO-TEQ/g elusmassi kohta	pgWHO-TEQ/g lipiidide kohta
PCDD	1,52 ± 0,73	5,31 ± 2,38
PCDF	0,66 ± 0,10	2,35 ± 0,47
PCDD/F	<b>2,18 ± 0,80</b>	7,66 ± 2,65
Non-orto PCB	1,34 ± 0,51	4,91 ± 2,18
mono-orto PCB	0,90 ± 0,36	3,23 ± 1,36
Dioksiinisarnased PCB	2,24 ± 0,81	8,14 ± 3,35
SUMMA	<b>4,42 ± 1,40</b>	15,80 ± 5,33

PCDD/F keskmine sisaldus analüüsitud angerja proovides oli ligikaudu poole, dioksiinide summaarne sisaldus (piirnorm angerjal erandina 12,0 pg WHO-TEQ/g elusmassi kohta) aga ligikaudu kolm korda madalam EL piirnormist (Tabel 6). Seejuures oli lipiidide sisaldus angerja proovides – vastavalt 30,5, 30,0 ja 25,4% - oluliselt kõrgem kui teistes uuritud kalades ja jõesilmus. PCDD/F ja dioksiinisarnaste PCB keskmine sisaldus angerja proovides oli praktiliselt võrdne. Erinevalt teistest kaladest oli aga angerja puhul PCDD keskmine kontsentratsioon kõrgem PCDF omast.

Kokkuvõttes võib öelda, et vaatamata angerja väga kõrgele rasvasusele on dioksiinide sisaldus uuritud kalades suhteliselt madal. Kuna üldiselt eeldatakse otsest seost kalade lipiidide sisalduse ja dioksiinide sisalduse vahel, siis vajaks angerjas edaspidist uurimist.

### 3.4 VIKERFORELL (*Oncorhynchus mykiss*)

Vikerforell dioksiinide sisalduse analüüsiks saadi Salmistu kalakasvatuse sumpadest 04. oktoobril. Proovid - seljalihhas koos naha ja soomustega – võeti kahelt isaselt kalalt. Kalade pikkus oli 48,5 ja 48,0 cm ning mass 1617 ja 1606 g. Proovide tähistus 0510F ja 0511F.

Tabel 7

#### Dioksiinide keskmine sisaldus (pgWHO-TEQ/g; avg ± SE) vikerforelli proovides

Dioksiin	0510F		0511F	
	Elusmass	lipiidid	elusmass	Lipiidid
PCDD	0,17	1,23	0,09	0,89
PCDF	0,21	1,49	0,15	1,55
PCDD/F	<b>0,38</b>	2,72	<b>0,24</b>	2,44
non-orto PCB	0,34	2,46	0,30	3,06
mono-orto PCB	0,15	1,04	0,13	1,28
Dioksiinisarnased PCB	0,49	3,50	0,43	4,34
SUMMA	<b>0,87</b>	6,22	<b>0,67</b>	6,78

Dioksiinide sisaldus kasvanduse kalades oli äärmiselt madal - isegi koos dioksiinisarnaste PCB ühenditega ei ületanud kontsentratsioon 1 pgWHO-TEQ/g elusmassi kohta (Tabel 7). Ilmselt peegeldab see nõuetekohase, dioksiinivaba sööda kasutamist. Seaduspäraselt oli PCDF kontsentratsioon kõrgem PCDD ja non-orto PCB kontsentratsioon mono-orto PCB omast.

### 3.5. JÕESILM (*Lampetra fluviatilis*)

Jõesilm tuleb kudemisrände ajal Eesti jõgedesse. Kõige arvukamalt tuleb teda Narva jõkke, vähesel hulgal ka Pärnu ja teistesse jõgedesse. Jõgedesse tulevad silmud pika aja jooksul – hilissuvest kuni kudemiseni kevadel. Sügisränne jõgedesse algab augustis, on kõige massilisem septembris ja kestab vähesel määral talve tulekuni. Dioksiinide määramise seisukohalt on oluline, et jõkke tulekul sisaldab jõesilmu keha suurel hulgal, 17 kuni 25 % rasva (Pihu, 1987). Jõesilmu emased isendid on veidi suuremad kui isased. Sugude suhe jõkke tulekul on ligikaudu võrdne. Narva jõkke tulevate emaste isendite pikkus on tavaliselt 32 – 34 cm ja mass 62 – 65 g ning isastel isendeil vastavalt 31 – 32 cm ja 57 – 58 g (Saat et al., 2003). Tingituna suhteliselt lühikesest kasvuperioodist meres on püükides esindatud reeglina vaid üks-kaks aastaklassi. Seega on püügid eri aastatel üsna varieeruvad, sõltuvad aastaklasside tugevusest. Eestis püütakse üle 90% jõesilmu saakidest Soome lahe jõgedest, peamiselt Narva jõest.

Lähtudes ülaltoodust koguti jõesilmu proovid dioksiinide sisalduse määramiseks, kokku kolm proovi, 12. ja 16 septembril (tähistus 0507S, 0508S ja 0509S). Iga proov koosnes kolmest tervest, puhastamata isendist, kusjuures kahes proovis (0507S ja 0508S) oli kaks emast ja üks isane, ühes proovis (0509S) aga kaks isast ja üks emane isend. Jõesilmu vanust ei määrata. Isendite pikkus varieerus piirides 28,5 kuni 34,3 cm ja mass vastavalt 43,6 kuni 78,0 g. Jõesilmu keskmine pikkus ja mass proovides on toodud tabelis 8, vastavad andmed iga isendi kohta, algandmed, aga Lisas 2.

*Tabel 8.*

**Jõesilmu keskmine (avg ± SE) pikkus ja mass proovides**

<b>Proovi tähis</b>	<b>Pikkus (cm)</b>	<b>Mass (g)</b>
0507 S	31,7 ± 0,3	70,2 ± 4,2
0508 S	31,4 ± 1,5	55,9 ± 6,6
0509 S	32,9 ± 1,0	66,3 ± 7,1

**Dioksiinide keskmine sisaldus (avg ± SE) jõesilmu proovides**

Dioksiin	pgWHO-TEQ/g elusmassi kohta	pgWHO-TEQ/g lipiidide kohta
PCDD	1,17 ± 0,10	9,02 ± 0,52
PCDF	3,43 ± 0,28	26,49 ± 2,56
PCDD/F	<b>4,60 ± 0,37</b>	35,51 ± 3,07
non-orto PCB	2,23 ± 0,11	17,36 ± 1,84
mono-orto PCB	1,59 ± 0,08	12,30 ± 0,88
Dioksiinisarnased PCB	3,82 ± 0,18	29,66 ± 2,72
SUMMA	<b>8,42 ± 0,55</b>	65,17 ± 5,68

Dioksiinide keskmine sisaldus jõesilmus ületas EL piirnormi nii PCDD/F kui ka dioksiinide summa osas (Tabel 9). Analoogiliselt kaladega oli PCDF kontsentratsioon kõrgem PCDD ja non-orto PCB kontsentratsioon mono-orto PCB omast. Analüüsitud kolmest proovist ühes (0509 S) oli PCDD/F sisaldus praktiliselt võrdne EL piirnormiga (4,02 pg WHO-TEQ/g elusmassi kohta), dioksiinide summaarne sisaldus (7,52 WHO-TEQ/g elusmassi kohta) aga isegi madalam piirnormist. Antud proovi võetud jõesilmude pikkus, mass ja lipiidide sisaldus ei erine ülejäänud proovide omast. Ainsaks erinevuseks on asjaolu, et proovis oli üks emane ja kaks isast jõesilmu (kahes ülejäänud proovis üks isane ja kaks emast). Seega võiks oletada teatud soolist spetsiifikat dioksiinide kogunemises jõesilmu, kuigi materjali vähesus ei taga selle järelduse usaldusväärsust.

#### 4. KOKKUVÕTE

2005. aastal saadud andmed dioksiinide sisalduse kohta räimes Eesti rannikumeres vastavad üldiselt meie varasematele tulemustele. Ükski määratud PCDD/F ega dioksiinide summaarne kontsentratsioon ei ületanud EL kehtestatud piirnormi. Dioksiinide summaarne sisaldus (PCDD/F ja dioksiinisarnased PCB kokku) ei ületa neis proovides isegi ainult PCDD/F kohta kehtivat piirnormi – 4 pgWHO-TEQ/g elusmassi kohta. Võib järeldada, et kui Eesti püükides/tarbimises domineerivad kuni kolmeaastased räimed, siis nad ei kujuta dioksiinide poolest mingit ohtu inimese tervisele. Tarbijatel tuleks vältida vanemate kui viie – kuue aastaste, ligikaudu üle 17 cm pikkuste kalade söömist. räime püükidele/tarbimisele.

Tulemused löhi kohta kinnitavad Läänemeres üldteada fakti, et juba kaks – kolm aastat meres viibinud kalades ületab nii PCDD/F kui ka dioksiinide summaarne sisaldus EL kehtestatud piirnorme. Dioksiinide sisaldus jõesilmus on kooskõlas soome uurijate tulemustega – nii PCDD/F kui ka dioksiinide summaarne sisaldus ületab EL piirnorme. Teaduslikku huvi võiks pakkuda dioksiinide jõesilmu kogunemise soolise spetsiifika uurimine. Analüüsitud angerjates, vaatamata väga kõrgele rasvasusele, on PCDD/F ja dioksiinide summaarne sisaldus suhteliselt madal, oluliselt allpool EL piirnormi. Kuna üldiselt eeldatakse otsest seost kalade rasvasuse ja dioksiinide sisalduse vahel, siis vajaks angerjas edaspidist uurimist. Dioksiinide sisaldus kasvanduse vikerforellis oli äärmiselt madal, peegeldades ilmselt nõuetekohase, dioksiinivaba sööda kasutamist.

## **Kasutatud kirjandus.**

Kangur, A. & Turovski, A. 2003. Eel, *Anguilla anguilla* (L.). In: *Fishes of Estonia*. Eds. E.

Ojaveer, E. Pihu & T. Saat. Estonian Academy Publishers, Tallinn, 159 – 163.

Kangur, M., Paaver, T. & Drevs, T. 2003. Salmon, *Salmo salar* L. In: *Fishes of Estonia*. Eds.

E. Ojaveer, E. Pihu & T. Saat. Estonian Academy Publishers, Tallinn, 91 – 97.

Pihu, E. 1987. Matk kalariiki. „Valgus”, Tallinn, 1 – 360.

Saat, T., Tambets, J. & Kangur, M. 2003. Lampern, river lamprey, *Lampetra fluviatilis* (L.).

In: *Fishes of Estonia*. Eds. E. Ojaveer, E. Pihu & T. Saat. Estonian Academy

Publishers, Tallinn, 48 – 52.

## **LISA 1**

### **Bioloogilise analüüsi tulemused (algandmed)**

**Räime sugu, pikkus, mass ja vanus proovides (F – emased, M – isased)**

<b>Proovi tähis</b>	<b>Sugu*</b>	<b>Pikkus (cm)</b>	<b>Mass (g)</b>	<b>Vanus (aasta)</b>
0512R	F	12,2	12,7	2
0512R	F	12,1	11,7	3
0512R	F	12,6	13,4	2
0512R	F	12,4	13,3	2
0512R	F	12,3	13,2	3
0512R	F	12	12,9	4
0512R	F	12,3	14,6	4
0512R	F	12	10,5	1
0512R	F	12,4	13,1	3
0512R	F	11,6	11,8	2
0512R	F	12,3	11,9	1
0512R	F	12,3	11,6	2
0512R	F	12,2	12,9	2
0512R	F	12,3	13	2
0512R	F	12,6	12,9	3
0512R	F	12,1	12,5	1
0512R	F	11,6	10,2	3
0512R	F	12,2	14,1	3
0512R	F	12,5	13,5	3
0512R	F	12,3	11,3	3
0512R	F	12	13,4	3
0512R	F	12,5	13,8	3
0512R	F	12,6	14	2
0512R	F	12	11,2	3
0512R	F	12,3	13,4	4
0512R	F	11,9	11,6	2
0512R	F	12	11,4	2
0512R	F	12,1	11,5	1
0512R	F	11,7	10,2	1
0512R	F	11,8	11,9	1

<b>Proovi tähis</b>	<b>Sugu*</b>	<b>Pikkus (cm)</b>	<b>Mass (g)</b>	<b>Vanus (aasta)</b>
0513R	F	12,5	12,8	3
0513R	F	12	12	2
0513R	F	12,3	12,7	2
0513R	F	12,3	13	3
0513R	F	11,4	10,1	1
0513R	F	12,3	13,6	3
0513R	F	12,3	14,2	3
0513R	F	12	13,2	4
0513R	F	11,7	12,3	3
0513R	F	12,4	14,6	2
0513R	F	12	12,1	2
0513R	F	11,7	10,8	3
0513R	F	12,3	11,4	3
0513R	F	12,3	12,7	2
0513R	F	12	11,9	1
0513R	F	12,5	14,4	2
0513R	F	12	11,6	3
0513R	F	11,9	12,2	2
0513R	F	11,9	11,7	2
0513R	F	12,2	12,1	1
0513R	F	12	11,4	3
0513R	F	11,7	10,4	3
0513R	F	12,5	12,2	3
0513R	F	11,7	11,2	2
0513R	F	11,5	10,8	1
0513R	F	11,6	10,7	2
0513R	F	11,7	10,9	2
0513R	F	12	12,1	1
0513R	F	12,2	13,7	3
0513R	F	12,7	14,4	3

<b>Proovi tähis</b>	<b>Sugu*</b>	<b>Pikkus (cm)</b>	<b>Mass (g)</b>	<b>Vanus (aasta)</b>
0514R	F	14,2	18,7	4
0514R	F	13,6	17,3	4
0514R	F	14,3	20,8	5
0514R	F	13,3	16,3	4
0514R	F	13	16	3
0514R	F	12,6	14,3	2
0514R	F	12,7	14,1	3
0514R	F	13	15,1	3
0514R	F	12,7	13,2	3
0514R	F	13,3	15,4	2
0514R	F	13,5	17	3
0514R	F	13	15,6	2
0514R	F	13,2	15,4	3
0514R	F	12,8	14	3
0514R	F	13,4	16,7	3
0514R	F	13	15,2	1
0514R	F	14,2	17,9	4
0514R	F	14,1	19,8	3
0514R	F	13	14,5	4
0514R	F	12,7	14,1	3
0514R	F	13	14,6	3
0514R	F	12,8	14,8	4
0514R	F	12,6	15	3
0514R	F	13	15,3	3
0514R	F	13,3	16	3
0514R	F	13,4	16,3	3
0514R	F	13	15,1	2
0514R	F	13,4	17	3
0514R	F	13,4	17,3	3
0514R	F	13,2	16,3	3

<b>Proovi tähis</b>	<b>Sugu*</b>	<b>Pikkus (cm)</b>	<b>Mass (g)</b>	<b>Vanus (aasta)</b>
0515R	M	12,7	12,5	3
0515R	M	12	13,3	3
0515R	M	12,5	13,2	2
0515R	M	12,6	14,7	3
0515R	M	12,1	12,4	2
0515R	M	12,4	12,6	1
0515R	M	12	11,3	2
0515R	M	12,1	13,9	3
0515R	M	11,8	11,7	1
0515R	M	12,2	13,1	2
0515R	M	12	12,6	2
0515R	M	12	12,4	1
0515R	M	12,2	12,8	3
0515R	M	12,7	13,4	2
0515R	M	12	12,1	3
0515R	M	12	10,2	3
0515R	M	11,4	12,2	3
0515R	M	12,4	12,5	2
0515R	M	12	11,6	1
0515R	M	12,4	14,2	3
0515R	M	12,5	14,2	3
0515R	M	12	12,2	1
0515R	M	11,7	11,7	1
0515R	M	12,4	13,9	2
0515R	M	12,3	12,6	2
0515R	M	12	12,1	2
0515R	M	12,5	12,7	1
0515R	M	12,4	15,1	3
0515R	M	12,2	11,7	2
0515R	M	12,2	13,7	2

<b>Proovi tähis</b>	<b>Sugu*</b>	<b>Pikkus (cm)</b>	<b>Mass (g)</b>	<b>Vanus (aasta)</b>
0516R	M	14	18,7	
0516R	M	13	17	3
0516R	M	13	15,9	4
0516R	M	13	16,2	2
0516R	M	12,2	13,4	1
0516R	M	14,2	21,3	3
0516R	M	12,1	11,1	1
0516R	M	13	18	3
0516R	M	12,3	13	3
0516R	M	14,3	15,8	4
0516R	M	13	14,2	2
0516R	M	13,3	18,6	3
0516R	M	13	15,9	3
0516R	M	12,9	14,9	3
0516R	M	12,8	15,4	3
0516R	M	13,8	18,6	3
0516R	M	13,8	21,5	3
0516R	M	12,7	14,5	3
0516R	M	13	16	3
0516R	M	12,8	13,8	3
0516R	M	12,4	13,4	2
0516R	M	12,5	15,4	3
0516R	M	12,3	13,1	3
0516R	M	12	10,7	3
0516R	M	12	12	4
0516R	M	12	11,9	1
0516R	M	12	10,4	3
0516R	M	12,4	11	3
0516R	M	12,3	11,7	1
0516R	M	12	11,8	3

<b>Proovi tähis</b>	<b>Sugu*</b>	<b>Pikkus (cm)</b>	<b>Mass (g)</b>	<b>Vanus (aasta)</b>
0517R	M	13,7	17,8	4
0517R	M	13,3	13,6	3
0517R	M	13	16,9	2
0517R	M	13,7	15,3	2
0517R	M	13,3	13	2
0517R	M	14	17,2	3
0517R	M	15,1	25,8	3
0517R	M	13,7	18,8	2
0517R	M	13,4	18,7	3
0517R	M	13,5	19,5	4
0517R	M	13,2	14,4	2
0517R	M	13,3	14,7	3
0517R	M	13	13,8	3
0517R	M	13,2	13,4	3
0517R	M	13	16,2	3
0517R	M	13,3	15,1	3
0517R	M	14	18,7	3
0517R	M	13,2	16,8	2
0517R	M	13,5	15,5	2
0517R	M	12,9	12,7	2
0517R	M	13	14	2
0517R	M	13	14,6	3
0517R	M	13	15,4	3
0517R	M	12,8	13	1

<b>Proovi tähis</b>	<b>Sugu*</b>	<b>Pikkus (cm)</b>	<b>Mass (g)</b>	<b>Vanus (aasta)</b>
0518R	F	14,2	20,8	4
0518R	F	13,6	17,2	2
0518R	F	14	18,3	1
0518R	F	13,8	18,1	2
0518R	F	15,4	24,6	4
0518R	F	14,8	21,8	2
0518R	F	14,4	19,2	4
0518R	F	12,8	14,1	3
0518R	F	13	14,4	2
0518R	F	13,4	15,3	3
0518R	F	14,2	16,7	4
0518R	F	14,3	20,5	3
0518R	F	15	21,9	4
0518R	F	14,7	16,8	3
0518R	F	14,6	16,4	2
0518R	F	13,4	14	2
0518R	F	13	14,2	2
0518R	F	13,7	16,4	3
0518R	F	13,4	16	3
0518R	F	12,6	12,5	3
0518R	F	13	13,4	2
0518R	F	13,6	16,2	4
0518R	F	13,1	15,1	2
0518R	F	12,5	13,3	1
0518R	F	12,5	12,9	2

<b>Proovi tähis</b>	<b>Sugu*</b>	<b>Pikkus (cm)</b>	<b>Mass (g)</b>	<b>Vanus (aasta)</b>
0519R	F	12,5	13,2	2
0519R	F	12,3	13,1	2
0519R	F	12	10,8	3
0519R	F	12,1	12,4	4
0519R	F	12,1	12	3
0519R	F	12,1	11,1	1
0519R	F	12	11,6	3
0519R	F	12,2	11,6	1
0519R	F	11,4	11,6	3
0519R	F	12,4	12,3	2
0519R	F	11,9	12,3	3
0519R	F	12,7	14	3
0519R	F	12,8	13,9	3
0519R	F	11,7	11,3	3
0519R	F	12,3	13,4	2
0519R	F	12,6	13,8	1
0519R	F	12,4	12,6	3
0519R	F	12,6	13,6	3
0519R	F	12,5	13	3
0519R	F	12,3	13,3	3
0519R	F	12,6	13,4	2
0519R	F	12,4	14,1	3
0519R	F	12	11,8	3
0519R	F	12,7	14,4	3

<b>Proovi tähis</b>	<b>Sugu*</b>	<b>Pikkus (cm)</b>	<b>Mass (g)</b>	<b>Vanus (aasta)</b>
0520R	M	12,5	12,8	3
0520R	M	12	12,3	2
0520R	M	12,5	12,8	3
0520R	M	12	12,5	3
0520R	M	12,3	12,6	4
0520R	M	12,5	12,8	3
0520R	M	12,2	12,5	3
0520R	M	13	14,3	2
0520R	M	12,3	12,8	3
0520R	M	12	12,3	3
0520R	M	12,4	11,9	3
0520R	M	12	11,2	3
0520R	M	12,2	12,6	2
0520R	M	12,7	13,5	3
0520R	M	12,4	13,6	3
0520R	M	12	11,8	3
0520R	M	12,4	12,5	3
0520R	M	13	14,5	3
0520R	M	12,5	13,7	2
0520R	M	12,5	13,4	3
0520R	M	11,7	11,8	3
0520R	M	12,3	13,4	3
0520R	M	12	12	1
0520R	M	11,7	11	2
0520R	M	11,8	12,4	3

<b>Proovi tähis</b>	<b>Sugu*</b>	<b>Pikkus (cm)</b>	<b>Mass (g)</b>	<b>Vanus (aasta)</b>
0521R	F	13,3	15,6	3
0521R	F	12,4	12,3	1
0521R	F	11,7	11,8	1
0521R	F	12,4	12,7	2
0521R	F	13,2	15,5	2
0521R	F	12,5	12,5	3
0521R	F	12,7	13,2	2
0521R	F	12,3	12,9	1
0521R	F	12,2	12,1	1
0521R	F	12,5	11,9	1
0521R	F	12,1	11,3	1
0521R	F	13	17,2	3
0521R	F	12,4	14,9	3
0521R	F	13,2	16,7	3
0521R	F	12,1	14,5	4
0521R	F	12,5	13,3	2
0521R	F	12,4	13,4	1
0521R	F	12,3	13,5	1
0521R	F	12,5	13,9	3
0521R	F	12,6	12,3	1
0521R	F	13,4	16,7	2
0521R	F	12	11,8	3
0521R	F	12,4	13,8	3
0521R	F	13	15,3	3
0521R	F	12,4	12,2	1

## Jõesilmu isendite sugu, pikkus ja mass proovides

Proovi tähis	Sugu*	Pikkus (cm)	Mass (g)
0507S	F	32,0	63,7
0507S	F	32,0	68,8
0507S	M	31,0	78,0
0508S	F	33,4	66,0
0508S	F	28,5	43,6
0508S	M	32,2	58,0
0509S	F	33,5	63,0
0509S	M	34,3	80,0
0509S	M	31,0	56,0

\* F – emased isendid; M – isased isendid

## **LISA 2**

### **Keemiliste analüüside tulemused (algandmed)**

## Dioksiinide kontsentratsioon räämes

Proov	0512R		0513R		0514R	
kuivaine (%)	28,8		27,1		27,8	
lipiide (%)	7,6		7,3		7,5	
pg/g lipiidide kohta						
<b>PCDD/F</b>	CONC	LOD	CONC	LOD	CONC	LOD
2,3,7,8-TCDD	3,9	0,09	1,3	0,10	1,7	0,09
1,2,3,7,8-PeCDD	1,8	0,17	1,8	0,15	2,0	0,16
1,2,3,4,7,8-HxCDD	19,2	0,14	2,4	0,14	0,76	0,14
1,2,3,6,7,8-HxCDD	1,7	0,15	1,3	0,15	1,0	0,15
1,2,3,7,8,9-HxCDD	ND	0,15	ND	0,15	ND	0,14
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	0,79	0,12	0,65	0,14	0,49	0,13
OCDD	2,2	0,27	1,4	0,20	2,1	0,32
2,3,7,8-TCDF	36,6	0,15	38,2	0,15	38,7	0,16
1,2,3,7,8-PeCDF	1,5	0,04	2,2	0,05	2,3	0,06
2,3,4,7,8-PeCDF	14,0	0,04	15,3	0,06	16,4	0,06
1,2,3,4,7,8-HxCDF	0,36	0,06	0,48	0,07	0,54	0,08
1,2,3,6,7,8-HxCDF	0,39	0,06	0,73	0,07	0,75	0,08
1,2,3,7,8,9-HxCDF	ND	0,09	ND	0,12	ND	0,12
2,3,4,6,7,8-HxCDF	2,3	0,07	1,9	0,09	2,2	0,09
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	2,3	0,08	0,75	0,06	1,1	0,07
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	ND	0,09	ND	0,09	ND	0,10
OCDF	30,1	0,27	1,20	0,14	0,92	0,11
<b>PCB</b>						
PCB 77	476	0,16	412	0,19	537	0,14
PCB 81	11,9	0,24	12,2	0,23	12,3	0,36
PCB 126	69,6	0,19	73,6	0,18	84,2	0,35
PCB 169	14,3	0,26	14,8	0,29	11,5	1,3
PCB 105	12196	1,7	10990	1,3	15631	1,5
PCB 114	670	1,7	634	1,3	858	1,5
PCB 118	29234	1,6	29168	1,2	37987	1,4
PCB 123	639	1,9	544	1,3	714	1,6
PCB 156	2608	1,2	2428	0,94	3406	1,1
PCB 157	702	1,3	662	0,98	888	1,0
PCB 167	1306	1,3	1205	0,92	1627	1,2
PCB 189	122	0,71	128	0,54	170	0,70

## Dioksiinide kontsentratsioon räämes

Proov	0515R		0516R		0517R	
kuivaine (%)	27,0		27,9		27,9	
lipiide (%)	7,7		8,1		7,5	
pg/g lipiidide kohta						
<b>PCDD/F</b>	CONC	LOD	CONC	LOD	CONC	LOD
2,3,7,8-TCDD	1,3	0,09	1,7	0,10	2,3	0,09
1,2,3,7,8-PeCDD	1,5	0,13	1,7	0,14	2,7	0,18
1,2,3,4,7,8-HxCDD	0,79	0,12	0,78	0,12	0,54	0,15
1,2,3,6,7,8-HxCDD	1,5	0,13	1,5	0,13	2,3	0,16
1,2,3,7,8,9-HxCDD	ND	0,13	0,18	0,12	0,40	0,16
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	0,75	0,11	1,0	0,14	0,53	0,16
OCDD	3,2	0,26	3,1	0,20	1,8	0,29
2,3,7,8-TCDF	33,4	0,14	35,8	0,13	32,0	0,14
1,2,3,7,8-PeCDF	1,5	0,04	2,1	0,05	2,6	0,05
2,3,4,7,8-PeCDF	12,6	0,04	16,7	0,05	21,5	0,05
1,2,3,4,7,8-HxCDF	0,47	0,07	0,42	0,07	0,63	0,08
1,2,3,6,7,8-HxCDF	0,58	0,07	0,65	0,07	1,2	0,08
1,2,3,7,8,9-HxCDF	ND	0,10	ND	0,10	ND	0,13
2,3,4,6,7,8-HxCDF	2,0	0,09	1,7	0,08	1,9	0,11
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	0,91	0,07	1,5	0,07	0,77	0,08
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	ND	0,09	ND	0,09	ND	0,12
OCDF	1,5	0,12	1,50	0,11	1,0	0,19
<b>PCB</b>						
PCB 77	348	0,15	512	0,12	596	0,18
PCB 81	11,0	0,38	11,1	0,11	11,0	0,25
PCB 126	71,7	0,32	74,2	0,09	92,6	0,20
PCB 169	11,6	6,1	12,1	0,21	24,7	0,58
PCB 105	11747	1,2	13515	1,2	12879	1,1
PCB 114	625	1,1	685	1,1	710	1,1
PCB 118	27140	1,1	34353	1,1	34870	1,1
PCB 123	505	1,2	534	1,2	544	1,2
PCB 156	2399	0,90	2800	0,85	2969	0,85
PCB 157	645	0,93	737	0,86	800	0,88
PCB 167	1194	0,99	1265	0,93	1434	0,95
PCB 189	120	0,53	145	0,55	197	0,64

## Dioksiinide kontsentratsioon räämes

Proov	0518R		0519R		0520R		0521R	
kuivaine (%)	27,2		26,7		27,2		27,2	
lipiide (%)	6,5		4,7		7,0		8,3	
pg/g lipiidide kohta								
<b>PCDD/F</b>	CONC	LOD	CONC	LOD	CONC	LOD	CONC	LOD
2,3,7,8-TCDD	2,4	0,08	0,70	0,12	1,6	0,10	2,9	0,07
1,2,3,7,8-PeCDD	2,8	0,14	2,5	0,21	3,2	0,18	3,8	0,11
1,2,3,4,7,8-HxCDD	0,80	0,12	0,41	0,18	0,67	0,14	5,9	0,11
1,2,3,6,7,8-HxCDD	2,2	0,13	1,8	0,18	2,1	0,15	1,7	0,11
1,2,3,7,8,9-HxCDD	0,28	0,13	ND	0,18	ND	0,15	0,25	0,11
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	0,53	0,12	0,44	0,22	0,77	0,16	4,4	0,12
OCDD	1,6	0,26	1,9	0,39	2,5	0,26	8,9	0,27
2,3,7,8-TCDF	29,4	0,12	30,5	0,18	34,8	0,16	32,7	0,13
1,2,3,7,8-PeCDF	3,1	0,05	2,4	0,06	2,3	0,05	4,3	0,05
2,3,4,7,8-PeCDF	27,0	0,05	19,6	0,06	19,4	0,05	32,3	0,05
1,2,3,4,7,8-HxCDF	0,94	0,07	0,78	0,09	0,57	0,09	1,3	0,06
1,2,3,6,7,8-HxCDF	1,1	0,07	0,80	0,08	0,33	0,09	1,5	0,06
1,2,3,7,8,9-HxCDF	ND	0,11	ND	0,13	ND	0,14	0,16	0,09
2,3,4,6,7,8-HxCDF	3,1	0,09	2,7	0,11	2,1	0,11	2,0	0,07
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	0,79	0,06	1,4	0,10	0,88	0,06	0,43	0,05
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	ND	0,09	ND	0,14	ND	0,08	ND	0,07
OCDF	0,80	0,13	1,40	0,17	0,67	0,11	9,8	0,15
<b>PCB</b>								
PCB 77	368	0,13	516	0,27	563	0,16	416	0,13
PCB 81	10,6	0,28	10,0	0,31	11,6	0,27	9,7	0,21
PCB 126	96,5	0,21	83,5	0,13	79,8	0,21	80,2	0,17
PCB 169	25,5	0,58	19,1	4,4	17,2	0,45	30,7	0,46
PCB 105	13409	1,3	10546	1,7	13405	1,2	7967	0,97
PCB 114	762	1,2	639	1,6	734	1,2	451	0,93
PCB 118	35740	1,2	24603	1,6	35268	1,2	20145	0,92
PCB 123	510	1,2	366	1,7	578	1,3	386	0,98
PCB 156	3239	1,0	2634	1,3	2940	0,90	2087	0,72
PCB 157	901	1,0	692	1,3	779	0,94	556	0,74
PCB 167	1608	1,1	1289	1,3	1364	0,99	1211	0,77
PCB 189	245	0,69	184	0,77	181	0,58	208	0,58

## Dioksiinide kontsentratsioon lõhis

Proov	0504L		0505L		0506L	
kuivaine (%)	29,0		30,2		29,0	
lipiide (%)	5,9		5,9		7,4	
pg/g lipiidide kohta						
<b>PCDD/F</b>	CONC	LOD	CONC	LOD	CONC	LOD
2,3,7,8-TCDD	7,0	0,16	7,5	0,22	5,8	0,14
1,2,3,7,8-PeCDD	9,0	0,33	13,5	0,33	8,8	0,25
1,2,3,4,7,8-HxCDD	0,92	0,20	1,3	0,22	1,2	0,20
1,2,3,6,7,8-HxCDD	4,3	0,21	3,9	0,21	4,0	0,20
1,2,3,7,8,9-HxCDD	ND	0,20	0,53	0,21	0,64	0,20
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	0,72	0,17	0,72	0,21	0,40	0,15
OCDD	2,1	0,44	3,9	0,45	2,1	0,28
2,3,7,8-TCDF	86,3	0,26	115	0,32	78,4	0,25
1,2,3,7,8-PeCDF	10,1	0,11	9,6	0,10	9,0	0,06
2,3,4,7,8-PeCDF	63,2	0,13	82,3	0,11	66,1	0,09
1,2,3,4,7,8-HxCDF	1,8	0,17	1,4	0,14	1,3	0,09
1,2,3,6,7,8-HxCDF	2,0	0,17	2,4	0,13	2,0	0,09
1,2,3,7,8,9-HxCDF	ND	0,26	ND	0,21	ND	0,16
2,3,4,6,7,8-HxCDF	4,1	0,20	4,0	0,18	3,5	0,14
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	0,42	0,10	0,59	0,14	0,59	0,09
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	ND	0,15	ND	0,17	ND	0,12
OCDF	0,72	0,28	1,6	0,23	0,99	0,20
<b>PCB</b>						
PCB 77	2569	0,37	3031	0,78	1751	0,28
PCB 81	44,4	0,84	57,9	4,6	25,0	1,9
PCB 126	530	0,24	674	1,4	395	0,98
PCB 169	120	0,64	182	5,4	124	2,3
PCB 105	36274	6,1	45520	7,7	25988	5,5
PCB 114	2802	5,6	3655	7,4	2162	5,0
PCB 118	64614	6,9	138240	8,3	77133	5,6
PCB 123	8313	5,9	10969	7,4	6285	5,2
PCB 156	12836	4,7	18800	5,8	10451	4,2
PCB 157	3023	4,7	4365	6,0	2419	4,3
PCB 167	6792	5,0	9283	6,1	5246	4,7
PCB 189	1216	2,7	1850	3,7	1179	3,3

## Dioksiinide kontsentratsioon angerjas

Proov	0501A		0502A		0503A	
kuivaine (%)	47,4		48,1		44,4	
lipiide (%)	30,5		30,0		25,4	
pg/g lipiidide kohta						
<b>PCDD/F</b>	CONC	LOD	CONC	LOD	CONC	LOD
2,3,7,8-TCDD	4,8	0,37	0,38	0,12	2,8	0,10
1,2,3,7,8-PeCDD	4,0	0,33	0,52	0,28	2,4	0,21
1,2,3,4,7,8-HxCDD	4,5	0,61	0,83	0,18	1,8	0,12
1,2,3,6,7,8-HxCDD	ND	0,69	1,0	0,18	1,1	0,12
1,2,3,7,8,9-HxCDD	ND	0,65	ND	0,18	ND	0,12
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	ND	0,32	ND	0,17	0,77	0,14
OCDD	2,0	0,72	1,5	0,25	1,8	0,19
2,3,7,8-TCDF	1,4	0,47	1,2	0,18	1,6	0,16
1,2,3,7,8-PeCDF	ND	0,25	ND	0,04	ND	0,04
2,3,4,7,8-PeCDF	3,9	0,14	2,2	0,05	5,5	0,05
1,2,3,4,7,8-HxCDF	0,94	0,30	0,97	0,11	0,62	0,07
1,2,3,6,7,8-HxCDF	ND	0,29	0,66	0,10	0,51	0,07
1,2,3,7,8,9-HxCDF	ND	0,30	ND	0,17	ND	0,13
2,3,4,6,7,8-HxCDF	1,2	0,42	1,5	0,14	1,3	0,09
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	ND	0,33	0,28	0,10	0,61	0,08
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	ND	0,30	ND	0,17	ND	0,12
OCDF	1,6	0,68	2,6	0,35	0,51	0,18
<b>PCB</b>						
PCB 77	59,6	1,8	25,2	0,76	37,1	0,9
PCB 81	ND	5,0	3,3	2,0	5,3	3,1
PCB 126	32,5	1,6	20,6	1,5	90,2	2,8
PCB 169	11,1	1,7	9,0	2,7	18,7	6,6
PCB 105	4869	2,0	1013	1,5	8722	3,0
PCB 114	291	2,4	80,5	1,3	580	2,9
PCB 118	23847	3,8	2999	1,4	21514	3,1
PCB 123	297	2,4	55,0	1,6	1297	3,3
PCB 156	1635	1,6	223	1,1	2543	2,7
PCB 157	336	1,7	40,2	1,1	619	2,9
PCB 167	841	1,8	135	1,1	1492	2,9
PCB 189	99,2	1,3	17,2	0,74	208	2,0

## Dioksiinide kontsentratsioon vikerforellis

Proov	0510F		0511F	
kuivaine (%)	36,0		34,9	
lipiide (%)	14,0		9,9	
pg/g lipiidide kohta				
<b>PCDD/F</b>	CONC	LOD	CONC	LOD
2,3,7,8-TCDD	0,71	0,07	0,46	0,08
1,2,3,7,8-PeCDD	0,45	0,13	0,35	0,14
1,2,3,4,7,8-HxCDD	0,49	0,12	0,32	0,13
1,2,3,6,7,8-HxCDD	ND	0,13	0,37	0,14
1,2,3,7,8,9-HxCDD	ND	0,12	ND	0,14
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	0,51	0,13	0,60	0,13
OCDD	0,95	0,26	1,6	0,22
2,3,7,8-TCDF	5,3	0,10	6,0	0,13
1,2,3,7,8-PeCDF	0,39	0,03	0,57	0,03
2,3,4,7,8-PeCDF	1,6	0,03	1,4	0,04
1,2,3,4,7,8-HxCDF	0,17	0,06	0,16	0,06
1,2,3,6,7,8-HxCDF	ND	0,05	ND	0,06
1,2,3,7,8,9-HxCDF	ND	0,08	ND	0,09
2,3,4,6,7,8-HxCDF	1,1	0,07	1,9	0,08
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	0,22	0,06	0,23	0,06
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	ND	0,07	ND	0,09
OCDF	1,2	0,13	1,1	0,12
<b>PCB</b>				
PCB 77	104	0,34	185	0,15
PCB 81	6,3	0,73	6,3	0,18
PCB 126	24,0	0,77	29,9	0,11
PCB 169	4,8	0,76	5,0	0,18
PCB 105	1647	0,80	2034	1,4
PCB 114	145	0,78	189	1,3
PCB 118	5185	0,76	6223	1,3
PCB 123	202	0,89	194	1,4
PCB 156	396	0,62	523	1,0
PCB 157	117	0,64	141	1,0
PCB 167	308	0,70	383	1,1
PCB 189	36,6	0,42	49,5	0,61

## Dioksiinide kontsentratsioon jõesilmus

Proov	0507S		0508S		0509S	
kuivaine (%)	33,2		29,7		29,6	
lipiide (%)	14,9		11,0		13,3	
pg/g lipiidide kohta						
<b>PCDD/F</b>	CONC	LOD	CONC	LOD	CONC	LOD
2,3,7,8-TCDD	3,0	0,13	3,2	0,11	2,8	0,08
1,2,3,7,8-PeCDD	5,8	0,21	5,8	0,15	4,8	0,14
1,2,3,4,7,8-HxCDD	0,82	0,13	1,2	0,12	0,53	0,09
1,2,3,6,7,8-HxCDD	3,3	0,11	6,3	0,14	3,4	0,09
1,2,3,7,8,9-HxCDD	0,38	0,12	0,21	0,13	0,25	0,09
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	0,39	0,12	1,0	0,09	0,26	0,09
OCDD	2,1	0,26	1,3	0,14	0,98	0,16
2,3,7,8-TCDF	44,0	0,23	63,9	0,22	45,2	0,18
1,2,3,7,8-PeCDF	4,3	0,04	4,8	0,06	4,0	0,05
2,3,4,7,8-PeCDF	42,2	0,05	47,3	0,07	33,9	0,05
1,2,3,4,7,8-HxCDF	1,2	0,09	1,9	0,10	1,2	0,08
1,2,3,6,7,8-HxCDF	1,9	0,10	2,1	0,12	1,6	0,08
1,2,3,7,8,9-HxCDF	ND	0,16	ND	0,15	ND	0,12
2,3,4,6,7,8-HxCDF	2,1	0,13	2,8	0,12	2,1	0,10
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	0,59	0,06	7,5	0,10	0,93	0,06
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	ND	0,12	ND	0,12	ND	0,09
OCDF	0,70	0,18	1,4	0,12	0,50	0,11
<b>PCB</b>						
PCB 77	963	0,32	1360	0,20	1079	0,16
PCB 81	22,5	3,3	31,0	0,72	29,3	0,48
PCB 126	152	0,88	203	0,30	146	0,14
PCB 169	59,1	2,6	57,9	0,60	46,7	0,49
PCB 105	19658	3,5	24085	3,9	18653	3,4
PCB 114	1050	3,8	1541	3,6	1319	3,1
PCB 118	51007	3,6	62111	4,0	49120	3,3
PCB 123	3659	3,5	4006	3,9	3371	3,4
PCB 156	6171	2,6	6790	2,5	5454	2,6
PCB 157	1231	2,6	1514	2,7	1156	2,7
PCB 167	2609	2,8	3068	2,9	2463	2,9
PCB 189	465	1,6	480	1,7	404	1,4

## **LISA 3**

### **Keemiliste analüüside analüüsilehed**