

**EESTI
KESKKONNAUURINGUTE
KESKUS**

**DIOKSIINIDE JA DIOKSIINIDE SARNASTE
POLÜKLOREERITUD BIFENÜÜLIDE (PCB)
SISALDUSED EESTI RANNIKUMERE KALADES
2003 AASTAL**

Lepingu nr: 133

Tööde algus: 28.05.2003

Tööde lõpp: 24.10.2003

Enn Otsa
Juhatuse esimees

Koostajad:
Ott Roots
Seirekoordinaator

Mart Simm
Vanemteadur
TÜ Eesti Mereinstituut

TALLINN 2003

Sisukord

	lk
1. Sissejuhatus	3
2. Materjal ja meetodika	4
2.1. Kalaproovid	4
2.2. Keemilised analüüsid	4
3. Tulemused	6
3.1. Räum	6
3.2. Kilu	11
3.3. Ahven	14
3.4. Koha	17
4. Kokkuvõte	20
Lisa 1. Bioloogilise analüüsi tulemused (algandmed)	22
Lisa 2. Keemiliste analüüside tulemused (algandmed)	32

1. SISSEJUHATUS

2001. aasta novembri EL määrus (Council Regulation 2375/2001), mis liikmesriikides jõustus 20.07.2002 annab dioksiinide lubatud piirnormiks kalades 4 pgTEQ/g märgkaalu kohta, praktiliselt keelustades Läänemere räime ja lõhi kasutamise inimeste toiduna. Eesti on mitteametlikult teavitanud Euroopa Liitu üleminekuperioodi taotlusest kuni 31.06.2006 dioksiini piirnormi sätestava nõukogu määruse 466/2001/EÜ lisa 1 osa 5 punkti 5.2, mida on täiendatud määrusega 2375/2001/EÜ, ülevõtmise ja rakendamise suhtes. Vastavalt valitsuse otsusele 17.09.2002 on Põllumajandusministeerium algatanud uuringud Läänemerest püütava kala dioksiini sisalduse määramiseks.

Eelmisel, 2002. aastal, analüüsitud räime ja kilu proovides ei ületanud dioksiinide kontsentratsioon reeglina Euroopa Liidus kehtestatud normi. Ainus erand oli üle kuue aasta vanused räimed Läänemere avaosast, kus dioksiinide sisaldus oli 4,5 pg TEQ/g märgkaalu kohta. Lähtudes sellest pöörati 2003. aastal suuremat tähelepanu dioksiinide sisaldusele vanemates räimedes. Kuna dioksiinide sisalduse kohta kilus on suhteliselt vähe andmeid siis analüüsiti erineva mõõdu/vanusega kilu proove. Teiste kalaliikide osas andmed Eesti kohta puuduvad. Ahven ja koha on Soomes juba kuulutatud dioksiinide suhtes mitteohtlikeks, kuid võimalike lokaalsete erinevuste selgitamiseks analüüsiti 2003. aastal nimetatud kalu Pärnu lahest.

Dioksiinidele sarnase toksilise mõjuga on ka osa PCB ühendeid (kokku 12). Euromäärustes on viidatud, et nimetatud ühendite piirnormid kehtestatakse 2004. aastal. Kirjanduse andmetel on dioksiinisarnaste PCB ühendite sisaldus kalades kõrge, võrreldav dioksiinide sisaldusega. Seetõttu määrati nende ühendite kontsentratsioon paralleelselt dioksiinidega juba käesoleva, 2003. aasta proovides.

Lepingu lähteülesanne kalaproovide kogumise ja bioloogilise ning keemilise analüüsi osas on täidetud. Analüüsi tulemused annavad võimaluse hinnata dioksiinide (PCDD), furaanide (PCDF) ja dioksiinisarnaste PCB (non-orto PCB ja mono-orto PCB) ühendite mõõdulis/vanuselise dünaamikat räimes, kilus, ahvenas ja kohas Eesti rannikuvetes.

2. MATERJAL JA METOODIKA

2.1. KALAPROOVID

Kalad dioksiinide sisalduse määramiseks koguti 2003. aasta mais – juunis Eesti rannikumere kolmest piirkonnast - Soome lahe lääneosast, Liivi (Pärnu) lahest ja avamerest, Saaremaast läänes. Analüüsitavad kalad saadi töenduslikest püükidest. Keemilisteks analüüsideks oli vajalik suhteliselt suur kogus materjali – 200 g. Seetõttu koosneb iga proov, sõltuvalt kalade suurusest, ühest kuni 36 isendist. Proovidesse valiti kalad mõõtude alusel. Bioloogilisel analüüsil määrati kalade pikkus, kaal, sugu ja gonaadide küpsusaste. Eraldati otoliidid (kilul ja räimel), soomused (kohal) või lõpuskaared (ahvenal) vanuse määramiseks. Analüüsitavatel räimel ja kilul eraldati pea, sabauim ja sisused. Dioksiinide sisaldus määrati seega summaarselt kõigis kala osades, mida inimene kasutab toiduks. Ahvena ja koha puhul on dioksiinide sisaldus määratud seljalihases koos naha ja soomustega. Proovide bioloogilise analüüsi 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 polükloreeritud dibensodioksiini ja kümne polükloreeritud dibensofuraani kontsentratsioon (Tabel 1). Lisaks on 2003. aasta kalaproovides määratud 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 vastava määramispiiri väärtusega. Andmete edasisel analüüsil, dioksiinide summaarse toksilisuse arvutamisel kasutati WHO poolt soovitatud toksilise ekvivalendi faktoreid (Tabel 1). Aruandes on tulemused reeglina toodud kas lipiidide kaalu (pgTEQ/g lipiide) või märgkaalu (pgTEQ/g märga) kohta.

Tabel 1

Kalades määratud dioksiinid ja nende toksilise ekvivalendi faktorid (TEF)

Jrk nr		TEF
Polükloreeritud dibensodioksiinid (PCDD)		
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
Polükloreeritud dibensofuraanid (PCDF)		
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
Non-orto PCB		
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
Mono-orto PCB		
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

Proovid koguti Pärnu lahest, Soome lahe lääneosast ja Läänemere avaosast. Pärnu lahe proovid (kokku kuus, R0103 kuni R0603) võeti seisevnoodast 28. mail 2003.a. Proovidesse valiti võimalikult erineva suuruse, pikkuse ja kaaluga räimed (Tabel 2). Räime pikkus varieerus piirides 14,5 kuni 27,2 cm ja kaal 20,4 kuni 160,7 g. Enamiku räimede gonaadid olid küpsusastmes IV - V. Proovides R0103 ja R0503 olid ülekaalus emased kalad (emaste isaste suhe vastavalt 3/1 ja 10/5), ülejäänud proovides oli aga sugude suhe praktiliselt võrdne. Kalade vanus varieerus piirides 3 kuni 12 aastat (Tabel 3). Räime keskmine vanus analüüsitavates proovides oli 3,4 kuni 8,3 aastat.

Avamerest koguti räime proovid 28. mail 2003.a. seisevnoodast Saaremaa läänerranniku lähedusest. Proovi R1803 valiti suuremad, 4 kuni 10 aastased kalad, proovi R1903 aga püügis enimlevinud mõõduga räimed (Tabel 2 ja 3). Mõlemas proovis oli isaseid mõnevõrra rohkem kui emaseid, sugude suhe vastavalt 4/6 ja 7/10. Soome lahe lääneosast koguti räimed 23. mail 2003.a. Proovi (R2003) valiti püügis enimlevinud pikkusega kalad (Tabel 2 ja 3). Sugude suhe – emased/isased – oli 10/8.

Tabel 2

Räime pikkus ja kaal 2003. aasta kevadel kogutud proovides

Ala	Proov	n	Pikkus (cm)		Kaal (g)	
			avg ± SE	piirid	avg ± SE	Piirid
Pärnu laht	R0103	4	23,9 ± 1,0	22,0 - 27,2	106,4 ± 16,1	78,8 - 160,7
	R0203	6	21,8 ± 0,2	21,1 - 23,0	72,7 ± 3,6	63,2 - 89,6
	R0303	7	20,8 ± 0,3	20,0 - 21,8	63,9 ± 1,6	57,1 - 70,8
	R0403	7	19,7 ± 0,3	18,1 - 20,7	53,8 ± 1,8	46,9 - 60,8
	R0503	15	15,7 ± 0,1	14,8 - 16,5	24,0 ± 0,6	20,4 - 28,7
	R0603	14	16,1 ± 0,3	14,5 - 18,4	26,4 ± 1,4	21,2 - 40,1
Avameri	R1803	10	18,9 ± 0,2	18,0 - 20,1	39,1 ± 0,8	35,2 - 42,9
	R1903	17	16,0 ± 0,2	14,6 - 18,0	23,5 ± 0,8	16,0 - 30,8
Soome lahe suue	R2003	18	15,5 ± 0,3	12,9 - 17,7	21,9 ± 1,3	12,7 - 30,4

Tabel 3

Räime vanus ja lipiidide sisaldus 2003. aasta kevadel kogutud proovides

Ala	Proov	n	Lipiidide sisaldus (% märgkaalust)	Vanus (aasta)	
				avg ± SE	Piirid
Pärnu laht	R0103	4	2,8	8,3 ± 0,2	8 – 9
	R0203	6	2,8	7,7 ± 0,9	5 – 12
	R0303	7	3,4	7,7 ± 0,6	5 – 10
	R0403	7	3,1	7,1 ± 0,7	5 – 10
	R0503	15	2,7	3,4 ± 0,2	3 – 6
	R0603	14	2,6	3,6 ± 0,2	3 – 5
Avameri	R1803	10	3,7	6,9 ± 0,7	4 – 10
	R1903	17	4,6	4,4 ± 0,3	2 – 6
Soome lahe suue	R2003	18	3,9	4,6 ± 0,4	2 – 8

Analüüsitud üheksast räime proovist viies ületas dioksiinide sisaldus EL piirnormi. Keskmiste andmete alusel (Tabel 4) on PCDD/F ja dioksiinisarnaste PCB sisaldus praktiliselt võrdne – moodustavad vastavalt 51,7 ja 48,3%. Seejuures ületab PCDF kontsentratsioon PCDD sisalduse ja non-ortoPCB mono-ortoPCB kontsentratsiooni. Isomeeridest domineerivad 2,3,4,7,8-PeCDF (31,5%), PCB 126 (28,6%), 1,2,3,7,8-PeCDD (10,2%) ja PCB 118 (7,19%).

Tabel 4

Dioksiinide keskmine sisaldus (avg ± SE) 2003. aasta räime proovides

Dioksiin	pgTEQ/g märgkaalu kohta	pgTEQ/g lipiidide kohta
PCDD	0,96 ± 0,12	29,5 ± 3,8
PCDF	2,54 ± 0,25	78,3 ± 7,9
PCDD/F	3,50 ± 0,37	107,8 ± 11,6
non-orto PCB	2,09 ± 0,23	64,6 ± 7,3
mono-orto PCB	1,18 ± 0,14	36,8 ± 5,0
PCB	3,26 ± 0,36	101,4 ± 12,1
SUMMA	6,76 ± 0,72	209,2 ± 23,1

Seose leidmisel räime vanuse/suuruse ja dioksiinide sisalduse vahel kasutati PCDD/F puhul ka eelmisel, 2002. aastal saadud tulemusi. Räime vanuse ja dioksiinide kontsentratsiooni (pgTEQ/g lipiidide kohta) vaheline seos on statistiliselt usaldusväärne nii PCDD ($r^2 = 0,713$; $n = 21$), PCDF ($r^2 = 0,681$; $n = 21$), non-orto PCB ($r^2 = 0,887$; $n = 9$) kui ka mono-orto PCB ($r^2 = 0,902$; $n = 9$) puhul. Seega kõik analüüsitud dioksiinid akumulatsioonid räimes kalade vanuse/suuruse kasvades (Joonis 1).

EL piirnorm dioksiinidele (PCDD/F) kalades on antud märgkaalu kohta. Arvutades 2003. aasta tulemused ümber räime märgkaalule ning lisades nii meie 2002. aasta kui ka Soome uurijate (www.elintarvikevirasto.fi) tulemused saame selge seose räime vanuse ja PCDD/F kontsentratsiooni vahel (Joonis 2). Seos on statistiliselt usaldusväärne ($r^2 = 0,746$; $n = 57$) ja kirjeldatav võrrandiga:

$$Y = 0,2969X^{1,5573},$$

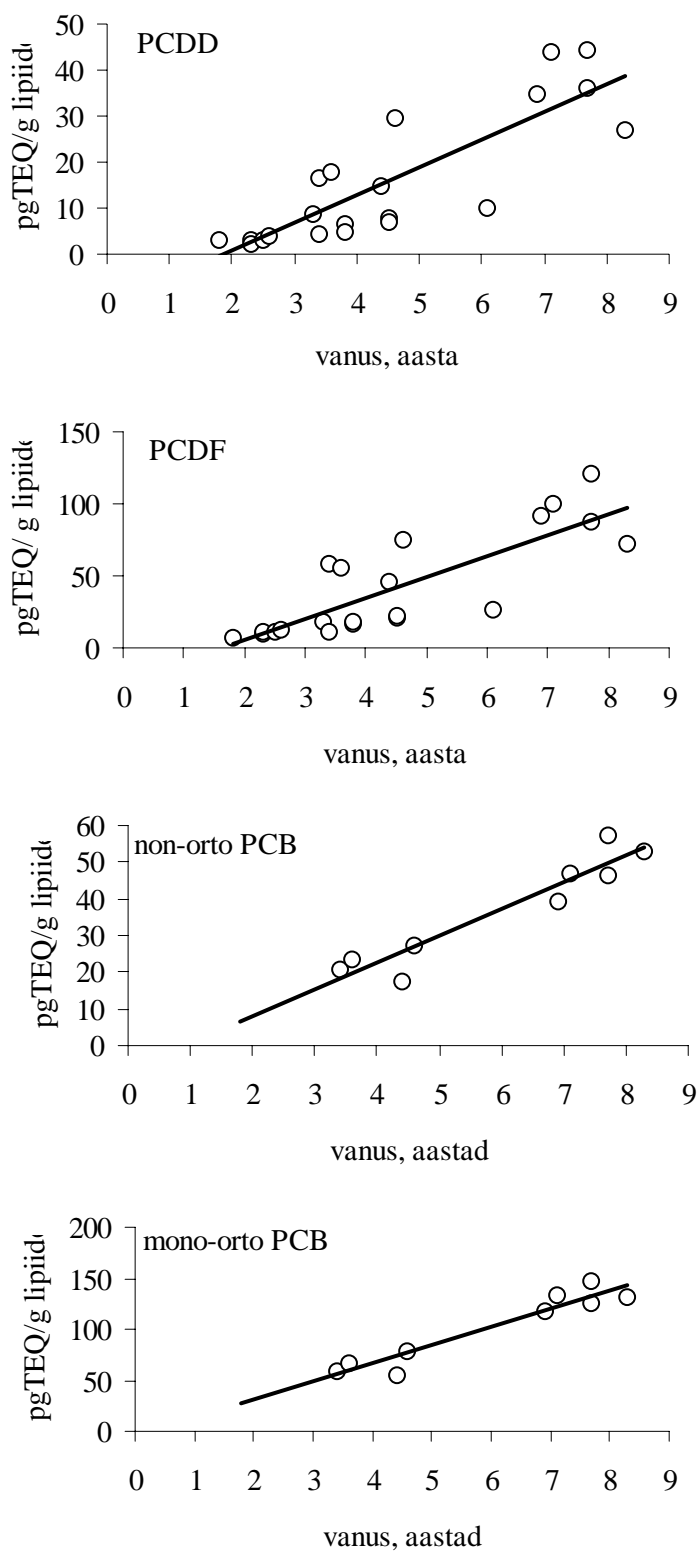
kus Y on PCDD/F kontsentratsioon pgTEQ/g märgkaalu kohta ja X räime vanus aastates.

Dioksiinide sisaldus räimes ületab seega EL piirnormi kalades, kes on vanemad kui viis aastat (teoreetiliselt – vanemad kui 5,3 aastat). Vastavate kalade ligikaudsed suurused on järgmised: pikkus 17 cm ja kaal 32 g. Dioksiinide keskmised kontsentratsioonid nooremates, alla viie ja vanemates, üle viie aastastes räimedes on toodud tabelis 5.

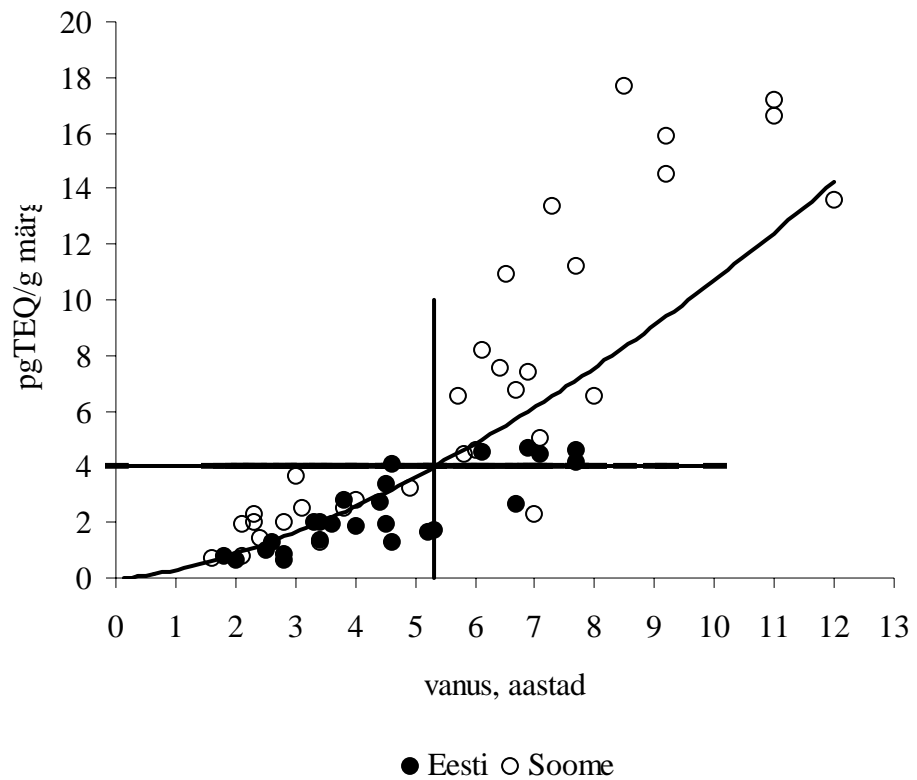
Tabel 5

**Dioksiinide keskmine kontsentratsioon (pgTEQ/g märgkaalu kohta; avg±SE)
erineva vanusega räimes**

Räime vanus	alla viie aasta	üle viie aasta
PCDD	0,52 ± 0,06	1,18 ± 0,09
PCDF	1,51 ± 0,14	3,02 ± 0,21
PCDD/F	2,04 ± 0,20	4,20 ± 0,29
non-orto PCB	1,46 ± 0,22	2,59 ± 0,11
mono-orto PCB	0,75 ± 0,11	1,51 ± 0,03
PCB	2,21 ± 0,33	4,11 ± 0,12
SUMMA	4,91 ± 0,82	8,24 ± 0,46



Joonis 1. Dioksiinide kontsentratsiooni muutus seoses räime vanusega



Joonis 2. Dioksiinide (PCDD/F) kontsentratsiooni (pgTEQ/g määrgkaalu kohta) sõltuvus räime vanusest (EL piirnorm – 4 pgTEQ/g määrgkaalu kohta)

3.2. KILU

Kilu proovid, kokku kuus (tähistus L2103 kuni L2603) koguti Soome lahe lääneosast 23. mail 2003.a.. Kõigi proovidesse valitud kilude pikkus varieerus piirides 10,8 kuni 13,5 cm ja kaal 6,2 kuni 15,4 g. (Tabel 6). Enamiku kilude gonaadid olid küpsusastmes IV. Proovid L2203 ja L2603 koosnesid ainult emastest kaladest. Ülejäänud proovides oli isaseid rohkem kui emaseid: sugude suhe – emased/isased – 12/16 (L2103), 16/20 (L2303), 12/21 (L2403) ja 13/23 (L2503). Proovides olevad kalad olid 2 kuni 11 aastased (Tabel 7). Kilu keskmine vanus analüüsitavates proovides oli 3,5 kuni 5,8 aastat.

Tabel 6

Kilu pikkus ja kaal 2003. aastal Soome lahe suudmest kogutud proovides

Proov	n	Pikkus (cm)		Kaal (g)	
		avg ± SE	piirid	avg ± SE	piirid
L2103	28	12,0 ± 0,1	10,8 – 12,9	10,2 ± 0,3	7,0 – 13,2
L2203	21	12,5 ± 0,1	11,4 – 13,7	11,8 ± 0,3	8,9 – 15,4
L2303	36	11,5 ± 0,1	11,0 – 12,7	8,4 ± 0,2	6,4 – 10,2
L2403	33	11,8 ± 0,0	11,2 – 12,7	9,0 ± 0,1	7,8 – 10,9
L2503	36	11,8 ± 0,0	11,2 – 12,6	8,6 ± 0,2	6,2 – 13,0
L2603	23	12,5 ± 0,1	12,0 – 13,5	10,4 ± 0,2	8,8 – 12,9

Tabel 7

Kilu vanus ja lipiidide sisaldus 2003. aastal Soome lahe suudmest kogutud proovides

Proov	n	Lipiide (% märgkaalust)	Vanus (aasta)	
			avg ± SE	Piirid
L2103	28	9,7	5,3 ± 0,4	2 – 11
L2203	21	9,8	5,8 ± 0,4	3 – 10
L2303	36	11,2	3,5 ± 0,2	2 – 8
L2403	33	10,4	4,6 ± 0,3	2 – 9
L2503	36	9,4	4,5 ± 0,3	2 – 9
L2603	23	9,7	4,9 ± 0,4	2 – 10

Analüüsitud kuuest kilu proovist kahes ületas dioksiinide sisaldus EL piirnормi. Keskmiste andmete alusel (Tabel 8) on PCDD/F ja dioksiinisarnaste PCB sisaldus praktiliselt võrdne – moodustavad vastavalt 51,9 ja 48,1%. Samuti nagu räimel ületab PCDF kontsentratsioon PCDD sisalduse ja non-ortoPCB mono-ortoPCB kontsentratsiooni.

Isomeeridest domineerivad 2,3,4,7,8-PeCDF (28,2%) ja PCB 126 (31,5%), ülejäänute osatähtsus ei ületa 10%.

Tabel 8

Dioksiinide keskmine sisaldus (avg ± SE) 2003. aasta kilu proovides

Dioksiin	pgTEQ/g märgkaalu kohta	pgTEQ/g lipiidide kohta
PCDD	1,03 ± 0,14	10,4 ± 1,5
PCDF	2,70 ± 0,09	27,1 ± 1,2
PCDD/F	3,74 ± 0,21	37,5 ± 2,5
Non-orto PCB	2,37 ± 0,08	23,8 ± 1,1
mono-orto PCB	1,09 ± 0,04	10,9 ± 0,6
PCB	3,46 ± 0,11	34,7 ± 1,6
SUMMA	7,20 ± 0,28	72,1 ± 3,8

Seose leidmisel kilu vanuse/suuruse ja dioksiinide sisalduse vahel kasutati PCDD/F puhul ka eelmisel, 2002. aastal saadud tulemusi. Kilu vanuse ja dioksiinide kontsentratsiooni (pgTEQ/g lipiidide kohta) vaheline seos on statistiliselt usaldusväärne nii PCDD ($r^2 = 0,676$; $n = 14$), PCDF ($r^2 = 0,814$; $n = 14$) kui ka nende summa PCDD/F ($r^2 = 0,817$; $n = 14$) puhul. Seega nimetatud ühendid akumulatsioonid kilus kalade vanuse/suuruse kasvades.

Kilu vanuse ja dioksiinide sisalduse (pgTEQ/g märgkaalu kohta) vahelise seose arvutamisel lisati 2003. aasta tulemustele nii meie 2002. aasta kui ka Soome uurijate (www.elintarvikevirasto.fi) andmed. Jättes kõrvale ühe soome uurijate tulemuse – kaheksa aastases kilus 2,72 pgTEQ/g märgkaalu kohta - saame selge seose kilu vanuse ja PCDD/F kontsentratsiooni vahel (Joonis 3). Seos on statistiliselt usaldusväärne ($r^2 = 0,749$; $n = 17$) ja kirjeldatav võrrandiga:

$$Y = 0,9841X^{0,792},$$

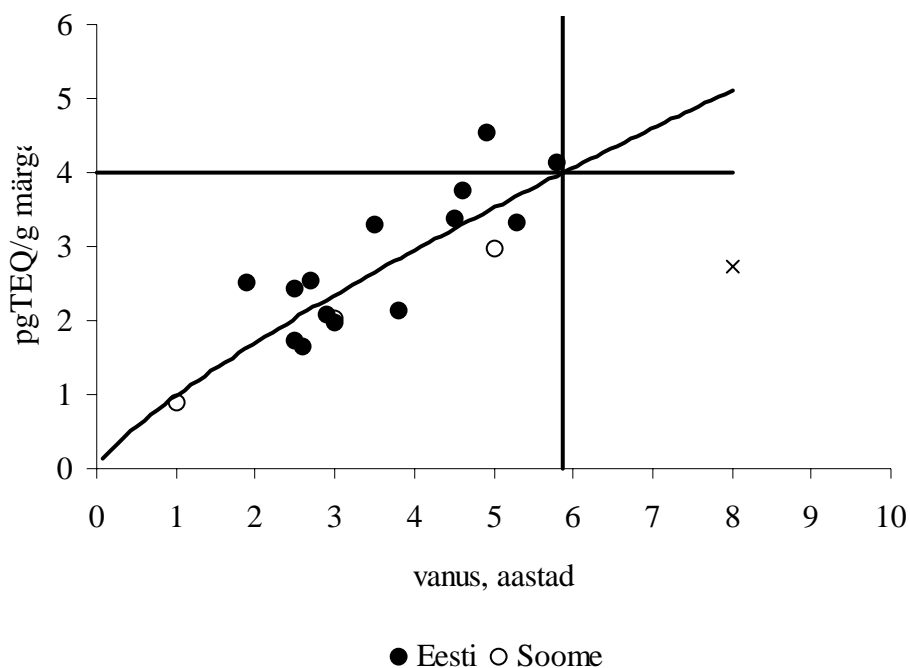
kus Y on PCDD/F kontsentratsioon pgTEQ/g märgkaalu kohta ja X kilu vanus aastates.

Dioksiinide sisaldus kilus võib seega ületada EL piirnормi kalades, kelle vanus on suurem kui viis aastat (ligikaudne pikkus üle 12,5 cm ja kaal üle 11,0 g). Dioksiinide keskmised kontsentratsioonid nooremates, alla viie ja vanemates, üle viie aastastes kiludes on toodud tabelis 9.

Tabel 9

Dioksiinide keskmine kontsentratsioon (pgTEQ/g märgkaalu kohta) erineva vanusega kilus

Räime vanus	alla viie aasta	üle viie aasta
PCDD	0,72 ± 0,09	1,13
PCDF	1,95 ± 0,18	2,59
PCDD/F	2,67 ± 0,26	3,72
non-orto PCB	2,43 ± 0,11	2,25
mono-orto PCB	1,07 ± 0,06	1,13
PCB	3,50 ± 0,17	3,38
SUMMA	7,25 ± 0,41	7,10



Joonis 3. Dioksiinide kontsentratsiooni (pgTEQ/g märgkaalu kohta) sõltuvus kilu vanusest (EL piirnorm – 4 pgTEQ/g märgkaalu kohta)

3.3. AHVEN

Ahvena proovid, kokku kuus (tähistus A1203 kuni A1703), koguti Pärnu lahest 02. ja 11. juunil 2003. a. Proovidesse valiti erineva pikkuse, 15,0 kuni 28,0 cm ja kaaluga, 30,0 kuni 245,6 g, kalad (Tabel 10). Ahvena vanus analüüsitavates proovides varieerub kahest kuue aastani (Tabel 11). Proovid A1203 kuni A1503 koosnevad ainult isastest, proov A1603 aga isastest kaladest. Proovis A1703 on sugude suhe – emased/isased – 2/1. Kõigi analüüsitavate kalade gonaadid on reeglina küpsusastmes V-VI.

Tabel 10

Ahvena pikkus ja kaal 2003. aastal Pärnu lahest kogutud proovides

Proov	n	Pikkus (cm)		Kaal (g)	
		avg ± SE	Piirid	avg ± SE	Piirid
A1203	9	15,8 ± 0,2	15,0 – 16,6	38,7 ± 2,3	30,0 – 50,0
A1303	6	18,1 ± 0,2	17,6 – 18,6	57,5 ± 2,0	50,0 – 62,0
A1403	5	20,1 ± 0,1	19,8 – 20,4	81,2 ± 3,8	69,0 – 93,0
A1503	4	21,7 ± 0,2	21,2 – 22,0	94,8 ± 1,9	90,3 – 101,0
A1603	4	23,8 ± 0,2	23,1 – 24,3	146,5 ± 10,3	117,4 – 175,3
A1703	3	26,7 ± 0,7	25,1 – 28,0	207,4 ± 19,7	162,9 – 245,6

Tabel 11

Ahvena vanus ja lipiidide sisaldus 2003. aastal Pärnu lahest kogutud proovides

Proov	n	Lipiidide sisaldus (% märgkaalust)	Vanus (aasta)	
			avg ± SE	Piirid
A1203	9	0,8	2,6 ± 0,2	2 – 3
A1303	6	0,8	3,5 ± 0,2	3 – 4
A1403	5	0,8	4,2 ± 0,2	4 – 5
A1503	4	0,6	5,0 ± 0,0	5
A1603	4	0,8	5,0 ± 0,0	5
A1703	3	0,8	5,7 ± 0,3	5 – 6

Kõigis analüüsitud ahvena proovides oli dioksiinide sisaldus madalam EL piirnormist. Keskmiste andmete alusel (Tabel 12) on PCDD/F ja dioksiinisarnaste PCB sisaldus praktiliselt võrdne – moodustavad vastavalt 46,2 ja 53,8 %. Analoogiliselt räime ja kiluga ületab PCDF kontsentratsioon PCDD oma. Seevastu non-orto PCB kontsentratsioon, erinevalt räimest ja kilust, on ligikaudu poole kõrgem kui mono-orto PCB kontsentratsioon.

Dioksiinide erinevatest isomeeridest domineerivad ahvenas PCB 126 (31,0 %) ja 2,3,4,7,8-PeCDF (24,9 %).

Tabel 12

Dioksiinide keskmine sisaldus (avg ± SE) 2003. aasta ahvena proovides

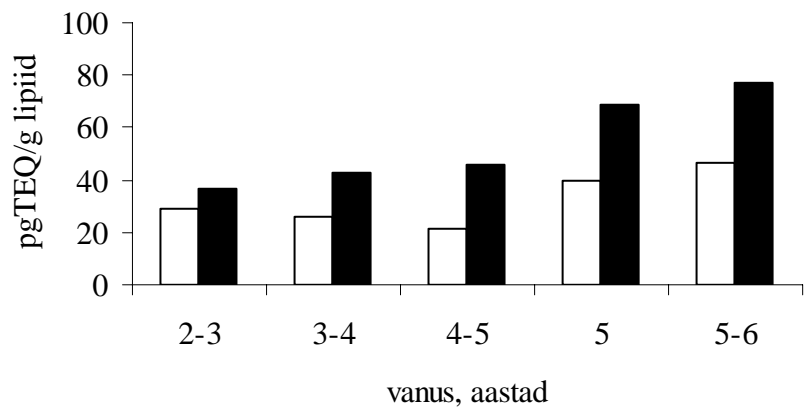
Dioksiin	pgTEQ/g märgkaalu kohta	pgTEQ/g lipiidide kohta
PCDD	0,25 ± 0,03	33,6 ± 4,6
PCDF	0,42 ± 0,05	56,6 ± 9,2
PCDD/F	0,67 ± 0,08	90,2 ± 13,6
non-orto PCB	0,50 ± 0,07	67,9 ± 13,1
mono-orto PCB	0,27 ± 0,05	37,3 ± 9,3
PCB	0,77 ± 0,12	105,2 ± 22,4
SUMMA	1,45 ± 0,19	195,3 ± 35,5

Dioksiinide kontsentratsioon on nooremates, kahe kuni viie aastastes ahvenates mõnevõrra madalam kui vanemates, üle viie aastastes kalades (Joonis 4). Vastavad keskmised näitajad on toodud tabelis 13.

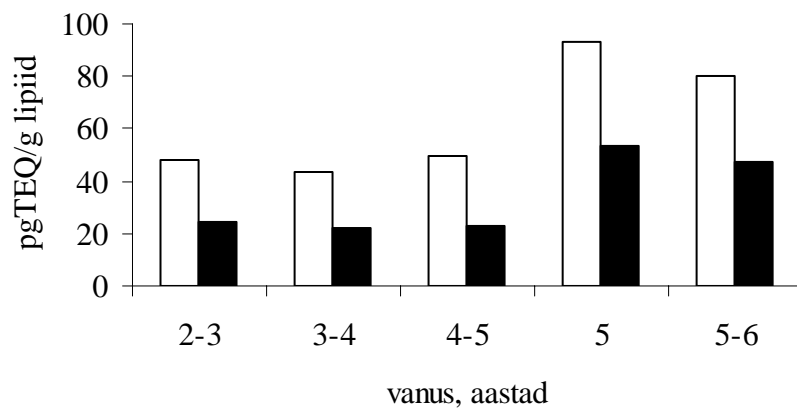
Tabel 13

Dioksiinide keskmine kontsentratsioon (pgTEQ/g märgkaalu kohta) erineva vanusega ahvenates

Kala vanus	alla viie aasta	üle viie aasta
PCDD	0,20 ± 0,02	0,30 ± 0,04
PCDF	0,33 ± 0,02	0,51 ± 0,08
PCDD/F	0,54 ± 0,01	0,81 ± 0,11
non-orto PCB	0,38 ± 0,01	0,62 ± 0,09
mono-orto PCB	0,19 ± 0,01	0,36 ± 0,08
PCB	0,56 ± 0,02	0,98 ± 0,16
SUMMA	1,10 ± 0,01	1,79 ± 0,26



□ PCDD ■ PCDF



□ non-orto PCB ■ mono-orto PCB

Joonis 4. Dioksiinide sisaldus erineva vanusega ahvenais

3.4. KOHA

Koha proovid, kokku kuus (tähistus K0603 kuni K1103), koguti Pärnu lahest 02. ja 11. juunil 2003. a. Valiti sellise pikkuse ja kaaluga kalad, et saadi proovid erineva vanusega, kahe kuni seitsme aastastest kohadest. Kahe-kolme aastaste proovides olid nii emased kui ka isased, kellede gonaadid olid küpsusastmes II. Vanemate kalade proovides olid ainult isased, gonaadide küpsusastmega IV ja V (Tabel 14).

Tabel 14

Koha bioloogilised parameetrid 2003. aastal Pärnu lahest kogutud proovides

Proov	n	Pikkus (cm)	Kaal (g)	Vanus (aasta)	Sugu (F/M)	Küpsusaste	Lipiide (% märgkaalust)
K0603	5	23,5	74	2	3/2	II	0,3
K0703	3	29,3	163	3	2/1	II	0,3
K0803	2	38,6	427	4	0/2	IV-V	0,4
K0903	2	45,6	748	5	0/2	IV-V	0,4
K1003	1	52,0	1117	6	0/1	V	0,4
K1103	1	55,6	1538	7	0/1	V	0,3

Nagu ahvenas, nii ka kohas on dioksiinide sisaldus madalam EL piirnormist. Keskmiste andmete alusel (Tabel 15) on PCDD/F ja dioksiinisarnaste PCB sisaldus praktiliselt võrdne – moodustavad vastavalt 47,5 ja 52,5 %. Erinevalt teistest uuritud kaladest on kohas PCDF kontsentratsioon võrdne või isegi mõnevõrra madalam kui PCDD kontsentratsioon. Jällegi, nagu ahvena puhul, on non-orto PCB kontsentratsioon, erinevalt räimest ja kilust, kõrgem kui mono-orto PCB kontsentratsioon. Dioksiinide isomeeridest domineerivad kohas analoogiliselt teiste kaladega PCB 126 (27,5 %) ja 2,3,4,7,8-PeCDF (13,4 %). Viimase isomeeri suhteline sisaldus on aga kohas oluliselt madalam kui ülejäänud uuritud kalades. Seevastu kõrgem on 2,3,7,8-TCDD ja 1,2,3,7,8-PeCDD suhteline sisaldus – vastavalt 13,0 ja 12,1 %.

Tabel 15

Dioksiinide keskmine sisaldus (avg ± SE) 2003. aasta koha proovides

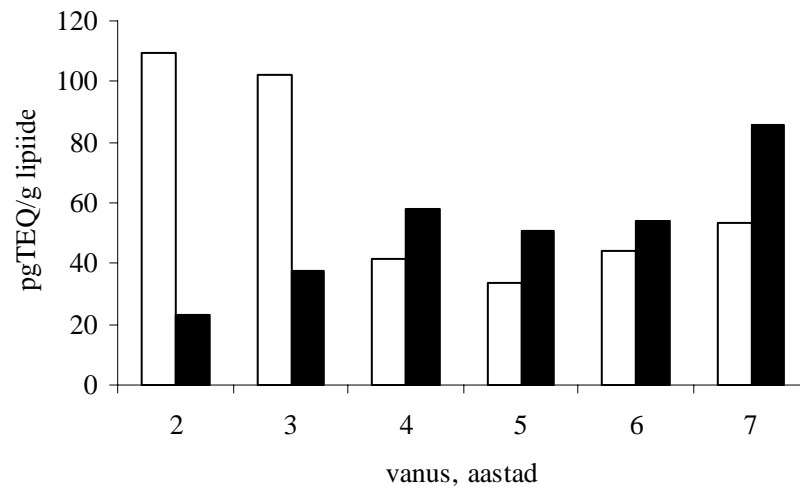
Dioksiin	pgTEQ/g märgkaalu kohta	pgTEQ/g lipiidide kohta
PCDD	0,21 ± 0,03	64,1 ± 13,5
PCDF	0,18 ± 0,03	51,5 ± 8,6
PCDD/F	0,39 ± 0,01	115,6 ± 9,9
non-orto PCB	0,25 ± 0,02	74,1 ± 7,4
mono-orto PCB	0,18 ± 0,01	53,7 ± 7,0
PCB	0,43 ± 0,03	127,8 ± 13,9
SUMMA	0,83 ± 0,03	243,4 ± 23,3

Dioksiinide kontsentratsioon erineva vanusega kohades on toodud joonisel 5. PCDD ja dioksiinisarnaste PCB sisaldus on nooremates, kahe – kolme aastastes kalades üldiselt kõrgem kui vanemates kalades. Seejuures võib täheldada dioksiinisarnaste PCB, eriti just non-orto PCB puhul teatud kasvu trendi nelja kuni seitsme aastastes kalades. Keskmised dioksiinide kontsentratsioonid vastavalt kahe – kolme aastastes ja vanemates kohades on toodud tabelis 16.

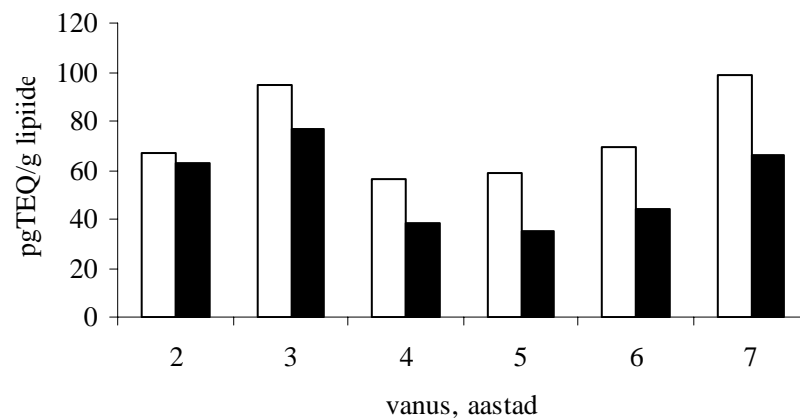
Tabel 16

Dioksiinide keskmine kontsentratsioon (pgTEQ/g märgkaalu kohta) erineva vanusega kohades

Kala vanus	kaks – kolm aastat	neli kuni seitse aastat
PCDD	0,32	0,16 ± 0,01
PCDF	0,09	0,23 ± 0,01
PCDD/F	0,41	0,39 ± 0,02
non-orto PCB	0,24	0,26 ± 0,02
mono-orto PCB	0,21	0,17 ± 0,01
PCB	0,45	0,42 ± 0,03
SUMMA	0,86	0,81 ± 0,04



□ PCDD ■ PCDF

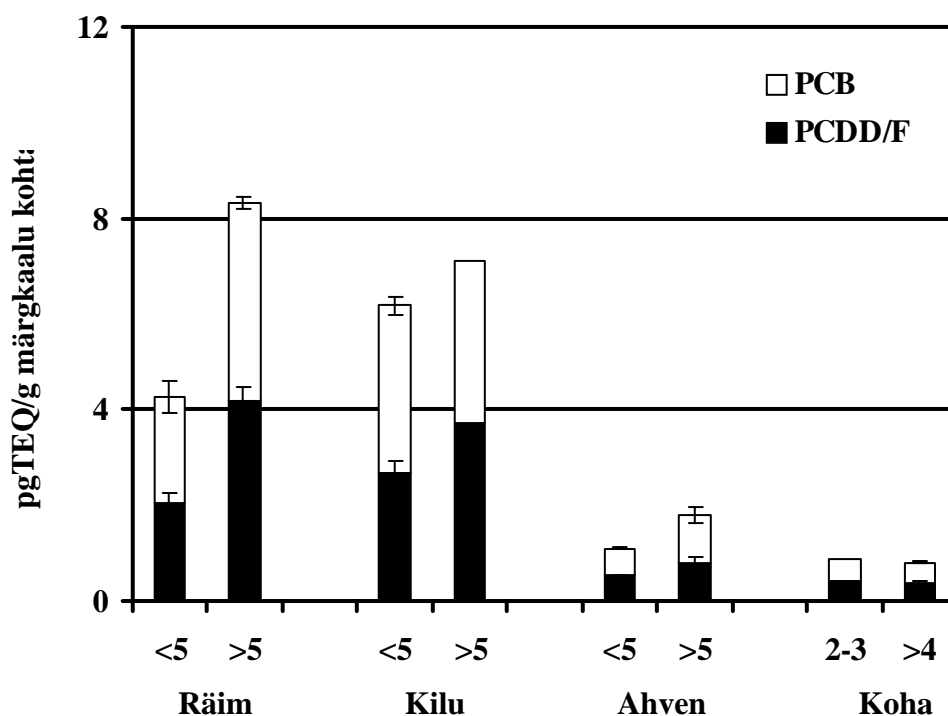


□ non-orto PCB ■ mono-orto PCB

Joonis 5. Dioksiinide sisaldus erineva vanusega kohades

4. KOKKUVÕTE

2003. aastal saadud tulemused dioksiinide sisalduse kohta kalades Eesti rannikumeres vastavad üldiselt eelnevatele andmetele. Määratud kontsentratsioonid on küll suhteliselt paljudel juhtudel kõrgemad EL kehtestatud piirnormist (räimel viiel juhul üheksast ja kilul kahel juhul kuuest), kuid see on seletatav proovide valikuga. Eesmärgiks oli määrata dioksiinide sisaldus just vanemates kalades. Kui räime puhul vastavad tulemused oodatutele, siis kilu kohta on nad mõnevõrra üllatuslikud. Nimelt on Soomes kantud kilu dioksiinide suhtes ohutute kalade nimekirja. Meie andmed näitavad, et kilus nagu räimeski, kogunevad dioksiinid kalade kasvades, nende vanuse ja mõõtude suurenedes. Ei ole mingit põhjust väita, et räim on inimeste toiduks ohtlikum kui kilu. Ka kilu puhul oleks vajalik piirata vanemate, suuremate kalade tarbimist.



Joonis 6. Dioksiinide keskmine sisaldus Eesti rannikumere kalades

Üldiselt võib öelda, et dioksiinide kontsentratsioon suureneb ilmselt kõigis kalades nende elu kestel. Näiteks ka suhteliselt “dioksiinivabas” kalas nagu seda on ahven, on

Soome uurijad (www.elintarvikevirasto.fi) määranud äärmiselt vanades, 10 – 11 aastastes kalades, PCDD/F sisalduse üle 4 pgTEQ/g märgkaalu kohta. Siiski on küsitav väide dioksiinide bioakumulatsioonist. Kalades tõesti suureneb dioksiinide sisaldus vanuse/suuruse kasvades, kuid röövkalades (ahven, koha) on nende kontsentratsioon oluliselt madalam kui räimes ja kilus. Seega ei saa öelda, vähemalt kalade puhul, et toimub dioksiinide kogunemine toiduahelais.

Võib järeldada, et praegu kehtiva EL piirnormi ületab dioksiinide sisaldus vanemates räimedes (Joonis 6). Piirnormile ohtlikult lähedal on dioksiinide sisaldus ka vanemates kiludes. Järgmisel, 2004. aastal, lisandub praegusele piirnormile ka dioksiinisarnaste PCB ühendite sisaldus. Tulemusena ületab PCDD/F ja dioksiinisarnaste PCB ühendite summaarne sisaldus piirnormi nii räimes kui ka kilus sõltumata kalade vanusest või suurusest. Ahvenas ja kohas on PCDD/F ja dioksiinisarnaste PCB ühendite summaarne sisaldus lubatud piirides. Kaks tähtsaimat tööduskala Eestis – räim ja kilu – ei vasta seega EL nõuetele ning kahtlemata oleks vajalik elanikkonna teavitamine võimalikest ohtudest seoses nende kalade söömisega.

LISA 1

Bioloogilise analüüsi tulemused (algandmed)

RÄIM

Proovi tähistus	L (cm)	Kaal (g)	Vanus (aasta)	Sugu	Gonaadide küpsusaste
1	2	3	4	5	6
R0103	24	98,1	8	F	IV
	22	78,8	8	F	IV
	27,2	160,7	8	M	IV
	22,5	87,8	9	F	V
R0203	21,6	73,3	12	F	IV
	21,5	63,2	5	F	IV
	21,5	76,9	8	M	IV
	23	89,6	8	M	IV
	21,1	66,6	6	M	IV
	22	66,5	7	F	V
R0303	20,2	57,1	5	F	IV
	20,3	62,5	7	F	IV
	21,2	69,2	9	M	IV
	20,5	63	10	M	IV
	20	61,7	8	M	IV
	21,7	62,7	8	F	V
	21,8	70,8	7	M	V
R0403	19,2	49	6	F	IV
	20,2	54,6	9	M	IV
	19,7	54,3	5	M	IV
	20,3	51,3	10	M	IV
	18,1	46,9	7	F	V
	20,7	60,8	8	F	V
	20	59,6	5	F	V
R0503	16,3	25	3	F	IV
	14,8	20,4	3	F	IV
	16,2	25,7	3	F	IV
	15,9	22,7	3	F	IV
	16,5	28,7	3	M	IV
	15,3	23,3	3	M	IV
	15,7	27,5	3	M	IV
	15	22,4	3	M	IV
	15,5	20,9	3	M	IV
	16,4	23,7	6	F	V
	15,7	24,3	5	F	V
	16,5	25,4	4	F	V
	15,7	26,8	3	F	V

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>
R0503	15	21,3	3	F	V
(järg)	15,1	21,5	3	F	V
R0603	15	24,9	3	F	IV
	14,5	21,5	3	M	IV
	15,8	24,7	3	M	IV
	16,4	27,8	5	M	IV
	15,3	21,2	3	M	IV
	16,7	27	4	M	IV
	16	21,6	3	F	V
	16	23	4	F	V
	15,4	23,8	3	F	V
	18,4	40,1	4	F	V
	17,8	36,8	4	F	V
	15,5	22,9	3	F	V
	16,3	27,7	4	M	V
	16,7	26,3	4	M	VI
R1803	18,7	42,4	8	M	IV-V
	18,3	35,2	5	F	V
	18	36,8	6	F	V
	18,2	37,4	5	M	V
	19	41,3	9	F	VI
	20,1	39,5	7	F	VI
	19,5	40,8	4	M	VI
	19	42,9	10	M	VI
	18,9	36,9	5	M	VI
	19	37,3	10	M	VI
R1903	17,2	27,8	5	M	IV-V
	16,1	24,6	6	F	V
	15	20,5	3	F	V
	14,9	19,4	5	F	V
	15,1	21	3	F	V
	15,6	21,6	3	F	V
	17,2	27,7	5	M	V
	15,7	25,1	5	M	V
	14,6	20,9	3	M	V
	17	24,5	4	F	VI
	14,6	16	2	M	VI
	16,2	24,2	6	M	VI
	16,6	23,7	3	M	VI
	15,9	21,4	6	M	VI
	16,2	25,5	6	M	VI

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>
R1903	16,5	24,7	3	M	VI
(järg)	18	30,8	6		
R2003	17,6	29,6	6	F	IV
	14,9	20,6	3	F	IV
	13,9	15,1	4	F	IV
	15,5	23,9	3	F	IV
	16,8	30,4	8	F	IV
	17,2	30,3	6	F	IV-V
	13,5	14,8	2	M	IV-V
	15,8	23,2	8	M	IV-V
	17,1	28,2	4	M	IV-V
	15,2	18,4	4	M	IV-V
	12,9	12,7	2	M	IV-V
	15,2	18,3	5	F	V
	16,2	23,3	5	F	V
	15,1	19,8	3	F	V
	15	20,3	6	F	V
	14,6	16,7	4	M	V
	15,3	21,1	3	M	V
	17,7	28,3	6	M	VI

Lisa 1. Tabel 2

KILU

Proovi tähistus	Pikkus (cm)	Kaal (g)	Vanus (aasta)	Sugu	Gonaadide küpsusaste
1	2	3	4	5	6
L2103	11,2	8,6	3	M	III-IV
	11,2	7,7	3	M	III-IV
	12,1	9,7	7	F	IV
	11,9	10,6	4	F	IV
	11,9	11	5	F	IV
	12,6	12,4	8	F	IV
	12,5	10,3	6	F	IV
	12,3	11,5	4	F	IV
	11,7	8,3	5	F	IV
	11,8	9,9	9	M	IV
	12	11,3	8	M	IV
	11,1	8	2	M	IV
	12,1	11,3	3	M	IV
	11,7	7	11	M	IV
	10,8	8,1	2	M	IV
	12,5	9,9	4	M	IV
	12	10,9	3	M	IV
	12,9	13,2	4	M	IV
	12	11,5	4	M	IV
	12,1	9,9	3	F	IV-V
	12,3	10	3	F	IV-V
	12,6	12,1	7	F	IV-V
	12,6	13,1	7	F	IV-V
	12,7	11,3	8	F	IV-V
	11,8	10,3	9	M	IV-V
	11,7	9,8	4	M	IV-V
11,6	8,9	5	M	IV-V	
11,9	9,5	8	M	IV-V	
L2203	12,6	10,8	9	F	IV
	12,9	11,3	10	F	IV
	12,1	10	5	F	IV
	12	10,9	5	F	IV
	12,9	13,1	6	F	IV
	12,5	11,5	4	F	IV
	11,7	11,1	3	F	IV
	12	8,9	4	F	IV
	13	13,6	4	F	IV
	12,7	12,8	6	F	IV
	11,4	9,9	8	F	IV
	12,4	13	6	F	IV
	12,6	13,1	6	F	IV
	12,9	11,5	3	F	IV
	12,7	12,8	6	F	IV-V
	12,3	11,1	3	F	IV-V
	13,7	15,4	7	F	IV-V

1	2	3	4	5	6
L2203 (järg)	13	11,6	6	F	IV-V
	12,1	10,5	9	F	IV-V
	12,6	10,8	5	F	IV-V
	12,7	13,3	7	F	IV-V
L2303	11,9	9	4	F	IV
	11,8	9	3	F	IV
	11,1	7,1	3	F	IV
	11	7,8	2	F	IV
	12,3	8,9	5	F	IV
	11,1	7,3	2	F	IV
	12,4	10,2	4	F	IV
	11,5	6,4	3	F	IV
	11,6	9,5	3	F	IV
	11,4	9	3	F	IV
	11,5	8,2	2	F	IV
	11,9	9,1	3	F	IV
	11,4	8,3	6	M	IV
	11,2	7,6	3	M	IV
	11,3	7	5	M	IV
	11,9	9,3	3	M	IV
	11,2	7,9	3	M	IV
	11,4	8,3	7	M	IV
	11,3	7,6	2	M	IV
	11,9	9,5	8	M	IV
	11	6,6	3	M	IV
	11,1	7,4	3	M	IV
	12,7	10,2	7	M	IV
	11,1	7,5	3	M	IV
	12	8,4	3	M	IV
	11,2	8,1	2	M	IV
	11,2	8,6	3	M	IV
	11,5	8,8	3	M	IV
	11,1	7,2	2	M	IV
	11,2	8,7	3	M	IV
11	6,9	4	M	IV	
11	7	3	M	IV	
11,9	10	3	F	IV-V	
12,2	10,1	3	F	IV-V	
12	9,5	4	F	IV-V	
11,6	10,1	2	F	IV-V	
L2403	11,8	9,7	7	F	IV
	12,2	8,5	8	F	IV
	12	9,5	7	F	IV
	12,7	9,8	4	F	IV
	11,9	10,5	4	F	IV
	12,2	8,7	4	F	IV
	11,9	9,3	3	F	IV
	11,6	8,8	4	F	IV
	12	10,2	4	F	IV
	12	10,9	4	F	IV
	12	10,1	3	F	IV

1	2	3	4	5	6
L2403 (järg)	11,6	8,7	2	F	IV
	11,6	8,8	4	M	IV
	11,6	9,3	4	M	IV
	12	8,6	4	M	IV
	11,7	9,3	8	M	IV
	11,5	9,3	2	M	IV
	11,7	8,1	3	M	IV
	11,8	8	9	M	IV
	12	10,3	4	M	IV
	12	9	5	M	IV
	11,6	8,6	4	M	IV
	11,9	8	7	M	IV
	11,3	8,7	5	M	IV
	12,1	7,8	3	M	IV
	11,5	8,7	4	M	IV
	11,2	8,1	4	M	IV
	11,6	8,5	6	M	IV
	11,7	8,3	2	M	IV
	12	9,3	3	M	IV
	12,1	9	5	M	IV
12	8,1	8	M	IV	
11,8	9,3	3	M	IV	
L2503	12,1	10,3	3	F	IV
	11,8	8,4	3	F	IV
	11,9	7,8	3	F	IV
	12	9,5	4	F	IV
	12	9,5	4	F	IV
	12,6	13	4	F	IV
	11,7	9,6	3	F	IV
	12,4	9	3	F	IV
	11,7	8,4	3	F	IV
	11,7	9,9	2	F	IV
	11,5	8,5	3	F	IV
	11,7	9,7	3	F	IV
	12,2	9,4	7	F	IV
	11,4	7,4	3	M	IV
	11,6	8,1	4	M	IV
	11,7	8,6	3	M	IV
	11,2	8	4	M	IV
	11,8	8,2	9	M	IV
	11,4	7,8	9	M	IV
	12,1	8,9	8	M	IV
	11,2	8,3	5	M	IV
	12,1	9,5	4	M	IV
	11,2	6,2	6	M	IV
	11,7	7,5	5	M	IV
	11,9	7,5	6	M	IV
	11,6	8,7	3	M	IV
	11,7	8,3	7	M	IV
11,6	8,3	3	M	IV	
11,5	8,3	3	M	IV	

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>
L2503 (järg)	11,6	8,2	4	M	IV
	11,8	8,3	4	M	IV
	11,3	8,8	4	M	IV
	12,1	7,5	8	M	IV
	11,7	8,3	4	M	IV
	12	8,4	6	M	IV
	11,9	8,1	4	M	IV
	L2603	12,6	12,9	2	F
12,8		10,4	5	F	IV
12,3		10,1	3	F	IV
12,9		10	4	F	IV
12,5		10,6	4	F	IV
12,1		9,7	3	F	IV
12,6		9,9	5	F	IV
12,4		9,6	5	F	IV
12,1		10,1	4	F	IV
12		9,9	6	F	IV
12,5		8,8	4	F	IV
12,4		8,9	4	F	IV
12,5		9	4	F	IV
13		10,2	6	F	IV
12,6		12,1	5	F	IV
12,5		10,4	6	F	IV
13,2		12,5	10	F	IV
12,2		9,9	9	F	IV
12,5		11	4	F	IV
12		9,6	3	F	IV
13,5		12,7	9	F	IV
12,5		9,9	3	F	IV
12,6	10,8	4	F	IV	

Lisa 1. Tabel 3

KOHA

Proovi tähistus	Pikkus (cm)	Kaal (g)	Vanus (aasta)	Sugu	Gonaadide küpsusaste
K0603	23,4	84	2	M	2
	23,6	68	2	F	2
	23	77	2	F	2
	24	69	2	M	2
	23,4	71	2	F	2
K0703	29	144	3	M	2
	29	158	3	F	2
	30	186	3	F	2
K0803	37,6	396	4	M	5
	39,6	458	4	M	4
K0903	46,2	703	5	M	4,5
	45	793	5	M	5
K1003	52	1117	6	M	5
K1103	55,6	1538	7	M	5

Lisa 1. Tabel 4

AHVEN

Proovi tähistus	Pikkus (cm)	Kaal (g)	Vanus (aasta)	Sugu	Gonaadide küpsusaste
A1203	15,0	31,0	2	M	5
	15,0	32,0	2	M	5
	15,2	30,0	2	M	5
	15,6	40,0	2	M	5
	15,8	33,0	3	M	5
	16,2	44,0	3	M	5
	16,4	44,0	3	M	5
	16,6	44,0	3	M	5
	16,6	50,0	3	M	5
A1303	17,6	50,0	3	M	6
	17,6	56,0	3	M	5
	18,1	62,0	3	M	6
	18,2	53,0	4	M	5
	18,3	62,0	4	M	5
	18,6	62,0	4	M	6
A1403	19,8	69,0	4	M	5
	20,0	75,0	4	M	5
	20,2	83,0	4	M	5
	20,2	86,0	4	M	5
	20,4	93,0	5	M	5
A1503	21,2	90,3	5	M	5
	21,4	94,0	5	M	5
	22,0	94,0	5	M	6
	22,0	101,0	5	M	5
A1603	23,1	117,4	5	F	6
	23,8	143,2	5	F	6
	24,0	150,0	5	F	6
	24,3	175,3	5	F	6
A1703	25,1	162,9	5	F	6
	27,1	213,7	6	F	6
	28,0	245,6	6	M	5

LISA 2

Keemiliste analüüside tulemused (algandmed)

Dioksiinide kontsentratsioon räimes

Proov	R0103		R0203		R0303		R0403		R0503	
kuivaine (%)	22,6		23,4		24,1		22,9		21,5	
lipiide (%)	2,8		2,8		3,4		3,1		2,7	
pg/g lipiidide kohta										
PCDD/F	CONC	LOD	CONC	LOD	CONC	LOD	CONC	LOD	CONC	LOD
2,3,7,8-TCDD	5,7	0,4	7,6	0,44	6,8	0,26	8,5	0,62	6,1	0,43
1,2,3,7,8-PeCDD	19,8	0,66	34,6	0,63	27,6	0,57	33	0,48	9,4	0,5
1,2,3,4,7,8-HxCDD	3,3	0,83	3,3	0,8	4,4	0,64	4,4	1,4	3,6	0,67
1,2,3,6,7,8-HxCDD	10,7	0,7	18,4	0,83	12,9	0,58	17,1	1,1	6	0,63
1,2,3,7,8,9-HxCDD	0,88	0,77	0,97	0,82	0,71	0,61	1,3	1,2	0,44	0,65
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	3,6	0,46	3	0,45	3,7	0,32	4,4	0,41	2,6	0,46
OCDD	4,6	0,66	5,1	0,68	3,7	0,43	5,4	0,54	4,1	0,54
2,3,7,8-TCDF	86,9	0,19	111	0,23	101	0,16	96,7	0,42	88,2	0,37
1,2,3,7,8-PeCDF	24,5	0,28	47,9	0,25	32,2	0,18	36,7	0,32	15,5	0,25
2,3,4,7,8-PeCDF	119	0,21	205	0,36	144	0,21	169	0,36	95	0,32
1,2,3,4,7,8-HxCDF	5,3	0,48	11,5	0,65	10	0,72	8,7	0,74	4,2	0,51
1,2,3,6,7,8-HxCDF	7,9	0,48	14,9	0,66	11,8	0,66	16,2	0,69	4,4	0,51
1,2,3,7,8,9-HxCDF	1,1	0,13	1,2	0,16	0,55	0,14	1,3	0,17	0,96	0,14
2,3,4,6,7,8-HxCDF	8,9	0,29	15,2	0,29	10,6	0,22	14,5	0,22	3,4	0,23
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	3,1	0,26	2,3	0,26	3,2	0,28	3,4	0,58	1,7	0,2
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	1,1	0,37	1,9	0,43	0,99	0,39	1,2	0,3	0,65	0,35
OCDF	4	0,71	1,9	0,57	2,7	0,4	2,3	0,54	2,4	0,45
PCB										
PCB 77	1488	51,2	1868	36,2	2086	44	2274	42,1	1400	22,1
PCB 81	nd	31,4	24,5	19,8	36,7	16,7	24,7	16,2	9	8,9
PCB 126	729	12,6	834	12,1	739	7	792	9,7	352	6,7
PCB 169	540	15,6	632	12,1	544	9	667	9,1	327	4,3
PCB 105	85843	41,5	88265	19,3	70133	18,7	71002	21,4	36487	13,8
PCB 114	3790	47,9	4337	36,7	3473	34	3559	32,5	1488	17,9
PCB 118	211288	46,9	235849	37,4	197692	29,1	197984	35,4	86206	19,3
PCB 123	22878	60,6	24283	55,2	20088	37,8	19867	57,7	8360	20,6
PCB 156	29905	16,6	31697	16,5	25139	11,9	25859	13,5	10519	6,8
PCB 157	7119	15,2	7702	15,3	5895	11,2	6132	11	2533	6,2
PCB 167	15256	31,5	15679	22,3	13175	17,8	12607	30	6062	6,9
PCB 189	1938	6,2	2203	4,6	1822	4,2	1972	2,5	845	1,7

Dioksiinide kontsentratsioon räimes

Proov	R0603		R1803		R1903		R2003	
kuivaine (%)	23,1		24,6		24,8		22,4	
lipiide (%)	2,6		3,7		4,6		3,9	
pg/g lipiidide kohta								
PCDD/F	CON	LOD	CONC	LOD	CONC	LOD	CONC	LOD
	C							
2,3,7,8-TCDD	7,6	0,35	8,8	0,47	4,5	0,23	4,9	0,31
1,2,3,7,8-PeCDD	9,4	0,45	24,2	0,38	9,1	0,44	23,2	0,4
1,2,3,4,7,8-HxCDD	1,4	0,6	3,1	0,77	2,3	0,46	3,2	0,51
1,2,3,6,7,8-HxCDD	7,2	0,55	12	0,8	7,9	0,45	12	0,49
1,2,3,7,8,9-HxCDD	0,83	0,58	1,1	0,78	0,4	0,46	0,77	0,5
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	3,4	0,47	3	0,32	1,5	0,27	4	0,42
OCDD	3,5	0,63	14,3	0,73	7	0,5	7,3	0,55
2,3,7,8-TCDF	85,9	0,37	73,2	0,2	62,3	0,17	71,4	0,24
1,2,3,7,8-PeCDF	17,2	0,35	28,1	0,33	13,1	0,13	18,6	0,28
2,3,4,7,8-PeCDF	89,3	0,25	158	0,36	74,3	0,18	128	0,3
1,2,3,4,7,8-HxCDF	4,1	0,56	7,7	0,71	3,3	0,39	5,7	0,71
1,2,3,6,7,8-HxCDF	5,8	0,55	13	0,67	4,3	0,41	9,3	0,73
1,2,3,7,8,9-HxCDF	0,98	0,22	0,96	0,14	0,68	0,11	0,51	0,11
2,3,4,6,7,8-HxCDF	5,3	0,35	11,7	0,26	5,2	0,17	10,2	0,29
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	1,8	0,25	2,9	0,22	1,5	0,19	5,2	0,17
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	nd	0,31	2,1	0,32	0,71	0,25	nd	0,19
OCDF	3,2	0,45	4	0,53	2	0,44	4,1	0,54
PCB								
PCB 77	1526	24,3	2167	15,1	1383	13,4	1990	21,2
PCB 81	28,5	13,5	36,4	7,1	27,4	7,2	43,7	10,3
PCB 126	397	5,3	721	4,4	340	2,3	466	3,4
PCB 169	386	6,7	571	5,7	245	3,5	371	5,9
PCB 105	39419	15,1	63010	12,9	30018	8,2	44117	13,8
PCB 114	1730	19,8	3260	20,4	1312	11	2102	12,5
PCB 118	97806	20,7	161042	28,9	71540	15,1	108735	16,8
PCB 123	9521	18,6	17453	28,4	7298	13,2	10737	17,7
PCB 156	12381	9,8	21127	8,4	9254	6	15409	8,4
PCB 157	2997	9,3	5359	7,7	2226	4,8	3505	6,5
PCB 167	6708	10,3	11555	10,4	5272	6,4	7352	6,7
PCB 189	966	2,6	1722	2,1	707	1,4	1227	2,7

Dioksiinide kontsentratsioon kilus

Proov	L2103		L2203		L2303		L2403		L2503		L2603	
kuivaine (%)	27,3		27		29,9		29,3		28,4		28,8	
lipiide (%)	9,7		9,8		11,2		10,4		9,4		9,7	
pg/g lipiidide kohta												
PCDD/F	CONC	LOD	CONC	LOD	CONC	LOD	CONC	LOD	CONC	LOD	CONC	LOD
2,3,7,8-TCDD	2,3	0,17	4,3	0,15	1,6	0,15	2,5	0,16	2,8	0,17	3,4	0,14
1,2,3,7,8-PeCDD	5,1	0,2	9,7	0,18	4,4	0,17	5,9	0,25	5	0,26	10,2	0,25
1,2,3,4,7,8-HxCDD	0,48	0,22	0,45	0,3	1,1	0,29	0,79	0,22	nd	0,31	1	0,25
1,2,3,6,7,8-HxCDD	5,6	0,2	10,7	0,29	3,2	0,27	5,7	0,2	5,9	0,33	12,2	0,28
1,2,3,7,8,9-HxCDD	0,19	0,21	0,73	0,3	0,29	0,28	0,45	0,21	0,35	0,32	0,51	0,27
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	1,1	0,17	1,3	0,19	2	0,19	1,1	0,24	1,8	0,27	2,7	0,33
OCDD	1,9	0,25	2,1	0,28	5	0,31	4,2	0,43	3,1	0,48	3,8	0,4
2,3,7,8-TCDF	44,8	0,1	55,2	0,14	42	0,11	46,8	0,11	47,9	0,13	52,7	0,23
1,2,3,7,8-PeCDF	6,6	0,11	5,8	0,16	6	0,1	8,7	0,11	8,7	0,17	8,9	0,18
2,3,4,7,8-PeCDF	40,9	0,13	39,5	0,16	34,8	0,14	41,8	0,1	42,7	0,2	49,6	0,13
1,2,3,4,7,8-HxCDF	2,2	0,34	2,5	0,37	2	0,35	1,8	0,31	1,4	0,31	2,8	0,42
1,2,3,6,7,8-HxCDF	2,9	0,36	3,7	0,37	2,8	0,35	3,2	0,31	3,3	0,32	3,4	0,44
1,2,3,7,8,9-HxCDF	nd	0,05	0,31	0,07	0,34	0,06	nd	0,05	0,47	0,07	nd	0,06
2,3,4,6,7,8-HxCDF	3,4	0,15	6	0,15	4	0,1	4,6	0,12	4,8	0,16	5,6	0,19
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	6,3	0,14	12,2	0,16	2,8	12	3,1	0,14	2,8	0,16	10,2	0,29
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	0,26	0,08	0,54	0,12	nd	0,1	0,36	0,17	0,5	0,11	0,58	0,19
OCDF	0,84	0,17	1,6	0,17	2,2	0,37	0,96	0,28	1,4	0,26	1,6	0,3
PCB												
PCB 77	1542	7,4	1608	8,9	1247	6,7	1412	6,5	1412	5,2	1699	8,1
PCB 81	15,7	3,3	17,8	3,9	14,7	2,8	16,6	3,8	18,1	3,6	18	4,4
PCB 126	222	1,9	219	1,8	182	1,7	242	1,6	251	2,1	247	1,4
PCB 169	86,4	1,3	86,6	1,5	67	1,3	89,9	1,6	101	2	100	1,5
PCB 105	20107	4,2	19167	4,5	13237	3	18713	4,5	18504	4,5	20945	6,2
PCB 114	939	5,8	871	7,6	652	4,4	859	7	867	7,1	914	9,5
PCB 118	50831	8	47161	9,3	34335	5,9	46341	8,3	47779	7,4	53657	9,4
PCB 123	4694	6,6	4258	8,4	3266	7,4	4557	8,3	4542	10,1	4752	12,1
PCB 156	6061	3	5975	2,5	4221	1,5	5673	2,3	5859	2,3	5989	2,9
PCB 157	1448	2,5	1403	1,8	985	1,2	1413	1,7	1428	1,9	1405	2,2
PCB 167	3128	2,6	3134	4,3	2397	2,8	3119	4,4	3235	3,9	3341	4,8
PCB 189	497	0,65	476	0,89	352	0,54	445	0,83	490	0,64	472	0,79

Dioksiinide kontsentratsioon ahvenas

Proov	A1203		A1303		A1403		A1503		A1603		A1703	
kuivaine (%)	22,8		23,8		23,6		23,2		25,9		26,6	
lipiide (%)	0,8		0,8		0,8		0,6		0,8		0,8	
pg/g lipiidide kohta	CONC	LOD	CONC	LOD	CONC	LOD	CONC	LOD	CONC	LOD	CONC	LOD
PCDD/F												
2,3,7,8-TCDD	13,1	1,3	11,8	1,9	9,4	1,7	21,1	2,5	10,5	2,1	23	1,9
1,2,3,7,8-PeCDD	14,8	0,83	12,8	1,4	11,1	1,3	26,4	1,7	18,1	1,9	21,9	1,3
1,2,3,4,7,8-HxCDD	4	1	nd	1,5	5,7	2	nd	1,8	6,8	2,8	5,1	1,4
1,2,3,6,7,8-HxCDD	2,5	0,93	7,2	1,6	nd	1,9	6,2	1,9	8,5	2,6	8,1	1,4
1,2,3,7,8,9-HxCDD	nd	0,99	1,7	1,5	nd	2	nd	1,9	2,4	2,7	nd	1,4
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	6	1,1	6,6	1,6	4,9	1,7	10,5	2	13,4	2,6	6,4	1,2
OCDD	15,3	3,1	57,3	3,8	8,9	3,6	19,5	3,2	31,7	4,7	15,3	2,7
2,3,7,8-TCDF	43,4	0,77	35,6	0,87	38,2	0,98	57,7	1,4	54,1	1,7	75,4	0,91
1,2,3,7,8-PeCDF	8,2	0,6	11,6	0,87	7	0,64	21,3	0,75	13,7	0,98	22,3	0,64
2,3,4,7,8-PeCDF	61,8	0,78	72	1,3	78,5	0,83	165	1,9	72,5	1,5	133	1,3
1,2,3,4,7,8-HxCDF	nd	0,87	8,2	1,2	nd	1,5	7,2	1,4	nd	1,7	5,5	0,96
1,2,3,6,7,8-HxCDF	nd	0,93	3,5	1,3	6,8	1,5	7	1,3	8,5	1,6	5,5	1,1
1,2,3,7,8,9-HxCDF	3,2	0,74	3,2	0,69	3,3	0,55	3,3	0,81	5,2	0,74	2,6	0,47
2,3,4,6,7,8-HxCDF	4,4	0,58	9,6	0,73	9,4	0,78	9	0,8	9,8	1	8,2	0,79
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	4,3	0,72	10,4	0,95	1,8	0,97	4,8	1,3	4,1	1,2	4	1
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	nd	1,2	5,6	1,6	nd	0,99	5,2	1,7	nd	1,2	3,2	0,89
OCDF	9,4	2,7	47,8	3,6	5,1	2,1	14,6	3,3	14	2,8	10,3	2,2
PCB												
PCB 77	1452	31,8	1508	28	1244	19,8	2504	38,4	2187	90,1	2088	50,9
PCB 81	134	25,3	81,2	19,9	70,2	16,1	161	31,3	110	52,7	127	28,3
PCB 126	442	11,2	406	4,4	453	5,4	1093	15,8	513	27,5	727	13,3
PCB 169	354	7,8	313	5,2	446	5,7	1825	15,3	639	27	700	11,8
PCB 105	36930	20,4	32555	22,9	33864	18,8	111961	44,7	42831	62,9	70209	42,5
PCB 114	1771	31,9	1561	30,2	1459	30	5187	46,9	1970	106	3270	73,4
PCB 118	103768	30	89870	46,7	91506	29,5	317079	59,1	117015	84,9	191802	72,8
PCB 123	8660	35,9	7733	56,1	8024	30,8	23541	53,6	8435	89,9	13908	74,6
PCB 156	14518	17,5	12995	8,4	14264	9,6	51704	19,4	15370	32,5	29195	25,7
PCB 157	3008	14,7	2703	6,1	3279	8,1	10816	18,5	3081	27	5832	20,4
PCB 167	8148	19,4	7149	11	9128	11,9	29513	27,1	7934	61	15831	35
PCB 189	1003	4,6	957	1,8	1129	2,5	4221	5,8	1328	14,3	2354	9,6

Dioksiinide kontsentratsioon kohas

Proov	K0603		K0703		K0803		K0903		K1003		K1103	
kuivaine (%)	21,6		22,6		24		23,9		23,6		23,1	
lipiide (%)	0,3		0,3		0,4		0,4		0,4		0,3	
pg/g lipiidide kohta												
PCDD/F	CONC	LOD	CONC	LOD	CONC	LOD	CONC	LOD	CONC	LOD	CONC	LOD
2,3,7,8-TCDD	70,2	4,3	52,4	5,5	9,7	2,3	15,8	1,7	19,3	3,7	22,9	3,1
1,2,3,7,8-PeCDD	35,8	3,1	43,8	4,2	29,4	1,9	16	2,7	22,9	2,5	28,4	2,8
1,2,3,4,7,8-HxCDD	15	5,4	25,6	6,2	nd	3,8	nd	2,3	nd	4	nd	2,8
1,2,3,6,7,8-HxCDD	15,7	4,9	26	4,6	18,4	3,3	11,7	2	8,2	3,8	12,3	2,8
1,2,3,7,8,9-HxCDD	nd	5,2	nd	5,4	nd	3,6	nd	2,2	nd	3,9	3,6	2,8
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	12,8	3,7	21	5,6	7,2	3,1	13,5	2,2	17,9	3,2	14,8	3,3
OCDD	53	6,3	72,1	7,7	29,4	4,5	29	4,7	45	5,7	35,9	6,4
2,3,7,8-TCDF	87,4	2,1	139	3	127	1,5	120	2,1	104	2,8	188	1,7
1,2,3,7,8-PeCDF	15,9	1,7	22,1	2,2	21,9	1,4	15,6	1,1	23,7	2,7	28,5	1,5
2,3,4,7,8-PeCDF	17,4	2,1	29,2	2,5	82,3	1,9	70,6	2,1	68,7	3,5	123	2
1,2,3,4,7,8-HxCDF	8,8	2,8	17,5	3,7	7,2	1,7	6,5	1,4	13,7	3,3	5,4	1,7
1,2,3,6,7,8-HxCDF	11,6	2,7	13,1	3,7	8,8	1,7	6,8	1,4	15,5	3,2	7	1,6
1,2,3,7,8,9-HxCDF	nd	1,5	6,5	2	nd	0,95	7,3	1	nd	1,3	7,5	1
2,3,4,6,7,8-HxCDF	23,2	2,5	36,2	2,9	11,4	1,4	6,3	1,1	42,7	2,6	16,8	1,7
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	16,4	2,2	36,6	3,8	12,2	2,2	8,1	1,2	91,1	4,8	9,7	2,1
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	9,9	4	14,3	4,2	9,3	1,8	nd	2,7	21,1	3,8	nd	2,7
OCDF	36,8	6,6	53,2	7	20,7	4,3	20,9	3,4	62,9	6,7	29,9	5,2
PCB												
PCB 77	5728	101	4174	85,7	3612	101	3597	54,1	3156	58,5	4124	108
PCB 81	329	69,3	216	81,6	nd	71	134	40,7	94,3	38,8	95,4	54,9
PCB 126	570	25,5	837	22,3	523	40,7	547	12,3	638	11,6	896	26,6
PCB 169	918	22,4	1079	21,9	332	30,2	370	13,3	553	8,2	848	17,5
PCB 105	78909	51,3	98535	68,3	68144	78,6	66542	31,2	78414	37,6	108918	64,1
PCB 114	6431	104	7341	101	2713	176	2412	42,5	3180	63,4	4882	107
PCB 118	253128	108	321225	106	175357	160	153191	52,7	185845	77,7	278706	90,3
PCB 123	28258	98,7	34583	114	14645	107	13234	63,3	18873	89,1	26209	106
PCB 156	38499	36,7	44577	49,2	17114	25,1	16344	19,7	22145	19,2	35303	27,5
PCB 157	7841	28,6	9552	38,1	4094	20,5	3958	17,1	5175	14,8	7965	19,4
PCB 167	22082	51,3	26879	66,6	9577	53,7	8976	32,7	12439	24,9	18483	50,9
PCB 189	2418	9,4	3076	10,9	1024	11,1	1168	6,9	1522	4,4	2671	11,6