

# LATVIJAS HIDROEKOLOĢIJAS INSTITŪTS

## ATSKAITE

par līgumdarbu Nr. LVĢMA 2007/20

Pasūtītājs: LVĢMA

Izpildītājs: Latvijas Hidroekoloģijas institūts

Darba vadītājs:

LHEI direktors PhD. bioģeoķīm. J. Aigars

LHEI pētnieks M. Jansons

LHEI pētniece R. Poikāne

Bez saskaņošanas ar LHEI direktoru nav atļauta atskaites vai atskaites daļas pārpublicēšana!

**Rīga  
2007**

## Ievads un metodes

Virszemes ūdeņu monitoringa programmas ietvaros, kas ir Valsts monitoringa programmas Ūdens stāvokļa monitoringa programmas sadaļa, 2007. gadā tika noteikts metālu (kadmijs, cinka, vara, svina un dzīvsudraba) saturs Rīgas līča un Baltijas jūras piekrastes asaru (*Perca fluviatilis*) aknās un muguras muskuļos, kā arī Rīgas līča molusku (*Macoma Balthica*) mīkstajos audos.

Asaru paraugi, sieviešu kārtas īpatņi tika ievākti augustā (daži īpatņi jūnijā) piecās stacijās – pie Jūrkalnes (Z06), Kolkas (Z04), Mērsraga (Z03), Daugavgrīvas (Z02) un Salacgrīvas (Z01) (1.tabula). Katrā stacijā tika ievāktas 22 – 31 zivis, kuru vecums bija no viens līdz trīs gadi (2. tabula). Metālu satura analīzēm vienā paraugā apvienoja piecu līdz septiņu zivju audus. Analīžu rezultāti ir izteikti uz parauga sauso masu. Zivju ihtioloģiskie parametri apkopoti 3. tabulā.

Molusku paraugi tika ievākti trīs Rīgas līča stacijās (167.B, 163.B un 107.) 2007. gada augustā (4. tabula), izmantojot van Vīna (van Veen) grunts smēlēja kausu. Lai moluski pašattīrītos no mehāniskajām daļiņām, tie tika turēti vēsā jūras ūdenī vismaz 20 h. Pēc tam tos sašķiroja pa izmēru grupām (10 – 15 mm, 16 – 18 mm un >18 mm), atdalīja mīkstos audus no gliemežvākiem.

**1. tabula.** Asaru vākšanas vietas un datumi metālu analīzēm 2007. gadā.

Stacija	Garums, E	Platums, N	Ievākšanas datumi
Z01 – Salacgrīva	24° 19,00'	57° 46,00'	2007. gada 12. jūnijs un 14. augusts
Z02 – Daugavgrīva	24° 00,00'	57° 03,00'	2007. gada 1. un 2. augusts
Z03 – Mērsrags	23° 04,00'	57° 23,00'	2007. gada 7. augusts
Z04 – Kolka	22° 36,18'	57° 45,02'	2007. gada 11. augusts
Z06 – Jūrkalne	21° 19,55'	56° 59,00'	2007. gada 21. un 22. augusts

**2. tabula.** Ievākto asaru sadalījums stacijās pa vecuma grupām.

Stacija	Viengadīgie +	Divgadīgie +	Trīsgadīgie +	Kopā
Z01 – Salacgrīva	1	17	11	29
Z02 – Daugavgrīva	7	16	8	31
Z03 – Mērsrags	6	6	10	22
Z04 – Kolka	-	10	15	25
Z06 – Jūrkalne	-	9	16	25

**3. tabula.** Analizēto asaru vidējie, minimālie un maksimālie ihtioloģiskie parametri 2007. gadā.

Stacija	Zivju garums (cm)		Zivju masa (g)		Aknu masa (g)	
	Vid.	Min. – maks.	Vid.	Min. – maks.	Vid.	Min. – maks.
Z01 – Salacgrīva	16,4	12,5 – 17,8	50	20 – 72	0,8	0,3 – 1,4
Z02 – Daugavgrīva	14,8	10,6 – 17,9	40	12 – 73	0,58	0,11 – 1,48
Z03 – Mērsrags	15,5	11,8 – 18,0	47	18 – 72	0,9	0,3 – 1,9
Z04 – Kolka	16,2	13,6 – 18,0	55	35 – 70	0,80	0,35 – 1,23
Z06 – Jūrkalne	16,7	13,3 – 18,5	58	28 – 82	1,0	0,4 – 1,9

Asaru aknas un muskuļus, molusku mīkstos audus homogenizēja ar elektromehānisko homogenizatoru, žāvēja izsaldējot vakuumā. Cu, Zn, Cd un Pb saturu asaru aknās un molusku mīkstajos audos noteica saskaņā ar US EPA metodēm – US EPA 3052 (audu mineralizācija) un US EPA 7000A (metālu noteikšana paraugu šķīdumā ar atomabsorbcijas spektrometrijas metodi). Dzīvsudraba saturu noteica asaru dorso-laterālajā muguras muskulī un molusku mīkstajos audos saskaņā ar US EPA audu mineralizācijas un Hg noteikšanas paraugu šķīdumā ar atomabsorbcijas spektrometrijas aukstā tvaika metodi Nr. 245.6. Dzīvsudraba analīzēm paraugos tika apvienoti to pašu zivju īpatņu muskuļi, kuru aknas tika apvienotas pārējo metālu analīzēm.

**4. tabula.** Molusku vākšanas vietas, datumi un sadalījums pa izmēru grupām 2007. gadā.

Stacija	Garums, E	Platums, N	Izmēra grupa	Skaitis	Kopā
167.B (Lielupe) 12.08.2007.	23° 53,20'	57° 03,30'	10 – 15 mm	246	502
			16 – 18 mm	189	
			> 18 mm	67	
163.B (Gauja) 13.08.2007.	24° 13,00'	57° 10,90'	10 – 15 mm	265	553
			16 – 18 mm	227	
			> 18 mm	61	
107. 14.08.2007.	23° 54,70'	57° 51,00'	10 – 15 mm	361	620
			16 – 18 mm	239	
			> 18 mm	20	

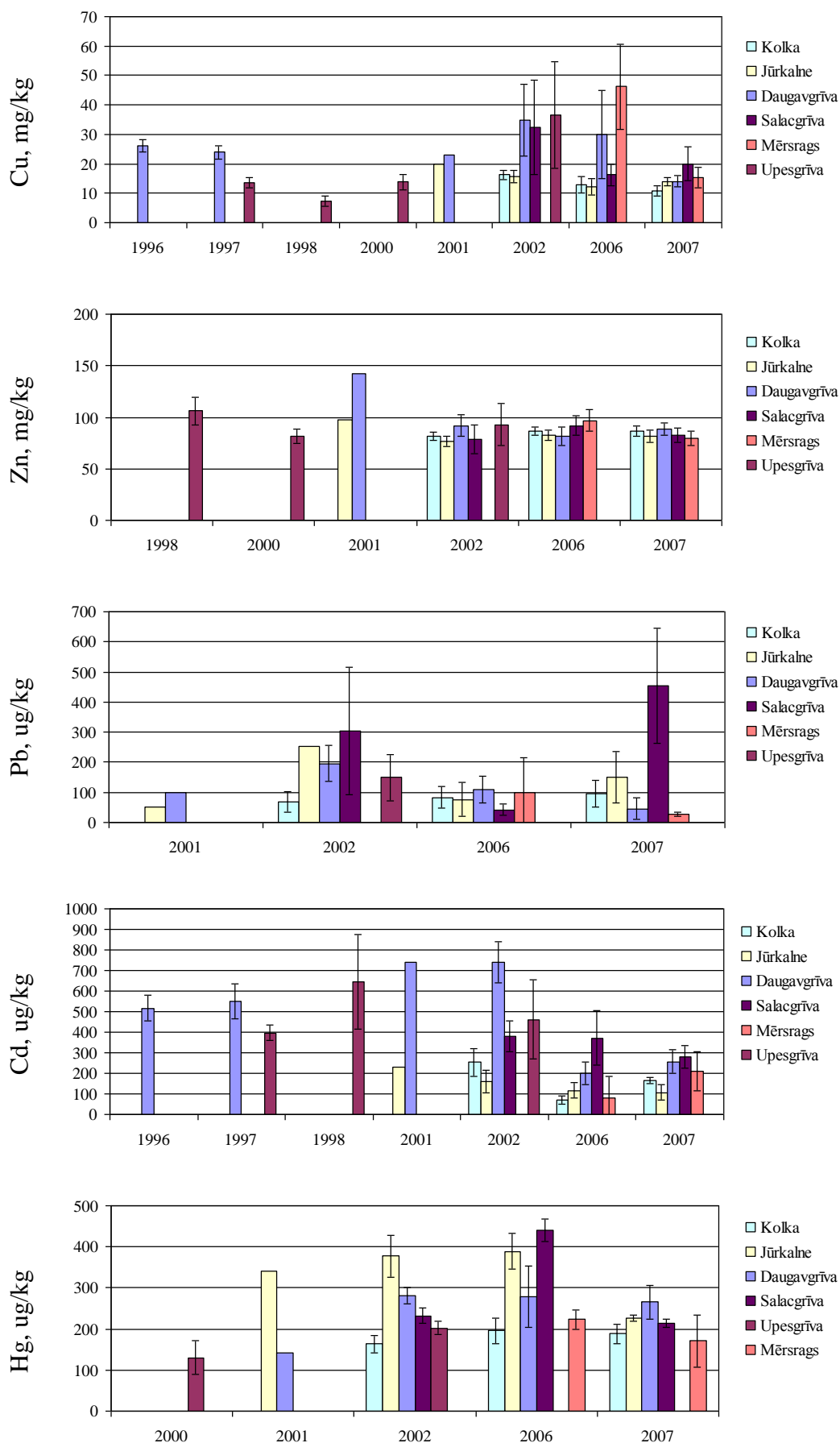
### Rezultāti un secinājumi

Metālu satura trendu analīzei, lai tā būtu pietiekoši ticama nepieciešami vismaz desmit gadu nepārtraukti novērojumi (Bignert et al., 1992). Dažās stacijās 2007. gada asaru vākšana sārņelementu analīzēm notika tikai otro vai trešo reizi, turpretim, sārņelementu monitorings moluskos (*Macoma Balthica*) pēdējo reizi veikts 2002. gadā. Tādēļ aprakstīt ikgadējas tendences ir sarežģīti un ir iespējams salīdzināt tikai atsevišķu gadu un staciju datus. Rezultāti par metālu saturu asaros apkopoti 5. tabulā.

**5. tabula.** Metālu vidējais (ar standartnovirzi), minimālais un maksimālais saturs (rēķināts uz sauso masu) analizētajos asaru paraugos. Cu, Zn, Pb, Cd asaru aknās, Hg asaru muskuļos.

Stacija	Cu, mg/kg	Zn, mg/kg	Pb, ug/kg	Cd, ug/kg	Hg, ug/kg
	vid.+/- SD min. – maks.	vid.+/- SD min. – maks.	vid.+/- SD min. – maks.	vid.+/- SD min. – maks.	vid.+/- SD min. – maks.
Z01 Salacgrīva	<u>20,0 +/- 5,6</u> 15,2 – 28,6	<u>83 +/- 7</u> 74 – 91	<u>455 +/- 191</u> 121 – 647	<u>281 +/- 55</u> 222 – 336	<u>214 +/- 10</u> 212 – 236
Z02 Daugavgrīva	<u>14,0 +/- 1,9</u> 12,2 – 17,4	<u>89 +/- 6</u> 82 – 95	<u>51 +/- 35</u> <20 – 112	<u>256 +/- 57</u> 212 – 367	<u>265 +/- 42</u> 220 – 333
Z03 Mērsrags	<u>15,2 +/- 3,5</u> 12,1 – 20,3	<u>80 +/- 7</u> 71 – 86	<u>34 +/- 8</u> <20 – 37	<u>210 +/- 94</u> 139 – 348	<u>171 +/- 64</u> 101 – 234
Z04 Kolka	<u>10,9 +/- 1,8</u> 8,7 – 12,9	<u>87 +/- 5</u> 83 – 95	<u>95 +/- 44</u> 47 – 135	<u>165 +/- 16</u> 148 – 189	<u>188 +/- 23</u> 162 – 228
Z06 Jūrkalne	<u>13,9 +/- 1,4</u> 12,6 – 15,6	<u>82 +/- 6</u> 73 – 89	<u>150 +/- 86</u> 52 – 241	<u>106 +/- 38</u> 66 – 151	<u>226 +/- 8</u> 217 – 236

Zn saturs visās stacijās 2007. gadā vāktu zivju aknās bija aptuveni tāds pats kā pagājušā gadā (1. attēls) un nebija novērota izkliede starp paraugu ņemšanas rajoniem. Vidējais Cu saturs Daugavgrīvas un Mērsraga asaru aknās bija mazāks, salīdzinot ar 2002. un 2006. gada datiem. Arī būtiskas izkļedes starp paraugu ņemšanas stacijām nebija atšķirā no diviem iepriekšējiem novērojumu gadiem. Turpretim Cd saturs Kolka un Daugavgrīvas asaru aknās, salīdzinot ar 2006. gadu, bija lielāks, taču nebija sasniedzis 2002. gada līmeni. Spriežot pēc rezultātiem, tad Jūrkalnes un Kolka asaros, kur lielāks ūdens sāļums, Cd saturs asaru aknās bija mazāks. Jūrkalnes asaru aknu paraugos Pb saturs bija lielāks, bet nesasniedza 2002 gada līmeni. Salacgrīvas asaru aknās Pb saturs bija lielāks par pagājušogad novēroto un pārsniedza 2002. gada līmeni. Šajā rajonā bija novērots vislielākais Pb saturs asaru aknās, kas divas reizes pārsniedza Jūrkalnes rajonā ņemto un piecas reizes Daugavgrīvas rajonā ņemto asaru aknās. Turpretim Daugavgrīvas asaru aknu paraugos Pb saturs bija mazāks nekā 2002. un 2006. gadā.



1. attēls. Metālu satura izmaiņas pa gadiem.

Kopumā vidējais Hg saturs Baltijas jūras un Rīgas līča piekrastes asaros 2007. gadā, salīdzinot ar 2006. gada datiem, bija mazāks, īpaši Jūrkalnes un Salacgrīvas rajonā. Vismazākais Hg saturs asaros tika novērots Mērsraga un Kolkas rajonā, vislielākais – Daugavgrīvas un Salacgrīvas rajonā. Salacgrīvas rajona asaros, kas vākti 2007. gada augustā, Hg saturs vidēji ir 214 ug/kg, turpretim jūnijā vāktajos – 351 ug/kg. Skaidrojums tam varētu būt divējāds: jūnijā vāktiem asariem vēl ir aktīvas barošanās laiks vai arī šie asari migrējuši no vairāk piesārņotiem Rīgas līča vai iekšzemes ūdeņu rajoniem.

Asaru audos analizēto metālu atšķirības dažādās paraugu ievākšanas vietās var skaidrot ar: lokālajiem metālu piesārņojuma avotiem, mainīgajiem vides hidroloģiskiem apstākļiem, barības bāzi, dažādu asaru vecuma struktūru paraugos, metālu atšķirīgo bioģeoķīmisko dinamiku jūras vidē, to bioloģisko pieejamību un iesaistīšanos organismu metabolismā.

Kolkā un Jūrkalnē nav konkrētu lokālā piesārņojuma avotu, un iespējamais avārijas piesārņojums ar valdošajām straumēm (Kolkā R-A un Jūrkalnē D-Z virzienā) ātri tiek atšķaidīts un aiznests projām. Mērsragā/Upesgrīvā, Daugavgrīvā un Salacgrīvā lokālie piesārņojuma avoti ir ostu padziļināšanas darbi – grunts izgāztuves jūrā, blīvi apdzīvotās piekrastes Mērsragā/Upesgrīvā un Salacgrīvā, Rīgas pilsēta, kā arī Engures un Salacgrīvas piekrastē esošās automaģistrāles (svina piesārņojums).

Saskaņā ar literatūras avotiem (Ložys, 2004, Pihu et al., 2003, HELCOM, 1993) asaru attīstība ir atkarīga no ūdens sāļuma, temperatūras un skābekļa režīma. Saldūdeņos mītošie asari attīstās lēnāk nekā iesālūdenī mītošie asari. Iesālūdenī mītošiem asariem masas pieaugums ir straujāks nekā garuma. Salīdzinot vidējo asaru garumu un svaru, redzams, ka vislielākie tie ir atklātās Baltijas piekrastē – Jūrkalnē, kur ir ar lielākais ūdens sāļums (3.tabula). Pēc literatūras datiem metālu bioloģiskā pieejamība zivīs negatīvi korelē ar sāļumu (HELCOM, 1987). Ar hidroloģisko un arī hidroķīmisko apstākļu atšķirībām novērojumu vietās saistīta arī asaru dažādā barības bāze. Dažādos Baltijas jūras rajonos, vecumos, sezonās un asariem ir dažādi barošanās apstākļi un procentuāli mainās diētas sugu sastāvs (Lappalainen, 2001). Asaru diētā dažādās attiecībās var ietilpt planktona aļģes un vēziņi, citu zivju ikri un mazuļi, kā arī bentiskie organismi. Barības bāze varētu būt noteicošā metālu uzņemšanai un akumulācijai organismā.

Pamatojoties uz iepriekšminēto ir grūti skaidrot krasās metālu satura izmaiņas Salacgrīvas rajonā, jo, iespējams, ir mainījusies asaru barības bāze (Lappalainen et al., 2001), nav arī zināms vai konkrētie asari barības meklējumos bija visu laiku uzturējušies Salacas grīvas rajonā vai migrējuši no Pērnavas līča (Pihu et al., 2003). Līdzīgi varētu spiest par Hg satura izmaiņām Jūrkalnes asaros – nav zināma konkrēto asaru barības bāze un migrācijas apgabali.

2007. gada monitoringa dati par vidējo metālu saturu asaru aknās Latvijas Republikas piekrastes ūdeņos būtiski neatšķiras no datiem par Pērnavas līci (2002. gada dati) (Roose and Roots, 2005), Pomerānijas līci (1996. gada dati) un Ščecinas lagūnu (1997. gada dati) (Szefer et al., 2003). Tā kadmija saturs Pērnavas līča asaros  $0,36 \pm 0,03$  mg/kg izteikti uz sauso svaru (Roose and Roots, 2005), un šīgada monitoringa dati par Salacgrīvas asariem  $0,28 \pm 0,06$  mg/kg. Pomerānijas līča asaros Hg saturs bija 0,05 – 0,07 mg/kg (slapjās masas), bet Ščecinas lagūnas asaros – 0,046 mg/kg (slapjās masas) (Szefer et al., 2003), LR teritoriālajos ūdeņu asaros Hg saturs ir aptuveni tāds pats 0,04 – 0,06 mg/kg (slapjās masas) (6. un 7. tabula).

**6. tabula.** Metālu saturs divgadīgos Pomerānijas līča un Ščecinas lagūnas asaros, izteikts uz aknu un muskuļu slapjo masu (Szefer et al., 2002).

Vieta	Zn, mg/kg	Cu, mg/kg	Pb, mg/kg	Cd, mg/kg	Hg, mg/kg
Pomerānijas līcis	$30,7 \pm 3,0$	$5,4 \pm 1,44$	$0,020 \pm 0,010$	$0,028 \pm 0,017$	$0,05 - 0,07 \pm 0,03$
Ščecinas lagūna	$25,13 \pm 0,97$	$7,43 \pm 2,47$	$0,033 \pm 0,017$	$0,032 \pm 0,004$	$0,046 \pm 0,015$

**7. tabula.** 2007. gada monitoringa dati minimālie/maksimālie saturs lielumi viengadīgu – trīsgadīgu asaru aknās un muskuļos, atklātās jūras un līča piekrastē pārrēķinot uz vidējo slapjo aknu un muskuļu masu.

Vērtības	Zn, mg/kg	Cu, mg/kg	Pb, mg/kg	Cd, mg/kg	Hg, mg/kg
vidējās	21,8 ± 1,5	3,8 ± 0,5	0,039 ± 0,021	0,053 ± 0,009	0,048 ± 0,010
minimālās	18,7	2,2	<0,005	0,017	0,023
maksimālās	25,7	7,0	0,159	0,099	0,079

Vērtējot kopējās metālu saturs pārmaiņas molusku (*Macoma balthica*) mīkstajos audos (8. tabula), jāsecina, ka, salīdzinot ar 2002. gada rezultātiem, situācija 163.B un 107. stacijā ir pasliktinājusies – Cu, Zn, Pb, Cd un Hg saturs šīgada moluskos bija lielāks. Turpretim 167.B stacijā Cu, Cd un Hg saturs bija mazāks, bet Pb saturs – lielāks, taču savākt pietiekamu skaitu īpatņu metālu analīzēm šajā stacijā bija sarežģīti. Dzīvo molusku skaits katrā kausā bija mazs, atšķirā no 163.B un 107. stacijas, tādēļ nevar apgalvot, ka situācija 167.B stacijā ar gadiem ir uzlabojusies. Arī par metālu saturs palielināšanās iemesliem 163.B un 107. stacijas moluskos spriest ir grūti, jo kopš 2002. gada nav veikts sārņelementu monitoringa Rīgas līča nogulumos.

**8. tabula.** Cu, Zn, Pb, Cd, Hg saturs (rēķināts uz sauso masu) molusku mīkstajos audos.

Stacija	Izmērs	Cu, mg/kg	Zn, mg/kg	Pb, ug/kg	Cd, ug/kg	Hg, ug/kg
167.B (Lielupe)	10 – 15 mm	54,0	408	762	393	149
	16 – 18 mm	122	701	930	821	210
	> 18 mm	134	731	2115	801	194
163.B (Gauja)	10 – 15 mm	62,5	473	1172	535	142
	16 – 18 mm	129	761	1801	1002	240
	> 18 mm	115	701	1243	1848	271
107.	10 – 15 mm	43,4	467	1348	591	121
	16 – 18 mm	52,3	556	1577	699	117
	> 18 mm	50,3	494	1043	528	121

7. tabulā doti dati par metālu saturs Gdaņskas līča moluskos (*Macoma Balthica*) (14,4 ± 1,5 mm), kas vākti 1999. gada septembrī (Sokolowski et al., 2002), un Somu līča Igaunijas piekrastes moluskos (*Macoma Balthica*), kas vākti laikā no 1988 – 2002. gadam (Roose and Roots, 2005).

**9. tabula.** Metālu saturs Gdaņskas līča un Somu līča moluskos (*Macoma Balthica*)

Vieta	Cu, mg/kg	Zn, mg/kg	Pb, ug/kg	Cd, ug/kg
Gdaņskas līcis	18,1- 93,0	402 -1024	810 - 2980	260 - 820
Somu līcis				1030 - 1650

Lai labāk varētu veikt kvalitatīvu sārņelementu monitoringu, to būtu ieteicams veikt regulāri un vienās un tajās pašās vietās; būtu ieteicams veikt sārņelementu monitoringu asaros vēl kādā Baltijas jūras piekrastes rajonā; papildus veikt sārņelementu monitoringu Daugavas grīvas moluskos; nepieciešams noteikt arī metālu saturs kofaktorus: lipīdu saturs zivju un molusku audos un kondīcijas faktoru (Ložus, 2004).

## Literatūra

Bignert, A., Jonsson, M., Olsson, M., Persson, W. 1992. Concentrations of contaminants in biological tissues over time. Report, Swed. Contam. Monitor. Progr., 14 pp.

HELCOM. 1987. Progress Reports on Cadmium, Copper and Zinc. Baltic Sea Environment Proceedings No.24.

HELCOM. 1993. First assesment of the state of the coastal waters of the Baltic Sea. Baltic Sea Environment Proceedings No. 54.

Lappalainen, A., Rask, M., Koponen, H., Vesala, S. 2001. Relative abundance, diet and growth of perch (*Perca fluviatilis*) and roach (*Rutilus rutilus*) at Tvärminne, northern Baltic Sea, in 1975 and 1997: response to eutrophication? Boreal Environmental Research. 6, 107 – 118.

Ložys, L. 2004. The growth of pikeperch (*Sander lucioperca* L.) and perch (*Perca fluviatilis* L.) under different temperature and salinity conditions in the Curonian Lagoon and Lithuanian coastal waters of the Baltic Sea. Hydrobiologia. 514, 105-113.

Pihu, E., Järv, L., Vetemaa, M., Turovski, A. 2003. Perch, *Perca Fluviatilis* L. Fishes of Estonia. Edited by Ojaveer, E., Pihu, E., Saat, T. Estonia Academy Publishers. Tallinn. 2003.

Roose, A. And Roots, O. 2005. Monitoring of priority hazardous substances in Estonian water bodies and in the coastal Baltic Sea. Boreal Environmental Research. 10, 89 – 102.

Sokolowski, A., Fichet, D., Garcia-Meunier, P., Radenac, G., Wolowicz, M., Blanchard, G., 2002. The relationship between metal concentrations and phenotypes in the Baltic clam *Macoma balthica* (L.) from the Gulf of Gdansk, southern Baltic. Chemosphere 47, 475 – 484.

Szefer, P., Domagala-Wieloszewska, M., Warzocha, J., Garbacik-Wesolowska, A., Ciesielski, T. 2003. Distribution and relationships of mercury, lead, cadmium, copper and zinc in perch (*Perca fluviatilis*) from Pomeranian Bay and Szczecin Lagoon, southern Baltic. Food Chemistry. Vol. 81, Issue 1(3), 73 – 83.