



Flokkun vatna á Kjósarsvæði

Varmá

Endurflokkun

Apríl 2007



Háskólaþrið í Hveragerði

Framkvæmdaaðili Heilbrigðiseftirlit Kjósarsvæðis	Fulltrúar Þorsteinn Narfason	Tölvupóstfang thn@mos.is
Verktaki Háskólasetrið í Hveragerði	Fulltrúi Tryggvi Þórðarson	Tölvupóstfang tryggvi@nedrias.is
Útgefandi Háskólasetrið í Hveragerði	Höfundur Tryggvi Þórðarson	Fjármögnun Heilbrigðiseftirlit Kjósarsvæðis
Ár 2004	Blaðsíðufjöldi 19	
Íslenskur titill Flokkun vatna á Kjósarsvæði, Varmá.		English title Classification of lakes and rivers in the district of Kjos, River Varma.
Útdráttur Náttúrulegt og raunverulegt ástand Varmár er metið og vatnið flokkað í mengunarflokka í samræmi við reglugerð nr. 796/1999 um varnir gegn mengun vatns. Ennfremur eru gerðar tillögur um langtímamarkmið fyrir vatnið og vöktun þess. Um er að ræða mat byggt á rannsóknum frá árinu 2004 og endurmat á rannsóknargögnum frá 2001-2 með aðeins breyttum aðferðum. Yfirlit er gefið á síðu 5.		Summary The pristine and current state of River Varma is assessed and the river is classified according to the degree of human impact. Proposals are made for the long-term water quality goals and monitoring. The assessment is based on data from 2004 but data from 2001-2 is reevaluated with a slightly changed methodology. An overview (in Icelandic) is presented on the following page.
Efnisorð Varmá, efnasamsetning vatns, vatnsmengun, mengunarflokkun, vatnsgæði.		Subject words River Varma, water chemistry, water pollution, classification of pollution, water quality.

Efnisyfirlit

Inngangur	5
Verkefni	5
Aðferðir	5
Flokkunarþættir	5
Mælingar og efnagreiningar	5
Næmni efnagreininga og skekkjumörk	5
Meðferð gagna og túlkun	5
Mannleg umsvif og mengunarálag	7
Niðurstöður og umfjöllun um niðurstöður	7
Flokkun	8
Náttúrulegt ástand	8
Viðmiðanir	8
Saubakteríur	8
Næringarefni	8
Lífrænt efni	9
Málmar	10
Mengunarflokkun	11
Langtímamarkmið og aðgerðaráætlanir	12
Tillaga að vöktun saurbaktería, næringarefna og lífrænna efna	13
Heimildir	13
Viðauki I: Samband mengunarflokkunar við flokkun á náttúrulegu og raunverulegu ástandi	16
Viðauki II. Álagsgreining Heilbrigðiseftirlits Kjósarsvæðis	17
Viðauki III. Skráðar athugasemdir við sýnatöku	19

Töflulisti

Tafla 1. Shapiro-Wilk W-prófun á normaldreifingu ($\alpha=0,01$), frávikshlutföll og gerð miðsæknigilda sem notuð var.	6
Tafla 2. Niðurstöður efnagreininga og mælinga í Varmá 2004 ásamt athugasemdum um veðurfar o.fl.	7
Tafla 3. Lækkun á efnapáttum á tímabilinu frá 20001/2002 til 2004.	7
Tafla 4. Mat á náttúrulegu ástandi Varmár.	11
Tafla 5. Mat á raunverulegu ástandi og mengunarástandi Varmár árin 2001-2002 og 2004. Til samanburðar er áætlað náttúrulegt ástand einnig sýnt.	12
Tafla 6. Yfirlit yfir langtímamarkmið um flokk A og hve langt frá því einstaka flokkunarþættir eru í Varmá.	13

Samantekt

Náttúrulegt ástand, raunverulegt ástand og mengunarflokkun Varmár 2001-2002 og 2004 ásamt tillögu að tíðni vöktunar.

	Náttúrulegt ástand ¹⁾		Endurmat árinna 2001-2002 ¹⁾			Mat árinna 2004			Tillaga að vöktun	
			Raunverulegt ástand		Mengunarflokkun	Raunverulegt ástand		Mengunarflokkun	Æskileg tíðni (ár)	Næsta vöktun
	Áætluð nátt.leg gildi	Umhverfismarkaflokkur	Meðaltal mældra gilda	Umhverfismarkaflokkur		Meðaltal mældra gilda	Umhverfismarkaflokkur			
Saurkólí í 100 ml	6	I	58.914*	V	E	413*	IV	D	2	2008
t-P (mg/l)	6	I	258,0	V	E	22,7	II	B	2	2008
PO ₄ -P (mg/l)	4	I	<152	V	E	5,4	I	A	2	2008
t-N (mg/l)	90	I	2.006	IV	D	224	I	A	2	2008
NH ₄ -N (mg/l)	6	I	<616	V	E	<36,4	III	C	2	2008
TOC (mg/l)	2,0	II	7,11	IV	C	3,6	III	B	2	2008
Cu (µg/l)	0,8	II	2,413	II	A				8	2010
Zn (µg/l)	10	II	53,59	III	B				8	2010
Cd (µg/l)	0,02	II	0,029	II	A				8	2010
Pb (µg/l)	0,1	I	0,237	II	B				8	2010
Cr (µg/l)	0,9	II	1,84	II	A				8	2010
Ni (µg/l)	0,4	I	1,28	II	B				8	2010
As (µg/l)	0,1	I	0,21	I	A				8	2010

1) Breytt náttúruleg gildi eða breytt flokkun á grundvelli gagna frá 2001-2002 eru feitletuð. * Geometríkt meðaltal.

Skærrauðar tölur merkja að við útreikninginn voru notuð einhver gildi sem voru undir greiningarmörkum.

Inngangur

Verkefni

Verkefni það sem hér er kynnt er unnið fyrir Heilbrigðiseftirlit Kjósarsvæðis. Það er hluti mengunarflokkunar helstu stöðu- og fallvatna á Kjósarsvæði og vöktunar þeirra. Í verkefninu felst m.a. að flokka Varmá eftir niðurstöðum efnarannsóknna á sýnum sem tekin voru árið 2004. Sýnatökuna annaðist Heilbrigðiseftirlit Kjósarsvæðis. Þar sem sú aðferðarfræði sem Háskólasetrið í Hveragerði notar við úrvinnslu gagna til flokkunar vatna hefur aðeins breyst frá því fyrri flokkun Varmár var gerð (Tryggvi Þórðarson 2003a) eru gögn frá sýnatöku í ánni árið 2001-2 einnig endurskoðuð og endurmetin og áin flokkuð til samanburðar skv. sömu aðferðum. Auk þess er gerð tillaga um tíðni vöktunar á saurbakteríum, næringarefnum og lífrænum efnum í Varmá en í fyrri skýrslu hafði aðeins verið gerð tillaga um tíðni vöktunar á málmum.

Aðferðir

Flokkunarþættir

Efnþættir sem notaðir voru við mengunarflokkunina fyrir 2001-2002 voru saurkólí, heildarfosfór (t-P), fosfat (PO₄-P), heildarköfnunarefni (t-N), ammóníak (NH₄-N), heildar lífrænt kolefni (TOC), heildarmagn málmanna kopars (Cu), zinks (Zn), kadmíums (Cd), blýs (Pb), króms (Cr), nikkels (Ni) og arsens (As). Mengunarflokkunin 2004 byggir ekki á málmum en sömu efnum að öðru leyti.

Mælingar og efnagreiningar

Leiðni og pH voru mæld á staðnum. Efnagreining sýna fór í bæði skiptin fram hjá Markvetenskapliga Laboratoriet (MVL) (hét áður Miljöforskningslaboratoriet) hjá Landbúnaðarháskóla Svíþjóðar í Umeå. Sömu tæki og aðferðir voru notaðar við mælingar og efnagreiningar sýnanna frá 2002-2001 og 2004. Gerð er grein fyrir þeim í skýrslu um fyrri flokkunina (Tryggvi Þórðarson 2003a).

Næmni efnagreininga og skekkjumörk

Skekkjumörk efnagreininganna eru gefin sem 95% öryggismörk í samræmi við leiðbeiningar Alþjóðlegu staðlasamtakanna (ISO) (GUM 1995). Næmni ákvarðast út frá skekkjumörkum þannig að ef efnagreining er lægri en skekkjumörkin þá er talan framsett sem <skekkjumörkin. Skekkjumörk og næmni geta því verið mismunandi frá einni mælingu sama efnis til annarrar auk þess sem þau hækka jafnan með hækkanði mæligildi.

Meðferð gagna og túlkun

Nokkur breyting hefur verið gerð á meðferð og úrvinnslu mæligangnanna sem notuð eru til að ákvarða raunverulegt ástand. Hér er gerð grein fyrir þeim aðferðum sem notuð eru núna. Um aðferðir sem notaðar voru við fyrri flokkun á Varmá 2001-2002 er vísað til skýrslu um flokkunina þá (Tryggvi Þórðarson 2003a).

Þegar einstök gildi eru margfallt hærri en meðaltal annarra gilda í sama þýði eru gildi viðkomandi þýðis líklegra til að vera lognormaldreifð en normaldreifð. Ef notað er meðaltal til að lýsa miðsækni fyrir slík gildi vega einstök fráviksgildi of mikið og leiða þannig til villandi niðurstöðu og oft lakari flokkunar en efni standa til. Sérstaklega á þetta við þegar tiltölulega fá sýni eru lögð til grundvallar flokkuninni

eins og hér er gert, ekki síst fyrir flokkunina fyrir 2001-2002 en þar voru sýnin aðeins 10.

Gerð var Shapiro & Wilk W-tölfræðiprófun á talnagildum þeirra niðurstaðna sem notuð voru til flokkunar árinna til að meta hvort frekar væri um normal- eða lognormaldreifð þýði að ræða. Gæfi prófunin frekar til kynna lognormaldreifingu ($\alpha=0,01$) og frávikshlutfall¹ viðkomandi gilda var 1,2 eða meira (R.O. Gilbert 1987) var miðsæknin ákvörðuð út frá geómetrísku meðaltali². Væri frávikshlutfallið hinsvegar lægra eða prófunin benti frekar til normaldreifingar var meðaltal notað.

Styrkur saurkólí í yfirborðsvatni er jafnan lognormal dreifður (Gareth Rees o.fl. 2000) og er því notast við geómetrískt meðaltal fyrir saurkólí óháð útkomu prófunarinnar. Þessi sérregla fyrir saurkólí breytti þó engu um meðferð gagna fyrir Varmá.

Í öðrum tilvikum er notast við meðaltal, m.a. þegar ekki var hægt að ákvarða líklega dreifingu vegna hás hlutfalls gilda undir greiningarmörkum (á ekki við hér) og þar sem tölfræðiprófunin gaf ekki marktæka niðurstöðu (Zn og Cd 2001-2002).

Í töflu 2 er gefið yfirlit yfir niðurstöður W-prófunar Shapiro & Wilk, frávikshlutfalla og þeirra miðsæknigilda³ sem notuð voru.

Tafla 1. Shapiro-Wilk W-prófun á normaldreifingu ($\alpha=0,01$), frávikshlutföll og gerð miðsæknigilda sem notuð var.

logN=lognormal dreifing, N=normal dreifing, GM= geómetrískt meðaltal, M=meðaltal

	Varmá 2001-2002 (N=10)				Varmá 2004 (N=12)			
	Besta samsvörun	W	Frávíks-hlutfall	Mið-sóknar-gildi	Besta samsvörun	W	Frávíks-hlutfall	Mið-sóknar-gildi
Saurkólí	logN	0,919	1,66	GM	logN	0,912	1,31	GM
t-P	N	0,911	0,67	M	logN	0,878	0,23	M
PO4-P	N	0,917	0,73	M	N	0,887	0,27	M
t-N	N	0,887	0,62	M	N	0,885	0,53	M
NH4-N	N	0,906	0,84	M	logN	0,942	0,81	M
TOC	N	0,938	0,38	M	logN	0,82	0,43	M
Cu	logN	0,858	0,64	M				
Zn	logN*	0,770	2,57	M				
Cd	N*	0,773	0,32	M				
Pb	logN	0,945	0,47	M				
Cr	logN	0,980	0,53	M				
Ni	logN	0,901	0,77	M				
As	logN	0,976	0,49	M				

* Ekki marktækt

Við útreikninga í skýrslunni eru mæligildi sem eru undir greiningarmörkum meðhöndluð sem talnagildi greiningarmarkanna.

Nýrri aðferð við meðhöndlun og úrvinnslu gangna frá 2001-2002 gefur áfram þá niðurstöðu að nota meðaltöl fyrir næringarefni og lífrænt kolefni en geómetrískt meðaltal fyrir saurkólí. Vandamálið við notkun meðaltals fyrir zink er því enn til staðar en þar er eitt gildi sem eykur meðaltalið úr 10,1 $\mu\text{g/l}$ í 53,6 $\mu\text{g/l}$. Samkvæmt

¹ Frávíks-hlutfall (e: coefficient of variation) = Staðalfrávik deilt með meðaltali.

² Geómetrískt meðaltal = $10^{((\sum \log x)/n)}$ eða $10^{((\sum \log(x+1))/n)}$ -1 ef núllgildi koma fyrir. Lítið x er mæligildi og n er fjöldi mæligilda.

³ Miðsæknigildi = Gildi sem best lýsir miðsækni í tilteknu þýði. Hægt er m.a. að áætla miðsæknigildi með meðaltali, geómetrísku meðaltali, miðgildi eða tíðasta gildi.

nýju aðferðinni ber hinsvegar engu að síður að flokka ána með tilliti til zinks en það var ekki gert skv. þeim aðferðum sem notaðar voru í fyrri flokkuninni.

Mannleg umsvif og mengunarálag

Álagsgreining Heilbrigðiseftirlits Kjósarsvæðis fyrir Varmár er að finna í viðauka. Beinni losun skólps í ána hefur verið hætt. Að öðru leyti mun lítil breyting hafa orðið á mannlegum umsvifum á vatnasviði Varmár frá því síðasta flokkun var gerð fyrir 2001-2002 (upplýsingar frá Heilbrigðiseftirliti Kjósarsvæðis) Um þau umsvif er því vísað til texta í skýrslu frá þeim tíma (Tryggvi Þórðarson 2003a).

Niðurstöður og umfjöllun um niðurstöður

Niðurstöður efnagreininga og mælinga í Varmá frá 2004 eru birtar í töflu 3.

Tafla 2. Niðurstöður efnagreininga og mælinga í Varmá 2004 ásamt athugasemdum um veðurfar o.fl.

	Loft- hiti °C	Vatns- hiti °C	pH	Leiðni µS/cm	t-P µg/l	PO ₄ - P µg/l	t-N µg/l	NH ₄ - N µg/l	TOC mg/l	IC mg/l	TC mg/l	Saur- kólí 100 ml
27.1 2004	-2,0	1,0	7,6	153	22,4	6,90	349	68,9	2,48	7,62	10,1	520
17.2 2004					23,6	5,60	270	63,3	2,43	5,65	8,08	810
16.3 2004	4,4	3,4	7,0	128	22,4	6,20	238	44,1	2,35	5,87	8,22	110
14.4 2004		4,8	7,6	121	16,9	3,50	45,5	25,9	3,67	3,86	7,53	180
12.5 2004		8,2	7,9	132	22,0	6,60	299	105	3,40	8,30	11,7	2.400
15.6 2005		10,0	8,5	158	20,2	3,90	160	18,8	5,90	11,1	17,0	200
14.7 2004	15,7	17,0	8,3	192	20,2	6,40	227	26,6	6,30	11,8	18,1	150
11.8 2004	27,0	18,7	8,3	140	16,8	3,60	55,0	6,8	2,82	9,48	12,3	70
14.9 2004	12,4	10,4	8,8	136	20,6	3,70	59,1	<3,9	2,76	8,44	11,2	190
29.10 2004	7,4	6,6	8,7	168	33,3	4,60	260	18,4	5,70	10,7	16,4	1.200
15.11 2004	2,8	2,7	7,4	155	32,0	7,60	362	28,0	2,28	6,78	9,06	3.700
7.12 2004		6,1	7,7	127	21,4	6,50	358	28,2	2,53	6,75	9,28	700
Meðaltal	9,7	8,1	8,0	146	22,7	5,4	224	36,5	3,6	8,0	11,6	853
Staðalfrávik	9,7	5,7	0,6	21	5,1	1,5	118	29,3	1,5	2,4	3,7	1117
Miðgildi	7,4	6,6	7,9	140	21,7	5,9	249	27,3	2,8	8,0	10,7	360
Geómetriskt meðaltal		6,2	8,0	145	22,2	5,2	181	26,1	3,3	7,7	11,1	413
10percentil	0,9	2,7	7,4	127	17,2	3,6	55	8,0	2,4	5,7	8,1	114
50percentil	7,4	6,6	7,9	140	21,7	5,9	249	27,3	2,8	8,0	10,7	360
90percentil	20,2	17,0	8,7	168	31,2	6,9	357	68,3	5,9	11,1	16,9	2280
Max	27,0	18,7	8,8	192	33,3	7,6	362	105,0	6,3	11,8	18,1	3700
Min	-2,0	1,0	7,0	121	16,8	3,5	46	3,9	2,3	3,9	7,5	70
Umhverfis- marka- flokkun					II	I	I	III	III			IV

Talsverð lækkun hefur orðið í gildum flestum mæliþátta (sjá töflu 4). Mest er lækkunin á gildum saurbaktería, heildarföfos (t-P), fosfats (PO₄-P), heildarköfnunarefnis (t-N) og ammóníaks (NH₄-N). Árstíðarsveiflur pH eru einnig orðnar svipaðar og í öðrum ám.

Tafla 3. Lækkun á efnabáttum á tímabilinu frá 2001/2002 til 2004.

	Leiðni µS/cm	Saurkólí 100 ml	t-P µg/l	PO ₄ -P µg/l	t-N µg/l	NH ₄ -N µg/l	TOC mg/l	IC mg/l	TC mg/l
2004	146	853	22,7	5,4	224	36,5	3,6	8,0	11,6
2001-2002	186	58.914	258	<152	2.006	<616	7,1	8,3	15,4
Lækkun (%)	22	99	91	96	89	94	49	4	25

Flokkun

Náttúrulegt ástand

Viðmiðanir

Við ákvörðun á náttúrulegu ástandi er reynt að hafa í huga ástand eins og hefur líklega verið fyrir tæknibyltinguna í iðnaði og landbúnaði sem hófst aðalega um og upp úr aldamótunum 1900. Þó er gert ráð fyrir að saurbakteríur séu aðeins upprunnar frá villtum dýrum í náttúrulegu ástandi viðkomandi vatns. Ekki er heldur reynt að taka tillit til þeirra breytinga sem orðið hafa á gróðurfari, m.a. við framræslu votlendis, túnrækt og landeyðingu heldur gengið út frá að núverandi ástand sé náttúrulegt í þeim skilningi sem hér er notaður.

Náttúrulegt ástand er hér fyrst áætlað sem ákveðin gildi fyrir hvern matsþátt og svo flokkað samkvæmt þeim gildum í viðkomandi umhverfismarkaflokk. Umhverfismarkaflokkunum er svo ætlað í samræmi við reglugerð nr. 796/1999 um varnir gegn mengun vatns að lýsa náttúrulegu ástandi viðkomandi vatns.

Á svæðum með þéttan berggrunn hefur hlutfallslega minna af vatninu viðkomu í berglögum en á lekum svæðum gosbeltisins og hefur því tekið minna til sín af efnunum úr bergi. Gera má ráð fyrir að á þéttum svæðum stafi munur í styrk náttúrulegra efna frá einum stað til annars að talsverðu leyti af mun á gróðurfari og lausum jarðlögum á vatnasviðum þeirra en einnig af því hversu mörg og stór stöðuvötn eru á vatnakerfinu og hvar þau eru staðsett innan þess. Við mat á náttúrulegu ástandi verður að hafa atriði sem þessi í huga.

Mat á náttúrulegum gildum er hér að mestu byggt á samanburði gagna frá öðrum ám og almennri vitneskju um eiginleika vatnasviðanna og umsvif á þeim (álagsgreiningu) auk þess sem tekið er tillit til eiginleika matsþáttanna og þeirra atriða sem rakin eru hér að neðan. Matið miðast við staðinn í ánum þar sem sýnin voru tekin en getur þó oft átt við um talsvert stærri hluta árinna.

Saubakteríur

Samkvæmt handbók um aðgerðaráætlanir og flokkun vatns (Umhverfisstofnun 2004) má líta svo á að umhverfismarkaflokkur I lýsi náttúrulegu ástandi vatna að því er varðar saurbakteríur. Í ám þar sem áhrifa frá umsvifum mannsins gætir ekki eiga því saurbakteríur að jafnaði ekki að vera fleiri en 14 í 100 ml og fara aðeins í 10% tilvika yfir 43 bakteríur í 100 ml.

Næringarefni

Styrkur fosförs í yfirborðsvatni í heiminum er oftast á bilinu 5-20 $\mu\text{g/l}$ $\text{PO}_4\text{-P}$ en í ósnortnum vötnum allt niður í 1 $\mu\text{g/l}$ (Deborah Chapman & Vitaly Kimstach 1996).

Í ýmsum ám á Suðurlandi reyndist uppleysti hluti heildarfosförs ($t\text{-P}_{\text{uppleyst}}$) 1997-1998 að meðaltali vera á bilinu um 10-25 $\mu\text{g P/l}$ (Eydís Salome Eiríksdóttir o.fl. 1999) og eru þar jökulár meðtaldar. Að jafnaði er fastur hluti fosförs í ám heimsins hinsvegar um tífaldur uppleysti hlutinn (Elizabeth Kay Berner & Robert A. Berner 1996).

Heildarfosfór var mældur í 39 íslenskum vötnum árin 1997 og 1998 og reyndist vera á bilinu 1-107 $\mu\text{g/l}$ (Hilmar J. Malmquist o.fl. 1999). Heildarfosfór ($t\text{-P}$) í þessum stöðuvötnum var undir 8 $\mu\text{g/l}$ í 50% tilvika og undir 60 $\mu\text{g/l}$ í 90% tilvika (Brit Lise

Skjolkvale o.fl. 2001). Einnig liggja fyrir niðurstöður frá mengunarflokkunum Háskólasætursins í Hveragerði á ám (Tryggvi Þórðarson 2003b, 2003c, 2003d, 2003e, 2003f, 2003g, 2003h, 2003i, 2003j, 2003a, 2003k, 2004a, 2004b, 2006). Samkvæmt þeim gögnum eru 50- og 90-hundraðshlutamörk fyrir heildarstyrk fosförs 12 og 39 $\mu\text{g/l}$ fyrir 20 ár, þar af 13 á Suðvesturlandi og 7 á Norðurlandi (N=234). Fyrir 13 ár á Suðvesturlandi (N=144) eru þessar tölur 8 og 22 $\mu\text{g/l}$. Fyrir fosfat eru þessi hundraðshlutamörk 7 og 20 $\mu\text{g/l}$ fyrir allar árnar og 6 og 12 $\mu\text{g/l}$ fyrir árnar á Suðvesturlandi.

Sambærileg gögn (N=25) eru til fyrir 4 stöðuvötn á Suðvesturlandi, Meðalfellsvatn, Leirvogsvatn, Hafravatn og Elliðavatn (Tryggvi Þórðarson 2003k, 2004c, 2004d, 2004e). Í þeim var heildarfosfór undir 7,5 $\mu\text{g/l}$ í 50% tilvika en undir 16,6 $\mu\text{g/l}$ í 90% tilvika. Fyrir fosfat voru þessi gildi 3,13 og 5,32 $\mu\text{g/l}$.

Náttúrulegur styrkur nitrats ($\text{NO}_3\text{-N}$) í yfirborðsvatni er venjulega undir 100 $\mu\text{g/l}$ (Deborah Chapman 1996). Árin 1997-1998 mældist hann á bilinu 17-790 $\mu\text{g/l}$ í 39 íslenskum stöðuvötnum (Hilmar J. Malmquist o.fl. 1999b) en í íslenskum vötnum er hann talin geta orðið lægst undir 1 $\mu\text{g/l}$ (Brit Lise Skjolkvale o.fl. 2001).

Í könnun á sunnlenskum ám, m.a. jökulám, reyndist meðalstyrkur uppleysta hluta heildarköfnunarefnis ($t\text{-N}_{\text{uppleyst}}$) 1997-1998 vera á bilinu um 28-66 $\mu\text{g N/l}$ (Eydís Salome Eiríksdóttir o.fl. 1999). Inn í þessi gildi vantar hinsvegar fastan hluta köfnunarefnis en köfnunarefni í náttúrulegu vatni er að talsverðu leyti bundið í lífrænu efni (Brit Lise Skjolkvale o.fl. 2001) sem að stórum hluta er í föstu formi. Á heimsvísu er náttúrulegt fast köfnunarefni í ám um þriðjungi meira en náttúrulegt uppleyst köfnunarefni (Elizabeth Kay Berner & Robert A. Berner 1996).

Í íslensku stöðuvötnunum 39 var heildarköfnunarefni undir 125 $\mu\text{g/l}$ í 50% tilvika og undir 359 $\mu\text{g/l}$ í 90% tilvika (Brit Lise Skjolkvale o.fl. 2001). Einnig liggja fyrir niðurstöður frá mengunarflokkunum Háskólasætursins í Hveragerði á ám (Tryggvi Þórðarson 2003b, 2003c, 2003d, 2003e, 2003f, 2003g, 2003h, 2003i, 2003j, 2003a, 2003k, 2004a, 2004b, 2006). Samkvæmt þeim gögnum eru 50- og 90-hundraðshlutamörk fyrir heildarstyrk köfnunarefnis 121 og 390 $\mu\text{g/l}$ og ammóníak 7 og 26 $\mu\text{g/l}$ fyrir þær 20 ár (N=234) sem um ræðir en af þeim eru 13 á Suðvesturlandi og 7 á Norðurlandi. Fyrir árnar á Suðvesturlandi eru þessi mörk fyrir heildarköfnunarefni 8 og 400 $\mu\text{g/l}$ en 7 og 13 $\mu\text{g/l}$ fyrir ammóníak (N=144).

Sambærileg gögn (N=25) eru til fyrir 4 stöðuvötn á Suðvesturlandi, Meðalfellsvatn, Leirvogsvatn, Hafravatn og Elliðavatn (Tryggvi Þórðarson 2003k, 2004c, 2004d, 2004e). Í þeim var heildarköfnunarefni undir 182 $\mu\text{g/l}$ í 50% tilvika en undir 243 $\mu\text{g/l}$ í 90% tilvika. Fyrir ammóníak voru þessi gildi 5,7 og 21,9 $\mu\text{g/l}$.

Lífrænt efni

Heildarstyrkur lífræns kolefnis (TOC) í ám heimsins er að meðaltali 9,9 mg/l og uppleysti hluti þess 55% (AMAP 1997). Styrkur uppleysts náttúrulegs lífræns efnis í ám, mælt sem TOC, er að jafnaði 5 mg/l fyrir alla jörðina en á Norðurlöndunum yfirleitt á bilinu 5-30 mg/l (Rolf D. Vogt o.fl. 2001).

Vegna fremur lágs meðalhita á Íslandi, sem ekki örvar niðurbrot uppsafnaðs lífræns efnis í jarðvegi þannig að lífræn niðurbrotsefni skili sér út í yfirborðsvatn, tiltölulegra mikillar úrkomu, sem þynnir út niðurbrotsefnið í vatninu og jarðvegi sem víða er fátækur af lífrænum efnum, má búast við að styrkur náttúrulegs lífræns uppleysts efnis

í yfirborðsvatni á Íslandi sé yfirleitt lágur og vel undir heimsmeðaltali. Heildarstyrkur lífræna efna í vötnum eykst hinsvegar bæði í takt við umfang mýrlendis á vatnsviði þeirra, sérstaklega þeirra vatna sem eru næst þeim (L. Arvola o.fl. 2004, H. Laudon o.fl. 2004, Tuija Mattsson o.fl. 2005) og innihald jarðvegs á vantnasviðinu af lífrænu kolefni (J. A. Aitkenhead o.fl. 1999).

Efnagreiningar á heildarmagni lífræns kolefnis í íslensku vatni voru til skamms tíma yfirleitt ekki gerðar þegar vatn var efnagreint. Til eru mælingar gerðar í 39 íslenskum stöðuvötnum (Brit Lise Skjelkvale o.fl. 2001) þar sem 50-hundraðshlutamark fyrir heildarstyrk lífræns kolefnis var 1,0 mg/l og 90-hundraðshlutamark 2,3 mg/l. Einnig liggja fyrir niðurstöður frá mengunarflokkunum Háskólasetsursins í Hveragerði á öðrum ám (Tryggvi Þórðarson 2003b, 2003c, 2003d, 2003e, 2003f, 2003g, 2003h, 2003i, 2003j, 2003a, 2003k, 2004a, 2004b, 2006). Samkvæmt þeim gögnum eru 50- og 90-hundraðshlutamörk fyrir heildarstyrk lífræns kolefnis 1,69 og 3,81 mg/l í 20 ám (N=234), þar af í 13 á Suðvesturlandi og 7 á Norðurlandi. Fyrir árnar á Suðvesturlandi (N=144) eru þessar tölur 1,80 og 4,42 mg/l.

Sambærileg gögn (N=25) eru til fyrir 4 stöðuvötn á Suðvesturlandi, Meðalfellsvatn, Leirvogsvatn, Hafravatn og Elliðavatn (Tryggvi Þórðarson 2003k, 2004c, 2004d, 2004e). Í þeim var heildarstyrkur lífræns kolefnis undir 3,8 mg/l í 50% tilvika en undir 5,2 mg/l í 90% tilvika.

Málmar

Til eru upplýsingar um styrk málma í ýmsum ám á landinu en gildin eru flest aðeins yfir uppleysta málma og því erfið til samanburðar. Vegna flokkunar Háskólasetsursins í Hveragerði á ám liggja þó fyrir efnagreiningar á heildarmálmum í 10-12 sýnum úr hverri af 20 ám (N=234) (Tryggvi Þórðarson 2003b, 2003c, 2003d, 2003e, 2003f, 2003g, 2003h, 2003i, 2003j, 2003a, 2003k, 2004a, 2004b, 2006). Gildi 50- og 90-hundraðshlutamarka fyrir málma í þessum ám eru þessi: Kopar: 0,61 og 2,05 µg/l, zink: 2,07 og 46,26 µg/l, kadmíum: 0,019 og 0,042 µg/l, blý: 0,038 og 0,205 µg/l, króm: 0,905 og 1,67 µg/l, nikkell: 0,34 og 0,93 µg/l, arsen: 0,09 og 0,18 µg/l. Fyrir árnar 13 á Suðvesturlandi (N=144) eru gildin þessi: Kopar: 0,50 og 1,86 µg/l, zink: 3,7 og 73,3 µg/l, kadmíum: 0,019 og 0,037 µg/l, blý: 0,057 og 0,253 µg/l, króm: 0,92 og 1,68 µg/l, nikkell: 0,35 og 0,66 µg/l, arsen: 0,09 og 0,20 µg/l.

Sambærileg gögn (N=25) eru til fyrir 4 stöðuvötn á Suðvesturlandi, Meðalfellsvatn, Leirvogsvatn, Hafravatn og Elliðavatn (Tryggvi Þórðarson 2003k, 2004c, 2004d, 2004e). Tölur yfir 50-hundraðshlutamörk og 90-hundraðshlutamörk fyrir málma eru þessar: Kopar: 0,40 og 0,66 µg/l, zink: 0,84 og 2,51 µg/l, kadmíum: 0,010 og 0,027, blý: 0,036 og 0,153 µg/l, króm: 0,39 og 1,30 µg/l, nikkell: 0,21 og 0,34 µg/l og arsen: 0,09 og 0,09 µg/l.

Í töflu 5 eru gefin enduráætluð náttúruleg gildi fyrir Varmá ásamt meðaltölum þeirra þátta sem flokkuð er eftir bæði frá 2001-2002 og 2004.

Tafla 4. Mat á náttúrulegu ástandi Varmár.

Til samanburðar eru einnig sýndur meðalstyrkur í úrkomu í Reykjavík og við Írafoss og meðaltöl fyrir fjórar ár í Kjósinni, sex á Norðurlandi (tveir dálkar) og þrjár í Reykjavík (tveir dálkar) auk meðalgilda fyrir Varmá 2001-2002 og 2004.

	Meðal- tal úrkomu í Reykja- vík og á Íra- fossi	Meðaltal Fnjóskár, Skjálfa- anda- fjótis og Laxár í Þing- eyjar- sýslu	Meðal- tal Eyja- fjarðar ár, Hörg- ár og Svarv- aðar- dalsár	Meðaltal Botnsár, Brynju- dalsár, Fossár og Kiða- fellsár	Meðal- tal neðst í austur- kvisl Elliðáa	Meðaltal Hólmsár og Suðurár	Meðal- tal í Varmá 2001-2	Meðal- tal í Varmá 2004	Náttúrulegt ástand Varmár	
									Áætluð náttúru- leg gildi	Um- hverfis- marka- flokkur
Saurkólí í 100 ml		5,3	31	6	9	8	58.914*	413*	6	
t-P (µg/l)		27,4	<24,3	<13	7,0	7,1	258	22,7	6	
PO4-P (µg/l)		16,7	<6,73	<7	6,4	6,7	<152	5,4	4	
t-N (µg/l)	233**	271	<156	<96	221	92,5	2.006	224	90	
NH4-N (µg/l)	172	<11,5	15,1	<7,2	5,95	5,58	<616	<36,4	6	
TOC (mg/l)		2,23	1,31	<1,23	1,95	1,21	7,11	3,6	2,0	
Cu (µg/l)	1,313	<0,61	1,64	<0,45	0,590	0,368	2,41		0,8	
Zn (µg/l)	10,651	2,24	2,32	<24,30	1,80	0,82	53,59		10	
Cd (µg/l)	0,013	<0,017	<0,041	<0,023	<0,007	<0,006	0,029		0,02	
Pb (µg/l)	0,278	<0,024	<0,069	<0,048	0,040	0,018	0,237		0,1	
Cr (µg/l)	0,221	1,386	0,490	0,689	1,012	0,965	1,84		0,9	
Ni (µg/l)	0,522	0,372	0,421	0,449	0,406	0,299	1,28		0,4	
As (µg/l)	0,032	<0,082	<0,068	<0,101	<0,184	0,164	0,21		0,1	

* Geómetrísk meðaltöl ** NO₃-N og NH₃-N.

Skærarauðar tölur merkja að við útreikninginn voru notuð einhver gildi sem voru undir greiningarmörkum.

Ekki er vikið frá þeirri stefnu sem fylgt hefur verið að náttúrulegt ástand sé ákvarðað eins og um venjulegt vatnsfall sé að ræða, án hveraáhrifa. Niðurstöður skv. núverandi aðferðarfræði gefa ekki sérstakt tilefni til að breyta þeim náttúrulegu gildum sem ákvörðuð höfðu verið fyrir Varmá (Tryggvi Þórðarson 2003a). Á grundvelli samanburðar við nýlegar upplýsingar um aðrar ár, sbr. m.a. yfirlit í töflu 4, er hinsvegar lögð til lítilsháttar breyting á náttúrulegum gildum fyrir saurkólíabakteríur (6 bakteríur í 100 ml í stað 4), heildarköfnunarefni (90 µg/l í stað 60) og ammóníaki (6 µg/l í stað 5). Breytingarnar hafa ekki áhrif á flokkun náttúrulegra gilda í umhverfismarkaflokk og leiða því ekki til breytinga á mengunarflokkuninni. Ekki er talin ástæða til að endurskoða áætluð náttúruleg gildi fyrir málmana fyrr en nýjar greiningar á málum í árvatninu hafa farið fram en að því er ekki komið enn.

Mengunarflokkun

Munurinn á umhverfismarkaflokkum fyrir raunverulegt og náttúrulegt ástand segir til um mengunarflokkunina. Í viðauka er sýnt nákvæmlega hvernig ákveðinn munur gefur ákveðna mengunarflokkun. Mengunarflokkun Varmár er gefin í töflu 6. Þar er einnig sýnt mat á náttúrulegu ástandi árinna og raunverulegu ástandi hennar 2001-2002 og 2004.

Tafla 5. Mat á raunverulegu ástandi og mengunarástandi Varmár árin 2001-2002 og 2004. Til samanburðar er áætlað náttúrulegt ástand einnig sýnt.

UF= umhverfismarkaflokkur.

	Náttúrulegt ástand		2001-2002			2004		
	Áætluð gildi	UF	Raunverulegt ástand		Mengunarflokkun	Raunverulegt ástand		Mengunarflokkun
			Mæld gildi	UF		Mæld gildi	UF	
Saur-kóli í 100 ml*	6	I	58.914	V	E	413*	IV	D
t-P (µg/l)	6	I	258,0	V	E	22,7	II	B
PO ₄ -P (µg/l)	4	I	<152	V	E	5,4	I	A
t-N (µg/l)	90	I	2.006	IV	D	224	I	A
NH ₄ -N (µg/l)	6	I	<616	V	E	<36,4	III	C
TOC (mg/l)	2,0	II	7,11	IV	C	3,6	III	B
Cu (µg/l)	0,8	II	2,413	II	A			
Zn (µg/l)	10	II	53,59	III	B			
Cd (µg/l)	0,02	II	0,029	II	A			
Pb (µg/l)	0,1	I	0,237	II	B			
Cr (µg/l)	0,9	II	1,84	II	A			
Ni (µg/l)	0,4	I	1,28	II	B			
As (µg/l)	0,1	I	0,21	I	A			

Langtímamarkmið og aðgerðaráætlanir

Heilbrigðisnefnd Kjósarsvæðis hefur samþykkt að langtímamarkmið fyrir Varmá skuli vera flokkur A, ósnortin vötn. Aðgerðaráætlun skv. 3 til 11 gr reglugerðar nr 796/1999 um varnir gegn mengun miðast því við að ná ánni í þann flokk. Þegar hefur beinni skólplosun verið hætt og hefur álag á ánnu minnkað verulega við það. Árangur aðgerða til minnkunar á mengun er þó ekki að fullu kominn fram eins og niðurstöðurnar bera með sér. Enn sitja eftir hefðbundnari áhrif þéttbýlis á ána og e.t.v. berst enn í hana eitthvað skólp eða afrennsli frá hesthúsahverfi.

Fyrir liggur að framundan er hröð aukning byggðar á vatnasviðinu. Nauðsynlegt er að koma í veg fyrir að álgið á ána aukist frá því sem nú er. Að öðrum kosti er óvíst hvort takast mun að ná markmiðum um mengunarflokk A á komandi árum og áratugum. Skipulags- og byggingarskilmálar fyrir ný hverfi á vatnasviðinu þurfa að stuðla að því að magn ofanvatns af vatnasviðinu aukist sem minnst þrátt fyrir uppbyggingu. Þetta verður aðeins gert með því að halda þéttum flötum í lágmarki, tefja rennsli ofanvatnsins svo það nái að seytle ofan í jarðveginn og renna um hann áður en það nær ánni. Sérstaklega mikilvægt er að reyna að koma í veg fyrir auknar rennissveiflur í ánni vegna ofanvatnspúlva af þéttum flötum í rigningum eða hláku.

Í töflu 7 er gefið yfirlit yfir hve langt frá markmiðum fyrir einstaka flokkunarþætti Varmá var 2001-2002 og 2004.

Samkvæmt niðurstöðum frá 2004 eru markmið um fosfat og heildarköfnunarefni þegar uppfyllt. Tiltölulega lítið þarf til að ná markmiðum fyrir heildarfosfór og lífrænt efni. Auðvelt ætti einnig að vera að ná markmiðum fyrir saurbakteríur ef uppsprettur þeirra finnast, sérstaklega ef saurbakteríurnar eru vegna ófullnægjandi meðferðar skólps frá einstaka húsum.

Tafla 6. Yfirlit yfir langtímamarkmið um flokk A og hve langt frá því einstaka flokkunarþættir eru í Varmá.

Í athugasemdadálki kemur fram úr hvaða gildum þarf að lækka viðkomandi þátt niður fyrir markmið um styrk þegar markmið er ekki uppfyllt.

	Markmið um náttúrulegt ástand		Athugasemdir	
	Umhverfismarkaflokkar	Styrkur	2001-2002	2004
Saur-kóli í 100 ml*	I	<14	Úr 58.914	Úr 413
t-P (µg/l)	I	<20	Úr 258	Úr 22,7
PO ₄ -P (µg/l)	I	<10	Úr 152	Uppfyllt
t-N (µg/l)	I	<300	Úr 2.006	Uppfyllt
NH ₄ -N (µg/l)	I	<10	Úr 616	Úr 36,4
TOC (mg/l)	II	<3	Úr 7,1	Úr 3,6
Cu (µg/l)	II	≤ 3	Uppfyllt	
Zn (µg/l)	II	≤ 20	Úr 53,6	
Cd (µg/l)	II	≤ 0,1	Uppfyllt	
Pb (µg/l)	I	≤ 0,2	Úr 0,24	
Cr (µg/l)	II	≤ 5	Uppfyllt	
Ni (µg/l)	I	≤ 0,7	Úr 1,28	
As (µg/l)	I	≤ 0,4	Uppfyllt	

Tillaga að vöktun saurbaktería, næringarefna og lífrænna efna

Vöktun er nauðsynleg til að fylgjast með hugsanlegum breytingum á ástandi vatna, meta það hvernig tekist hefur að ná langtímamarkmiðum og afla vitneskju um gagnsemi hugsanlegra aðgerða. Tíðni vöktunar þarf að taka mið af ástandi viðkomandi vatns og fyrirhuguðum breytingum á álagi og mannlegum umsvifum á vatnasviðinu.

Á meðan skólpi úr skólpeitu bæjarins var veitt í Varmá var ekki tímabært að ákveða vöktunartíðni árinna fyrir saurbakteríur, næringarefni og lífræn efni. Það er hinsvegar hægt að gera núna.

Þar sem Varmá flokkast ekki að öllu leyti vel með tilliti til þessara efna og talsverð uppbygging er fyrirhuguð á vatnasviði hennar á næstu árum er eðlilegt að vakta hana nokkuð títt. Lögð er til vöktun á þessum efnum með tveggja ára millibili. Úr því sem komið er gæti næsta sýnataka varla hafist fyrr en árið 2008.

Tillaga um vöktum málma er þegar komin fram (Tryggvi Þórðarson 2003a).

Heimildir

- J. A. Aitkenhead, D. Hope & M. F. Billett 1999. The relationship between dissolved organic carbon in stream water and soil organic carbon pools at different spatial scales. *Hydrological Processes* 13:1289-302.
- AMAP 1997. Arctic Pollution Issues: A State of the Arctic Environment Report. Oslo, AMAP (Arctic Monitoring and Assessment Program). 188 bls.
- L. Arvola, A. R. Raike, P. Kortelainen & M. Jarvinen 2004. The effect of climate and landuse on TOC concentrations and loads in Finnish rivers. *Boreal Environment Research* 9:381-7.

- Elizabeth Kay Berner & Robert A. Berner 1996. Global Environment. Water, Air, and Geochemical Cycles. New Jersey, Prentice-Hall, Inc. Simon & Saddle River. 376 bls.
- Deborah Chapman & Vitaly Kimstach 1996. Selection of water quality variables. Í D. Chapman (ritstj.): Water Quality Assessments. A guide to the use of biota, sediments and water in environmental monitoring. (UNESCO/WHO/UNEP). London, E & FN Spon. 626 bls.
- Eydís Salome Eiríksdóttir, Sigurður Reynir Gíslason & Ingvi Gunnarsson 1999. Næringarefni straumvatna á Suðurlandi. Gagnagrunnur Raunvísindastofnunar, Hafrannsóknastofnunar og Orkustofnunar. Reykjavík. Raunvísindastofnun Háskólans. RH-18-99. 36 bls.
- R.O. Gilbert 1987. Statistical Methods for Environmental Pollution Monitoring. New York, Van Nostrand Reinhold.
- GUM 1995. Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement. Geneva, ISO.
- H. Laudon, S. Kohler & I. Buffam 2004. Seasonal TOC export from seven boreal catchments in northern Sweden. Aquatic Sciences 66:223-30.
- Hilmar J. Malmquist, Gunnar Steinn Jónsson, Sigurður S. Snorrason & Kristinn Einarsson 1999. Næringarefni í íslenskum stöðuvötnum. Í: *Líffræðirannsóknir á Íslandi* (Ritstj. S. S. Snorrason & R. S. Stefánsson). Reykjavík: Líffræðifélag Íslands 95 bls.
- Tuija Mattsson, Pirkko Kortelainen & Antti Raike 2005. Export of DOM from Boreal Catchments: Impacts of Land Use Cover and Climate. Biogeochemistry 76:373-94.
- Gareth Rees, Jamie Bartram, E. B. Pike & W. D. Robertson 2000. Chapter 3. Resourcing and Implimentation. Í J. Bartram & G. Rees (ritstj.): Monitoring Bathing Waters. A Practical Guide to the Design and Implimentation of Assessments and Monitoring Programmes. London & New York, E & FN Spon. 337 bls.
- Brit Lise Skjelkvale, Arne Henriksen, Gunnar Steinn Jónsson, Jaakko Mannio, Anders Wilander, Jens Peder Jensen, Eirik Fjeld & Leif Lien 2001. Chemistry of lakes in the Nordic region - Denmark, Finland with Åland, Iceland, Norway with Svalbard and Bear Island, and Sweden. Oslo. NIVA. SNO 4391-2001, Acid Rain Research Report 53/2001. 39 bls.
- Umhverfisstofnun 2004. Handbók um aðgerðaráætlanir og flokkun vatns. Skýrsla Umhverfisstofnunar sbr. 17. gr. reglugerðar nr 796/1999, um varnir gegn mengun vatns. Reykjavík. Umhverfisstofnun. Skýrslur des.ust-2004:32. 27 bls.
- Rolf D. Vogt, Egil Gjessing, Dag Olav Andersen, Nicholas Clarke, Tone Gadmar, Kevin Bishop, Ulla Lundstrøm & Michael Starr 2001. Natural Organic Matter in the Nordic countries. The NOMiNiC project. 1. TOC intercalibration. 2. Physico-chemical characteristics of DOM. Espoo, Finland. Nordtest. Nordtest report TR 479.
- Tryggvi Þórðarson 2003a. Flokkun vatna á Kjósarsvæði. Varmá. Hveragerði. Rannsókn- og fræðasetur Háskóla Íslands í Hveragerði, Heilbrigðiseftirlit Kjósarsvæðis. 41 bls.
- Tryggvi Þórðarson 2003b. Flokkun vatna á Kjósarsvæði. Botnsá. Hveragerði. Rannsókn- og fræðasetur Háskóla Íslands í Hveragerði, Heilbrigðiseftirlit Kjósarsvæðis. 33 bls.
- Tryggvi Þórðarson 2003c. Flokkun vatna á Kjósarsvæði. Brynjudalsá. Hveragerði. Rannsókn- og fræðasetur Háskóla Íslands í Hveragerði, Heilbrigðiseftirlit Kjósarsvæðis. 33 bls.

- Tryggvi Þórðarson 2003d. Flokkun vatna á Kjósarsvæði. Bugða. Hveragerði. Rannsókn- og fræðasetur Háskóla Íslands í Hveragerði, Heilbrigðiseftirlit Kjósarsvæðis. 39 bls.
- Tryggvi Þórðarson 2003e. Flokkun vatna á Kjósarsvæði. Fossá. Hveragerði. Rannsókn- og fræðasetur Háskóla Íslands í Hveragerði, Heilbrigðiseftirlit Kjósarsvæðis. 33 bls.
- Tryggvi Þórðarson 2003f. Flokkun vatna á Kjósarsvæði. Kaldakvísl. Hveragerði. Rannsókn- og fræðasetur Háskóla Íslands í Hveragerði, Heilbrigðiseftirlit Kjósarsvæðis. 39 bls.
- Tryggvi Þórðarson 2003g. Flokkun vatna á Kjósarsvæði. Kiðafellsá. Hveragerði. Rannsókn- og fræðasetur Háskóla Íslands í Hveragerði, Heilbrigðiseftirlit Kjósarsvæðis. 33 bls.
- Tryggvi Þórðarson 2003h. Flokkun vatna á Kjósarsvæði. Laxá í Kjós. Hveragerði. Rannsókn- og fræðasetur Háskóla Íslands í Hveragerði, Heilbrigðiseftirlit Kjósarsvæðis. 41 bls.
- Tryggvi Þórðarson 2003i. Flokkun vatna á Kjósarsvæði. Leirvoggsá. Hveragerði. Rannsókn- og fræðasetur Háskóla Íslands í Hveragerði, Heilbrigðiseftirlit Kjósarsvæðis. 39 bls.
- Tryggvi Þórðarson 2003j. Flokkun vatna á Kjósarsvæði. Úlfarsá. Hveragerði. Rannsókn- og fræðasetur Háskóla Íslands í Hveragerði, Heilbrigðiseftirlit Kjósarsvæðis. 39 bls.
- Tryggvi Þórðarson 2003k. Mengunarstaða Elliðavatns 2001-2002. Hveragerði. Háskólasetrið í Hveragerði. 60 bls.
- Tryggvi Þórðarson 2004a. Flokkun vatna á Norðurlandi eystra. Eyjafjarðará, Glerá, Hörgá og Svarfaðardalsá. Hveragerði. Háskólasetrið í Hveragerði. 39 bls.
- Tryggvi Þórðarson 2004b. Mengunarflokkun Hólmsár, Suðurár og Elliðaáa. Hveragerði. Háskólasetrið í Hveragerði. 48 bls.
- Tryggvi Þórðarson 2004c. Flokkun vatna á Kjósarsvæði, Hafravatn. Hveragerði. Háskólasetrið í Hveragerði.
- Tryggvi Þórðarson 2004d. Flokkun vatna á Kjósarsvæði, Leirvogsvatn. Hveragerði. Háskólasetrið í Hveragerði.
- Tryggvi Þórðarson 2004e. Flokkun vatna á Kjósarsvæði, Meðalfellsvatn. Hveragerði. Háskólasetrið í Hveragerði.
- Tryggvi Þórðarson 2006. Flokkun vatna á Norðurlandi eystra, Fnjóská, Sjálfandafljót og Laxá í Þingeyjarsýslu. Hveragerði. Háskólasetrið í Hveragerði. 53 bls.

Viðauki I: Samband mengunarflokkunar við flokkun á náttúrulegu og raunverulegu ástandi

Náttúrulegt og raunverulegt ástand er flokkað á grundvelli umhverfismarkna, sbr. reglugerð nr. 796/1999 um varnir gegn mengun vatns. Í umhverfismarkaflokkunum er flokkur I bestur en V verstur. Í mengunarflokkunum er A bestur en E verstur. Þegar gildi fyrir náttúrulegt ástand eru jafnhá eða hærri en gildi fyrir raunverulegt ástand lendar viðkomandi vatn í besta flokki (A) fyrir þann matsþátt. Nánar er gerð grein fyrir flokkunum í töflum 1 og 2.

Náttúrulegt ástand	Raunverulegt ástand	Mengunarflokkun (frávik frá náttúrulegu ástandi)
I	I	A Ósnortið vatn
	II	B Lítið snortið vatn
	III	C Nokkuð snortið vatn
	IV	D Verulega snortið vatn
	V	E Ófullnægjandi vatn
II	I-II	A Ósnortið vatn
	III	B Lítið snortið vatn
	IV	C Nokkuð snortið vatn
	V	D Verulega snortið vatn
III	I-III	A Ósnortið vatn
	IV	B Lítið snortið vatn
	V	C Nokkuð snortið vatn
IV	I-IV	A Ósnortið vatn
	V	B Lítið snortið vatn
V	I-V	A Ósnortið vatn

Viðauki II. Álagsgreining Heilbrigðiseftirlits Kjósarsvæðis

Manngerðir áhrifaþættir á vatnasviði Varmár

	Umfang	Vægi			Óbein/ sam- legðar- áhrif
		Lítið / eða á ekki við	Nokkuð	Mikið	
LANDBÚNAÐUR					
Beitarland	km ²		x		
Búskapur			x		
Fiskeldi og seiðaeldi	Ekkert	x			
Húsdýrahald	Lítið nokkrir með hesta		x		
Ilrækt	Lítið sem ekkert	x			
Jarðrækt, kartöflurækt	km ²		x		
Jarðrækt, kornrækt	Ekkert	x			
Loðdýrarækt	Ekkert	x			
Skógrækt	1 km ²	x			
Túnrækt, áburður á tún	km ²		x		
Urðun húsdýra	Ekkert	x			
Þauleldi spendýra	Ekkert	x			
MEÐFERÐ ÚRGANGS					
Brennsla úrgangs		x			
Endurvinnsla úrgangs		x			
Móttaka úrgangs	ein móttökustöð	x			
Urðun úrgangs		x			
SAMGÖNGUR					
Efnistaka og vinnsla jarðefna		x			
Flugvellir		x			
Flutningar á hættulegum efnum		x			
Framræsla túna	km		x		
Jarðhitavirkjanir				x	
Neysluvatnsöflun			x		
Reiðleiðir og slóðar		x			
Vegagerð, brýr og göng			x		
Virkjanir vatnsfalla		x			
IÐNSTARFSEMI					
Bensínstöðvar			x		
Bifreiðaverkstæði			x		
Bryggjur		x			
Fiskvinnsla		x			
Geymslusvæði		x			
Kjötvinnsla		x			
Málmiðnaður		x			
Meðferð dýpkunarefna		x			
Meðferð seyru		x			
Mjólkuriðnaður		x			
Olíutankar		x			
Rafgeymar		x			
Raflínur		x			

Skólphreinsistöðvar		x			
Spennistöðvar		x			
Steypistöðvar		x			
Stóriðja		x			
Trésmiðjur og trjáíðnaður		x			
Vélsmiðjur og járníðnaður		x			
Þvottahús		x			
SAMFÉLAG					
Byggð	Íbúafjöldi				
Afrennsli rotþróa í ána	37 rotþrær efst í ánni, einnig afrennsli nokkrra rotþróa frá fyrirtækjum s.s. Kjúklingabúum.		x		
Ferðaþjónusta	Engin	x			
Frístundabyggð	Engin	x			
Golfvellir	Engir	x			
Grafreitir	Engir	x			
Hótel, matvara og ferðaþjónusta	Ein stórverslun		x		
Langt-aðborin mengun	Ekki þekkt	x			
Samkomusvæði	Ekkert	x			
Sjúkrastofnanir	Heilsugæslustöð		x		
Skotæfingasvæði	Ekkert	x			
Skólar	Einn barnaskóli		x		
Sportveiði	Engin	x			
Þvottaplön	Ein þvottastöð afrennsli ekki í ána	x			

Breyting frá síðustu skýrslu. Skólp frá bænum rennur ekki lengur í ána heldur hefur verið tengt við skólpkerfi sem hefur útrás í sjó (til bráðabirgða). Ekkert kælivatn frá. Ferskur kjúklingur heitir nú Matflugl (bls 20). Nýbrauð hætt starfsemi vélaverkstæði komið í staðinn.

Enn berst eflaust talsvert magn frá hesthúshverfinu í ána.

Aðal mengunarpættir

Punktuppsprettur

Afrennsli úr rotþróum frá íbúðarhúsum og landbúnaðarfyrirtækjum
Kælivatn frá fyrirtækjum (hitamengun)
Afrennsli af götum sem berst í ána með lögnum sem liggja í hana.
Afrennsli frá hesthúshverfinu.

Dreifðar uppsprettur

Lífrænn áburður og tilbúin áburður sem berst af túnum og haugum á svæðinu.

Hlutfall fastra flata bls 21 er óbreytt þar sem ekki var byrjað að byggja í Krikahverfi og Helgafellslandi.

Viðauki III. Skráðar athugasemdir við sýnatöku

	Veðurfar o.fl.
27.1 2004	Alskýjað, bjart, logn.
17.2 2004	
16.3 2004	Þoka, sól, andvari.
14.4 2004	Skýjað, hægur vindur.
12.5 2004	Alskýjað, rigning, 7-10 m/s.
15.6 2005	Skýjað, logn, milt.
14.7 2004	Hálfskýjað, sól og gola.
11.8 2004	Heiðskýrt. sól, logn,
14.9 2004	Hálfskýjað, bjart, smá vindur.
29.10 2004	Alskýjað, hálfbjart, gola.
15.11 2004	Sól, léttskýjað logn snjófól á jörðu, áin var mjög tær og frekar vatnsmikil. Sýrustig mælt beint í ánni.
7.12 2004	Allhvass, él og alskýjað. Sýrustig mælt í bílnum vegna veðurs.