

Flokkun vatna á Kjósarsvæði

Botnsá



Maí 2003



**Rannsókn- og fræðasetur
Háskóla Íslands í Hveragerði**

Framkvæmdaaðili Heilbrigðiseftirlit Kjósarsvæðis	Fulltrúi Þorsteinn Narfason	Tölvupóstfang thn@mos.is
Verktaki Rannsókn- og fræðasetur Háskóla Íslands í Hveragerði	Fulltrúi Tryggvi Þórðarson	Tölvupóstfang tryggvi@nedrias.is
Útgefandi Rannsókn- og fræðasetur Háskóla Íslands í Hveragerði	Fjármögnun Heilbrigðiseftirlit Kjósarsvæðis	Skýrslan tekur til Botnsá
Höfundur Tryggvi Þórðarson	Ár 2003	Blaðsíðufjöldi 33
Íslenskur titill Flokkun vatna á Kjósarsvæði, Botnsá. Enskur titill Classification of lakes and rivers in the district of Kjos, River Botnsa.		
Útdráttur Náttúrulegt og raunverulegt ástand Botnsár er metið og áin flokkuð í mengunarflokk í samræmi við reglugerð nr. 796/199 um varnir gegn mengun vatns. Ennfremur eru gerðar tillögur um langtíamarkmið fyrir ána og vöktun hennar. Yfirlit er gefið á næstu síðu. Summary The pristine and current state of the river Botnsa 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. An overview (in Icelandic) is presented on the following page.		
Efnisorð Botnsá, mat á mengunarálagi, mengunarflokkun, mengun	Subject words River Botnsa, impact assessment, impact classification, pollution	

Samantekt

Mat á ástandi, mengunarflokkun og tillögur um markmið og vöktun fyrir Botnsá. Fyrsti dákurinn sýnir meðaltöl mældra gilda. Næstu tveir dálkarnir gefa mat á náttúrulegu (upprunalegu) og raunverulegu (núverandi) ástandi árinna. Fjórði dálkurinn sýnir flokkun árinna eftir mengunarástandi (frávik frá náttúrulegu ástandi). Fjórir næstu sýna tillögur að langtíamarkmiðum, fyrsti það markmið sem lagt er til, næsti þau umhverfismörk sem árvatnið þarf þá að falla undir, sá þriðju þann efnastyrk sem árvatnið þarf að uppfylla og sá fjórði hversu langur vegur er frá því að markmiðin séu uppfyllt. Þrír þeir síðustu eru tillögur um vöktun árinna, sá fyrsti þeirra sýnir æskilega tíðni, næsti hvenær næsta vöktun er lögð til og í þeim síðasta eru nánari útskýringar á vöktunartillögunum.

	Meðaltal mældra gilda	Umhverfismarkaflokkar		Mengunarflokkun	Tillaga að langtíamarkmiðum				Tillaga að vöktun		
		Náttúrulegt ástand	Núverandi ástand		Mengunarflokkur	Umhverfismörk	Styrkur	Athugasemdir	Æskileg tíðni (ár)	Næsta vöktun	Athugasemdir
Saurkólí í 100 ml*	7	I	II ¹	B Lítið snortið vatn	A	I	<14	Uppfyllt að hluta	10	2012	Þessir þættir benda til góðs ástands árinna. Sumir þessara þátta munu aukast með auknum mannlegum umsvifum. Þar sem breytingar verða væntanlega ekki hraðar er hægt að leggja til lága vöktunartíðni.
t-P (mg/l)	<0,009	I	I	A Ósnortið vatn	A	I	<0,02	Uppfyllt	10	2012	
PO ₄ -P (mg/l)	<0,006	I	I	A Ósnortið vatn	A	I	<0,01	Uppfyllt	10	2012	
t-N (mg/l)	<0,054	I	I	A Ósnortið vatn	A	I	<0,3	Uppfyllt	10	2012	
NH ₄ -N (mg/l)	<0,0060	I	I	A Ósnortið vatn	A	I	<0,01	Uppfyllt	10	2012	
TOC (mg/l)	<1,04	I	I	A Ósnortið vatn	A	I	<1,5	Uppfyllt	10	2012	
Cu (ug/l)	0,256	II	I	A Ósnortið vatn	A	II	<3,0	Uppfyllt	20	2022	Áin flokkast vel á grundvelli málma. Ekki er útlit fyrir breytingar á því næstu árin eða áratuginna. Því er hægt að leggja til vöktun með mjög lágrí tíðni. Eðlilegt er að endurskoða hana í ljósi hraða uppbyggingar og annarra umsvifa, t.d. þegar kemur að sýnatöku vegna annarra þátta.
Zn (ug/l)	84,01	III	Liggur ekki fyrir	Flokkun ekki gerð	A	III	<60		20	2022	
Cd (ug/l)	<0,022	II	II	A Ósnortið vatn	A	II	<0,1	Uppfyllt	20	2022	
Pb (ug/l)	0,043	I	I	A Ósnortið vatn	A	I	≤0,2	Uppfyllt	20	2022	
Cr (ug/l)	0,730	II	II	A Ósnortið vatn	A	II	<5	Uppfyllt	20	2022	
Ni (ug/l)	0,367	I	I	A Ósnortið vatn	A	I	≤0,7	Uppfyllt	20	2022	
As (ug/l)	<0,107	I	I	A Ósnortið vatn	A	I	≤0,4	Uppfyllt	20	2022	

* Geometriskt meðaltal.

¹ Flokkunin byggir á sérstöku ákvæði í viðauka reglugerð nr. 796/1999 um varnir gegn mengun vatns þar sem kveðið er á um að saurbakteriur í vatni sem er í umhverfismarkaflokki I megi í 10% tilvika fara upp í 43/100 ml. Þar sem það gerðist oftár í Botnsá eða í 25% tilvika flokkast áin í umhverfismarkaflokk II.

Efnisyfirlit

Töflulisti	8
Inngangur	9
Verkefni	9
Mengunarflokkun vatna	9
Forsendur mengunarflokkunar	9
Aðferðir	11
Flokkunarþættir	11
Val sýnatökustaða	11
Sýnataka	12
Meðhöndlun, geymsla og flutningur sýna	12
Mælingar og efnagreiningar	12
Næmni efnagreininga og skekkjumörk	13
Meðferð gagna og túlkun	13
Rannsóknarþættir	14
Næringarefni	14
Lífrænt efni	15
Örverumengun	15
Málmar	16
Aðrir þættir	16
Botnsá	17
Lýsing og helstu stærðir	17
Jarðfræði og jarðefnafræði	17
Mannleg umsvif og mengunarálag	17
Umfjöllun um niðurstöður	17
Flokkun Botnsár	18
Náttúrulegt ástand	18
Raunverulegt ástand	22
Mengunarflokkun	23
Tillaga að langtímamarkmiðum	23
Tillaga að vöktun	25
Sérstök verndun, viðkvæm svæði og aðgerðaráætlanir	25
Heimildir	26
Viðauki	29

Töflulisti

Tafla 1. Mengunarflokkar fyrir grunnvatn og yfirborðsvatn.....	9
Tafla 2. Skýringar við flokka umhverfismarkna.....	10
Tafla 3. Efnagreiningaraðferðir og efnagreiningartæki.....	12
Tafla 4. Náttúrulegt ástand Botnsár. Öftustu tveir dálkarnir sýna áætlað náttúrulegt ástand árinna bæði sem styrk og umhverfismarkaflokk. Taflan sýnir að öðru leyti miðgildis- og meðalefnastyrk annarsvegar í Kiðafellsá, Fossá, Brynjudalsá og Botnsá og hinsvegar Úlfarsá, Köldukvísl, Leirvogsa, Bugðu og Laxá í Kjós. Auk þess er sýndur meðalefnastyrkur úrkomu í Reykjavík og við Írafoss og mæld gildi í Botnsá.....	21
Tafla 5. Núverandi ástand Botnsár.....	22
Tafla 6. Mengunarflokkun Botnsár, skv. reglugerð nr. 796/1999 um varnir gegn mengun vatns.	23
Tafla 7. Tillaga að langtímamarkmiðum fyrir Botnsá. Til samanburðar er einnig að finna í töflunni mat á mengunarflokkun hennar.	24
Tafla 8. Tillaga að vöktun Botnsá.....	25

Inngangur

Verkefni

Verkefni það sem hér er kynnt er samstarfsverkefni Heilbrigðiseftirlits Kjósarsvæðis og Rannsókn- og fræðaseturs Háskóla Íslands í Hveragerði. Verkefnið er hluti stærra verkefnis þessara aðila sem styrkt er af Mosfellsbæ, Kjósarhreppi, Heilbrigðiseftirliti Reykjavíkur, Veiðifélagi Leirvogsár og Veiðifélagi Laxár í Kjós og felst í mengunarflokkun helstu stöðu- og fallvatna á Kjósarsvæði á árunum 2001 - 2004. Markmiðið með verkefninu er að meta náttúrulegt og núverandi ástand vatnanna, flokka þau í samræmi við flokkunarkerfi reglugerðar nr. 796/1999 um varnir gegn mengun vatns og gera tillögur um langtímamarkmið fyrir ástand þeirra svo og um umfang og tíðni áframhaldandi vöktunar. Verkefnið er í þremur áföngum og í fyrsta áfanga voru teknar fyrir árnar Úlfarsá, Varmá, Kaldakvísl, Leirvogsá, Laxá í Kjós og Bugða. Í þessum áfanga eru árnar Kiðafellsá, Fossá, Brynjudalsá og Botnsá flokkaðar. Gefin er út sérstök skýrsla um hverja á.

Mengunarflokkun vatna

Í reglugerð nr. 796/1999 um varnir gegn mengun vatns eru ákvæði sem gera heilbrigðisnefndum að flokka vatn (grunnvatn og yfirborðsvatn²) og setja langtímamarkmið í því skyni að viðhalda náttúrulegu ástandi þess. Samkvæmt bráðabirgðarákvæðum reglugerðarinnar skal flokkun þessari lokið innan fjögurra ára frá gildistöku reglugerðarinnar, þ.e. fyrir 2. desember 2003. Í reglugerðinni er enn fremur kveðið á um að langtímamarkmið fyrir vatnið skuli koma fram á skipulagsuppdráttum svæðis- og aðalskipulags og að sýna skuli flokkun þess á skýringaruppdráttum við gerð deiliskipulags. Um er að ræða að flokka vatn í flokka skv. töflu 1.

Tafla 1. Mengunarflokkar fyrir grunnvatn og yfirborðsvatn.

Flokkur	Mengunarástand	Litamerking á skipulagsuppdráttum
A	Ósnortið vatn	Blátt
B	Lítið snortið vatn	Grænt
C	Nokkuð snortið vatn	Gult
D	Verulega snortið vatn	Appelsínugult
E	Ófullnægjandi vatn	Rautt

Forsendur mengunarflokkunar

Mengunarflokkunina skal gera með hliðsjón af umhverfismörkum fyrir örverumengun, málma, næringarefni og lífræn efni í vatni, sbr. gr. 8.1 og fylgiskjal með reglugerðinni og byggja á mati á því hversu miklum áhrifum vatnið hefur orðið fyrir af völdum mannlegrar starfsemi. Mengunarflokkun byggir á því hve mikið vötn víkja frá náttúrulegu ástandi viðkomandi vatns (sjá gr. 10.1 og 10.2) eða skilgreindum almennum náttúrulegum bakgrunnsgildum (sjá gr. 10.1).

² Yfirborðsvatn = Kyrrstætt eða rennandi vatn á yfirborði jarðar, straumvötn, stöðuvötn og jöklar, svo og strandsjór.

Best er að meta náttúrulegt gildi fyrir hvert vatn sérstaklega, séu til upplýsingar að styðjast við. Venjulega liggja mælingar ekki fyrir frá því áður en mannlegra áhrifa tók að gæta en hinsvegar eru allmörg vötn á landinu enn ósnortin eða lítt snortin og því samanburðarhæf að teknu tilliti til gerðar og svæðisbundinna eiginleika. Rannsóknir sem gerðar eru sérstaklega til að mengunarflokka vötn sem með sæmilegri vissu geta talist ósnortin eða nánast ósnortin veita mikilvæga vitneskju um náttúruleg bakgrunnsgildi. Vissar upplýsingar um efnafræðieiginleika ósnortinna vatna er stundum einnig að finna í niðurstöðum fyrri rannsókna á íslenskum vötnum. Í þeim tilvikum sem beinar upplýsingar um sambærileg ósnortin vötn skortir má styðjast við þá vitneskju sem til er um mannlegar athafnir á vatnsviði viðkomandi vatns og gera samanburð við önnur sambærileg vötn þótt ekki séu ósnortin.

Ef upplýsingar um tiltekið vatn eru of veigalittlar til að styðjast við er í nauð hægt að styðjast við almennu bakgrunnsgildin, þ.e. lægstu umhverfismörkin fyrir hvern flokkunarþátt. Líta verður á flokkun sem eingöngu byggir á bakgrunnsgildunum sem bráðabirgðaflokkun vegna þeirrar skekkju sem að öllum líkindum er þá til staðar þar sem bakgrunnsgildin lýsa aðeins einskonar meðaltals náttúrulegu ástandi vatna á Íslandi sem nær aldrei er rétt fyrir tiltekið landsvæði, m.a. vegna mismunandi gróðurfars og jarðfræði.

Sá rammi sem settur hefur verið upp í reglugerðinni til að fást við flokkunina felst í umhverfismörkunum. Þau eru notuð til að setja fram bæði náttúrulegt (upprunalegt) og raunverulegt (mælt) ástand.

Útskýringar við umhverfismörk eru gefnar í töflu 2. Orðalagið er tekið úr reglugerð nr. 796/1999 um varnir gegn mengun vatns.

Tafla 2. Skýringar við flokka umhverfismarkna.

Umhverfismörk	Útskýringar		
	Saurmengun	Málmar í vatni	Næringarefni/lífræn efni í stöðuvötnum og ám
I	Mjög lítil eða engin hætta á saurmengun.	Mjög lítil eða engin hætta á áhrifum.	Næringarfátækt (oligotrophy).
II	Lítil saurmengun.	Lítil hætta á áhrifum.	Lágt næringarefnagildi (oligo-/mesotrophy).
III	Nokkur saurmengun.	Áhrifa að vænta á viðkvæmt lífríki.	Næringarefnaríkt (meso-/eutrophy).
IV	Mikil saurmengun.	Áhrifa að vænta.	Næringarefnaauðugt (eutrophy).
V	Ófullnægjandi ástands vatns/þynningarsvæði.	Ávallt ófullnægjandi ástand vatns fyrir lífríki/þynningarsvæði.	Ofauðugt (hypertrophy).

Það er undirstrikað að mengunarflokkunin er aðeins mælikvarði á þann hluta mengunarefnanna sem borist hefur í viðkomandi vatn fyrir tilstuðlan mannsins. Há náttúruleg gildi þeirra þátta sem flokkað er eftir gefa því ekki ein og sér slæma flokkun vatns.

Íslenska flokkunarkerfið tekur talsvert mið af svipuðum flokkunarkerfum í Noregi og Svíþjóð. Er komin allnokkur reynsla á flokkunarkerfin í þessum löndum og hefur norska kerfið verið endurbætt frá því það var tekið upp 1992. Að baki þessum kerfum liggja talsverðar rannsóknir og uppsöfnuð þekking á vötnum í þessum löndum, mun meiri en er til staðar hér á landi. Hér er norska og sænska aðferðarfræðin m.a. höfð til hliðsjónar í þeim tilvikum sem efnisatriði vantar í íslensku reglugerðina eða ákvæði hennar eru ekki ótvíræð.

Aðferðir

Flokkunarpættir

Eftirfarandi efnaþættir voru rannsakaðir og notaðir við mengunarflokkunina: Saurkólí, heildarfosfór (t-P), fosfat ($\text{PO}_4\text{-P}$), heildarköfnunarefni (t-N), ammóníak ($\text{NH}_4\text{-N}$), heildar lífrænt kolefni (TOC), heildarmagn málmanna kopars (Cu), zinks (Zn), kadmíums (Cd), blýs (Pb), króms (Cr), nikkels (Ni) og arsens (As). Auk þess var hitastig, pH og leiðni mæld þegar hægt var.

Val sýnatökustaða

Vegna kostnaðarsjónarmiða var einungis notast við einn sýnatökustað og var hann valinn neðst í ánni til að flokkunin tæki til árinna allrar (mynd 1). Sýnatökustaðurinn er ofan- og norðanvert við gömlu brúna í fjarðarbotninum. Hann er talinn sæmilega lýsandi fyrir ána.



Mynd 1. Sýnatökustaðurinn í Botnsá. Staðarákvörðun hans er N64°23.055', V21°20.493'. Myndina tók Tryggvi Þórðarson.

Sýnataka

Sýni voru jafnan tekin þar sem straumur var hvað mestur, sem næst miðri á og fjarri áberandi straumhvirlum. Þau voru tekin beint í flöskurnar, ýmist með höndunum þegar það var hægt eða með því að festa flöskuna á sérstaklega útbúna 2-3 m sýnatökustöng. Reynt var að forðast að fá sjáanleg "óhreinindi" með í sýnaflöskuna, s.s. slý, flugur o.þ.h. Sýnin voru tekin um 10-20 cm undir yfirborðinu og á ská upp í straumstefnuna. Sýni til efnagreininga voru tekin í tvær 50 ml polypropylen flöskur. Önnur flaskan (málmgreiningar) var súruþvegin fyrir sýnatökuna og í hana var bætt 100 µl af saltpéturssýru (65%, suprapur[®]) strax að aflokinni sýnatökunni. Bakteríusýni voru tekin í gerilsneiddar plastflöskur frá Hollustuvernd ríkisins, 250 ml eða stærri. Áður en sýni til efnagreininga voru tekin voru flöskurnar skolaðar þrisvar upp úr árvatninu en bakteríusýni voru tekin í óskolaðar flöskur. Sýni voru ekki síuð. Alls 12 sýni voru tekin á 12 mánaða tímabili. Sýnatökudagar voru ekki fyrirfram ákveðnir heldur valdir jafnóðum. Sýnatökuna og mælingarnar annaðist ýmist Þorsteinn Narfason eða Árni Davíðsson. Tryggvi Þórðarson tók þátt í sýnatöku 29. febrúar 2002.

Meðhöndlun, geymsla og flutningur sýna

Sýnin voru geymd kæld þar til hægt var að frysta þau (efnasýni) eða greina (bakteríusýni). Strax að sýnatöku lokinni var sýnum til bakteriugreininga komið til rannsóknastofu Hollustuverndar ríkisins og efnasýnum í frysti. Bakteríusýni voru tekin til ræktunar samdægurs. Efnagreiningar fóru fram á rannsóknastofu Skógvistfræðistofnunar Landbúnaðarháskólans í Umeå í Svíþjóð. Sýnin voru send þangað með hraðsendingarþjónustu og í þurrís sem hélt þeim frosnum á leiðinni. Geymslutími í frysti frá sýnatöku að efnagreiningu var allt að 11 mánuðir. Sýnin voru tekin úr frysti 24 tímum fyrir greiningu.

Mælingar og efnagreiningar

Staðarákvörðun var gerð án leiðréttingar með Garmin 48 staðarákvörðunartæki með WGS 84 viðmiðun. Lofthiti var oftast mældur með útihitamæli á bíl á ferð en vatnshiti með kvikasilfursmæli í látúnshylki, upplausn: 0,1°C. Sýrustig (pH) var mælt á staðnum með Scott pH meter G 837 handmæli og leiðni með Hanna Hi 9033 handmæli. Ef á þurfti að halda voru pH og leiðnimælar stilltir fyrir hvert sýnatökuskripti. Sjálfvirk leiðrétting mælanna miðast við 25°C.

Gerð er grein fyrir efnagreiningaraðferðum og efnagreiningartækjum efnarannsóknastofu í töflu 3.

Tafla 3. Efnagreiningaraðferðir og efnagreiningartæki.

Mælipáttur	Efnagreiningaraðferð	Efnagreiningartæki
Ammóníak (NH ₄ -N)	FIA	Tecator 5012, Foss Tecator, Sollentuna, Sverige
Fosfat (PO ₄ -P)	FIA	Tecator 5012, Foss Tecator, Sollentuna, Sverige
t-N og t-P	Oxun með kalíumperoxodisulfat. FIA	Tecator 5012, Foss Tecator, Sollentuna, Sverige
Katjónir (málmar)	ICP/MS-DRC	Elan 6100, PerkinElmer, Norwalk, Connecticut, USA
Lífrænt kolefni (TOC)		TOC-5000, Shimadzu, Kyoto, Japan

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 jafnframt því að þau hækka jafnan með hækkandi mæligildi. Skekkjumörk og næmni við einstök mæligildi eru sýnd í viðauka með skýrslunni.

Meðferð gagna og túlkun

Flokkunin byggir á meðaltölum úr mælingunum í ánni. Í vissum tilvikum geta einstök gildi verið margfalt hærri en meðaltal annarra gilda sama efnis. Sérstaklega á þetta við um málma. Fyrir því geta verið eðlilegar skýringar, t.d. vatnavextir en samfara þeim er meira um gruggagnir í ánum og í og á ögnunum sitja málmar en einnig eru hugsanleg mistök við sýnatöku eða efnagreiningu. Þar sem meðaltal tiltölulega fárra sýna er lagt til grundvallar flokkuninni geta einstök fráviksgildi vegið mjög mikið og jafnvel gefið margfalda þá meðaltölu sem fengist án gildisins og þannig leitt til lakari flokkunar í vissum tilvikum. Ef fráviksgildið er eðlilegt við þær aðstæður sem voru í ánni þegar sýnið var tekið og hugsanlegt getur talist að þær aðstæður séu álíka algengar og hlutfall gildisins af heildarfjölda gilda segir til um (1/12 af tímanum eða 30 daga á ári) ber að reikna slíkt fráviksgildi með í meðaltalinu. Ef aftur á móti má rekja gildið til aðstæðna sem augljóslega eru óalgengar, t.d. tímabundinna framkvæmda sem grugga ána eða vatnavaxta af þeirri stærðargráðu sem verða aðeins með nokkurra ára millibili, ætti ekki að nota þannig gildi þegar svo fá sýni eru tekin. Engum gildum var sleppt af þessum sökum í flokkuninni hér.

Meðaltal mikið dreifðra gilda er stundum ekki hæft til notkunnar við flokkun. Til að meta það hvenær meðaltal er hæft til að flokka eftir eru hér hafðir til hliðsjónar útreikningar (Charles J. Krebs 1989) á því hve mörg sýni þyrfti að taka til að geta með 90% öryggi fullyrt að meðalgildið sem fæst sé innan 50% skekkjumarka raunverulegs meðaltals í ánni. Ef mikil dreifing er í niðurstöðunum er tala nauðsynlegs sýnafjölda há, annars lág. Gengið er út frá því hér að ef nauðsynlegur sýnafjöldi til að ná þessu er 40 sýni eða færri sé flokkunin fullnægjandi, ef hann er 41-100 sé flokkunin óviss en þó gerð og ef hann er yfir 100 sýni sé flokkun marklaus og því ekki gerð hvorki í umhverfismarkaflokka né mengunarflokka. Jafnan sem notuð er³ gengur út frá því að mæligildin séu normaldreifð.

Ofangreind aðferð var ekki notuð fyrir saurkólibakteríur. Styrkur saurkólí í yfirborðsvatni er jafnan lognormal dreifður og er því notast við geometrískt meðaltal við útreikninga meðalstyrks saurkólí⁴. Geometrískt meðaltal er lægra en hefðbundið meðaltal, sérstaklega þegar mjög há gildi koma fyrir. Notkun þess fyrir saurkólí gefur

³ $n = (t_{\alpha} S_1)^2 / d^2 \left(1 + \frac{2}{n_1}\right)$ n =nauðsynleg stærð úrtaks, n_1 =stærð úrtaks, S_1 =staðalfrávik fyrir n_1 ,

t_{α} =Student t með $n-1$ frítölur fyrir $1-\alpha$ öryggismörk, d =valin skekkjumörk (styrkur).

⁴ Geometrískt 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.

þar af leiðandi betri saurkólíflokkun mengaðra vatna en ella. Vandamál vegna mikið dreifðra gilda eru hinsvegar síður fyrir hendi við notkun geometrískis meðaltals.

Við útreikninga í skýrslunni eru mæligildi sem eru undir greiningarmörkum meðhöndluð sem talnagildi greiningarmarkanna. Þegar eitthvert gildi undir greiningarmörkum hefur verið notað við útreikning á meðaltali og staðalfrávik er niðurstaðan gefin sem minna en gildið sem útreikningurinn gefur.

Rannsóknabættir

Næringarefni

Flokkun byggð á næringarefnum

Næringarefni geta sagt til um vistfræðilegt ástand vatna og eru þau einnig góður mælikvarði á ýmsar tegundir mengunar. Flokkun vatna m.t.t. næringarefna byggist fyrst og fremst á heildarmagni fosförs (t-P) og köfnunarefnis (t-N). Við flokkun fallvatna er hinsvegar einnig stuðst við ammóníak ($\text{NH}_3\text{-N}$) og fosfat ($\text{PO}_4^{2-}\text{-P}$).

Næringarefni í náttúrunni

Náttúrulegur fosfór er upprunninn úr bergi en náttúrulegt köfnunarefni að langmestu leyti úr andrúmsloftinu. Fosfór leysist upp við efnaveðrun en náttúrulegt köfnunarefni verður aðallega til fyrir tilstilli eldinga og með köfnunarefnisbindingu vissra lífvera sem geta breytt köfnunarefni andrúmsloftsins í vatnsleysanleg köfnunarefnissambönd. Efnasambönd fosförs eru torleyst í vatni en köfnunarefnis fremur auðleyst. Mun meira getur því verið af köfnunarefni en fosfór í vatni. Köfnunarefni og fosfór eru lífsnauðsynleg þörungunum og nota þeir þau í hlutföllunum 7,2:1 (vikt) (Steven C. Chapra 1997).

Næringarefnamengun

Næringarefnamengun er venjulega aðallega frá skólplosun og lífrænum og ólífrænum áburði í landbúnaði. Ofanvatn í þéttbýli getur einnig tekið með sér talsvert af næringarefnum úr gördum og opnum svæðum og úrkoma ber með sér næringarefnamengun, aðallega köfnunarefni.

Þáttur næringarefna í vistkerfinu

Fosfór (P) og köfnunarefni (N) er nauðsynlegt öllum gróðri til vaxtar en eru oft takmarkandi fyrir vöxt vatnaþörunga við venjulegar aðstæður. Þar sem bæði efnin er að finna í skólpi og eru notuð til áburðar, t.d. við túnrækt, eykst framboð þeirra í vatninu þegar mannlegra áhrifa gætir. Aukningin hleypir vexti í þörungagróðurinn og getur valdið neikvæðum breytingum á vistkerfi viðkomandi vatna verði hún of mikil. Neikvæðu breytingarnar felast venjulega í offjölgun þörunga og einhæfara vistkerfi (ofauðgun) og gangi þær langt getur orðið súrefnisleysi í neðri lögum stöðuvatna með tilheyrandi dauða lífvera. Við slíkar aðstæður leysist upp fosfór sem safnast hefur fyrir í setinu og getur setið orðið viðvarandi fosfórupspretta. Af þessum ástæðum sýna stundum mikið menguð stöðuvötn einkenni ofauðgunar löngu eftir að mengunarupspretturnar hafa verið upprættar, sérstaklega ef þau eru grunn.

Yfir vaxtartímann eru nýtanleg næringarefni að mestu bundin í lífmassanum. Þessi efni eru þó aðgengileg gróðri þar sem þau losna stöðugt við niðurbrot og rotnun.

Ammóníak ($\text{NH}_4^+\text{-N}$) og fosfat ($\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$) geta gefið vísbendingu um nálægar uppsprettur næringarefnamengunar.

Ammóníak myndast við niðurbrot próteina og þvagefnis og er t.d. mikið af ammóníaki í skólpi og húsdýraáburði. Ammóníak getur stundum einnig myndast að sumarlagi við súrefnislaust ástand í næringarríkum stöðuvötnum þar sem mikið er af lífrænu efni. Bæði þörungar og plöntur geta notað ammóníak sem næringarefni en það er hinsvegar eitrað fiskum við hátt pH. Þegar súrefni er til staðar er ammóníak óstöðugt og oxast fljótt af völdum örvera yfir í nítrat (NO_3^-).

Fosfat er það form fosfórs sem vatnagróðurinn getur nýtt sér. Oft er það fosfór sem er takmarkandi fyrir þörungavöxt. Þegar svo stendur á er venjulega lítið sem ekkert af fosfati í uppleystu formi því það er torleyst og notað jafnóðum af þörungunum. Þótt fosfat mælist stundum ekki vegna lítills styrks er þó stöðugt framboð af því vegna niðurbrotsferla í vistkerfinu. Fosfat fellur út með járni þegar súrefni er til staðar og hefur því tilhneigingu til að safnast fyrir í seti.

Lífrænt efni

Öll efnasambönd sem eru að grunnuppbyggingu úr kolefni (C) og vetni (H) teljast lífrænt efni. Náttúrulegt lífrænt efni er upprunalega tilkomið vegna myndunar þess af frumbjarga lífverum. Þaðan hefur það gengið inn í fæðukeðjuna og getur borist í vötn frá hvað hluta hennar sem er, einnig af landi og með mengun frá mannlegri starfsemi. Til lífrænna efna teljast ennfremur ýmis “gerviefni” s.s. plast- og jarðolíuefni. Tilvist þeirra í vötnum er eingöngu vegna mengunar frá mannlegri starfsemi og athöfnum. Í skólpi er mjög mikið af lífrænu efni og augljósustu merki mikillar skólpmengunar í vatni eru af völdum lífrænu efnanna (bakteríutaumar). Mengun af völdum lífrænna efna felst m.a. í auknu álagi á vistkerfið þegar þau brotna niður. Við niðurbrotið er súrefni vatnsins notað en það endurnýjar sig yfirleitt hægt. Fosfór og köfnunarefni berst þá einnig út í vatnið og örva frumframleiðslu gróðurs á enn meira lífrænu efni. Heildar lífrænt kolefni (TOC) er kolefnishluti lífræns efnis.

Örverumengun

Saurbakteríur eiga uppruna sinn í saur manna og dýra með heitt blóð. Magn þeirra í vatni er því beinn mælikvarði á saurmengun vatnsins. Vatnið er hins vegar ekki kjörlandi saurbaktería og þær tína ört tölunni eftir að iðrunum sleppir. Magn saurbaktería getur því hafa minnkað talsvert þegar þær eru lengi að berast frá upprunastaðnum á sýnatökustaðinn. Í undantekningartilvikum getur saurkólí fjölgað sér utan hýsilsins en það sama á ekki við um saurkokka. Þeir þættir sem helst eiga þátt í dauða saurbaktería í vatni eru sólarljósið, selta, hitastig og afát. Dauðatíðni er að jafnaði meiri að sumarlagi vegna meiri birtu en hitastig hefur einnig þýðingu. Venjulega eru saurbakteríur vart mælanlegar í ómengðu yfirborðsvatni. Villt spendýr eru fá á Íslandi og því ólíklegt að saurbakteríur frá þeim mælist oft í vatni. Fuglar eru mun algengari og sumar tegundir þeirra halda sig á eða við vötn. Líklegra

er því að finna saurbakteríur úr fuglum í vötnum sem eru ósnortin af mönnum. Hinsvegar þarf mikið fuglalíf eða óvenju vatnslítið vatn til að saurbakteríur fugla mælist í einhverjum mæli. Ef ekki eru sérstakar aðstæður við tiltekið vatn hvað þetta varðar má ætla að saurbakteríurnar stafi að lang mestu leyti af saurmengun af manna völdum, ýmist frá mönnunum sjálfum eða hús- og gæludýrum þeirra.

Málmar

Málmar í náttúrunni

Málmar eru fremur torleystir í vatni og því frá náttúrunnar hendi í litlum styrk í upplausn og teljast því flestir snefilefni. Þeir geta hinsvegar verið til staðar í föstu formi, bundnir öðrum efnum. Náttúrulegur styrkur þeirra ræðst að talsverðu leyti af jarðfræði og jarðvegsgerð viðkomandi svæðis en sýrustig og magn lífrænna efna í vatninu hafa einnig áhrif á styrk þeirra svo og á eiturvirkni. Þótt sumir málmar séu nauðsynlegir lífverum hafa margir þeirra einnig eituráhrif á vatnalífverur jafnvel í tiltölulega lágu styrk og geta auk þess safnast fyrir í fiskum. Þeir málmar sem notaðir eru við flokkunina eru kopar (Cu), zink (Zn), kadmíum (Cd), blý (Pb), króm (Cr), nikkell (Ni) og arsen (As).

Mengun af völdum málma

Málmar geta verið í margföldum náttúrulegum styrk þar sem iðndarmengun er til staðar, s.s. frá málmhúðunarfyrtækjum. Mikið af málmamenguninni tengist hinsvegar bifreiðum. Zink og blý koma m.a. við dekkjaslit, úr vélaolíu og vélafeiti en zink kemur einnig af zinkhúðuðu járn, s.s. bárujárn og blý auk þess við leguslit og úr kælivökvum. Kopar kemur við slit lega, vélarhluta og bremsuborða en einnig úr kælivökvum og vissum fúavarnarefnum sem innihalda kopar. Kadmíum kemur við dekkjaslit og úr tilbúnum áburði. Króm kemur m.a. við slit á vélarhlutum og bremsuborðum. Nikkel kemur úr díselolíu og bensíni, smurolíu, malbiki og við slit bremsuborða. Arsen kemur m.a. úr eldsneyti. Málmamengun getur að einhverju leyti einnig borist sem aukaefni úr salti sem borið er á götur. Mengunin getur bæði verið í formi uppleystra og fastra málma og málmsambanda. Í föstu formi geta þeir safnast fyrir í seti og borist þaðan upp í vatnið að nýju, m.a. við upprót eða í gegnum fæðukeðjuna.

Aðrir þættir

Aðrir þættir sem mældir voru, pH, leiðni og hitastig, eru ekki flokkunarþættir heldur fyrst og fremst ætlað að gefa gleggri mynd af viðkomandi vatnsfalli þegar sýnið var tekið. pH ræðst fyrst og fremst af ferli upprunavatnsins, jarðefnafræðilegum þáttum og lífrænum efnaskiptaferlum í ánni (frumframleiðni og öndun) en leiðni er mælikvarði á heildarstyrk uppleystra jóna í vatninu og ræðst af jarðefna- og vatnafræðilegri sögu vatnsins og mengunarálagi.

Botnsá

Lýsing og helstu stærðir

Botnsá kemur úr Hvalvatni sem er 160 m djúpt og í 386 m hæð yfir sjávarmáli (Sigurjón Rist 1969). Heildarflatarmál vatnasviðs Botnsár er 79 km² og er lengd árinna að Hvalvatni 9 km (Sigurjón Rist 1969). Í Botnsá eru nokkrar þverár auk þess sem í Hvalvatn falla einnig nokkrar litlar ár.

Áin á upptök í óbyggðu svæði en rennur síðan í gegn um Botnsdalinn þar sem er að finna 10 – 15 sumarhús og nokkur hjólhýsi. Í dalnum er ekki stundaður búskapur lengur en skógrækt er þar stunduð á afmörkuðum svæðum. Dalbotninn er víða kjarrivaxinn.

Jarðfræði og jarðefnafræði

Vatnasvið Botnsár er á grágrýtismynduninni sem er að finna beggja vegna gosbeltisins. Auk grágrýtis er móberg algengt á slíkum svæðum. Berggrunnurinn er allþéttur og eru því lækir og ár áberandi. Ár hafa því einnig dragáreinkenni séu þau ekki mikið miðluð af vötnum, mýrum og lausum jarðlögum. Hlutfallslega minna af vatninu á þéttum svæðum hefur viðkomu í berglögum en á lekum svæðum gosbeltisins og hefur það því tekið minna til sín af efnum 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 stöðuvötn eru á vatnakerfinu.

Mannleg umsvif og mengunarálag

Bein losun

Skólp frá sumarbústöðum neðst í Botnsdalnum er líklega oftast leitt um roþró. Ókannað er hinsvegar hvort notuð er sandsía eða síubeð í öllum tilvikum. Iðnaður eða landbúnaður er ekki fyrir hendi.

Dreifð mengun

Ofanvatn af þéttum manngerðum flötum er nánast ekkert á vatnasviði Botnsár. Mengunarálag á ána af þessum völdum er því ekki fyrir hendi enn. Áburðarnotkun við skógrækt og í gördum veldur hugsanlega lítilsháttar dreifðri mengun og sama er hugsanlega að segja um grunnvatn ef það tekur við afrennsli úr sandsíum og síubeðum roþróa. Vafalaust veldur einnig sumarganga sauðfjár einhverri dreifðri mengun á vatnasviðinu.

Umfjöllun um niðurstöður

Niðurstöður eru birtar í heild sinni í töflu A í viðauka við skýrsluna.

Úttektin náði ekki til mælinga á rennsli árinna en athugasemdir um vatnafar voru skráðar þegar við átti (sjá töflu B í viðauka). Skv. þeim var mikið í ánni í tvö skipti og lítið í tvö. Hin skiptin 8 var áin hvorki vatnslítil né í vexti. Ekki er hægt að meta hvort meðaltöl sýnatökudaganna gefa fullkomlega rétta mynd af venjulegu eða

meðalástandi árinna á athugunartímabilinu. Við sýnatökuna í september og desember voru vatnavextir í ánni en óvenju lítið í henni í október og nóvember. Ekki er að sjá að þessa daga hafi rennsli árinna haft sérstök áhrif á efna- og bakteríustyrkinn í ánni.

Hitastig var við frostmark í ánni þegar kaldast var og náði rúmlega 10 °C hita þegar heitast var.

pH var á bilinu 7,2-9,1. Árstíðarbreytingar á pH voru ekki miklar en það mældist hærra seinni hluta ársins.

Sveiflur í leiðnigildum voru ekki miklar, yfirleitt á bilinu 50-60 µS/cm. Lægst mældist leiðnin 47 µS/cm í vatnavöxtum í desember en hæst 69 µS/cm í mars. Árstíðarmunar varð ekki vart.

Saurkólíabakteríur voru til staðar í ánni alla sýnatökudagana. Styrkur þeirra var jafnan frekar lágur eða frá 1 upp í 170 í hverjum 100 ml. Gildin voru áberandi hærri að sumarlagi. Meðalstyrkur⁵ saurbaktería var 7 í 100 ml.

Styrkur heildarnæringarefna (t-P og t-N) var yfirleitt lágur og ekki varð vart áberandi ártíðarmunar. Hæsta gildi heildarköfnunarefnis var í apríl og heildarfosförs í júlí.

Heildar lífrænt kolefni (TOC) var yfirleitt í kring um 1 mg/l. Undantekningin var gildið í janúar en þá mældist heildarmagn lífræns efnis 2,37 mg/l.

Sveiflur í styrk málma voru yfirleitt litlar ef frá er talið zink sem sveiflaðst þó nokkuð. Hæsta zinkgildið mældist í maí og var það 42 falt meðaltal annarra gilda. Há zinkgildi komu einnig fyrir í öðrum ám á svæðinu á sama tímabili. Almennt má búast við hærri málmgildum í vatnavöxtum því málmar bindast gruggögnum og eru hluti af þeim en þær eru frekar á ferðinni við aukið rennsli. Ekki varð þó vart við hærri málmgildi þá tvo daga sem vatnavextir voru í ánni.

Flokkun Botnsár

Náttúrulegt ástand

Viðmiðanir

Við ákvörðun á náttúrulegu ástandi verður reynt að hafa að leiðarljósi ástandið eins og það hefur líklega verið fyrir tæknibyltinguna í iðnaði og landbúnaði sem hófst aðalega um og upp úr aldamótunum 1900. Undantekningin eru saurbakteríur sem aðeins er gert ráð fyrir að sé upprunnar frá villtum dýrum í náttúrulegu ástandi árinna.

⁵ Geometriskt 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.

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

Þegar beinar mælingar á náttúrulegu ástandi tiltekins vatns skortir er ákvörðun þess í raun ágiskun byggð á eins sterkum líkum og hægt er á grundvelli almennrar vitneskju og tiltækra gagna. Misjafnt getur því verið hversu traust gögn liggja að baki slíkri ágiskun og er nauðsynlegt við alla frekari vinnu að endurskoða mat á náttúrulegu ástandi jafnóðum og nýjar upplýsingar koma fram sem geta varpað betra ljósi á hvert það sé.

Beinar mælingar frá því áður en áhrifa mannsins fór að gæta skortir í Botnsá. Nákvæmin við mat á náttúrulegu ástandi árinna er því ekki mikil. Ekki er þó sjálfgefið að leiðrétting minniháttar ónákvæmi af þessum sökum muni hafa áhrif á mengunarflokkun árinna því mengunarflokkunin byggir á flokkun náttúrulegs ástands í umhverfismarkaflokk sem borinn er saman við samskonar flokkun fyrir raunverulegt ástand. Aðeins þegar náttúrulegt gildi er á mörkum umhverfismarkaflokka gæti smávægileg leiðrétting skipt máli við flokkunina.

Næringarefni

Styrkur fosfórs í yfirborðsvatni í heiminum er oftast á bilinu 0,005 – 0,020 mg/l $\text{PO}_4\text{-P}$ en í ósnortnum vötnum allt niður í 0,001 mg/l (Deborah Chapman 1996). Á Íslandi er efnaveðrun meiri en víðast annarsstaðar (Sigurður R. Gíslason & Stefán Arnórsson 1988) en á móti kemur styttri tími til efnaveðrunar og meiri úrkoma sem þynnir efnin út (Sigurður Reynir Gíslason 1993). Í ýmsum ám á Suðurlandi reyndist uppleysti hluti heildarfosfórs þó oftast vera á bilinum um 0,009 – 0,030 mg/l (Eydís Salome Eiríksdóttir o.fl. 1999). Að jafnaði er fastur hluti fosfórs í ám heimsins um tísfaldur uppleysti hlutinn (Elizabeth Kay Berner & Robert A. Berner 1996). Heildarfosfór (t-P) í 39 íslenskum stöðuvötnum var hinsvegar undir 0,008 mg/l í 50% tilvika og undir 0,060 mg/l í 90% tilvika (Brit Lise Skjelkvale o.fl. 2001). Sambærilegar tölur fyrir Úlfarsá, Köldukvísl, Laxá í Kjós, Bugðu, Leirvogsá, Kiðafellsá, Fossá, Brynjudalsá og Botnsá eru 0,009 mg/l og 0,018 mg/l. Ef Varmá í Mosfellsbæ er tekin með eru tölurnar 0,009 mg/l og 0,037 mg/l en í Varmá rann talsvert skólp allt sýnatökutímabilið.

Í ósnortnum vötnum er ammóníak ($\text{NH}_4\text{-N}$) og sérstaklega nítrít ($\text{NO}_2\text{-N}$) lítið sem ekkert, oft ekki mælanlegt. Náttúrulegt nítrat ($\text{NO}_3\text{-N}$) er venjulega undir 0,1 mg/l (Deborah Chapman 1996) en í íslenskum stöðuvötnum getur það verið undir 0,001 mg/l (Brit Lise Skjelkvale o.fl. 2001). Í könnun á sunnlenskum ám reyndist meðalstyrkur uppleysta hluta heildarköfnunarefnis (t-N) oftast vera á bilinu um 0,03 – 0,07 mg/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 Skjelkvale o.fl. 2001). Á heimsvísu er náttúrulegt fast köfnunarefni í ám um þriðjung meira en náttúrulegt uppleyst köfnunarefni (Elizabeth Kay Berner & Robert A. Berner 1996). Í 39 íslenskum stöðuvötnum var heildarköfnunarefni undir 0,125 mg/l í 50% tilvika og undir 0,359 mg/l í 90% tilvika (Brit Lise Skjelkvale o.fl. 2001). Sambærilegar tölur fyrir Úlfarsá, Köldukvísl, Laxá í

Kjós, Bugðu, Leirvogsá, Kiðafellsá, Fossá, Brynjudalsá og Botnsá eru 0,065 mg/l og 0,269 mg/l. Ef Varmá í Mosfellsbæ er tekin með eru tölurnar 0,070 mg/l og 0,639 mg/l.

Lífrænt efni

Náttúrulegt gildi heildarmagns lífræns efnis fyrir íslenskar ár er illa þekkt. Styrkur lífræns efnis í vatni er m.a. háður loftslagsbreytingum á hverjum tíma en hlýnandi veðurfar hefur m.a. sumsstaðar valdið aukningu lífræns efnis í yfirborðsvatni á síðustu árum (Rolf D. Vogt o.fl. 2001). Ástæðan er aukið niðurbrot uppsafnaðs lífræns efnis í umhverfinu vegna hitastigshækkunar og að einhverju leyti aukin uppgufun vatns sem gerir vatnið rammara. Ætla má einnig að framræsla mýra auki niðurbrot lífræns jarðvegs og þá líklega einnig magn uppleysta lífrænna niðurbrotsefna sem berast í vötn. Að meðaltali er styrkur heildar lífræns kolefnis (TOC) í ám heimsins 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 niðurbrotsefnin í vatninu, og jarðvegi sem víða vantar að mestu lífræn efni, má búast við að styrkur náttúrulegs lífræns uppleysts efnis í yfirborðsvatni á Íslandi séu yfirleitt lágur og vel undir heimsmeðaltali. Efnagreiningar á heildarmagni lífræns kolefnis í íslensku vatni vantar almennt ennþá. Til eru þó mælingar gerðar í 39 íslenskum stöðuvötnum (Brit Lise Skjelkvale o.fl. 2001) sem sýna að styrkur heildar lífræns kolefnis var undir 1,0 mg/l í 50% tilvika og undir 2,3 mg/l í 90% tilvika. Sambærilegar tölur fyrir Úlfarsá, Köldukvísl, Laxá í Kjós, Bugðu, Leirvogsá, Kiðafellsá, Fossá, Brynjudalsá og Botnsá eru 2,10 mg/l og 3,88 mg/l. Ef Varmá í Mosfellsbæ er tekin með eru tölurnar 2,37 mg/l og 4,75 mg/l. Meðaltal heildarmagns lífræns kolefnis í Úlfarsá, Köldukvísl, Leirvogsá, Bugðu og Laxá í Kjós var 3,2 mg/l en í Kiðafellsá, Fossá, Brynjudalsá og Botnsá 1,2 mg/l (sjá töflu 4). Ekki eru þessar ár algerlega ósnortnar svo búast má við að viss hluti lífræns kolefnis í sumum þeirra sé frá athöfnum mannsins kominn.

Málmar

Lágur styrkur málma í íslenskum ám er talinn vera náttúrulegur bakgrunnsstyrkur þeirra héraðs (Hollustuvernd ríkisins). Til eru upplýsingar um styrk málma í ýmsum ám á landinu, m.a. á Kjósarsvæði en gildin eru flest aðeins yfir uppleysta málma og því erfið til samanburðar. Vegna þessa verkefnis liggja þó fyrir efnagreiningar á heildarmálmum í 10-12 sýnum úr hverri af ánum Úlfarsá, Köldukvísl, Leirvogsá, Bugðu, Laxá í Kjós, Kiðafellsá, Fossá, Brynjudalsá og Botnsá. Þessar ár eru á sama landssvæði og því vel hæfar til viðmiðunar innbyrðis með þeim fyrirvara að gróðurfar, stærð vatnasviðs, landslag og lekt berg- og jarðgrunns á vatnasviði þeirra er eitthvað mismunandi. Jafnframt verður að hafa í huga að strangt til tekið er engin þessara áa alveg ósnortin.

Úrkoma

Í úrkomu eru ýmiss þeirra efna sem flokkun vatna byggist á. Gera má ráð fyrir að ofanvatn sem hripar um jarðveg losi sig við talsvert af uppleystu efnunum sem fylgja

úrkomunni en bæti við sig öðrum. Hversu mikið hverfur er m.a. háð eiginleikum efnanna, jarðvegi, gróðurfari, árstíma og tímanum sem vatnið er í snertingu við jarðveginn. Sá tími er að jafnaði styttri því minni sem lektin á vatnasviðinu er.

Mat á náttúrulegu ástandi

Í töflu 4 er sýndur miðgildis- og meðal efna- og bakteríustyrkur annarsvegar Úlfarsár, Köldukvíslar, Laxár í Kjós, Bugðu og Leirvogsár og hinsvegar Kiðafellsár, Fossár, Brynjudalsár og Botnsár, meðalefnastyrkur í úrkomu í Reykjavík og á Írafossi og meðalstyrkurinn í Botnsá. Þar eru einnig sýnd þau gildi sem talið er að einkenni náttúrulegt ástand Botnsár og þeir umhverfismarkaflokkar sem eiga við þau gildi. Matið er að mestu byggt á samanburði þessara gagna og almennri vitneskju um eiginleika vatnasviðanna og umsvif á þeim að teknu tilliti til eiginleika matsþáttanna og þeirra atriða sem rakin hafa verið hér að framan.

Tafla 4. Náttúrulegt ástand Botnsár. Öftustu tveir dálkarnir sýna áætlað náttúrulegt ástand árinna bæði sem styrk og umhverfismarkaflokk. Taflan sýnir að öðru leyti miðgildis- og meðalefnastyrk annarsvegar í Kiðafellsá, Fossá, Brynjudalsá og Botnsá og hinsvegar Úlfarsá, Köldukvísl, Leirvogsá, Bugðu og Laxá í Kjós. Auk þess er sýndur meðalefnastyrkur úrkomu í Reykjavík og við Írafoss og mæld gildi í Botnsá.

	Kiðafellsá, Fossá, Brynjudalsá og Botnsá ^{a)}				Úlfarsá, Kaldakvísl, Leirvogsá, Bugða, Laxá í Kjós ^{b)}				Meðaltal úrkomu í Reykjavík og á Írafossi ^{c)}	Mæld gildi í Botnsá (n=11-12)	Náttúrulegt ástand Botnsá	
	Mið-gildi	Meðal-tal	Staðal-frávik	N	Mið-gildi	Meðal-tal	Staðal-frávik	N			Áætluð náttúruleg gildi	Umhverfismarkaflokkur
Saurkólí í 100 ml*	4	7		48	8	18		58		7	4	I
t-P (mg/l)	0,011	<0,013	<0,007	48	0,006	<0,008	<0,005	50		<0,009	0,006	I
PO4-P (mg/l)	0,007	<0,007	<0,003	48	0,004	<0,006	<0,004	50		<0,006	0,004	I
t-N (mg/l)	0,065	<0,269	<0,902	48	0,059	<0,107	<0,130	50	0,233**	<0,054	0,06	I
NH4-N (mg/l)	0,006	<0,007	<0,006	48	0,010	<0,010	<0,005	50	0,172	<0,0060	0,005	I
TOC (mg/l)	1,02	<1,23	<0,72	48	3,09	<3,24	<1,13	50		<1,04	1,3	I
Cu (ug/l)	0,29	<0,45	<0,49	48	0,76	2,48	6,19	50	1,313	0,256	0,6	II
Zn (ug/l)	22,30	<96,17	<190,24	48	1,83	<37,68	<145,99	50	10,651	84,01	30	III
Cd (ug/l)	0,019	<0,023	<0,017	48	0,023	<0,026	<0,018	50	0,013	<0,022	0,02	II
Pb (ug/l)	0,034	<0,048	<0,043	48	0,120	2,448	10,975	50	0,278	0,043	0,05	I
Cr (ug/l)	0,535	0,689	0,556	48	0,960	2,100	3,342	50	0,221	0,730	0,7	II
Ni (ug/l)	0,38	0,45	0,31	48	0,43	1,05	2,39	50	0,522	0,367	0,4	I
As (ug/l)	0,09	<0,10	<0,02	48	0,08	<0,09	<0,03	50	0,032	<0,107	0,1	I

* Geometriskt meðaltal. ** NO₃ + NH₄.

a) (Tryggvi Þórðarson 2003f, 2003h, 2003g)

b) (Tryggvi Þórðarson 2003b, 2003d, 2003a, 2003c, 2003e)

c) (Kevin Barrett 2002)

Raunverulegt ástand

Raunverulegt ástand er byggt á geometrísku meðaltali⁶ fyrir saurbakteríur en hefðbundnum meðaltölum fyrir efnaþættina. Til grundvallar eru lögð 12 gildi sem dreifast yfir 12 mánuði.

Þar sem notast er við fá gildi fyrir hverja á geta einstök há gildi haft talsverð áhrif á meðaltalið, sérstakleg þegar gildin að öðru leyti eru yfirleitt lág. Með því að hækka meðaltalið hafa þessi gildi neikvæð áhrif á flokkun árinna í umhverfismarkaflokk og þar með einnig í mengunarflokk. Þannig var zinkgildið í maí 42 falt meðaltal annarra zinkgilda. Ekki reyndist mögulegt að flokka ánnu í umhverfismarkaflokk á grundvelli zinks og þar af leiðandi heldur ekki í mengunarflokk.

Gerð er grein fyrir raunverulegu ástandi í töflu 5. Þar er einnig gefinn fjöldi þeirra sýna sem þarf til að segja með 90% öryggi að meðaltalið muni lenda innan 50% skekkjumarka frá raunverulegu meðaltali. Eins og áður sagði er stuðst við þennan sýnafjölda þegar metið er hvort flokkun í umhverfismarkaflokk og mengunarflokk er gerleg.

Tafla 5. Núverandi ástand Botnsár.

	Meðaltal mældra gilda (n=11-12)	Nauðsynlegur fjöldi sýna ⁷	Áreiðanleiki flokkunar	Umhverfismarkaflokkur
Saurkólí í 100 ml*	7			II ⁸
t-P (mg/l)	<0,009	2	Fullnægjandi	I
PO ₄ -P (mg/l)	<0,006	1	Fullnægjandi	I
t-N (mg/l)**	<0,054	8	Fullnægjandi	I
NH ₄ -N (mg/l)	<0,0060	3	Fullnægjandi	I
TOC (mg/l)	<1,04	3	Fullnægjandi	I
Cu (ug/l)	0,256	4	Fullnægjandi	I
Zn (ug/l)	84,01	113	Ófullnægjandi	Flokkun ekki gerð
Cd (ug/l)	<0,022	2	Fullnægjandi	II
Pb (ug/l)	0,043	13	Fullnægjandi	I
Cr (ug/l)	0,730	4	Fullnægjandi	II
Ni (ug/l)	0,367	6	Fullnægjandi	I
As (ug/l)	<0,107	1	Fullnægjandi	I

* Geometrískt meðaltal.

⁶ Geometrískt meðaltal = $10^{((\sum \log x)/n)}$ eða $10^{((\sum \log(x+1))/n)-1}$ ef núllgildi koma fyrir. X er mæligildi og n er fjöldi mæligilda.

⁷ $n = (t_{\alpha} S_1)^2 / d^2 \left(1 + \frac{2}{n_1}\right)$ n =nauðsynleg stærð úrtaks, n_1 =stærð úrtaks, S_1 =staðalfrávik fyrir n_1 ,

t_{α} =Student t með n-1 frítölur fyrir 1- α öryggismörk, d =valin skekkjumörk (styrkur).

⁸ Flokkunin byggir á sérstöku ákvæði í viðauka reglugerð nr. 796/1999 um varnir gegn mengun vatns þar sem kveðið er á um að saurbakteríur í vatni sem er í umhverfismarkaflokki I megi í 10% tilvika fara upp í 43/100 ml. Þar sem það gerðist oftar í Botnsá eða í 25% tilvika flokkast áin í umhverfismarkaflokk II.

Mengunarflokkun

Munurinn á umhverfismarkaflokkum fyrir raunverulegt og náttúrulegt ástand segir til um mengunarflokkunina. Í töflu D í viðauka er sýnt nákvæmlega hvernig ákveðinn munur gefur ákveðna mengunarflokkun. Mengunarflokkun Botnsár er gefin í töflu 6.

Gert er ráð fyrir að flokkunin gildi fyrir allar þverár Botnsár allt upp að Hvalvatni.

Tafla 6. Mengunarflokkun Botnsár, skv. reglugerð nr. 796/1999 um varnir gegn mengun vatns.

	Umhverfismarkaflokkar		Mengunarflokkun	
	Náttúrulegt ástand	Núverandi Ástand		
Saurkólí	I	II	B	Lítið snortið vatn
t-P	I	I	A	Ósnortið vatn
PO ₄ -P	I	I	A	Ósnortið vatn
t-N	I	I	A	Ósnortið vatn
NH ₄ -N	I	I	A	Ósnortið vatn
TOC	I	I	A	Ósnortið vatn
Cu	II	I	A	Ósnortið vatn
Zn	III	Liggur ekki fyrir		Flokkun ekki gerð
Cd	II	II	A	Ósnortið vatn
Pb	I	I	A	Ósnortið vatn
Cr	II	II	A	Ósnortið vatn
Ni	I	I	A	Ósnortið vatn
As	I	I	A	Ósnortið vatn

Ekki reyndist unnt að flokka Botnsá í mengunarflokk á grundvelli zinks (Zn) þar sem sýni reyndust of fá til að meta raunverulegt ástand árinna fyrir þann málma af nægilegu öryggi.

Tillaga að langtímamarkmiðum

Reglugerð nr. 796/1999 um varnir gegn mengun vatns mælir fyrir um að setja skuli langtímamarkmið fyrir vötn í því skyni að varðveita náttúrulegt ástand þeirra. Þegar náttúrulegt ástand tiltekins vatns er metið sérstaklega flokkast ómengað vatn ætíð í mengunarflokk A ef það er rétt flokkað. Sé aftur á móti stuðst við umhverfismark I lendar ómengað vatn ýmist í mengunarflokki A eða B eftir matsþáttum og gæti jafnvel lent í C í einstaka tilviki. Ástæðan er sú að umhverfismörk I gefa oft ekki rétta mynd af náttúrulegu ástandi hvers vatns. Við notkun umhverfismark I kann því að vera þörf fyrir að geta miðað langtímamarkmið við mengunarflokk B ef menn eru vissir um að vatn sem flokkast í B sé í raun ómengað. Ekki eru leiðbeinandi ákvæði í reglugerðinni um hvenær má setja markmið um mengunarflokk B, þ.e. um lítilsháttar mengaða á. Það er þó ljóst að með því að meta náttúrulegt ástand sérstaklega fyrir alla þætti ætti ekki að vera þörf fyrir vægari markmiðin nema sérstakar aðstæður krefjist. Dæmi um aðstæður sem kunna að réttlæta markmið um flokk B eru vötn með vatnasviðið allt í þéttbýli eða þar sem stunduð er starfsemi sem veldur tiltekinni

mengun og ekki er tækni- eða lagalega framkvæmanlegt að takmarka mengunina nægilega til að viðhalda náttúrulegu ástandi. Þetta væru vötn sem til frambúðar væru ekki talin geta uppfyllt markmið um náttúrulegt ástand.

Litið er svo á að með langtímamarkmiðum sé litið til næstu áratuga og jafnvel öld fram í tímann. Það kunni því að orka tvímælis að binda sig við tækni- eða lagaleg úrræði dagsins í dag við mat á því hvort þurfi að setta sig við einhverja mengun til langframa eða ekki. Þar sem vandamál eru á ferðinni beri jafnframt að líta á það sem eðlilegt að langtímamarkmið náist ekki endilega á fáum árum. Í ljósi þessa er lagt til að á nokkra áratuga fresti fari fram endurskoðun langtímamarkmiða. Ef það verður þá metið í ljósi reynslunnar að óframkvæmanlegt sé að ná markmiði um náttúrulegt ástand, þ.e. mengunarflokk A, er e.t.v. ástæða til að slaka upp á langtímamarkmiðinu. Nær allt vatnasvið Botnsár er hinsvegar náttúrulegt og er því hægt um vik að stýra umsvifum og uppbyggingu innan þess á þann hátt að vistkerfi árinna skaðist ekki.

Í ljósi ofanritaðs eru því hér lögð til langtímamarkmið um náttúrulegt ástand (mengunarflokk A) fyrir öll flokkunatriðin. Tillaga um langtímamarkmið er sýnd í töflu 7.

Tafla 7. Tillaga að langtímamarkmiðum fyrir Botnsá. Til samanburðar er einnig að finna í töflunni mat á mengunarflokkun hennar.

	Mengunarflokkun (frávik frá náttúrulegu ástandi)	Tillaga að langtímamarkmiðum			
		Flokkur	Umhverfismörk	Styrkur	Athugasemdir
Saurkólí í 100 ml	B Lítið snortið vatn	A	I	<14	Uppfyllt að hluta
t-P (mg/l)	A Ósnortið vatn	A	I	<0,02	Uppfyllt
PO ₄ -P (mg/l)	A Ósnortið vatn	A	I	<0,01	Uppfyllt
t-N (mg/l)	A Ósnortið vatn	A	I	<0,3	Uppfyllt
NH ₄ -N (mg/l)	A Ósnortið vatn	A	I	<0,01	Uppfyllt
TOC (mg/l)	A Ósnortið vatn	A	I	<1,5	Uppfyllt
Cu (ug/l)	A Ósnortið vatn	A	II	<3,0	Uppfyllt
Zn (ug/l)	Flokkun ekki gerð	A	III	<60	
Cd (ug/l)	A Ósnortið vatn	A	II	<0,1	Uppfyllt
Pb (ug/l)	A Ósnortið vatn	A	I	≤0,2	Uppfyllt
Cr (ug/l)	A Ósnortið vatn	A	II	<5	Uppfyllt
Ni (ug/l)	A Ósnortið vatn	A	I	≤0,7	Uppfyllt
As (ug/l)	A Ósnortið vatn	A	I	≤0,4	Uppfyllt

Þar sem ástand árinna er í nær öllum tilvikum gott eru markmiðin þau að halda í horfinu. Álagið á ána mun aukast ef aukin umsvif og hlutfall þéttra flata aukast á vatnasviðinu. Ekki eru fyrirjánalegar miklar breytingar í þeim efnum á næstunni. Ef verndun árinna er höfð að leiðarljósi við uppbyggingu og skipulag á vatnasviðinu er hinsvegar líklegt að auðvelt reynist að ná settum markmiðum, einnig þegar fram í sækir. Til að sporna við mengun þarf að tryggja fullnægjandi meðferð skólps og

áburðar, m.a. húsdýraskíts. Til lengri tíma litið er nauðsynlegt að draga úr magni ofanvatns á þeim svæðum sem byggð verða og tryggja þar sem kostur er að það seytli niður í jarð- og berggrunninn áður en það nær ánni.

Tillaga að vöktun

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.

Tillögur um vöktun eru dregnar saman í töflu 8. Tillögurnar miðast við að uppbygging þéttbýlis í einhverri mynd muni eiga sér stað á vatnasviði Botnsár næstu áratugina. Jafnframt aukist ýmis mannleg umsvif. Gert er ráð fyrir að þessi þróun verði ekki hröð og því er lögð til alllág vöktunartíðni. Lagt er til að tíðni vöktunar á saurbakteríum, næringarefnum og lífrænum efnum verði 10 ár. Þetta eru þættir sem verða helst raktir til áhrifa frá skólp- og landbúnaðarmengun. Sú lága tíðni sem lögð er til fyrir vöktun málma, 20 ár, byggist á þeirri staðreynd að styrkur málma reyndist almennt lágur og ekki útlit fyrir aukningu málmmengunar í bráð. Málmamengun mun þó aukast eftir því sem hlutfall þéttra flata á vatnasviðinu eykst. Tíðni vöktunar þarf því að taka mið af uppbyggingarhraðanum og vera endurskoðuð eftir hverja nýja úttekt. Tíðnin sem lögð er til er samræmd þannig að sýnataka fyrir málma fellur saman við sýnatöku fyrir hin efnin.

Tafla 8. Tillaga að vöktun Botnsá.

Vöktunarpáttur	Tíðni (ár)	Næsta vöktun	Skýringar
Saurkólí	10	2012	Þessir þættir benda til góðs ástands árinna. Sumir þessara þátta munu aukast með auknum mannlegum umsvifum. Þar sem breytingar verða væntanlega ekki hraðar er hægt að leggja til lága vöktunartíðni.
t-P	10	2012	
PO ₄ -P	10	2012	
t-N	10	2012	
NH ₄ -N	10	2012	
TOC	10	2012	
Cu	20	2022	Áin flokkast vel á grundvelli málma. Ekki er útlit fyrir breytingar á því næstu árin eða áratugina. Því er hægt að leggja til vöktun með mjög lágri tíðni. Eðlilegt er að endurskoða hana í ljósi hraða uppbyggingar og annarra umsvifa, t.d. þegar kemur að sýnatöku vegna annarra þátta.
Zn	20	2022	
Cd	20	2022	
Pb	20	2022	
Cr	20	2022	
Ni	20	2022	
As	20	2022	

Sérstök verndun, viðkvæm svæði og aðgerðaráætlanir

Það verkefni sem gerð hefur verið grein fyrir hér að framan tekur ekki til þess hvaða svæði ætti að vernda eða skilgreina sem viðkvæm sbr. 1. og 2. tl. gr. 11.1, gr. 10.3 og gr. 10.4 í reglugerð nr. 796/1999 um varnir gegn mengun vatns. Það tekur heldur ekki til tillögugerðar um aðgerðaráætlanir, sbr. 3 tl. sömu greinar og gr. 8.3 sömu reglugerðar.

Þegar langtímamarkmiðin hafa verið ákveðin þarf að íhuga hvort sérstakrar verndar á vatnasvæðinu er þörf og hvort ástæða sé til að skilgreina það viðkvæmt. Þá er

ennfremur nauðsynlegt að að móta stefnu um nauðsynlegar aðgerðir til að ná langtíamarkmiðunum. Á það einnig við þegar einungis þarf að halda í horfinu.

Sum af þeim atriðum sem nærtækast er að nota til aðgerða eru á valdsviði heilbrigðisnefndanna, s.s. að ákveða að tiltekið vatnasvið sé viðkvæmt og framfylgja að öðru leyti ákvæðum mengunarvarnareglugerða og starfsleyfa. Önnur eru í höndum sveitarstjórna, s.s. sérstök verndun vatnasviðs og aðrar aðgerðir sem lúta að skilyrðum í skipulagi og meðferð og hreinsun fráveituvatns úr veitum og af götum og opnum svæðum.

Heimildir

- AMAP 1997. Arctic Pollution Issues: A State of the Arctic Environment Report. Oslo, AMAP (Arctic Monitoring and Assessment Program). 188 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.
- Charles J. Krebs 1989. Ecological Methodology. New York, Harper & Row, Publishers. 654 bls.
- Deborah Chapman (ritstj.) 1996. Water Quality Assessments. A guide to the use of biota, sediments and water in environmental monitoring. (UNESCO/WHO/UNEP). 2. útgáfa. London, E & FN Spon. 626 bls.
- Elizabeth Kay Berner & Robert A. Berner 1996. Global Environment. Water, Air, and Geochemical Cycles. New Jersey, Prentice-Hall, Inc. Simon & Saddle River. 376 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.
- GUM 1995. Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement. Geneva, ISO.
- Hollustuvernd ríkisins 2002. Vatnsgæði og vatnsmengun. Hollustuvernd ríkisins <http://www.hollver.is/mengun/vatnsvernd/vatnsmengun.html>. 11. júní, 2002
- Kevin Barrett 2002. Copenhague Atmospheric Monitoring Programme. Observations from N.E. Atlantic Coastal Stations in 2000. Kjeller, Norway. OSPAR Commission for the Protection of the Marine Environment of the North-East Atlantic, Working Group on Inputs to the Marine Environment (INPUT). Norwegian Institute for Air Research (NILU). NILU OR 12/2002.
- 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.

- Sigurður R. Gíslason & Stefán Arnórsson 1988. Efnafræði árvatns á Íslandi og hraði efnarofs. Náttúrufræðingurinn 58:183-97.
- Sigurður Reynir Gíslason 1993. Efnafræði úrkomu, jökla, árvatns, stöðuvatna og grunnvatns á Íslandi. Náttúrufræðingurinn 63:219-36.
- Sigurjón Rist 1969. Vatnasvið Íslands. Iceland's drainage net. Reykjavík. Orkustofnun, Vatnamælingar. Report no. 6902, 93 bls.
- Steven C. Chapra 1997. Surface Water Quality Modeling. Boston, WCB/McGraw-Hill. 844 bls.
- Tryggvi Þórðarson 2003a. Flokkun vatna á Kjósarsvæði. Laxá í Kjós. Hveragerði. Rannsókn- og fræðasetur Háskóla Íslands í Hveragerði, Heilbrigðiseftirlit Kjósarsvæðis. 41 bls.
- Tryggvi Þórðarson 2003b. Flokkun vatna á Kjósarsvæði. Bugða. Hveragerði. Rannsókn- og fræðasetur Háskóla Íslands í Hveragerði, Heilbrigðiseftirlit Kjósarsvæðis. 39 bls.
- Tryggvi Þórðarson 2003c. Flokkun vatna á Kjósarsvæði. Leivogsá. Hveragerði. Rannsókn- og fræðasetur Háskóla Íslands í Hveragerði, Heilbrigðiseftirlit Kjósarsvæðis. 39 bls.
- Tryggvi Þórðarson 2003d. Flokkun vatna á Kjósarsvæði. Kaldakvísl. Hveragerði. Rannsókn- og fræðasetur Háskóla Íslands í Hveragerði, Heilbrigðiseftirlit Kjósarsvæðis. 39 bls.
- Tryggvi Þórðarson 2003e. Flokkun vatna á Kjósarsvæði. Úlfarsá. Hveragerði. Rannsókn- og fræðasetur Háskóla Íslands í Hveragerði, Heilbrigðiseftirlit Kjósarsvæðis. 39 bls.
- Tryggvi Þórðarson 2003f. Flokkun vatna á Kjósarsvæði. Brynjudalsá. Hveragerði. Rannsókn- og fræðasetur Háskóla Íslands í Hveragerði, Heilbrigðiseftirlit Kjósarsvæðis. 33 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. Fossá. Hveragerði. Rannsókn- og fræðasetur Háskóla Íslands í Hveragerði, Heilbrigðiseftirlit Kjósarsvæðis. 33 bls.

Viðauki

Tafla A. Samband mengunarflokkunar við náttúrulegt og raunverulegt ástand.	31
Tafla B. Athugasemdir skráðar við sýnatöku.	31
Tafla C. Niðurstöður mælinga og efna- og bakteríugreininga.	32
Tafla D. Óleiðrétt mæligildi efnagreininga ásamt skekkjumörkum.	33

Tafla A. 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

Tafla B. Athugasemdir skráðar við sýnatöku í Botnsá.

Dags.	Veðurlýsing	Athugasemdir
29.1.2002	Léttskýjað og bjart, gola.	Áin að mestu ísölögð. Vatnið ekki krapað en grunnstigull.
22.2.2002	Bjart veður í fyrstu, skýjað og snjófól yfir landi. Fór að snjóá áður en sýnataka hófst.	Sýni tekið á ís. Líklega var hitastig árinna núll þóttmælt hefði 0,8°C.
19.3.2002	Heiðskýrt og bjart, sól. Snjófól í fjöllum en annars snjólaust.	Áin rann í lænu vegna klaka.
11.4.2002	Sól og léttskýjað, vindur lítil. Gott veður, hvessti þegar leið á daginn.	Áin var íslaus. Sýni tekið neðan við brúna þar sem lygnur voru meiri. Leiðni mæld tvisvar og var 56 µS/cm í seinna skiptið. Ekki var stuðst við þá tölu. Hitastig mælt með sýrustigsmæli.
23.5.2002	Skýjað en þurrt og bjart. Riging síðastliðna nótt.	
25.6.2002	Alskýjað en hægur vindur og þurrt veður.	
24.7.2002	Skýjað en þó bjart veður. Gola og þurrt.	
22.8.2002	Skýjað en stillt veður, skúrur.	
26.9.2002	Skýjað, bjart og hægviðri. Sól annað slagið.	Sennilega vöxtur í ánni. pH gildi kom á ávart en var samt stöðugt. Ætti að vera í lagi.
29.10.2002	Alskýjað í fyrstu en létti fljótlega til.	Mjög lítið í ánni, það minnsta hingað til.
14.11.2002	Heiðskýrt og bjart.	Mjög, lítið í ánni, svipað og síðast. Frosið með bökkum og krapi í ánni.
19.12.2002	Alskýjað, gola og snjólaust.	Metrennsli í ánni.

Tafla C. Niðurstöður mælinga og efna- og bakteríugreininga í Botnsá 29. janúar – 19. desember 2002.

Botnsá	Lofthiti °C	Vatnshiti °C	pH	Leiðni uS/cm	Saurkólí í 100 ml	t-P (mg/l)	PO ₄ -P (mg/l)	t-N (mg/l)	NH ₄ -N (mg/l)	TOC (mg/l)	IC (mg/l)	TC (mg/l)	Cu (ug/l)	Zn (ug/l)	Cd (ug/l)	Pb (ug/l)	Cr (ug/l)	Ni (ug/l)	As (ug/l)
29.1.2002	-1	0,0		63	1	<0,006	<0,004	0,02	<0,011	2,37	3,14	5,51	0,39	15,1	0,022	0,138	1,45	0,25	0,08
22.2.2002	-2	0,8	7,22	64	2	0,0069	0,0065	0,088	0,0074	0,65	3,21	3,86	0,067	22,1	0,041	0,055	0,160	0,083	0,127
19.3.2002	-3	1,1	7,49	69	6	0,0104	0,0064	0,108	0,0053	0,95	3,71	4,66	0,187	6,62	<0,019	0,091	0,470	0,196	<0,095
11.4.2002	0	2,0	7,60	64	110	0,0124	0,0047	0,132	0,0106	1,12	1,96	3,08	0,531	3,77	<0,019	0,076	0,390	0,310	0,127
23.5.2002	11	6,3	7,79	48	45	0,0068	0,0055	0,038	0,0066	0,97	2,45	3,42	0,125	799	0,031	0,024	1,20	0,977	0,163
25.6.2002	10	8,6	8,07	61	170	0,0168	0,0063	0,065	0,0044	<0,81	3,38	4,13	0,161	49,4	<0,019	0,014	0,660	0,296	0,114
24.7.2002	11	10,3	7,88	61	26	0,0077	<0,0039	0,034	0,0051	1,11	3,47	4,58	0,233	21,1	<0,019	0,019	0,777	0,385	0,111
22.8.2002	11	9,8	8,85	59	22	0,0101	0,0070	0,030	0,0051	1,04	3,48	4,52	0,273	59,0	<0,019	0,016	0,690	0,424	<0,094
26.9.2002	9	6,8	9,40	57	1	0,0080	0,0056	<0,013	0,0045	0,96	3,10	4,06	0,192	8,75	<0,019	0,012	0,550	0,310	<0,094
29.10.2002	2	1,6	9,68	53	5	0,0088	0,0060			<0,31			0,286	7,87	<0,019	0,023	0,894	0,482	<0,093
14.11.2002	-2	0,0		55	1	0,0106	0,0050	0,018	<0,0018	1,17	3,87	5,04	0,215	5,13	<0,019	0,024	1,03	0,278	<0,093
19.12.2002	5	4,0	9,11	47	1	0,0070	0,0055	0,053	0,0046	1,00	2,51	3,51	0,409	10,3	<0,019	0,030	0,492	0,407	<0,093
Meðaltal*																			
Staðalfrávik	4	4,3	7,98	58,4	7	<0,009	<0,006	<0,054	<0,0060	<1,04	3,12	4,22	0,256	84,01	<0,022	0,043	0,730	0,367	<0,107
	6	3,9		6,7		<0,003	<0,001	<0,039	<0,0027	<0,48	0,58	0,73	0,132	225,86	<0,007	0,039	0,365	0,220	<0,023

* Miðgildi fyrir pH og geometrískt meðaltal fyrir saurkólí

Tafla D. Óleiðrétt mæligildi fyrir Botnsá ásamt skekkjumörkum. Þegar mæligildi eru jafnt eða minna en skekkjumörk eru niðurstöður gefnar sem < skekkjumörkin.

LABID	Dags	t-P		PO ₄ -P		t-N		NH ₄ -N		TOC		IC		TC		As		Cd		Cr		Cu		Ni		Pb		Zn	
		mg/l	+/-	mg/l	+/-	mg/l	+/-	mg/l	+/-	mg/l	+/-	mg/l	+/-	mg/l	+/-	µg/l	+/-	µg/l	+/-	µg/l	+/-	µg/l	+/-	µg/l	+/-	µg/l	+/-	µg/l	+/-
265050	29.1.02	0,002	0,006	0,003	0,004	0,02	0,01	0,001	0,011	2,37	1,21	3,14	0,11	5,51	1,20	0,08	0,07	0,022	0,014	1,45	0,10	0,39	0,02	0,25	0,034	0,138	0,009	15,1	0,66
371005	22.2.2002	0,0069	0,0030	0,0065	0,0038	0,088	0,014	0,0074	0,0018	0,65	0,60	3,21	0,28	3,74	0,52	0,127	0,095	0,041	0,019	0,160	0,087	0,067	0,030	0,083	0,053	0,055	0,009	22,1	1,6
371009	19.3.2002	0,0104	0,0030	0,0064	0,0033	0,108	0,014	0,0053	0,0018	0,95	0,90	3,71	0,32	3,68	0,51	0,055	0,095	0,002	0,019	0,470	0,11	0,187	0,030	0,196	0,053	0,091	0,009	6,62	0,79
371013	11.4.2002	0,0124	0,0034	0,0047	0,0038	0,132	0,014	0,0106	0,0017	1,12	0,65	1,96	0,49	2,45	0,34	0,127	0,094	-0,007	0,019	0,390	0,11	0,531	0,032	0,310	0,054	0,076	0,009	3,77	0,71
371017	23.5.2002	0,0068	0,0030	0,0055	0,0033	0,038	0,013	0,0066	0,0018	0,97	0,52	2,45	0,21	1,84	0,29	0,163	0,094	0,031	0,019	1,20	0,16	0,125	0,030	0,977	0,067	0,024	0,009	799	53
371021	25.6.2002	0,0168	0,0034	0,0063	0,0038	0,065	0,013	0,0044	0,0018	0,75	0,81	3,38	0,29	3,53	0,50	0,114	0,094	-0,007	0,019	0,660	0,12	0,161	0,030	0,296	0,054	0,014	0,010	49,4	3,4
371025	24.7.2002	0,0077	0,0033	0,0007	0,0039	0,034	0,013	0,0051	0,0018	1,11	0,89	3,47	0,30	3,37	0,48	0,111	0,093	0,002	0,019	0,777	0,12	0,233	0,031	0,385	0,066	0,019	0,009	21,1	1,4
371029	22.8.2002	0,0101	0,0029	0,0070	0,0038	0,030	0,013	0,0051	0,0018	1,04	0,72	3,48	0,30	8,14	0,46	0,090	0,094	-0,017	0,019	0,690	0,15	0,273	0,031	0,424	0,055	0,016	0,010	59,0	4,0
371033	26.9.2002	0,0080	0,0029	0,0056	0,0038	0,007	0,013	0,0045	0,0018	0,96	0,64	3,10	0,27	3,36	0,46	0,042	0,094	-0,017	0,019	0,550	0,14	0,192	0,030	0,310	0,053	0,012	0,010	8,75	0,87
371037	29.10.2002	0,0088	0,0029	0,0060	0,0038	6,04	0,29	0,0077	0,0017	0,05	0,31	0,06	0,04	3,53	0,49	0,043	0,093	0,002	0,019	0,894	0,12	0,286	0,032	0,482	0,067	0,023	0,010	7,87	0,52
371041	14.11.2002	0,0106	0,0033	0,0050	0,0038	0,018	0,013	-0,0008	0,0018	1,17	0,96	3,87	0,34	4,23	0,60	0,065	0,093	-0,007	0,019	1,03	0,17	0,215	0,030	0,278	0,053	0,024	0,010	5,13	0,74
371045	19.12.2002	0,0070	0,0029	0,0055	0,0033	0,053	0,013	0,0046	0,0017	1,00	0,67	2,51	0,22	3,26	0,46	0,053	0,093	0,002	0,019	0,492	0,094	0,409	0,035	0,407	0,065	0,030	0,010	10,3	0,68