

**Flokkun vatna á Kjósarsvæði**

# **Laxá í Kjós**



**Mars 2003**



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



<b>Framkvæmdaaðili</b> Heilbrigðiseftirlit Kjósarsvæðis	<b>Fulltrúi</b> Þorsteinn Narfason	<b>Tölvupóstfang</b> thn@mos.is
<b>Verktaki</b> Rannsókn- og fræðasetur Háskóla Íslands í Hveragerði	<b>Fulltrúi</b> Tryggvi Þórðarson	<b>Tölvupóstfang</b> tryggvi@nedrias.is
<b>Útgefandi</b> Rannsókn- og fræðasetur Háskóla Íslands í Hveragerði	<b>Fjármögnun</b> Heilbrigðiseftirlit Kjósarsvæðis	<b>Skýrslan tekur til</b> Laxár í Kjós
<b>Höfundur</b> Tryggvi Þórðarson	<b>Ár</b> 2003	<b>Blaðsíðufjöldi</b> 41
<b>Íslenskur titill</b> Flokkun vatna á Kjósarsvæði, Laxá í Kjós. <b>Enskur titill</b> Classification of lakes and rivers in the district of Kjos, River Laxa in Kjos.		
<b>Útdráttur</b> Náttúrulegt og raunverulegt ástand Laxár í Kjós er metið og áin flokkuð í mengunarflokk í samræmi við reglugerð nr. 796/1999 um varnir gegn mengun vatns. Ennfremur eru gerðar tillögur um langtímamarkmið fyrir ána og vöktun hennar. Yfirlit er gefið á næstu síðu. <b>Summary</b> The pristine and the current state of the River Laxa in Kjos 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.		
<b>Efnisorð</b> Laxá í Kjós, mat á mengunarálagi, mengunarflokkun, mengun	<b>Subject words</b> River Laxa in Kjos, impact assessment, impact classification, pollution	



## Samantekt

Mat á ástandi, mengunarflokkun og tillögur um markmið og vöktun fyrir Laxá í Kjós. 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 (afvik frá náttúrulegu ástandi). Fjórir næstu sýna tillögur að langtímamarkmiðum, 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 vöktunartillögnum.

	Meðaltal mældra gilda	Umhverfismarkaflokkar		Mengunarflokkun	Tillaga að langtímamarkmiðum				Tillaga að vöktun		
		Náttúrulegt ástand	Núverandi ástand		Mengunarflokkur	Umhverfismörk	Styrkur	Athugasemdir	Æskileg tíðni (ár)	Næsta vöktun	Athugasemdir
Saurkólí í 100 ml*	10/19**	I	II	A Ósnortið vatn B Lítið snortið vatn	A	I	<14	Uppfyllt Úr 19	4	2006	Þessir þættir benda flestir til góðs ástands árinna. Einungis saurkólí í efri hluta hennar var í hærra lagi. Styrkur sumra þessara þátta mun aukast á næstu árum og áratugum vegna aukinna umsvifa og uppbyggingar á vatnasviðinu. Hægt er að leggja til vöktun með fremur lágri tíðni fyrir aðra þætti en saurkólí.
t-P (mg/l)	<0,008	I	I	A Ósnortið vatn	A	I	<0,02	Uppfyllt	8	2010	
PO <sub>4</sub> -P (mg/l)	<0,007	I	I	A Ósnortið vatn	A	I	<0,01	Uppfyllt	8	2010	
t-N (mg/l)	0,13	I	I	A Ósnortið vatn***	A	I	<0,3	Uppfyllt	8	2010	
NH <sub>4</sub> -N (mg/l)	<0,009	I	I	A Ósnortið vatn	A	I	<0,01	Uppfyllt	8	2010	
TOC (mg/l)	2,72	II	II	A Ósnortið vatn	A	II	<3	Uppfyllt	8	2010	
Cu (ug/l)	4,34	II	Liggur ekki fyrir	Flokkun ekki gerð	A	II	<3		16	2018	Áin er frekar vel stödd varðandi málmmengun. Ekki er útlit fyrir órar breytingar á málmstyrk. Málmamengun mun þó aukast með aukinni uppbyggingu á vatnasviðinu og því er nauðsynlegt að vakta hana reglulega. Hægt er að leggja til vöktun með lágri tíðni. Eðlilegt er að endurskoða hana í ljósi uppbyggingarhraða, t.d. þegar kemur að sýnatöku vegna annara þátta.
Zn (ug/l)	12,96	II	II	A Ósnortið vatn	A	II	<20	Uppfyllt	16	2018	
Cd (ug/l)	<0,034	II	II	A Ósnortið vatn	A	II	<0,1	Uppfyllt	16	2018	
Pb (ug/l)	2,020	I	Liggur ekki fyrir	Flokkun ekki gerð	A	I	<0,2		16	2018	
Cr (ug/l)	2,62	II	I	A Ósnortið vatn	A	II	<5	Uppfyllt	16	2018	
Ni (ug/l)	1,58	I	Liggur ekki fyrir	Flokkun ekki gerð	A	I	<0,7		16	2018	
As (ug/l)	<0,09	I	I	A Ósnortið vatn	A	I	≤0,4	Uppfyllt	16	2018	

\* Geometriskt meðaltal. \*\* 19 ofan Bugðu, 10 neðan Bugðu. \*\*\* Óáræðanleg flokkun



## Efnisyfirlit

Töflulisti .....	9
Myndalisti.....	11
Inngangur.....	13
Verkefni .....	13
Mengunarflokkun vatna.....	13
Forsendur mengunarflokkunar.....	13
Aðferðir .....	15
Flokkunarþættir .....	15
Val sýnatökustaða.....	15
Sýnataka .....	16
Meðhöndlun, geymsla og flutningur sýna .....	16
Mælingar og efnagreiningar .....	17
Næmni efnagreininga og skekkjumörk.....	17
Meðferð gagna og túlkun.....	17
Rannsóknarþættir .....	18
Næringarefni .....	18
Lífrænt efni .....	19
Örverumengun.....	20
Málmar .....	20
Aðrir þættir .....	21
Laxá í Kjós .....	21
Lýsing og helstu stærðir .....	21
Jarðfræði og jarðefnafræði.....	21
Mannleg umsvif og mengunarálag .....	22
Umfjöllun um niðurstöður .....	22
Flokkun Laxár í Kjós.....	23
Náttúrulegt ástand.....	23
Raunverulegt ástand .....	26
Mengunarflokkun .....	27
Tillaga að langtímamarkmiðum.....	28
Tillaga að vöktun.....	30
Sérstök verndun, viðkvæm svæði og aðgerðaráætlanir .....	30
Heimildir .....	31
Viðauki .....	33





## Töflulisti

Tafla 1.	Mengunarflokkar fyrir grunnvatn og yfirborðsvatn.....	13
Tafla 2.	Skýringar við flokka umhverfismarkna.....	14
Tafla 3.	Efnagreiningaraðferðir og efnagreiningartæki.....	17
Tafla 4.	Náttúrulegt ástand Laxár í Kjós. 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 Laxá í Kjós.....	26
Tafla 5.	Núverandi ástand Laxár í Kjós.....	27
Tafla 6.	Mengunarflokkun Laxár í Kjós, skv. reglugerð nr. 796/1999 um varnir gegn mengun vatns.....	28
Tafla 7.	Tillaga að langtíamarkmiðum fyrir Laxá í Kjós. Til samanburðar er mengunarflokkun hennar einnig sýnd.....	29
Tafla 8.	Tillaga að vöktun Laxár í Kjós.....	30



## Myndalisti

- Mynd 1 Neðri sýnatökustaðurinn í Laxá í Kjós. Þjóðvegur 1 liggur yfir brúna. Staðarákvörðun sýnatökustadarins er N64°20,454', V21°36,676'. Myndina tók Tryggvi Þórðarson þann 5. febrúar 2001..... 15
- Mynd 2. Efri sýnatökustaðurinn í Laxá í Kjós. Staðurinn er norðan við ána rétt ofan við ármót Bugðu. Staðarákvörðun hans er N64°20,315', V21°34,907'. Myndin er tekin niður eftir ánni. Myndina tók Tryggvi Þórðarson þann 5. febrúar 2001..... 16



## 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. Flokkun Úlfarsár og Leirvogsár er gerð að höfðu samráði við Heilbrigðiseftirlit Reykjavíkur. Gefnar verða út sérstakar skýrslur 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 yfirborðsvatn<sup>1</sup>) 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 manlegrar 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).

<sup>1</sup> Yfirborðsvatn = Kyrrstætt eða rennandi vatn á yfirborði jarðar, straumvötn, stöðuvötn og jöklar, svo og strandsjór.

Áriddandi 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 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.

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.

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	Málmur 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	Lítill saurmengun.	Lítill 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.	Næringarfnaauðugt (eutrophy).
V	Ófullnægjandi ástands vatns/þynningarsvæði.	Ávallt ófullnægjandi ástand vatns fyrir lífríki/þynningarsvæði.	Ofauðugt (hypertrophy).

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. Norska og sænska aðferðarfræðin er m.a. höfð til hliðsjónar í þeim tilvikum sem efnisatriði vantar í íslensku reglugerðina eða ákvæði hennar eru ekki ótvíræð.

## Aðferðir

### Flokkunarþættir

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. Við flokkunina var ekki notast við þættina lífefnafræðilega súrefnisþörf (BOD) og efnafræðilega súrefnisþörf (COD).

### Val sýnatökustaða

Vegna kostnaðarsjónarmiða var notast við einn aðalsýnatökustað neðarlega í ánni (mynd 1). Auk þess voru tekin bakteríusýni á stað rétt ofan við ármót Bugðu (mynd 2). Þar voru einnig tekin efnasýni í eitt skipti, þann 19. júlí 2001. Aðalsýnatökustaðurinn er talinn lýsandi fyrir ána neðanverða en sýnatökustaðurinn ofan Bugðu gefa til kynna ástand árinna þar sem áhrifa Bugðu gætir ekki.



Mynd 1 Neðri sýnatökustaðurinn í Laxá í Kjós. Þjóðvegur 1 liggur yfir brúna. Staðarákvörðun sýnatökustadarins er  $\text{N}64^{\circ}20,454'$ ,  $\text{V}21^{\circ}36,676'$ . Myndina tók Tryggvi Þórðarson þann 5. febrúar 2001.



Mynd 2. Efri sýnatökustaðurinn í Laxá í Kjós. Staðurinn er norðan árinna rétt ofan ármóta Bugðu. Staðarákvörðun hans er N64°20,315', V21°34,907'. Myndin er tekin niður eftir ánni. Myndina tók Tryggvi Þórðarson þann 5. febrúar 2001.

### **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 sýruþvegin fyrir sýnatökuna og í hana var bætt 100 µl af saltpéturssýru (65%, suprapur<sup>®</sup>) 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 vatninu sem sýnið var tekið úr. Bakteríusýnaflöskur voru ekki skolaðar áður en sýni var tekið. Sýni voru ekki síuð. Alls 10 sýni voru tekin á 12 mánaða tímabili. Sýnataka í apríl og október féll niður en að öðru leyti var sýnunum nokkuð jafnt dreift yfir tímabilið. Sýnatökudagar voru ekki fyrirfram ákveðnir heldur valdir jafnóðum. Sýnatökuna og mælingarnar annaðist ýmist Þorsteinn Narfason eða Árni Davíðsson. Tryggvi Þórðarson tók þátt í sýnatöku 5. febrúar 2001.

### **Meðhöndlun, geymsla og flutningur sýna**

Sýnin voru geymd kæld þar til hægt er að frysta þau (efnasýni) eða greina (bakteríusýni). Strax að sýnatöku lokinni var sýnum til bakteríugreininga 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 12 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 kvikasilfursmælir 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 sýnatökuskipti. 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 <sub>4</sub> -N)	FIA	Tecator 5012, Foss Tecator, Sollentuna, Sverige
Fosfat (PO <sub>4</sub> -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 hækkanði 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 hærra 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 en þeim fylgja málmar. Aðrar hugsanlegar skýringar geta verið 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 (1/10 af tímanum eða 37 daga á ári) ber að reikna slíkt fráviksgildi með í meðaltalinu. Ef aftur á móti má rekja gildið til aðstæðna sem ástæða er til að ætla að séu óalgengar, t.d. tímabundinna framkvæmda sem grugga ána eða vatnavaxta af þeirri stærðargráðu

sem verða aðeins með nokkurra ára millibili, ætti ekki að nota gildin þegar svo fá sýni eru tekin. Engum gildum var sleppt af þessum sökum í flokkuninni.

Meðaltal mikið dreifðra gilda er stundum ekki hæft til flokkunar vegna of fárra sýna. Til að meta það hvenær meðaltal er hæft til flokkunar eru hér hafðir til hliðsjónar útreikningar (Charles J. Krebs 1989) á því hve mörg sýnin 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 er<sup>2</sup> gengur út frá því að mæligildið sé normaldreifð.

Ofangreind aðferð var ekki notuð fyrir saurkólíabakteríur. Styrkur saurkólí í yfirborðsvatni er yfirleitt lognormal dreifður og er því notast við geometrískt meðaltal við útreikninga meðalstyrks saurkólí<sup>3</sup>. Geometrískt meðaltal er að jafnaði lægra en hefðbundið meðaltal, sérstaklega þegar örverumengun í einstökum sýnum er mikil. Notkun þess fyrir saurkólí gefur þar af leiðandi að jafnaði betri saurkólíflokkun mengaðra vatna en ella. Vandamál vegna mikið dreifðra gilda eru hinsvegar síður fyrir hendi við notkun geometrískts 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.

## Rannsóknáætting

### 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 fosfórs (t-P) og köfnunarefnis (t-N). Við flokkun fallvatna er hinsvegar einnig stuðst við ammóníak (NH<sub>3</sub>-N) og fosfat (PO<sub>4</sub><sup>-2</sup>-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.

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

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

<sup>3</sup> 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.

Efnasambönd fosfórs eru torleyst í vatni en köfnunarefnis 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 skólplösun og notkun og meðferð lífræns og ólífræns áburðar 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. Þessi efni eru ekki mjög aðgengileg vatnaþörungum og því oft takmarkandi fyrir vöxt þeirra 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) en 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. Geta stöðuvötn af þessum ástæðum haldið áfram að sýna 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. Við flokkun fallvatna er einnig stuðst við ammóníak ( $\text{NH}_4^+$ -N) og fosfat ( $\text{PO}_4^{3-}$ -P) sem getur gefið vísbendingu um nálægar uppsprettur þeirra.

Ammóníak myndast við niðurbrot próteina og þvagefnis og er t.d. mikið af ammóníaki í skólpi og húsdýraáburði. Þegar súrefni er til staðar er ammóníak óstöðugt og oxast fljótt af völdum örvera yfir í nítat ( $\text{NO}_3^-$ ). Þörungar og plöntur geta bæði notað ammóníak og nítat. Ammóníak getur einnig myndast að sumarlagi við súrefnislaust ástand í næringarríkum stöðuvötnum þar sem mikið er af lífrænu efni. Ammóníak er eitrad fiskum við hátt pH.

Fosfat ( $\text{PO}_4$ -P) 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 það mælist ekki er þó stöðugt framboð af því vegna niðurbrotsferla í vistkerfinu. Fosfat fellur út með járnri 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. Lífrænu efnin í vötnum verða ýmist til vegna framleðslu efnanna í vatninu eða berast þangað frá vistkerfum á landi eða með

mengun frá mannlegri starfsemi. Til lífrænna efna teljast einnig 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 eru augljósustu mengunarmerki skólpsins af völdum lífrænu efnanna (bakteríutaumar). Mengun af völdum lífrænna efna felst fyrst og fremst 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. Aðrir þættir sem stundum eru notaðir til að lýsa magni lífræns efnis í vatni eru lífefnafræðileg súrefnisþörf (BOD) sem er mæling á því magni súrefnis ( $O_2$ ) sem tekið er upp við niðurbrot baktería og efnafræðileg súrefnisþörf (COD) sem er mælikvarði á það magn súrefnis sem eyðist við efnafræðilega oxun lífræns efnis með stöðluðum aðferðum.

### **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. Velja má um saurkólí og saurkokka til flokkunar á vatni en hvor tveggja er hópur nokkurra bakteríutegunda. Venjulega eru saurbakteríur vart mælanlegar í ómenguðu 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 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 í sambandi við önnur efni. 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 málmarnir séu nauðsynlegir lífverum hafa margir þeirra einnig eituráhrif á vatnalífverur jafnvel í tiltölulega lágum 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 járni, s.s. bárujárni og blý auk þess við leguslit og úr kælivökvum. Kopar kemur við slit lega, vélarhluta og bremsborða 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 bremsborðum. Nikkel kemur úr diselolíu og bensíni, smurolíu, malbiki og við slit bremsborða. 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 því safnast upp í seti. Þaðan geta þeir borist 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 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.

## Laxá í Kjós

### **Lýsing og helstu stærðir**

Heildarflatarmál vatnasviðs Laxár í Kjós er 211 km<sup>2</sup> og heildarlengd árinna er 33 km (Sigurjón Rist 1969). Rennsli liggur ekki fyrir. Áin á upptök sín Stíflisdalsvatni (1,5 km<sup>2</sup>) í Bláskógahreppi en í vatnið fellur m.a. Kjálká. Þrettán km af lengd Laxár er ofan afrennslisins úr Stífludalsvatni. Áin fellur um Kjósarskarð til sjávar í Laxárvogi. Neðarlega fellur áin Bugða í Laxá í Kjós. Bugða er stutt en fremur vatnsmikil á sem kemur úr Meðalfellsvatni. Laxá í Kjós er dragá (Sigurjón Rist 1990) en einhver jöfnun er vegna stöðuvatnanna.

Stór hluti vatnasviðsins er óbyggður en frá Stíflisdalsvatni og til sjávar er talsverður landbúnaður stundaður meðfram ánni og bændabýli allmörg á leið hennar til sjávar. Á vatnasviðinu er auk þess að finna talsverðan fjölda sumarbústaða.

### **Jarðfræði og jarðefnafræði**

Vatnasvið Laxár í Kjós er á grágrýtismynduninni sem er að finna beggja vegna gosbeltisins. Auk grágrýtis er móberg algengt á slíkum svæðum. Þar sem berggrunnurinn er allþéttur eru lækir og ár áberandi. Ár hafa því einnig dragaréinkenni 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

Ekki er vitað um beina losun mengunarefna í Laxá í Kjós. Á það einnig við um beint afrennsli frá rotþróum og haughúsum. Þetta var þó ekki kannað. Enginn iðnaður er á vatnasviði Laxár í Kjós.

#### Dreifð mengun

Ofanvatn af þéttum manngerðum flötum er ekki fyrir hendi á vatnasviði Laxár í Kjós í teljandi mæli. Mengunarálag á ána af þessum völdum er því ekki til staðar. Áburðarnotkun og meðferð húsdýraáburðar á þeim býlum þar sem búskapur er stundaður veldur hinsvegar dreifðri mengun. Sumarhúsabyggð á vatnasviðinu eykur einnig álag af völdum dreifðrar mengunar á ána. Gera má ráð fyrir að hluta af næringarefnum og lífrænum efnum sem kunna að berast í vatn á vatnasviði Stíflisdalsvatns og Meðalfellsvatns sé haldið eftir í stöðuvötnunum. Sama er að segja um saurkólíabakteríur, þær tína þar tölunni einnig.

### **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. Skv. þeim var mikið eða nokkuð mikið í ánni í þrjú skipti og lítið í tvö. Hin skiptin þrjú var áin hvorki vatnslítill né í vexti. Í maí og desember voru tiltölulega miklir vatnavextir í ánni, sérstaklega hefur flóðið í maí líklega verið nokkuð mikið. Sum málmgildin þessa daga voru þá talsvert há og vega þungt í þeim meðaltölum sem fást. Hugsanlegt er að meðaltal þessara sýnatökudaga gefi ekki ekki allskostar rétta mynd af venjulegu eða meðalástandi árinna á tímabilinu.

Neðst í ánni var hitastig við frostmark þegar kaldast var og náði 14°C hita þegar heitast var. Ofan við ármót Bugðu var áin heldur heitari að vetrarlagi (0,4°C) en kaldari að sumarlagi (13,2°C).

pH var yfirleitt á bilinu um 8,5-8,8 að vetrarlagi en 7,7-7,8 að sumarlagi. Hugsanlega er skýringin hærra hlutfall grunnvatns í rennslinu að vetrarlagi. Frumframleiðni í ánni virðist ekki megna að halda pH háu um sumarið þegar framleiðnin er mest.

Leiðni ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) er mælikvarði á uppleystar jónir í vatni. Að meðaltali var leiðni meiri í Laxá ofan við ármót Bugðu en neðan þeirra. Ástæðan er þynning með vatni Bugðu sem hafði að jafnaði lægri leiðni. Sveiflur í leiðni voru litlar. Á báðum stöðunum var hæsta leiðnin í flóðunum í maí og gætir þar líkast til leysingavatns.

Styrkur saurbaktería ofan ármóta Bugðu var misjafn en alltaf mælanlegur. Þar sem styrkur saurkólíabaktería í Bugðu var að jafnaði lægri urðu gildin sem mældust á sýnatökustaðnum við þjóðveg 1 yfirleitt lægri en ofan Bugðu vegna þynningaráhrifa. Þar greindust þó einnig alltaf saurbakteríur. Gildin fyrir maí, júlí og desember voru

hæst á báðum stöðunum en þetta voru dagarnir þegar mest var í ánni. Hámörkin er best skýrð með dreifðri mengun sem berst með ofanvatni í ána, líklega frá búfjárhaldi. Meðalstyrkur saurbaktería<sup>4</sup> var 10 í 100 ml á neðri staðnum en 19 ofan við ármót Bugðu. Samsvarandi tala fyrir Bugðu var 5.

Efnasýni voru aðeins tekin einu sinni í Laxá í Kjós ofan ármóta Bugðu, í júlí 2001. Gildi sem þá mældust skáru sig ekki teljandi frá gildunum sem greindust í sýni á sama tíma í Laxá við Þjóðveg 1 og í Bugðu. Umfjöllun um þau efni og efnasambönd sem fylgir hér á eftir á við um neðri sýnatökustaðinn sé ekki annað tekið fram.

Heildarfosfor (t-P), fosfat (PO<sub>4</sub>-P) og ammóníak (NH<sub>4</sub>-N) voru oftast við eða undir greiningarmörkum. Ef frá eru talin sýnin í febrúar og mars 2001 var ammóníak alltaf undir greiningarmörkum. Styrkur heildarköfnunarefnis (t-N) var yfirleitt lágur. Hæstur varð hann á tímabilinu nóvember til febrúar en að jafnaði lægstur um sumarið. Lægsta gildið mældist þó í desember. Óvenjulega hátt gildi greindist í janúar 2002, 0,80 mg/l. Er líklegt að frumframleiðni og rotnun eigi stærstan þátt í þeim ártíðarmun sem fram kemur.

Heildar lífrænt kolefni (TOC) var yfirleitt á bilinu 2-3,4 mg/l sem er svipað því sem var í Bugðu á sama tíma. Frá mars til júní jókst lífrænt kolefni nokkuð ört en lækkaði svo stöðugt að því er virðist til vors á næsta ári. Líklega endurspeglar styrkur lífræns kolefnis að einhverju leyti frumframleiðslu og umsetningu lífræns efnis í ánni en fleiri þættir hafa einnig áhrif.

Þess er að vænta að há gildi fáiast í miklum vatnavöxtum þar sem málmar fylgja gruggögnum sem þá eru mikið á ferðinni. Þegar aðeins eru tekin 10 sýni getur eitt slíkt sýni haft hlutfallslega of mikil áhrif á niðurstöðuna. Sveiflur í styrk málma voru að jafnaði ekki miklar en há gildi mældust þó í mestu vatnavöxtunum. Þannig voru flestir málmarir í mestum styrk í vatnavöxtunum í maí (Cu, Cd, Cr, Ni) og desember (Pb) en einnig í september þegar vatnið var tært (Zn). Þrjú hæstu gildi fyrir hverja málmtegund greindust yfirleitt þessa daga. Hæsta gildi kopars (Cu) var um 45 falt meðaltal annarra kopargilda. Hæsta blýgildið var 87 falt meðaltal annarra blýgilda. Hæsta gildi zinks er einungis um þrefalt næsthæsta gildið og auk þess er nokkur breidd í zinkgildunum.

## Flokkun Laxár í Kjós

### *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.

<sup>4</sup> 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.

Þegar beinar mælingar á náttúrulegu ástandi tiltekings vatns skortir er ákvörðun þess í raun ágiskun byggð á eins sterkum líkum og hægt er á grundvelli tiltækra gagna. Slík gögn geta verið upplýsingar um aðstæður á vatnasviðinu fyrir mannleg áhrif eða samamburður við sambærileg vötn eða vötn sem eiga sameiginlega eiginleika. 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.

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.

Beinar mælingar frá því áður en áhrifa mannsins fór að gæta skortir í Laxá í Kjós. Nákvæmin við mat á náttúrulegu ástandi árinna er því ekki mikil. Þrátt fyrir líklegar smáskekkjur af þessum sökum er ekki sjálfgefið að leiðrétting þeirra 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 PO<sub>4</sub>-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 meiri úrkoma og styttri tími til efnaveðrunar (Sigurður Reynir Gíslason 1993). Í ýmsum ám á Suðurlandi reyndist uppleysti hluti heildarfosfórs 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 tífundur uppleysti hlutinn (Elizabeth Kay Berner & Robert A. Berner 1996). Heildarfosfór (t-P) í 39 íslenskum stöðuvötnum var undir 0,008 mg/l í 50% tilvika og undir 0,060 mg/l í 90% tilvika (Brit Lise Skjelkvale o.fl. 2001).

Í ósnortnum vötnum er ammóníak (NH<sub>4</sub>-N) og sérstaklega nítrít (NO<sub>2</sub>-N) lítið sem ekkert, oft ekki mælanlegt. Náttúrulegt nítrat (NO<sub>3</sub>-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 þriðjungi 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).

### Lífrænt efni

Náttúrulegt gildi heildarmagns lífræns efnis fyrir íslenskar ár er ekki 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 hugsanlega einnig uppleystra lífrænna efna sem berast með vatninu burt. 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 niðurbrotsefnið í vatninu, og jarðvegi sem víða vantar að mestu lífræn efni, má búast við að náttúruleg lífræn uppleyst efni í yfirborðsvatni á Íslandi séu almennt lág og vel undir heimsmeðaltali. Efnagreiningar á heildarmagni lífræns kolefnis (TOC) 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. Meðaltal heildarmagns lífræns kolefnis (TOC) í Úlfarsá, Köldukvísl, Leirvoggsá, 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 sé frá athöfnum mannsins komið, a.m.k. í þeim flestum.

### Málmar

Lágur styrkur málma í íslenskum ám er talinn vera náttúrulegur bakgrunnsstyrkur þeirra hérlendis (Hollustuvernd ríkisins). Til eru upplýsingar um styrk málma í ýmsum ám á landinu, m.a. á Kjósarsvæði en gildin eru flest yfir uppleysta málma og því erfið til samanburðar. Vegna annars hluta þessa verkefnis liggja þó fyrir efnagreiningar á heildarmálmum í 10-12 sýnum úr hverri af ánum Úlfarsá, Köldukvísl, Bugðu, Leirvoggsá, Kiðafellsá, Fossá, Brynjudalsá og Botnsá. Þessar ár eru á sama landssvæði og því vel hæfar til viðmiðunar með þeim fyrirvara að gróðurfar 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 og tímanum sem vatnið er í snertingu við jarðveginn. Sá tími er að jafnaði styttri því minni sem lektin á vatnasviðinu er.

### Náttúrulegt ástand í Laxá í Kjós

Í töflu 4 er sýndur meðal efna- og bakteríustyrkur annarsvegar Úlfarsár, Köldukvíslar, Laxár í Kjós, Bugðu og Leirvoggsár og hinsvegar Kiðafellsár, Fossár, Brynjudalsár og Botnsár, meðalefnastyrkur í úrkomu í Reykjavík og á Írafossi og meðalstyrkurinn í Laxá í Kjós. Þar eru einnig sýnd þau gildi sem talið er, aðallega á grundvelli samanburðar þessara gagna, að einkenni náttúrulegt ástand Laxár í Kjós og þeir umhverfismarkaflokkar sem eiga við þau gildi.

Miðað er við að náttúruleg gildi fyrir sýnatöku- og mælistaðinn við þjóðveg 1 eigi einnig við fyrir ána ofan ármóta Bugðu.

Tafla 4. Náttúrulegt ástand Laxár í Kjós. 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, Bugða og Laxá í Kjós. Auk þess er sýndur meðalefnastyrkur úrkomu í Reykjavík og við Írafoss og mæld gildi í Laxá í Kjós.

	Kiðafellsá, Fossá, Brynjudalsá og Botnsá <sup>a)</sup>				Úlfarsá, Kaldakvísl, Leirvogsa, Bugða, Laxá í Kjós <sup>b)</sup>				Meðaltal úrkomu í Reykjavík og á Írafossi <sup>c)</sup>	Mæld gildi í Laxá í Kjós	Náttúrulegt ástand Laxár í Kjós	
	Mið-gildi	Meðal-tal	Staðal-frávik	N	Mið-gildi	Meðal-tal	Staðal-frávik	N			Áætluð náttúruleg gildi	Um-hverfis-marka-flokkur
Saurkólí í 100 ml*	4	7		48	8	18		58		10/19**	4	I
t-P (mg/l)	0,011	<0,013	<0,007	48	0,006	<0,008	<0,005	50		<0,008	0,006	I
PO4-P (mg/l)	0,007	<0,007	<0,003	48	0,004	<0,006	<0,004	50		<0,007	0,004	I
t-N (mg/l)	0,065	<0,269	<0,902	48	0,059	<0,107	<0,130	50	0,233**	0,13	0,06	I
NH4-N (mg/l)	0,006	<0,007	<0,006	48	0,010	<0,010	<0,005	50	0,172	<0,009	0,005	I
TOC (mg/l)	1,02	<1,23	<0,72	48	3,09	<3,24	<1,13	50		3,09	2,0	II
Cu (ug/l)	0,29	<0,45	<0,49	48	0,76	2,48	6,19	50	1,313	4,34	0,8	II
Zn (ug/l)	22,30	<96,17	<190,24	48	1,83	<37,68	<145,99	50	10,651	12,96	10	II
Cd (ug/l)	0,019	<0,023	<0,017	48	0,023	<0,026	<0,018	50	0,013	<0,034	0,02	II
Pb (ug/l)	0,034	<0,048	<0,043	48	0,120	2,448	10,975	50	0,278	0,211	0,1	I
Cr (ug/l)	0,535	0,689	0,556	48	0,960	2,100	3,342	50	0,221	2,62	0,9	II
Ni (ug/l)	0,38	0,45	0,31	48	0,43	1,05	2,39	50	0,522	1,58	0,4	I
As (ug/l)	0,09	<0,10	<0,02	48	0,08	<0,09	<0,03	50	0,032	<0,09	0,1	I

\* Geometriskt meðaltal. \*\* 19 ofan Bugðu, 10 neðan Bugðu.. \*\* NO<sub>3</sub> + NH<sub>4</sub>.

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

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

c) (Kevin Barrett 2002)

### Raunverulegt ástand

Raunverulegt ástand er byggt á geometrisku meðaltali<sup>5</sup> fyrir saurbakteriur en hefðbundnum meðaltölum fyrir efnapættina. Um er að ræða 10 gildi sem dreifast yfir 12 mánuði og ættu því að mynda traustari grundvöll en nota þurfti við mat á náttúrulegu ástandi.

Gerð er grein fyrir raunverulegu ástandi í töflu 5.

Þar sem notast er við fá gildi fyrir hverja á geta einstök há gildi haft of mikil 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

<sup>5</sup> Geometriskt 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.

þar með einnig í mengunarflokk. Eins og að framan sagði voru slík gildi í niðurstöðunum fyrir málma. Blýgildi fyrir desember reyndist 87 falt meðaltal annarra blýgilda og kopar- og nikkulgildi í maí voru rúmlega 40 falt meðaltal annarra gilda þessara efna. Af þeim sökum voru meðaltöl fyrir þessi efni ekki nothæf til flokkunar árinna í umhverfismarkaflokka. Áráðanleiki flokkunar byggðri á heildarköfnunarefni (t-N) telst af sömu ástæðu vera lítill.

Í töflu 5 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 á grundvelli þeirra sýna sem tekin voru.

Tafla 5. Núverandi ástand Laxár í Kjós.

	Meðaltal mældra gilda (n=10)	Nauðsynlegur fjöldi sýna <sup>6</sup>	Áráðanleiki flokkunar	Umhverfismarkaflokkur
Saurkólí í 100 ml*	10/19**			I/II
t-P (mg/l)	<0,008	3	Fullnægjandi	I
PO <sub>4</sub> -P (mg/l)	<0,007	14	Fullnægjandi	I
t-N (mg/l)	0,13	58	Lítill	I
NH <sub>4</sub> -N (mg/l)	<0,009	2	Fullnægjandi	I
TOC (mg/l)	2,72	1	Fullnægjandi	II
Cu (ug/l)	4,34	108	Ófullnægjandi	Flokkun ekki gerð
Zn (ug/l)	12,96	38	Fullnægjandi	II
Cd (ug/l)	<0,034	8	Fullnægjandi	II
Pb (ug/l)	2,020	130	Ófullnægjandi	Flokkun ekki gerð
Cr (ug/l)	2,62	38	Fullnægjandi	I
Ni (ug/l)	1,58	106	Ófullnægjandi	Flokkun ekki gerð
As (ug/l)	<0,09	5	Fullnægjandi	I

\* Geometriskt meðaltal. \*\* 19 ofan Bugðu, 10 neðan Bugðu.

### Mengunarflokkun

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

Gert er ráð fyrir að flokkunin gildi fyrir alla ána ásamt þverám, öðrum en Bugðu, allt að upptökum. Það er talsverð einföldun því búast má við að efnastyrkur geti verið nokkuð frábrugðinn við upptök og ósa. Auk þess blandast vatn Bugðu í ána stuttu fyrir ofan aðalsýnatökustaðinn. Þar sem efnastyrkur Bugðu var yfirleitt aðeins lægri hefur vatn hennar einhver þynningarhrif.

$${}^6 n = (t_{\alpha} S_1)^2 / d^2 \left( 1 + \frac{2}{n_1} \right) \quad n = \text{nauðsynleg stærð úrtaks, } n_1 = \text{stærð úrtaks, } S_1 = \text{staðalfrávik fyrir } n_1,$$

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

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

	Umhverfismarkaflokkar		Mengunarflokkun
	Náttúrulegt ástand	Núverandi ástand	
Saurkólí í 100 ml	I	I <sup>a)</sup>	A Ósnortið vatn
		II <sup>b)</sup>	B Lítið snortið vatn
t-P (mg/l)	I	I	A Ósnortið vatn
PO <sub>4</sub> -P (mg/l)	I	I	A Ósnortið vatn
t-N (mg/l)	I	I	A Ósnortið vatn
NH <sub>4</sub> -N (mg/l)	I	I	A Ósnortið vatn
TOC (mg/l)	II	II	A Ósnortið vatn
Cu (ug/l)	II	Liggur ekki fyrir	Flokkun ekki gerð
Zn (ug/l)	II	II	A Ónortið vatn
Cd (ug/l)	II	II	A Ósnortið vatn
Pb (ug/l)	I	Liggur ekki fyrir	Flokkun ekki gerð
Cr (ug/l)	II	I	A Ósnortið vatn
Ni (ug/l)	I	Liggur ekki fyrir	Flokkun ekki gerð
As (ug/l)	I	I	A Ósnortið vatn

a) Neðan Bugðu, b) Ofan Bugðu

Ekki reyndist unnt að flokka Laxá í Kjós í mengunarflokk á grundvelli zinks (Zn) og kopars (Cu) þar sem sýni reyndust of fá til að meta raunverulegt ástand árinna m.t.t. þessara málma. Af sömu ástæðu er mengunarflokkunar á grundvelli heildarköfnunarefnis (t-N) metin óáræðanleg.

## 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 á vatnið ætíð að flokkast í mengunarflokk A ef það er ómengað. Sé aftur á móti stuðst við umhverfismörk I lendar ómengað vatnið ýmist í mengunarflokki A eða B eftir matsþáttum og gæti jafnvel lent í C í einstaka tilviki. Ástæðan er sú að umhverfismörk I gefa sjaldnast rétta mynd af náttúrulegu ástandi hvers vatns. Við notkun umhverfismarka 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. lítilsháttar mengaða á. Það er þó ljóst að með því að meta náttúrulegt ástand sérstaklega fyrir alla þætti er ekki 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 kunnir því að orka tvímælis að binda sig við tækni- eða lagaleg úrræði dagsins í dag við mat á því hvort þurfi að sætta sig við einhverja mengun til langframa eða ekki. Þar sem vandamál eru á ferðinni ber 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. Talsverður hluti vatnasviðs Laxár í Kjós er tiltölulega náttúrulegur 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. Tillagan um langtímamarkmiðin er sýnd í töflu 7.

Þar sem ástand árinna er í nær öllum tilvikum gott eru markmiðin yfirleitt þau að halda í horfinu. Aðeins saurbakteríur í ánni ofan Bugðu falla ekki í flokk A. Álagið á ána mun aukast með auknum mannlegum umsvifum og auknu hlutfalli þéttra flata. Ef verndun árinna er strax höfð að leiðarljósi við uppbyggingu á vatnasviðinu er hinsvegar líklegt að auðvelt reynist að ná settum markmiðum 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 koma í veg fyrir beina losun mengandi efna í ána og draga úr magni ofanvatns á þeim svæðum sem byggð verða og tryggja þar sem kostur er að ofanvatnið seytili niður í jarð- og berggrunninn áður en það nær ánni.

Tafla 7. Tillaga að langtímamarkmiðum fyrir Laxá í Kjós. Til samanburðar er mengunarflokkun hennar einnig sýnd.

	Mengunarflokkun		Tillaga að langtímamarkmiðum			
			Flokkur	Umhverfismörk	Styrkur	Athugasemdir
Saurkólí í 100 ml	A	Ósnortið vatn <sup>a)</sup>	A	I	<14	Uppfyllt
	B	Lítið snortið vatn <sup>b)</sup>	A	I	<14	Úr 19
t-P (mg/l)	A	Ósnortið vatn	A	I	<0,02	Uppfyllt
PO <sub>4</sub> -P (mg/l)	A	Ósnortið vatn	A	I	<0,01	Uppfyllt
t-N (mg/l)	A	Ósnortið vatn	A	I	<0,3	Uppfyllt
NH <sub>4</sub> -N (mg/l)	A	Ósnortið vatn	A	I	<0,01	Uppfyllt
TOC (mg/l)	A	Ósnortið vatn	A	II	<3	Uppfyllt
Cu (ug/l)		Flokkun ekki gerð	A	II	<3	
Zn (ug/l)	A	Ósnortið vatn	A	II	<20	Uppfyllt
Cd (ug/l)	A	Ósnortið vatn	A	II	<0,1	Uppfyllt
Pb (ug/l)		Flokkun ekki gerð	A	I	<0,2	
Cr (ug/l)	A	Ósnortið vatn	A	II	<5	Uppfyllt
Ni (ug/l)		Flokkun ekki gerð	A	I	<0,7	
As (ug/l)	A	Ósnortið vatn	A	I	≤0,4	Uppfyllt

a) Neðan Bugðu. b) Ofan Bugðu.

## 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 Laxár í Kjós næstu árin og áratugina. Jafnframt aukist ýmis mannleg umsvif. Í ljósi góðs mengunarástands er lagt er til að tíðni vöktunar á næringarefnum og lífrænum efnum verði 8 ár en 4 ár á saurbakteríum sem eru í hærri kantinum. Hugsanlegar uppsprettur þessara efna í dag eru skólþ- og landbúnaðarmengun. Meiriháttar aðgerðir vegna mengunar næringarefna og lífrænna efna eru ekki aðkallandi að óbreyttu en nauðsynlegt að fylgjast með þessum þáttum í ánni. Ástæða er þó e.t.v. til að huga að skólþmálum og meðferð húsdýraáburðar á vatnasviðinu og grípa til aðgerða þar sem reglur krefjast. Helmingi minni tíðni er lögð til við vöktun máлма en annarra efna. Styrkur máлма reyndist almennt lágur þótt ekki hafi reynst unnt að flokka ána m.t.t. kopars (Cu), blýs (Pb) og nikkels (Ni) vegna einstakra mjög hárra gilda. Ekkert bendir þó til að háu gildin sé vegna mengunar. Málmengun mun aukast eftir því sem hlutfall þéttra flata á vatnasviðinu eykst. Væntanlega hefst sú þróun ekki strax. Tíðni vöktunar sem lögð er til á málmun er því lág. Tíðnin þarf hinsvegar að taka mið af uppbyggingarhraðanum og ætti að endurskoða hana eftir hverja nýja úttekt á ánni. Tíðnin sem lögð er til er samræmd þannig að sýnataka mismunandi þátta fellur á sömu ár.

Tafla 8. Tillaga að vöktun Laxár í Kjós.

Vöktunarþáttur	Tíðni (ár)	Næsta vöktun	Skýringar
Saurkólí í 100 ml	4	2006	Þessir þættir benda flestir til góðs ástands árinna. Einungis saurkólí í efri hluta hennar var í hærri lagi. Styrkur sumra þessara þátta mun aukast á næstu árum og áratugum vegna aukinna umsvifa og uppbyggingar á vatnasviðinu. Hægt er að leggja til vöktun með fremur lágri tíðni fyrir aðra þætti en saurkólí.
t-P (mg/l)	8	2010	
PO <sub>4</sub> -P (mg/l)	8	2010	
t-N (mg/l)	8	2010	
NH <sub>4</sub> -N (mg/l)	8	2010	
TOC (mg/l)	8	2010	
Cu (ug/l)	16	2018	Áin er frekar vel stödd varðandi málmengun. Ekki er útlit fyrir örar breytingar á málmstyrk. Málmengun mun þó aukast með aukinni uppbyggingu á vatnasviðinu og því er nauðsynlegt að vakta hana reglulega. Hægt er að leggja til vöktun með lágri tíðni. Eðlilegt er að endurskoða hana í ljósi uppbyggingarhraða, t.d. þegar kemur að sýnatöku vegna annara þátta.
Zn (ug/l)	16	2018	
Cd (ug/l)	16	2018	
Pb (ug/l)	16	2018	
Cr (ug/l)	16	2018	
Ni (ug/l)	16	2018	
As (ug/l)	16	2018	

## 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 enn fremur nauðsynlegt að að móta stefnu um nauðsynlegar aðgerðir til að ná langtímamarkmiðunum. 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, Hafransóknastofnunar 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.
- Sigurjón Rist 1990. Vatns er þörf. Reykjavík, Bókaútgáfa Menningarsjóðs. 248 bls.
- Steven C. Chapra 1997. Surface Water Quality Modeling. Boston, WCB/McGraw-Hill. 844 bls.
- Tryggvi Þórðarson 2003a. Flokkun vatna á Kjósarsvæði. Bugða. Hveragerði. Rannsókn- og fræðasetur Háskóla Íslands í Hveragerði, Heilbrigðiseftirlit Kjósarsvæðis. 39 bls.
- Tryggvi Þórðarson 2003b. Flokkun vatna á Kjósarsvæði. Leivogsá. Hveragerði. Rannsókn- og fræðasetur Háskóla Íslands í Hveragerði, Heilbrigðiseftirlit Kjósarsvæðis. 39 bls.
- Tryggvi Þórðarson 2003c. Flokkun vatna á Kjósarsvæði. Kaldakvísl. Hveragerði. Rannsókn- og fræðasetur Háskóla Íslands í Hveragerði, Heilbrigðiseftirlit Kjósarsvæðis. 39 bls.
- Tryggvi Þórðarson 2003d. Flokkun vatna á Kjósarsvæði. Úlfarsá. Hveragerði. Rannsókn- og fræðasetur Háskóla Íslands í Hveragerði, Heilbrigðiseftirlit Kjósarsvæðis. 39 bls.
- Tryggvi Þórðarson 2003e. Flokkun vatna á Kjósarsvæði. Botnsá. 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. 39 bls.
- Tryggvi Þórðarson 2003g. Flokkun vatna á Kjósarsvæði. Kiðafellsá. Hveragerði. Rannsókn- og fræðasetur Háskóla Íslands í Hveragerði, Heilbrigðiseftirlit Kjósarsvæðis. 39 bls.
- Tryggvi Þórðarson 2003h. Flokkun vatna á Kjósarsvæði. Fossá. Hveragerði. Rannsókn- og fræðasetur Háskóla Íslands í Hveragerði, Heilbrigðiseftirlit Kjósarsvæðis. 39 bls.



## Viðauki

Tafla A1.	Niðurstöður mælinga og efna- og bakteríugreininga í Laxá í Kjós 5. febrúar 2001 – 24. janúar 2002.	35
Tafla A2.	Niðurstöður mælinga og efna- og bakteríugreininga í Laxá í Kjós ofan ármóta Bugðu 5. febrúar 2001 – 24. janúar 2002.	36
Tafla B.	Athugasemdir skráðar við sýnatöku.	37
Tafla C.	Óleiðrétt mæligildi efnagreininga ásamt skekkjumörkum.	39
Tafla D.	Samband mengunarflokkunar við náttúrulegt og raunverulegt ástand.	41



Tafla A1. Niðurstöður mælinga og efna- og bakteríugreininga í Laxá í Kjós við Þjóðveg 1 þann 5. febrúar 2001 – 24. janúar 2002.

Bugða	Lofthiti °C	Vatnshiti °C	pH	Leiðni uS/cm	Saurkólí í 100 ml	t-P (mg/l)	PO4-P (mg/l)	t-N (mg/l)	NH4-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)
5.2 2001		0,6	8,87	55	13	0,0134	0,0094	0,075	0,0091	2,47	2,67	5,14	0,514	1,22	<0,007	0,084	0,733	0,234	<0,064
26.3 2001	-4	0,3	8,82	91	2	<0,008	0,0067	0,031	<0,0012	1,99	2,99	4,98	0,270	1,17	<0,007	0,108	0,697	0,185	0,074
9.5 2001	10	8,2	7,84	58	80	0,011	<0,004	0,06	<0,010	2,80	1,51	4,31	36,2	22,8	0,081	0,904	13,7	13,1	0,24
14.6 2001	14	14,0	8,2	72	3	0,006	<0,004	0,04	<0,010	3,39	3,41	6,80	0,70	0,76	0,031	0,076	0,85	0,29	<0,07
19.7 2001	14	13,4	8,1	60,7	150	<0,006	<0,025	0,03	<0,010	3,18	3,14	6,32	1,39	1,04	0,037	0,105	0,86	0,51	0,10
16.8 2001	13	12,2	8,1	74	7	<0,006	<0,004	0,01	<0,010	3,07	3,46	6,53	0,34	0,53	0,023	0,103	0,66	0,16	<0,08
28.9 2001	6	6,6	8,55	71	6	<0,006	<0,004	0,02	<0,010	2,94	3,97	6,91	1,82	63,8	0,070	0,379	2,24	0,60	0,09
7.11 2001	-1	0,0		77	3	<0,006	<0,004	0,15	<0,010	2,74	3,25	5,99	0,25	15,3	0,022	0,050	1,58	0,11	<0,07
21.12 2001	-1	2,8	8,6	75	120	0,014	0,005	0,06	<0,010	2,37	2,69	5,06	1,58	18,6	0,037	18,300	4,00	0,43	0,08
24.1 2002	-6	0,0		84	1	<0,006	<0,004	0,80	<0,010	2,29	2,86	5,15	0,31	4,38	0,023	0,093	0,92	0,18	<0,07
Meðaltal*	5	5,81	8,38	71,8	10	<0,008	<0,007	0,13	<0,009	2,72	3,00	5,72	4,34	12,96	<0,034	2,020	2,62	1,58	<0,09
Staðalfrávik	8	5,83		11,3		0,003	0,007	0,24	0,003	0,44	0,65	0,90	11,21	19,76	0,024	5,726	4,03	4,05	0,05

\* Miðgildi fyrir pH og geometriskt meðaltal fyrir saurkólí.

Tafla A2. Niðurstöður mælinga og efna- og bakteriugreininga í Laxá í Kjós ofan ármóta Bugðu 5. febrúar 2001 – 24. janúar 2002.

Bugða	Lofthiti °C	Vatnshiti °C	pH	Leiðni uS/cm	Saurkólí 100 ml	ít-P (mg/l)	PO4-P (mg/l)	t-N (mg/l)	NH4-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)	
5.2 2001		0,4	8,76	54	7	0,903														
26.3 2001	-4	0,5	8,09	106	2	0,477														
9.5 2001	10	9,4	8,6	77	280	2,449														
14.6 2001	14	12,0	7,8	86	4	0,699														
19.7 2001	14	13,2	7,69	69,6	1.000	3,000	0,006	<0,004	0,03	<0,010	3,21	3,06	6,27	1,28	0,72	0,025	0,097	0,77	0,48	
16.8 2001	13	11,6	7,69	81	2	0,477														
28.9 2001	6	6,2	8,48	72	7	0,903														
7.11 2001	-2	0,6	8,8		2	0,477														
21.12 2001	0	3,2	8,5	92	620	2,793														
24.1 2002																				
Meðaltal*	6	6,34	8,48	79,7	19	1,353														
Staðalfrávik	7	5,34		15,6		1,068														

\* Miðgildi fyrir pH og geometriskt meðaltal fyrir saurkólí.

Tafla B. Athugasemdir skráðar við sýnatöku í Laxá í Kjós.

Dags.	Veðurlýsing	Athugasemdir
5.2 2001	Heiðskýrt og sól, frost, kaldi.	
26.3 2001	Sól og léttskýjað í fyrstu en þykknaði upp með skafrenningi.	Rennsli lítið. Brjóta þurfti ís til að ná sýninu. Hugsanlegur möguleiki á að botnefni hafi við það hvirflast upp og lent í sýninu.
9.5 2001	Alskýjað og rigning. Rígt hafði nokkra daga.	Miklir vatnavextir voru í ánni og flæddi hún yfir bakka sína á sýnatökustaðnum ofan Bugðu svo ekki var hægt að taka sýnið þar. Þess í stað var það tekið nokkrum tugum metra neðar. Vatnið í ánni var gruggugt og myndaðist botnfall í sýnaflösku sem tekið var í við þjóðveg 1.
14.6 2001	Hálfskýjað og bjart.	Lítið í ám.
19.7 2001	Pungbúið fram að hádegi og rigning með köflum. Stytti upp, létti til og gerði sólskin á meðan sýnin voru tekin. Mikið rigndi dagana fyrir sýnatöku.	Þökkalega mikið í ánni, einkum Laxá í Kjós.
16.8 2001	Sól og logn.	Vatn árinna mjög tært ofan Bugðu.
28.9 2001	Sól, heiðskýrt og logn.	Vatn árinna tært ofan Bugðu.
7.11 2001	Hálfskýjað, strekkingur og síðar allhvasst en þó bjart veður.	Áin frosin með bökkum.
21.12 2001	Hálfskýjað, logn.	Mikið í ánni eftir metrigningu daginn áður. Sýni sem tekið var ofan Bugðu var tekið neðar en venjulega þar sem vegi að sýnatökustaðnum hafði verið lokað.
24.1 2002	Heiðskýrt og bjart.	Grunnstigull svo mikill í ánni ofan Bugðu að ekki var unnt að taka sýni þar sýni.



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

Dags	t-P		PO <sub>4</sub> -P		t-N		NH <sub>4</sub> -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	+/-
5.2 2001	0,0134	0,0079	0,0094	0,0011	0,075	0,021	0,0091	0,0011	2,47	0,52	2,67	0,19			-0,056	0,064	-0,001	0,007	0,733	0,043	0,514	0,04	0,234	0,056	0,084	0,010	1,22	0,13
26.3 2001	-0,0057	0,0080	0,0067	0,0011	0,031	0,021	-0,0004	0,0012	1,99	0,51	2,99	0,25			0,074	0,064	-0,001	0,007	0,697	0,050	0,270	0,035	0,185	0,056	0,108	0,011	1,17	0,13
9.5 2001	0,011	0,006	0,002	0,004	0,06	0,01	0,003	0,010	2,80	0,62	1,51	0,23	4,31	0,58	0,24	0,08	0,081	0,014	13,7	0,42	36,2	1,3	13,1	0,58	0,904	0,025	22,8	0,97
14.6 2001	0,006	0,005	0,002	0,004	0,04	0,01	0,000	0,010	3,39	0,98	3,41	0,12	6,80	0,97	0,06	0,07	0,031	0,014	0,85	0,10	0,70	0,03	0,29	0,034	0,076	0,008	0,76	0,24
19.7 2001	0,006	0,006	0,004	0,025	0,03	0,01	0,005	0,010	3,18	0,89	3,14	0,11	6,32	0,88	0,10	0,08	0,037	0,014	0,86	0,10	1,39	0,05	0,51	0,039	0,105	0,008	1,04	0,25
16.8 2001	0,002	0,006	0,003	0,004	0,01	0,01	0,005	0,010	3,07	0,93	3,46	0,12	6,53	0,92	0,07	0,08	0,023	0,014	0,66	0,10	0,34	0,02	0,16	0,034	0,103	0,008	0,53	0,24
28.9 2001	0,000	0,006	0,001	0,004	0,02	0,01	0,001	0,010	2,94	0,50	3,97	0,14	6,91	0,48	0,09	0,08	0,070	0,014	2,24	0,12	1,82	0,07	0,60	0,041	0,379	0,012	63,8	2,7
7.11 2001	0,002	0,006	0,001	0,004	0,15	0,01	0,004	0,010	2,74	1,30	3,25	0,11	5,99	1,30	0,06	0,07	0,022	0,014	1,58	0,11	0,25	0,02	0,11	0,033	0,050	0,008	15,3	0,67
21.12 2001	0,014	0,006	0,005	0,004	0,06	0,01	0,003	0,010	2,37	1,00	2,69	0,09	5,06	1,00	0,08	0,07	0,037	0,014	4,00	0,15	1,58	0,06	0,43	0,037	18,3	0,47	18,6	0,80
24.1 2002	0,004	0,006	0,002	0,004	0,80	0,03	0,009	0,010	2,29	1,10	2,86	0,10	5,15	1,10	0,02	0,07	0,023	0,014	0,92	0,10	0,31	0,02	0,18	0,033	0,093	0,008	4,38	0,30





Tafla D. Samband mengunarflokkunar við flokkun á náttúrulegu og raunverulegu ástandi. Náttúrulegt og raunverulegt ástand er flokkað á grundvelli umhverfismarka, 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 jafnhá eða hærra gildi eru fyrir náttúrulegt ástand en raunverulegt ástand lendir 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 (afvik 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