

Flokkun vatna á Kjósarsvæði

Varmá



Mars 2003



**Rannsóknna- 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 Varmár
Höfundur Tryggvi Þórðarson	Ár 2003	Blaðsíðufjöldi 41
Íslenskur titill Flokkun vatna á Kjósarsvæði, Varmá. Enskur titill Classification of lakes and rivers in the district of Kjos, River Varma.		
Útdráttur Náttúrulegt og raunverulegt ástand Varmár 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 fyrirkomulag vöktunar. Yfirlit er gefið á næstu síðu. Summary The pristine and current state of the river Varma is assessed and the river is classified according to the degree of human impact. Proposals are made for the long-term water quality goals and monitoring. An overview (in Icelandic) is presented on the following page.		
Efnisorð Varmá, mat á mengunarálagi, mengunarflokkun, mengun	Subject words River Varma, impact assessment, impact classification, pollution	

Samantekt

Mat á ástandi, mengunarflokkun og tillögur um markmið og vöktun fyrir Varmá. Fyrsti dákurinn sýnir meðaltöl mældra gilda. Næstu tveir dálkarnir gefa náttúrulegt og raunverulegt ástand árinna óháð uppruna efnanna. 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 þyrfti að fara fram 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	Skýringar	
Saurkólí í 100 ml*	58.914	I	V	E	Ófullnægjandi vatn	A	I	<14	Úr 58.914	Ákveða síðar	2005	Mikil mengun þessara efna er í Varmá. Fyrirsjáanlegt er hinsvegar að hætt verður fljótlega að veita skólpi í ána. Árið 2005 er um eitt ár síðan skólpi hefur verið losað í Varmá. Þá er tímabært að meta árangurinn og ákveða tíðni áframhaldandi vöktunnar og þörfina fyrir úttekt á mengunarpöppretum sem kunna að koma í veg fyrir að langtímamarkmiðum sé náð.
t-P (mg/l)	0,2580	I	V	E	Ófullnægjandi vatn	A	I	<0,02	Úr um <0,26	Ákveða síðar	2005	
PO ₄ -P (mg/l)	<0,152	I	V	E	Ófullnægjandi vatn	A	I	<0,01	Úr <0,15	Ákveða síðar	2005	
t-N (mg/l)	2,006	I	IV	D	Verulega snortið vatn	A	I	<0,3	Úr <2,0	Ákveða síðar	2005	
NH ₄ -N (mg/l)	<0,616	I	V	E	Ófullnægjandi vatn	A	I	<0,01	Úr <0,62	Ákveða síðar	2005	
TOC (mg/l)	7,11	II	IV	C	Nokkuð snortið vatn	A	II	<3,0	Úr 7,11	Ákveða síðar	2005	
Cu (ug/l)	2,413	II	II	A	Ósnortið vatn	A	II	<3	Uppfyllt	8	2010	Málmamengun er ekki mikil en mun aukast með aukinni uppbyggingu. Því er regluleg vöktun nauðsynleg. Hægt er að leggja til vöktun með fremur lágri tíðni. Eðlilegt er að endurskoða hana í ljósi uppbyggingarhæða, t.d. þegar kemur að sýnatöku vegna annara þátta, hlutfall þéttra flata með afrennsli í Varmá fer yfir 10% eða ný málmengandi starfsemi eða athafnir hefjast.
Zn (ug/l)	53,59	II	Liggur ekki fyrir		Flokkun ekki gerð	A	II	<20		8	2010	
Cd (ug/l)	0,029	II	II	A	Ósnortið vatn	A	II	<0,1	Uppfyllt	8	2010	
Pb (ug/l)	0,237	I	II	B	Lítið snortið vatn	A	I	<0,2	Úr 0,24	8	2010	
Cr (ug/l)	1,84	II	II	A	Ósnortið vatn	A	II	<5	Uppfyllt	8	2010	
Ni (ug/l)	1,28	I	II	B	Lítið snortið vatn	A	I	<0,7	Úr 1,28	8	2010	
As (ug/l)	0,21	I	I	A	Ósnortið vatn	A	I	≤0,4	Uppfyllt	8	2010	

* Geometriskt meðaltal.

Efnisyfirlit

Töflulisti	9
Inngangur	11
Verkefni	11
Mengunarflokkun vatna	11
Forsendur mengunarflokkunar	11
Aðferðir	13
Flokkunarþættir	13
Val sýnatökustaða	13
Sýnataka	13
Meðhöndlun, geymsla og flutningur sýna	14
Mælingar og efnagreiningar	14
Næmni efnagreininga og skekkjumörk	14
Meðferð gagna og túlkun	15
Rannsóknþættir	16
Næringarefni	16
Lífrænt efni	17
Örverumengun	17
Málmar	18
Aðrir þættir	18
Varmá í Mosfellsbæ	18
Lýsing og helstu stærðir	18
Jarðfræði og jarðefnafræði	19
Sérkenni varmáa	20
Mannleg umsvif og mengunarálag	20
Umfjöllun um niðurstöður	21
Flokkun Varmár	22
Náttúrulegt ástand Varmár	22
Raunverulegt ástand	26
Mengunarflokkun	26
Tillaga að langtímamarkmiðum	27
Tillaga að vöktun	28
Sérstök verndun, viðkvæm svæði og aðgerðaráætlanir	29
Heimildir	30
Viðauki	33

Töflulisti

Tafla 1.	Mengunarflokkar fyrir grunnvatn og yfirborðsvatn.....	11
Tafla 2.	Skýringar við flokka umhverfismarka.....	12
Tafla 3.	Efnagreiningaraðferðir og efnagreiningartæki.....	14
Tafla 4.	Sundurgreining þéttra flata á vatnasviði Varmár.....	21
Tafla 5.	Náttúrulegt ástand Varmár. Öftustu tveir dálkarnir sýna áætlað náttúrulegt ástand árinna bæði sem styrk og umhverfismarkaflokk. Taflan sýnir að öðru leyti miðgildis- og meðalefnastyrk í Úlfarsá, Köldukvísl, Leirvogsa, Bugðu, Laxá í Kjós, Kiðafellsá, Fossá, Brynjudalsá og Botnsá, meðalefnastyrk jarðhitavats frá Reykjum Mosfellsbæ og jarðhitavats í Borgarfirði (n=22), meðalbakteríu- og efnastyrk Varmár í Hveragerði (n=12), meðalefnastyrk úrkomu í Reykjavík og við Írafoss og meðalstyrk í Varmá, Mosfellsbæ (n=10).....	25
Tafla 6	Núverandi ástand Varmár.....	26
Tafla 7.	Flokkun Varmár, skv. reglugerð nr. 796/1999 um varnir gegn mengun vatns.....	27
Tafla 8.	Tillaga að langtímamarkmiðum. Til samanburðar er mengunarflokkun hennar einnig sýnd.....	28
Tafla 9.	Tillögur um vöktun Varmár.....	29

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, Veidifélagi Leirvogsár og Veidifélagi 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, gera tillögur að langtímamarkmiðum fyrir ástand þeirra svo og um umfang og tíðni áframhaldandi vöktunar. Verkefnið er í þremur áföngum. 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 yfirborðsvatn¹) 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 ennfremur kveðið á um að langtímamarkmið fyrir vatnið skuli koma fram á skipulagsupphráttum svæðis- og aðalskipulags og að sýna skuli flokkun þess á skýringarupphráttum 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 skipulagsupphráttum
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 mannglegrar starfsemi. Mengunarflokkun byggir á því hve mikið vötn

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

víkja frá náttúrulegu ástandi viðkomandi vatns (sjá gr. 10.1 og 10.2) eða skilgreindum almennum náttúrulegum bakgrunnsgildum (sjá gr. 10.1).

Áriðandi 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 almennum 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/pynningarsvæði.	Ávallt ófullnægjandi ástand vatns fyrir lífríki/pynningarsvæði.	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 einungis notast við einn sýnatökustað og var hann valinn neðst í ánni (mynd 1), ofan reiðvegjar yfir ána þar sem hún rennur í Kaldakvísl. Hann er ekki lýsandi fyrir ána í heild, m.a. þar sem skólp frá bæjarveitunni rennur í hana nokkru ofar. Fullvíst má telja að ofan skólplosunarstaðsins sé ástand árinna mun skárri. Um 20-30 m ofan við sýnatökustaðinn koma út í ána þrjár ofanvatnslagnir frá hesthúsahverfinu sem þar er skammt frá. Aðallega er þar um vatn af þökum hesthúsanna að ræða en niðurföll innandyra í sumum húsunum eru einnig tengd lögnunum.



Mynd 1. Sýnatökustaðurinn í Varmá. Myndin er tekin niður eftir ánni þann 5. febrúar 2001 og sést í Köldukvísl handan vegarins. Staðarákvörðun er $\text{N}64^{\circ}10,599'$, $\text{V}21^{\circ}41,692'$. 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[®]) 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 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. 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. 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 er² gengur út frá því að mæligildin séu normaldreifð.

Ofangreind aðferð var ekki notuð fyrir saurkólíabakteríur. Styrkur saurkólí í yfirborðsvatni er lognormal dreifður og er því notast við geometrískt meðaltal við útreikninga meðalstyrks saurkólí³. Geometrískt meðaltal er að jafnaði lægra en hefðbundið meðaltal, sérstaklega þegar örverumengun 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 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 staðalfráviki er niðurstaðan gefin sem minna en gildið sem útreikningurinn gefur.

² $n = (t_{\alpha} S_1)^2 / d^2 \left(1 + \frac{2}{n_1}\right)$ 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).

³ 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.

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 fosfórs (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 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 skólplosun 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 efni er að finna í skólpi og eru notuð til áburðar, t.d. við túnrækt, eykst framboð þeirra í vatninu þegar mannlegra áhrifa gættir. 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. Það er því eðlilegt að flokkun vatna byggji á heildarmagni næringarefnanna, heildarfosfór (t-P) og heildar köfnunarefni (t-N). Við flokkun fallvatna er einnig stuðst við ammóníak ($\text{NH}_4^+\text{-N}$) og fosfat ($\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$) 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 (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 eitrað fiskum við hátt pH.

Fosfat ($\text{PO}_4\text{-P}$) 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 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. Lífrænu efnin í vötnum verða ýmist til vegna framleiðslu 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 mönnum 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 málmar 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 járn, 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 díselolíu 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.

Varmá í Mosfellsbæ

Lýsing og helstu stærðir

Nafn árinna er dregið af upphitun hennar af hveravatni sem í hana rann áður fyrr. Hverirnir voru bæði á árbakkanum og alllangt frá ánni.

Vatnasvið Varmár er 15 km² (Sigurjón Rist 1969) og einkennist af allþétu bergi og þétu seti (Árni Hjartarson & Freysteinn Sigurðsson 1997). Hún er um 8 km löng (G. M. Gíslason & R. C. Russell 1997) og kemur úr Bjarnarvatni, litlu vatni sem er í 259 m hæð yfir sjávarmáli. Hún fær einnig vatn frá öðru litlu vatni skammt þar frá, Borgarvatni. Hún er lindá með talsverð einkenni dragáa (Sigurjón Rist 1969). Hún rennur norðaustur um Reykjadal og fellur í Köldukvísl skammt ofan við ósa hennar, norðaustan við hesthúsin í Mosfellsbæ.

Ýmsar stopular mælingar á rennsli eru til fyrir Varmá frá ýmsum tímum. Um nákvæmni þeirra mælinga og aðferðir sem notaðar voru er fátt vitað. Líklegt rennsli hefur mest verið talið vera um 500 l/s (G. M. Gíslason & R. C. Russell 1997). Árið 1927 var rennsli Varmár sagt 400 l/s og þar af væri 120 – 150 l/s frá hverum (Thorkell Thorkelsson 1928). Samkvæmt því er ekki ólíklegt að meðalrennsli nú sé eitthvað undir 500 l/s. Annars staðar er rennsli hveranna gefið sem 100-110 l/s áður en byrjað var að nýta svæðið til heitavatsvinnslu (Helgi Torfason 1997). Rennslismælingar 1957 – 1997 (Magnús Björnsson & Gunnar Ólafsson 2001) (tilvísun í (Þorvaldur H. Þorvaldsson 1994)) sýna miklar rennslissveiflur eða frá 50 til 850 l/s. Mælingar gerðar sumrin 1957 og 1958 við Álafossverksmiðjuna sýndu 100 l/s fyrra skiptið og 68 l/s í það síðara.

Hitastig árinna rétt ofan við Varmárbrúna og austan við bæinn Varmá reyndist vera 27°C sumarið 1927 (Thorkell Thorkelsson 1928). Schwabe mældi hitastig Varmár í september, nóvember og desember 1931-2 (H.G. Schwabe 1936). Mælingarnar voru gerðar við gróðurhús sem voru við ána og reist voru 1923 (Helgi Torfason 1997), skammt ofan við þann stað þar sem afrennsli hvera sem kallaðir voru sameiginlega Aðalhver rann í Varmá. Hitastig í miðju árinna reyndist 15-16°C þegar lítið var í henni en allt niður í um 5°C þegar hún var í vexti. Nær bökkunum var hærra hitastig vegna hveravatns sem ekki hafði blandast að fullu, allt að 47°C þegar minnst var í ánni. Á korti sem gert hefur verið yfir hverina (Helgi Torfason 1997) sést að talsvert var um hverni neðar við ána og á kafla voru þeir margir í árbakkanum. Botn árinna þar sem hveravatn rann í hana var vaxið þörungagróðri (H.G. Schwabe 1936). Ljóst er því að heita vatnið var ráðandi þáttur í lífvist neðri hluta árinna eða neðan við Varmárfoss (H.G. Schwabe 1936).

Á meðan sýnataka fór fram var ofanvatni veitt í Varmá og einnig skólpi frá byggð í nágrenninu. Árið 2000 var veitt í ána um 20 l/s af skólpi að meðaltali (Hönnun 2001). Meðalrennsli ofanvatns sem rennur af þéttum flötum er áætlað allt að 13 l/s⁴. Í hana fer einnig kælivatn frá iðnfyrirtækjum og afrennsli ullarvinnslufyrirtækis. Á vatnasviðinu neðanverðu er talsvert þéttbýli, aðallega íbúðarbyggð en einnig stofnana- miðbæjar- og iðnaðarsvæði. Þar er líka stunduð alifuglarækt. Efri hluti þess er að hluta ónotaður að kalla.

Varmárósar voru lýstir friðland árið 1980. og Varmá frá upptökum til ósa er á náttúruminjasrá (Náttúruvernd ríkisins 2002).

Jarðfræði og jarðefnafræði

Vatnasvið Varmár 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 dragareinkenni 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.

⁴ Gengið er út frá 800 mm ársúrkomu, engri uppgufun, að flatarmál þéttra flata á vatnasviðinu sé 531.577 m² og að allt vatn sem á þetta fleti fellur hafni í Varmá.

Sérkenni varmáa

Varmár eru ár þar sem jarðhita gætir í talsverðum mæli. Áður fyrr taldist Varmá í Mosfellsbæ vera varmá en allir hverirnir sem fæddu ána hafa nú þornað vegna mikillar nýtingar jarðhitavatnsins til húshitunar. Einkenni varmáa er tiltölulega hátt hitastig allt árið um kring og hærri styrkur ýmissra uppleystra efna en í öðrum ám á landinu. Talsverðar hitastigssveiflur vegna veðurfars einkenna varmárnar, sérstaklega að vetrarlagi. Árnar leggur þó yfirleitt aldrei þar sem hveraáhrifa gætir. Oft eru varmaeinkenni varmáa bundin við ákveðinn kafla hennar og er hann mislangur eftir tíðarfari. Efnaeinkennin haldast þó áfram niður eftir ánni þótt vatnið hafi kólnað en það dregur úr þeim eftir því sem neðar dregur, aðallega vegna þynningaráhrifa. Laugar og vatnshverir eru lindir svo varmár sem fá mestan hluta vatns síns þaðan eru einnig lindár eða bera a.m.k. einkenni þeirra. Ef rennsli varmalinda í tiltekna á eru nægilega stór hluti af rennsli árinna til að gefa þau áhrif sem einkenna varmár fær áin skilgreininguna varmá án þess að eðli árinna og gerð hafi að öðru leyti breyst. Varmár falla því yfirleitt einnig undir aðrar gerðir fallvatna. Talsverður munur getur verið á hita- og efnaeiginleikum varmáa eftir því hvort tiltekin varmá er lindá eða dragá eða hversu stór hluti vatnsins er frá varmalindum. Í lindám eru varmáreiginleikarnir stöðugri og þar sveiflast eingöngu hitastig og þá af völdum sveiflna lofthita, vindhraða og úrkomu/snjófoks en í dragám geta vatnavextir einnig tímabundið eytt nánast öllum varmáreiginleikum. Lindár sem hafa varmáreinkenni eru yfirleitt aðeins lækir frá einstökum þyrpingum varmalinda og eru þeir fjölmargir á landinu. Sem dæmi um dragá sem er varmá má nefna Varmá í Hveragerði.

Mannleg umsvif og mengunarálag

Vinnsla heits vatns

Við jarðhitavinnslu sem hófst á vatnasviði Varmár upp úr miðri síðustu öld þornaðu hverir og laugar á svæðinu og áin fékk ekki lengur jarðhitavatnið sem gerði hana að varmá. Við það hefur rennsli hennar einnig minnkað, hugsanlega um þriðjung eins og fyrr segir. Efnasamsetning jarðhitavatnsins er einnig frábrugðin yfirborðsvatni svo efnasamsetning Varmár hefur breyst fyrir tilstilli vatnsvinnslunar á svæðinu. Augljóslega hefur hitastig hennar einnig lækkað.

Bein losun

Varmá rennur í gegn um Mosfellsbæ og í hana rennur skólþ úr bæjarveitunni frá hluta bæjarins. Að auki er afrennsli frá 21 rotþró veitt í ána. Iðnaðarfrárennsli og kælivatn er einnig losað í hana frá ullarlitunarverksmiðjunni á Álafossi. Kælivatn er auk þess leitt í ána frá fyrirtækjunum Ferskum kjúklingi, Reykjalandi og Nýbrauði. Ekki er þó talið að með því berist mengun.

Dreifð mengun

Ofanvatni af þéttum flötum í þéttbýli við Varmá, s.s. götum, gangstéttum og bílastæðum er veitt í næsta viðtaka, m.a. Varmá. Þessu fylgir mengun í ánni auk þess sem rennissveiflur aukast og grunnrennsli minnkar. Áburðarnotkun á túnum og í gördum veldur einnig dreifðri mengun. Skv. upplýsingum frá Mosfellsbæ eru þéttir fletir á vatnasviði Varmár áætlaðir um 532.000 m² (sjá töflu 4) eða 3,54% af flatarmáli vatnasviðsins. Ofanvatnið skolar af þessum fötum ofan í Varmá. Mengunarálag á ána af þessum völdum verður því að teljast vera fyrir hendi. Það er enn ekki mikið en mun aukast eftir því sem hlutfall þéttra flata á vatnsviðinu eykst. Í ofanvatni eru m.a. bakteríur, næringarefni, venjuleg lífræn efni, málmar, götusalt, olíuefni, eiturefni úr gördum og grugg.

Tafla 4. Sundurgreining þéttra flata á vatnsviði Varmár.

Gerðir þéttra flata	Flatarmál (m ²)
Þök	217.3800
Bílaplön	36.330
Vegir og gangstéttir	277.867
Samtals þéttir fletir	531.577

Upplýsingarnar í töflunni eru frá Mosfellsbæ.

Umfjöllun um niðurstöður

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

Ekki varð vart við mikið rennsli úr ofanvatnslögnum frá hesthúsunum þau skipti sem sýni voru tekin. Eins og fram hefur komið eiga þær útrás um 20-30 m ofan við sýnatökustaðinn. Er því dregin sú ályktun að útrásir þessar hafi ekki haft truflandi áhrif á niðurstöður efna- og bakteríugreininga.

Þegar sýni voru tekin þann 19. júlí 2001 reyndist sjávarfalla gæta upp undir sýnatökustaðinn en háflóð var og stórstreymt. Niðurstöðurnar gefa ekki tilefni til að ætla að sjór hafi haft áhrif á niðurstöðu efnagreininga á sýninu sem tekið var þennan dag.

Vegna þess skólps sem í Varmá rennur má búast við miklum mun á mengunarefnum eftir því hversu mikið náttúrulegt vatn er í ánni til að þynna skólpið þegar mæling er gerð og sýni tekið. Rennsli árinna var ekki mælt en athugasemdir um vatnafar skráðar. Skv. þeim var mikið í ánni í þrjú skipti og lítið í tvo. Hin skiptin fimm var áin hvorki vatnslítill né í vexti. Í maí og desember voru tiltölulega miklir vatnavextir í ánni og þokkalega mikið var í ánni í júlí. Sum málmgildin voru eitthvað hærri þessa daga vegna upphvirflaðs gruggs, sérstaklega í maí. Flóðin þynntu hinsvegar skólpmengunina í árvatninu og var slík þynning greinileg fyrir saurbakteríur, leiðni, næringarefni og lífrænt kolefni, sérstaklega í maí. Hugsanlega vega flóð hlutfallslega of þungt í þeim meðaltölum sem fást.

Vatnshiti gefur glögglega til kynna að áin er ekki varmá lengur. Hitastig var við frostmark í ánni þegar kaldast var en náði 16 – 17 °C hita þegar heitast var á sumrin. Hitastigið fylgdi nokkurn veginn lofthita. Þótt kælivatn sé leitt í ána virðast hitunaráhrif þess ekki mælast neðst í ánni.

Ártíðarbreytingar á pH eru öfugar við það sem vænta má í venjulegum ám. Frumframleiðni í ám eykst með hækkandi sól og leiðir venjulega til hækkunar á pH að degi til yfir sumartímann vegna upptöku kolsýru (CO₂). Öll efnaskipti lífvera aukast hinsvegar með auknu hitastigi og ef vistkerfi árinna er ófrumbjarga, þ.e. meira er framleitt í vistkerfinu af kolsýru með öndunarferlum en er notað til frumframleiðslu, eykst kolsýran yfir sumartímann og pH lækkar þar af leiðandi. Ástæðan fyrir þessu er hið aukna magn lífræns efnis sem í ána kemur frá skólpinu. Á veturna eru bæði öndun og frumframleiðni í lágmarki vegna lágs hitastigs og ræðst pH þá aðallega af öðrum þáttum, sennilega fyrst og fremst auknu hlutfalli bakvatns hitaveitu frá húsum á vatnsviðinu en pH þess er rúmlega 9,5 (Einar Gunnlaugsson 2002).

Leiðni er mælikvarði á uppleystar jónir í vatni. Talsverðar sveiflur voru í leiðnigildum, allt frá 102 til 260 µS/cm. Leiðnin reynist yfirleitt hafa fylgt nokkurn veginn styrk saurbaktería ef frá eru talin gildin í mars og ágúst þar sem voru há leiðnigildi en ekki samsvarandi há gildi bakteríanna. Þar sem ætla má að

aðaluppspretta saurbaktería sé skólpið má því ætla að skólpið ráði einnig oftast mestu um leiðnina hverju sinni. Enginn árstíðarmunur kemur fram.

Styrkur baktería var nokkuð breytilegur eða frá tæplega 6.000 til 260.000 í hverjum 100 ml en miklar sveiflur einkenna jafnan styrk saurbaktería í saurmenguðu vatni. Ekki er að sjá að styrkurinn fylgi mikið rennsli árinna eins og því er lýst fyrir viðkomandi sýnatökudaga en er þó frekar lágur þá daga sem mest var í ánni. Ekki er að merkja neinn áberandi mun á gildunum eftir árstíðum frekar en í leiðninni.

Styrkur næringarefna fylgdi einnig nokkurn veginn styrk saurkólibaktería. Undantekningin var í mars en þá var bæði heildar köfnunarefni (t-N) og heildar fosfór (t-P) í mun hærri styrk en styrkur saurkólí gaf tilefni til. Það örlaði einnig á þessu hjá fosfórnum í ágúst. Ætla má af þessu að næringarefnin séu að mestu komin úr skólpi.

Heildar lífrænt kolefni (TOC) var á bilinu frá um 3 til um 11 mg/l. Ekki var hægt að greina árstíðarbreytingar en styrkur þess virðist einnig fylgja styrk saurkólibaktería og því að talsverðu leyti upprunið úr skólpinu.

Sveiflur í styrk málma voru yfirleitt ekki miklar þrátt fyrir talsverðar sveiflur bæði í rennsli og sjánlegu gruggi í ánni. Mestur vöxtur var í ánni í maí og desember og þá má ætla að fastar gruggagnir hafi komið í talsvert meira mæli í sýnið en endranær. Hækkun af þessu sökum varð einnig raunin. Hæstu gildin fyrir kopar (Cu), blý (pb), króm (Cr) og nikkell (Ni) reyndust vera í málsýninu en hækkunin var þó aðeins tvö- til fjórföld á við þau gildi sem mældust flesta hina dagana. Í desember voru greind gildi yfirleitt lægri eða svipuð þeim sem greind voru í sýnum teknum fyrir og eftir. Athygli vekja þó lítilsháttar hærri zinkgildi seinni hluta rannsóknatímabilsins. Svipaðrar hækkunnar zinkgilda varð einnig vart í öðrum ám á sama tíma. Einn dagur, 24.1 2002, sker sig hinsvegar úr en þá var gildið um 44 falt meðaltal annarra zinkgilda. Ekki er tiltæk skýring á þessu háa gildi. Þennan dag var 6 stiga frost og vatnshitinn við frostmark.

Flokkun Varmár

Náttúrulegt ástand Varmár

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.

Þegar beinar mælingar á náttúrulegu ástandi tiltekens 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 samanburður 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 fóru að gæta skortir í Varmá. 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 PO₄-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 tífaltur 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 Skjellkvale o.fl. 2001).

Í ósnortnum vötnum er ammóníak (NH₄-N) og sérstaklega nítrít (NO₂-N) lítið sem ekkert, oft ekki mælanlegt. Náttúrulegt nítrat (NO₃-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 Skjellkvale 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 Skjellkvale o.fl. 2001). Á heimsvísu er náttúrulegt fast köfnunarefni í ám um þriðjungu 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 Skjellkvale 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 uppleysta 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 lífrænu 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, 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 sé frá athöfnum mannsins komið, a.m.k. í þeim flestum.

Málmar

Upplýsingar um styrk málma í ómengduðum varmám skortir. Jafnframt eru upplýsingar um styrk málma í jarðhitavatni á lágheitsvæðum af skornum skammti. 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, Laxá í Kjós, Bugðu, Leirvogsá, 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.

Áhrif frá hverum

Þar sem Varmá var upprunalega varmá er einnig hægt að skoða efnainnihaldi jarðhitavats af lágheitsvæðum og taka mið að líklegum áhrifum þess á efnasamsetningu árvatnsins miðað við hugsanlegt blöndunarhlutfall. Upplýsingar um þá efnabætti sem flokkunin byggir á eru hinsvegar ekki miklar fyrir jarðhitavatn lágheitsvæða en slíkt vatn gæti hafa verið allt að 20-40% af rennsli Varmár áður en hverirnir hurfu vegna heitavatsvinnslunnar. Hér er til samanburðar stuðst við efnagreiningu málma í vatni frá borholu við Reyki, Mosfellsbæ, sem einmitt er vatnið sem rann í Varmá. Næmni efnagreiningaraðferðarinnar sem notuð hefur verið er hinsvegar lítil. Einu aðgengilegu tölurnar yfir næringarefni í jarðhitavatni lágheitsvæða eru úr 22 volgrum, laugum og hverum Borgarfirði.

Náttúrulegt ástand Varmár

Í töflu 5 er meðal efna- og bakteríustyrkur Úlfarsár, Köldukvíslar, Laxár í Kjós, Bugðu, Leirvogsár, Kiðafellsár, Fossár, Brynjudalsár og Botnsár og efnastyrkur í úrkomu borin samanborið saman við styrkinn í Varmá. Þar er auk þess sýndur styrkur saurkólí, heildarfösförs (t-P), heildarköfnunarefnis (t-N), ammóníaks (NH₄-N) og lífræns kolefnis (TOC) ofan byggðar og ræktaðs lands í Varmá í Hveragerði og tiltækar upplýsingar um meðalefnasamsetningu úrkomu í Reykjavík og á Írafossi. Í töflunni eru einnig sýndur meðalstyrkur næringarefna í laugum í Borgarfirði. Heildarfösför var ekki greindur í laugunum. Ætla má þó að nær allur fösförinn (t-P) hafi mælst sem fosfat (PO₄-P). Því er sama tala notuð í töflunni fyrir fosfat og heildarfösför. Auk þess eru í töflu 5 þau gildi gefin sem talið er, á grundvelli

samanburðargagnanna, að einkenni náttúrulegt ástand Varmár ásamt þeim umhverfismarkaflokkum sem eiga við gildin.

Ekki er líklegt að náttúrulegt ástand Varmár m.t.t. flokkunarþáttana hafi verið mjög frábrugðið því sem það hefði verið án varmáreinkennanna. Náttúrulegt ástand Varmár virðist því ekki ósvipað því sem gera má ráð fyrir í öðrum ám á þessu svæði. Þar sem nægilega nákvæmar upplýsingar skortir er ekki gerð tilraun til að meta hveraáhrifin inn í áætlað náttúrulegt ástand árinna. Þar sem ekki hafa heldur verið uppi áætlanir um að gera Varmá aftur að varmá er heldur varla eðlilegt að miða við náttúrulegt ástand árinna sem varmá. Náttúrulegt ástand er því ákvarðað eins og um venjulegt vatnsfall sé að ræða, án hveraáhrifa.

Tafla 5. Náttúrulegt ástand Varmár. Öftustu tveir dálkarnir sýna áætlað náttúrulegt ástand árinna bæði sem styrk og umhverfismarkaflokk. Taflan sýnir að öðru leyti miðgildis- og meðalefnastyrk í Úlfarsá, Köldukvísl, Leirvogsá, Bugðu, Laxá í Kjós, Kiðafellsá, Fossá, Brynjudalsá og Botnsá, meðalefnastyrk jarðhitavats frá Reykjum Mosfellsbæ og jarðhitavats í Borgarfirði (n=22), meðalbakteríu- og efnastyrk Varmár í Hveragerði (n=12), meðalefnastyrk úrkomu í Reykjavík og við Írafoss og meðalstyrk í Varmá, Mosfellsbæ (n=10).

	Úlfarsá, Kaldakvísl, Leirvogsá, Bugða, Laxá í Kjós, Kiðafellsá, Fossá, Brynjudalsá og Botnsá ^{a)}				Jarðhitavatt ^{b)}	Hverir, laugar og volgrur á lághitavattum í Borgarfirði ^{c)}	Varmá, Hveragerði ^{d)}	Meðaltal úrkomu í Reykjavík og á Írafossi ^{e)}	Mældgildi í Varmá	Náttúrulegt ástand Varmá	Umhverfismarkaflokkur
	Miðgildi	Meðaltal*	Staðalfrávik	N					Áætluð náttúruleg gildi		
Saurkólí í 100 ml*	6	12	394	107			11		58.914	4	I
t-P (mg/l)	0,009	<0,010	<0,006	99		(0,007)	0,004		0,2580	0,006	I
PO4-P (mg/l)	0,006	<0,006	<0,004	99		0,007			<0,152	0,004	I
t-N (mg/l)	0,065	<0,188	<0,636	99		0,171**	0,004	0,233**	2,006	0,06	I
NH4-N (mg/l)	0,010	<0,009	<0,006	99		0,042	<0,007	0,172	<0,616	0,005	I
TOC (mg/l)	2,10	<2,26	<1,38	99			10,6		7,11	2,0	II
Cu (ug/l)	0,53	<1,48	<4,51	99				1,313	2,413	0,8	II
Zn (ug/l)	7,87	<65,68	<170,03	99	<2,27			10,651	53,59	10	II
Cd (ug/l)	0,019	<0,025	<0,017	99	<1,96			0,013	0,029	0,02	II
Pb (ug/l)	0,084	<1,261	<7,854	99	<0,88			0,278	0,237	0,1	I
Cr (ug/l)	0,777	1,404	2,496	99	<0,54			0,221	1,84	0,9	II
Ni (ug/l)	0,38	0,75	1,73	99	1,57			0,522	1,28	0,4	I
As (ug/l)	0,09	<0,10	<0,03	99	<0,49			0,032	0,21	0,1	I

* Geometriskt meðaltal. ** NO₃ + NH₄.

a) (Heilbrigðiseftirlit Kjósarsvæðis, Tryggvi Þórðarson 2003c, 2003e, 2003b, 2003d, 2003f).

b) (Einar Gunnlaugsson 2002).

c) (Tryggvi Þórðarson 1981).

d) (Tryggvi Þórðarson 2003a)

e) (Kevin Barrett 2002).

Raunverulegt ástand

Raunverulegt ástand er byggt á geometrísku meðaltali⁵ fyrir saurbakteríur 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 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 ársinnar í umhverfismarkaflokk og þar með einnig í mengunarflokk. Eitt slíkt gildi var í niðurstöðunum fyrir málma, zinkgildið í janúar en það var 44 falt meðaltal annarra zinkgilda í ánni. Af þeim sökum var meðaltal þess ekki nothæft til flokkunar ársinnar í umhverfismarkaflokka.

Í töflu 6 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 6 Núverandi ástand Varmár.

	Meðaltal mældra gilda (n=10)	Nauðsynlegur fjöldi sýna	Áræðanleiki flokkunar	Umhverfismarkaflokkur
Saurkólí í 100 ml*	58.914			V
t-P (mg/l)	0,2580	7	Fullnægjandi	V
PO ₄ -P (mg/l)	<0,152	9	Fullnægjandi	V
t-N (mg/l)	2,006	6	Fullnægjandi	IV
NH ₄ -N (mg/l)	<0,616	11	Fullnægjandi	V
TOC (mg/l)	7,11	2	Fullnægjandi	IV
Cu (ug/l)	2,413	7	Fullnægjandi	II
Zn (ug/l)	53,59	106	Ófullnægjandi	Flokkun ekki gerð
Cd (ug/l)	0,029	2	Fullnægjandi	II
Pb (ug/l)	0,237	3	Fullnægjandi	II
Cr (ug/l)	1,84	5	Fullnægjandi	II
Ni (ug/l)	1,28	10	Fullnægjandi	II
As (ug/l)	0,21	4	Fullnægjandi	I

* Geometrískt meðaltal.

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 Varmár er gefin í töflu 7.

⁵ 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.

Flokkunin gildir í raun aðeins upp að skólþútrásinni úr bæjarveitunni. Mengun sem þar er fyrir ofan hefur einnig áhrif á niðurstöðuna en þar sem sú mengun er óþekkt er ekki hægt að flokka efri hluta árinna.

Tafla 7. Flokkun Varmár, skv. reglugerð nr. 796/1999 um varnir gegn mengun vatns

	Umhverfismarkaflokkar		Mengunarflokkun	
	Náttúrulegt ástand	Núverandi Ástand		
Saurkólí í 100 ml	I	V	E	Ófullnægjandi vatn
t-P (mg/l)	I	V	E	Ófullnægjandi vatn
PO ₄ -P (mg/l)	I	V	E	Ófullnægjandi vatn
t-N (mg/l)	I	IV	D	Verulega snortið vatn
NH ₄ -N (mg/l)	I	V	E	Ófullnægjandi vatn
TOC (mg/l)	II	IV	C	Nokkuð snortið vatn
Cu (ug/l)	II	II	A	Ósnortið vatn
Zn (ug/l)	II	Liggur ekki fyrir		Flokkun ekki gerð
Cd (ug/l)	II	II	A	Ósnortið vatn
Pb (ug/l)	I	II	B	Lítið snortið vatn
Cr (ug/l)	II	II	A	Ósnortið vatn
Ni (ug/l)	I	II	B	Lítið snortið vatn
As (ug/l)	I	I	A	Ósnortið vatn

Ekki reyndist unnt að flokka Varmá í mengunarflokk á grundvelli zinks (Zn) þar sem sýni reyndust of fá til að meta raunverulegt ástand árinna fyrir þann málm.

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 umhverfismarkmið I lendir 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 sjaldnast rétta mynd af náttúrulegu ástandi hvers vatns. Við notkun umhverfismarkmið 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.

Lítið 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 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. Stærsti hluti vatnasviðs Varmár er hinsvegar enn tiltölulega náttúrulegur og er því hægt um vik að stýra 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 8.

Þar sem ástand árinna er í mörgum tilvikum slæmt felst í markmiðum að grípa til viðeigandi aðgerða. Þetta á við um saurbakteríur, næringarefni og lífrænt efni en síður um málma. Þær aðgerðir sem skjótustum árangri munu skila felast í stöðvun á skólþrosun í ána, hvort sem er frá bæjarveitunni eða einstökum húsum og fyrirtækjum. Með þeim ákvörðunum sem þegar liggja fyrir um að hætta skólþrosun úr Varmárþrónni og áframhaldandi aðgerðum til að stemma stigu við losun skólps og mengaðs frárennslis er líklegt að árangur sjáist innan fátíðra ára. Álagið á ána mun hinsvegar halda áfram að aukast með auknum umsvifum og auknu hlutfalli þéttara flata. Ef verndun árinna er ekki strax höfð að leiðarljósi við uppbyggingu á vatnasviðinu er líklegt að erfitt reynist að ná settum markmiðum þegar fram í sækir. Draga þarf markvisst úr magni ofanvatns á þeim svæðum sem byggð verða og tryggja þar sem kostur er að það seyntli niður í jarð- og berggrunninn áður en það nær ánni.

Tafla 8. Tillaga að langtímamarkmiðum. Til samanburðar er mengunarflokkun hennar einnig sýnd.

	Mengunarflokkun	Tillaga að langtímamarkmiðum			
		Flokkur	Umhverfis- marka- flokkur	Styrkur	Athuga- semdir
Saurkólí í 100 ml	E Ófullnægjandi vatn	A	I	<14	Úr 58.914
t-P (mg/l)	E Ófullnægjandi vatn	A	I	<0,02	Úr 0,26
PO ₄ -P (mg/l)	E Ófullnægjandi vatn	A	I	<0,01	Úr <0,15
t-N (mg/l)	D Verulega snortið vatn	A	I	<0,3	Úr 2,01
NH ₄ -N (mg/l)	E Ófullnægjandi vatn	A	II	<0,025	Úr <0,62
TOC (mg/l)	C Nokkuð snortið vatn	A	II	<3	Úr 7,11
Cu (ug/l)	A Ósnortið vatn	A	II	<3	Uppfyllt
Zn (ug/l)	Flokkun ekki gerð	A	II	<20	
Cd (ug/l)	A Ósnortið vatn	A	II	<0,1	Uppfyllt
Pb (ug/l)	B Lítið snortið vatn	A	I	<0,2	Úr 0,24
Cr (ug/l)	A Ósnortið vatn	A	II	<5	Uppfyllt
Ni (ug/l)	B Lítið snortið vatn	A	I	<0,7	Úr 1,28
As (ug/l)	A Ósnortið vatn	A	I	≤0,4	Uppfyllt

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.

Þegar hefur verið ákveðið að á næsta ári verði hætt að veita skólpi úr skólpuveitu Mosfellsbæjar í Varmá. Eðlilegt er að fljótlega eftir það verði endurtekin rannsókn gerð á þeim þáttum í ánni sem verstir reyndust og tengjast skólpinu, þ.e. saurbakteríum, næringarefnum og lífrænum efnum. Þegar niðurstöður þeirrar rannsóknar liggja fyrir ætti að ákveða umfang vöktunar þessara þátta. Komi í ljós að markmið sem sett verða fyrir einstaka þætti nást ekki með þeirri aðgerð einni að hætta að losa skólpu úr bæjarveitunni í ána er auk þess skynsamlegt að gera sérstaka úttekt á vatnasviði Varmár og kortleggja helstu uppsprettur viðkomandi mengunarþátta og hlutdeild þeirra í menguninni. Komi til úttektar má gera aðgerðaráætlunina á grundvelli hennar og miða hana við að fækka þeim mengunaruppsprettum sem finnast og draga úr mengun þeirra sem eftir verða. Aðgerðaráætlunin þarf að byggja á þeim langtímamarkmiðum sem sett verða.

Þar sem málmar reyndust ekki eins mikið vandamál í ánni, þrátt fyrir skólpuosun í hana, er ekki nauðsynlegt að vera með eins tíða vöktun eða frekari úttekt á þeim nema vitneskja berist um nýjar athafnir eða starfsemi sem valdið geta málmmengun. Málmengun frá þéttum flötum, s.s. götum og bílaastæðum á þó vafalaust eftir að aukast á næstu áratugum eftir því sem þéttbýli eykst á vatnasviði árinna. Því er lögð til vöktun á málmum með lægri tíðni en fyrir hin efnin. Tillögur um vöktun eru dregnar saman í töflu 9. Tíðnin sem lögð er til er samræmd þannig að sýnataka mismunandi þátta fellur á sömu ár.

Tafla 9. Tillögur um vöktun Varmár.

Vöktunarþáttur	Tíðni (ár)	Næsta vöktun	Skýringar
Saurkólí í 100 ml	Ákveða síðar	2005	Mikil mengun þessara efna er í Varmá. Fyrirsjáanlegt er hinsvegar að hætt verður fljótlega að veita skólpi í ána. Árið 2005 er um eitt ár síðan skólpu hefur verið losað í Varmá. Þá er tímabært að meta árangurinn og ákveða tíðni áframhaldandi vöktunnar og þörfina fyrir úttekt á mengunaruppsprettum sem kunna að koma í veg fyrir að langtímamarkmiðum sé náð.
t-P (mg/l)	Ákveða síðar	2005	
PO ₄ -P (mg/l)	Ákveða síðar	2005	
t-N (mg/l)	Ákveða síðar	2005	
NH ₄ -N (mg/l)	Ákveða síðar	2005	
TOC (mg/l)	Ákveða síðar	2005	
Cu (ug/l)	8	2010	Málmengun er ekki mikil en mun aukast með aukinni uppbyggingu. Því er regluleg vöktun nauðsynleg. Hægt er að leggja til vöktun með fremur lágri tíðni. Eðlilegt er að endurskoða hana í ljósi uppbyggingarhraða, t.d. þegar kemur að sýnatöku vegna annara þátta, hlutfall þéttra flata með afrennsli í Varmá fer yfir 10% eða ný málmengandi starfsemi eða athafnir hefjast.
Zn (ug/l)	8	2010	
Cd (ug/l)	8	2010	
Pb (ug/l)	8	2010	
Cr (ug/l)	8	2010	
Ni (ug/l)	8	2010	
As (ug/l)	8	2010	

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 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 en önnur á eru í höndum sveitarstjórna, s.s. sérstök verndun vatnasviðs og aðrar aðgerðir sem lúta að skilyrðum í skipulagi og hreinsun fráveituvatns úr fráveitukerfum.

Heimildir

- AMAP 1997. Arctic Pollution Issues: A State of the Arctic Environment Report. Oslo, AMAP (Arctic Monitoring and Assessment Program). 188 bls.
- Árni Hjartarson & Freysteinn Sigurðsson 1997. Vatnafarskort, Mosfell 1613 III NA-V 1:25.000 Reykjavík. Landmælingar Íslands, Orkustofnun, Hafnafjarðarbær, Garðabær, Kópavogsbær, Seltjarnanesbær og Reykjavíkurborg.
- 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.
- Einar Gunnlaugsson 2002. Efnagreiningar á vatni úr holu MG-25, Reykjum, Mosfellsbæ árið 1993. (personulegar upplýsingar).
- 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.
- G. M. Gíslason & R. C. Russell 1997. Oviposition sites of the saltmarsh mosquito, *Aedes vigilax* (Skuse) (Diptera: Culicidae), at Homebush Bay, Sydney, NSW - A preliminary investigation. Australian Journal of Entomology 36:97-100.
- GUM 1995. Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement. Geneva, ISO.
- H.G. Schwabe 1936. Beiträge zur Kenntnis isländischer Thermalbiotope. Arch. Hydrobiol. Suppl.-Bd. 9:161-352.
- Heilbrigðiseftirlit Kjósarsvæðis Óbirtar niðustöður.
- Helgi Torfason 1997. Jarðhiti í Reykjavík og nágrenni. Reykjavík. Orkustofnun, Rannsóknasvið. OS-97026, 94 bls.
- Hollustuvernd ríkisins 2002. Vatnsgæði og vatnsmengun. Hollustuvernd ríkisins <http://www.hollver.is/mengun/vatnsvernd/vatnsmengun.html>. 11. júní, 2002
- Hönnun 2001. Magn fráveituvatns fyrir fráveitukerfi Mosfellsbjar. Reykjavík. Hönnun. 22 bls.
- Kevin Barrett 2002. Comprehensive 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.

- Magnús Björnsson & Gunnar Ólafsson 2001. Varmá og Suðurá í Mosfellsbæ. Lífríkisathugun í kjölfar mengunaróhapps. Reykjavík. Línuhönnun verkfræðistofa. 17 bls.
- Náttúruvernd ríkisins 2002. Vefsíða. Náttúruminjaskrá. Friðlýst svæði og aðrar skráðar náttúruminjar á Suðvesturlandi. <http://www.natturuvernd.is/frames.htm>. Sótt 2. september 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.
- Thorkell Thorkelsson 1928. On thermal activity in Reykjanes, Iceland. Societas Scientiarum Islandica 3.
- Tryggvi Þórðarson 1981. Varmalindir: Hvítársíða, Hálsasveit og innanverður Reykholtisdalur: Náttúruverndarkönnun. Reykjavík. Náttúruverndarráð. Fjölrit nr. 10., 77 bls.
- Tryggvi Þórðarson 2003a. Óbirtar niðurstöður. Hveragerði.
- Tryggvi Þórðarson 2003b. Flokkun vatna á Kjósarsvæði. Laxá í Kjós. Hveragerði. Rannsókn- og fræðasetur Háskóla Íslands í Hveragerði, Heilbrigðiseftirlit Kjósarsvæðis. 41 bls.
- Tryggvi Þórðarson 2003c. Flokkun vatna á Kjósarsvæði. Bugða. Hveragerði. Rannsókn- og fræðasetur Háskóla Íslands í Hveragerði, Heilbrigðiseftirlit Kjósarsvæðis. 39 bls.
- Tryggvi Þórðarson 2003d. Flokkun vatna á Kjósarsvæði. Leivogsá. Hveragerði. Rannsókn- og fræðasetur Háskóla Íslands í Hveragerði, Heilbrigðiseftirlit Kjósarsvæðis. 39 bls.
- Tryggvi Þórðarson 2003e. Flokkun vatna á Kjósarsvæði. Kaldakvísl. Hveragerði. Rannsókn- og fræðasetur Háskóla Íslands í Hveragerði, Heilbrigðiseftirlit Kjósarsvæðis. 39 bls.
- Tryggvi Þórðarson 2003f. Flokkun vatna á Kjósarsvæði. Úlfarsá. Hveragerði. Rannsókn- og fræðasetur Háskóla Íslands í Hveragerði, Heilbrigðiseftirlit Kjósarsvæðis. 39 bls.
- Þorvaldur H. Þorvaldsson 1994. Hreinsivirki rotþróarkerfa, ástand og rekstur rotþróar í Varmárhóli, Mosfellsbæ. Lokaverkefni í Byggingarverkfræði. Háskóli Íslands. Reykjavík.

Viðauki

Tafla A. Niðurstöður mælinga og efna- og bakteríugreininga í Varmá 5. febrúar 2001 – 24. janúar 2002.	35
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 A. Niðurstöður mælinga og efna- og bakteríugreininga í Varmá 5. febrúar 2001 – 24. janúar 2002.

Dags.	Lofthiti °C	Vatnshiti °C	pH	Leiðni µS/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)
5.2 2001		0,6	8,26	154	16.000	0,1270	0,0565	0,995	0,275	4,13	6,17	10,30	2,29	4,38	0,014	0,273	1,71	1,13	0,181
26.3 2001	-2	2,6	8,08	260	45.000	0,489	0,302	3,52	1,13	8,40	11,8	20,20	2,40	6,93	0,014	0,260	2,53	1,17	0,419
9.5 2001	10	9,3	8,04	102	5.900	0,050	<0,004	0,63	<0,010	4,18	3,41	7,59	6,60	7,93	0,037	0,514	4,18	3,96	0,18
14.6 2001	14	16,8	7,8	258	260.000	0,348	0,298	3,26	1,520	11,30	12,60	23,90	2,64	5,57	0,028	0,174	1,33	1,28	0,28
19.7 2001	14	16,0	7,47	143	29.000	0,098	0,067	0,69	0,226	6,09	7,81	13,90	1,71	3,59	0,037	0,154	1,18	0,79	0,13
16.8 2001	15	17,0	7,47	247	66.000	0,342	0,197	1,95	1,060	6,79	5,21	12,00	1,86	4,90	0,027	0,186	1,61	0,93	0,31
28.9 2001	6	6,7	7,98	176	190.000	0,233	0,145	2,08	0,824	7,30	10,00	17,30	1,18	22,6	0,037	0,122	1,08	0,35	0,09
7.11 2001	-1	1,8	7,91	190	190.000	0,335	0,222	2,72	0,806	8,60	10,80	19,40	1,48	19,9	0,037	0,184	0,76	0,67	0,16
21.12 2001	1	2,9	8,4	135	30.000	0,044	0,020	0,53	0,093	3,55	3,28	6,83	1,96	15,1	0,027	0,278	1,71	1,30	0,10
24.1 2002	-4	0,0		195	220.000	0,514	0,212	3,68	0,220	10,80	11,70	22,50	2,01	Sleppt	0,037	0,227	2,34	1,20	0,22
Meðaltal*	6	7,37	7,98	186,0	58.914	0,2580	<0,152	2,006	<0,616	7,114	8,278	15,39	2,413	10,1	0,029	0,237	1,84	1,28	0,21
Staðalfrávik	8	6,95		54,88		0,174		1,247		2,716	3,573	6,14	1,533	7,2	0,009	0,11	0,99	0,99	0,102

* Miðgildi fyrir pH og geometriskt meðaltal fyrir saurkólí.

Tafla B. Athugasemdir skráðar við sýnatöku.

Dags.	Veðurlýsing	Athugasemdir
5.2 2001	Heiðskýrt og sól, frost, kald.	
26.3 2001	Sól og léttskýjað í fyrstu en þykknaði upp með skafrenningi.	
9.5 2001	Alskýjað og rigning. Rígt hafði nokkra daga.	Miklir vatnavextir í ám. Vatnið í Varmá var gruggugt.
14.6 2001	Hálfskýjað og bjart.	Lítið í Varmá. Áin drullug með mikið af ögnum.
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.	Þokkalega mikið í ánni. Háflóð var þegar sýnið var tekið og stórstreymt. Gætti áhrifa sjávar upp undir sýnatökustað.
16.8 2001	Sól og logn.	Botnþekja. Áin vatnslítill.
28.9 2001	Sól, heiðskýrt og logn.	Varmá var mjög gruggug og bar með sér greinilegar litlar agnir.
7.11 2001	Hálfskýjað, strekkingur og síðar allhvasst en þó bjart veður.	Talsverð flotseyra og agnir.
21.12 2001	Hálfskýjað, logn.	Mikið í Varmá eftir metrigningu daginn áður.
24.1 2002	Heiðskýrt og bjart.	

Tafla C. Mæligildi fyrir Varmá ásamt skekkjumörkum. Þegar mæligildi eru jafnt eða minna en skekkjumörk eru niðurstöður gefnar sem <skekkjumörk.

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	+/-	mg/l	+/-	mg/l	+/-	mg/l	+/-	mg/l	+/-	mg/l	+/-	mg/l	+/-	mg/l	+/-
5.2 2001	0,1270	0,0078	0,0565	0,0011	0,995	0,028	0,275	0,0036	4,13	0,57	6,17	0,45			0,181	0,064	0,014	0,007	1,71	0,055	2,29	0,11	1,13	0,055	0,273	0,021	4,38	0,17
26.3 2001	0,489	0,020	0,302	0,0022	3,52	0,047	1,13	0,0083	8,40	1,00	11,8	0,78			0,419	0,073	0,014	0,007	2,53	0,071	2,40	0,19	1,17	0,055	0,260	0,022	6,93	0,26
9.5 2001	0,050	0,009	0,001	0,004	0,63	0,03	0,099	0,010	4,18	0,54	3,41	0,12	7,59	0,53	0,18	0,07	0,037	0,014	4,18	0,15	6,60	0,24	3,96	0,18	0,514	0,015	7,93	0,40
14.6 2001	0,348	0,027	0,298	0,019	3,26	0,12	1,520	0,041	11,30	1,88	12,60	0,54	23,90	1,80	0,28	0,07	0,028	0,014	1,33	0,10	2,64	0,10	1,28	0,065	0,174	0,010	5,57	0,33
19.7 2001	0,098	0,014	0,067	0,006	0,69	0,03	0,226	0,014	6,09	1,05	7,81	0,32	13,90	1,00	0,13	0,08	0,037	0,014	1,18	0,10	1,71	0,06	0,79	0,047	0,154	0,009	3,59	0,28
16.8 2001	0,342	0,028	0,197	0,013	1,95	0,08	1,060	0,032	6,79	0,88	5,21	0,20	12,00	0,86	0,31	0,07	0,027	0,014	1,61	0,11	1,86	0,07	0,93	0,051	0,186	0,009	4,90	0,31
28.9 2001	0,233	0,023	0,145	0,010	2,08	0,15	0,824	0,061	7,30	1,37	10,00	0,42	17,30	1,30	0,09	0,07	0,037	0,014	1,08	0,10	1,18	0,05	0,35	0,035	0,122	0,008	22,6	0,96
7.11 2001	0,335	0,035	0,222	0,015	2,72	0,10	0,806	0,037	8,60	1,47	10,80	0,46	19,40	1,40	0,16	0,07	0,037	0,014	0,76	0,10	1,48	0,06	0,67	0,043	0,184	0,009	19,9	0,85
21.12 2001	0,044	0,008	0,020	0,004	0,53	0,02	0,093	0,004	3,55	1,70	3,28	0,11	6,83	1,70	0,10	0,07	0,027	0,014	1,71	0,11	1,96	0,07	1,30	0,064	0,278	0,010	15,1	0,66
24.1 2002	0,514	0,031	0,212	0,021	3,68	0,14	0,220	0,023	10,80	1,77	11,70	0,50	22,50	1,70	0,22	0,07	0,037	0,014	2,34	0,12	2,01	0,07	1,20	0,060	0,227	0,010	445	19

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 hærrí 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

