



ORKUSTOFNUN

**Vatnsveita Dalvíkur. Athugun á
efnasamsetningu vatns og óhreinindum í
dreifikerfi**

Magnús Ólafsson

Greinargerð MÓ-96-08

VATNSVEITA DALVÍKUR

Athugun á efnasamsetning vatns og óhreinindum í dreifikerfi

INNGANGUR

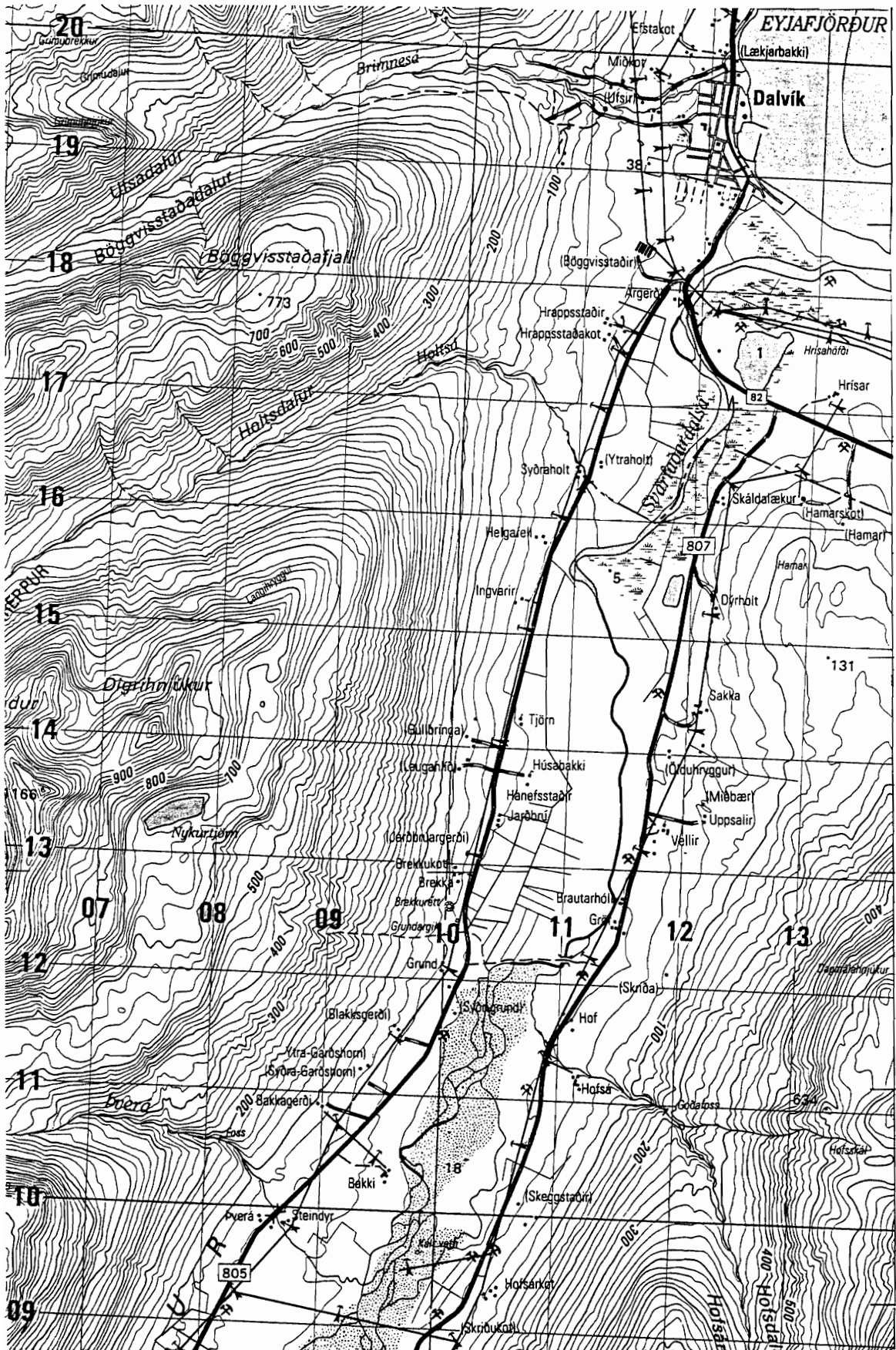
Að ósk Arnars Más Snorrasonar veitustjóra tók starfsmaður Orkustofnunar sýni af vatni úr Vatnsveitu Dalvíkur þann 19. júní 1996. Sýnatakan fór fram kjölfar kvartana á ryðrauðum lit á vatninu. Einkum höfðu kvartanir komið frá nokkrum sveitabæjum sem eru tengdir veitunni á leiðinni frá vatnsvinnslusvæðinu að Bakka/Hofsárkoti út á Dalvík, og höfðu vaknað grunsemdir um að tæring í járnlögnum gæti verið orsök.

Þar sem eðlilegt verður að teljast að vatnsveitan hafi haldbærar upplýsingar um helstu uppleyst efni og snefilefni í neysluvatni því sem hún dreifir til neytenda var ákveðið að taka sýni til svokallaðrar heildarefnagreiningar úr stofnlögn í Vatnsveituhúsi á Bakka. Á öðrum stöðum voru tekin sýni til greininga á járn (Fe), sýrustigi (pH) og heildarkar-bónati ($\text{CO}_2(t)$) í þeim tilgangi að kanna breytingar á efnasamsetningu vatns í dreifikerf-inu. Sýni voru tekin á eftirtöldum stöðum (Tafla 1):

Tafla 1: Sýnatökustaðir

Staður	Númer	Lýsing
Bakki	96-0126	Vatnsveituhús - stofnlögn
Syðra Garðshorn	96-0127	Kalt vatn í vaski nærri inntaki
Syðra Garðshorn	96-0128	Heitt vatn í þvottahúsi
Bakki	96-0129	Kalt vatn í mjólkurhúsi
Ytra Garðshorn	96-0130	Kalt vatn við inntak
Laugabrekka	96-0131	Kalt vatn í vaski í þvottahúsi (inngangi)
Dalvík	96-0132	Ráðhús - kalt vatn í vaski í ræstingakompu á 2. hæð
Dalvík	96-0133	Söltunarfélag - kalt vatn í vaski í kaffistofu
Dalvík	96-0134	Tengihús við vatnstank - stofnæð í bæinn
Dalvík	96-0135	Tengihús við vatnstank - lindir undan Upsa

Aðal-vatnsból Vatnsveitu Dalvíkur er á eyrum Svarfaðardalsár í landi Bakka og Hofs-árkots (Mynd 1) um 9 km sunnan við kaupstaðinn (Árni Hjartarson, 1993). Þar er vatni safnað saman í fjórum brunnnum, sem eru grafnir 4 til 4,5 m niður í eyrina. Við einn brunninn er tengd 30 m safnlögn. Í hverjum brunni er dæla sem dælir vatninu að "Vatnsveituhúsi" þaðan sem aðalæðina liggur til bæjarins. Aðveitan var hönnuð með það fyrir augum að hún gæti flutt 60-70 l/s, enda sýndu tilraunadælingar í brunnunum að þeir gæfu a.m.k. 15 l/s hver.



Mynd 1: Dalvík og hluti Svarfárdals (1:50.000)

Rör í brunnum og safnlögn eru úr galvaníseruðu járni, en aðrar lagnir eru úr plasti (Þórólfur H. Hafstað, 1996). Auk vatnsbólísins á eyrum Svarfaðardalsár fær Vatnsveita Dalvíkur 5-10 l/s úr lindum undan berghlaupinu Upsa í Brimnesfjalli.

NIÐURSTÖÐUR

Niðurstöður varðandi sýrustig, karbónat- og járnstyrk í vatninu eru sýndar í töflu 2, en heildarefnagreining sýnis úr vatnsveituhúsi á Bakka er sýnd í töflu 3.

Tafla 2: Fyrstu niðurstöður

Staður	Númer	Hiti °C	Sýrustig pH/°C	Karbónat CO ₂ (t) (mg/l)	Járn Fe (mg/l)
Vatnsveituhús Bakka	96-0126	3,1	6,8/20,6	24,5	0,009
Syðra Garðshorn kalt	96-0127	6,3	6,8/19,3	23,2	0,010
Syðra Garðshorn heitt	96-0128	57,7	-	-	0,006
Bakki	96-0129	7,6	6,8/19,5	24,9	0,025
Ytra Garðshorn	96-0130	6,4	6,8/19,9	24,5	0,013
Laugabrekka	96-0131	7,0	6,8/20,3	23,2	0,009
Ráðhús	96-0132	5,7	6,8/20,0	22,7	0,048
Söltunarfélag	96-0133	4,1	6,8/19,8	23,6	0,010
Vatnstankur	96-0134	3,7	7,4/19,8	21,9	0,002
Lindir undan Upsa	96-0135	3,8	7,4/20,5	21,8	0,001

Niðurstöður efnagreininga sýna að vatnið er nokkuð súrt (pH=6,8) miðað við venjulegt íslenskt grunnvatn (Guðrún Sverrisdóttir, 1991 og Viðauki A). Vatnsveita Neskaupstaðar nýtir vatn sem hefur álíka efnasamsetningu úr áreyrum Norðfjarðarár og þar hefur borið á svipuðum vandamálum og hjá Vatnsveitu Dalvíkur (Guðrún Sverrisdóttir, 1995). Vegna þessa lága sýrustigs vatnsins reiknast frjáls kolsýra í vatninu um 10 mg/l. Lítilsháttar járn (Fe) greinist í vatninu frá vatnsvinnslusvæðinu á Bakka ($\approx 0,01$ mg/l) og er vart hægt að merkja marktækan mun í öðrum sýnum nema vatninu úr lindum undan Upsa (96-0135). Þar er sýrustig hærra (pH=7,4) og járnstyrkur stærðargráðu lægri ($\approx 0,001$) og frjáls kolsýra reiknast óveruleg. Reyndar virðist sem sýni 96-0134, sem átti að vera af vatni innan úr Svarfaðardal, og var tekið úr stofnæð veitunnar eftir að vatnið hefur farið í vatnstankinn ofan við bæinn, sé einnig lindavatn undan Upsa. Talið er hugsanlegt að talsvert hærri þrýstingur á lögninni sem lindavatnið er í heldur en á stofnæð frá tanknum hafi valdið því að lindavatn fékkst úr krananum á stofnæðinni sem átti að gefa vatn úr tanknum. Þetta sést á sýrustigi vatnsins og járnstyrk. Járnstyrkur mældist hæstur í Ráðhúsi Dalvíkur.

Orsök málmþæringar í járnörum er venjulega lágt sýrustig vatns, uppleyst súrefni og frjáls kolsýra í vatninu. Þar sem kalt vatn er ávalt mettað af súrefni þá getur orðið súr-

efnistæring í járnlögnum, einkum þar sem vatnið er hitað upp. Er því yfirleitt miðað við að vatn sé ekki hitað yfir 50°C. Rétt er að geta þess hér, að ekki er ráðlagt að nota galvaníseruð rör fyrir upphitað kalt vatn (Íslenskur staðall, ÍST 67).

Vatnið á vatnsvinnslusvæðinu á Bakka er mettað af súrefni og sýrustig þess er lágt, eins og fram hefur komið. Jafnframt inniheldur það lítilsháttar magn af járn og frjálsa kolsýru. Reynslan hefur sýnt að upphitun á slíku vatni leiðir oft til þess að vatnið verður tærandi, vegna súrefnis og frjálsu kolsýrunnar, sérstaklega fyrir járnskaut í rafmagnskútum. Ekki er þó marktæk aukning í styrk járn frá köldu vatni (96-0127) yfir í upphitað vatn (96-0128) í Syðra Garðshorni, en þá ber þess að geta að uppleyst járn fellur auðveldlega út í rörum sem járnoxíð (ryð). Hár járnstyrkur í Ráðhúsi getur hugsanlega stafað af löngum og gömlum járnlögnum og lítilli vatnsnotkun í húsinu.

Til þess að reyna að meta tæringarmátt kolsýrunnar í vatninu má reikna kalkmettun vatnsins. Ef vatn er undirmettað með tilliti til kalks má reikna með að það sé tærandi og er þá oft miðað við að engin tæringarhætta sé til staðar ef mettnarstig er +0,5 eða hærra. Aftur á móti er tæringarhætta talin mikil ef mettnarstigið er -3,0. Reiknuð kalkmettun vatnsins úr eyrum Svarfaðardalsár er -2,8, sem sýnir að tæringarmáttur kolsýrunnar er mikill.

Vatnið sem dælt er upp úr eyrum Svarfaðardalsár virðist uppfylla öll skilyrði sem sett hafa verið fyrir steinefnainnihald í neysluvatni. Í Viðauka B eru sýnd viðmiðunarmörk fyrir m.a. drykkjarvatn en listinn er byggður á upplýsingum frá Evrópubandalaginu (EC), Alþjóða Heilbrigðismálastofnuninni (WHO) og Matvæla- og landbúnaðarstofnun Sameinuðu þjóðanna (FAO).

Af því sem fram hefur komið má draga þá ályktun að ryðlitur í köldu vatni hjá Vatnsveitu Dalvíkur stafi frá tæringu í járnlögnum. Tæringarvaldurinn er aðallega frjáls kolsýra og e.t.v. í minna mæli uppleyst súrefni. Kolsýrutæring er erfið viðureignar og einfaldast leiðin til að draga úr henni er að hækka sýrustig vatnsins. Í Neskaupstað hafa menn brugðist við tæringunni með því að bæta fosfati í vatnið. Fosfat á að mynda varnarhúð innan á rörum, en skoðanir eru skiptar um hvaða áhrif þetta hefur haft. A.m.k. hefur ekki tekist að koma í veg fyrir tæringu. Erlendis hefur verið reynt að bæta t.d. kalki (Ca(OH)_2), sóða (Na_2CO_3) o.fl. efnum í vatn til að hækka sýrustig, en ekki er vitað til að það hafi verið gert hér á landi.

Tafla 3: Efnasamsetning vatns (mg/l)

Staður Númer	Vatnsveituhús Bakka 96-0126
Hiti	3,1
Uppleyst súrefni (O ₂)	12
Leiðni ((μS/cm)/°C)	48/25
Uppleyst efni (TDS)	27,0
Sýrustig (pH/°C)	6,8/20,6
Karbónat (CO ₂ (t)	24,5
Brennisteinsvetni (H ₂ S)	<0,03
Ammóníak (NH ₃)	<0,1
Bór (B)	0
Kísill (SiO ₂)	13,9
Líþíum (Li)	0,0001
Natríum (Na)	3,3
Kalíum (K)	0,51
Magnesium (Mg)	1,25
Kalsíum (Ca)	3,13
Flúoríð (F)	0,04
Klóríð (Cl)	4,0
Nítrat (NO ₃)	0,11
Súlfat (SO ₄)	1,0
Ál (Al)	0,008
Króm (Cr)	0,0002
Mangan (Mn)	0,0002
Járn (Fe)	0,009
Kopar (Cu)	0,0009
Sínk (Zn)	0,054
Kadmíum (Cd)	0,00013
Kvikasilfur (Hg)	0,000003
Blý (Pb)	<0,0002
Nikkel (Ni)	<0,0002

HEIMILDIR

Árni Hjartarson, 1993: Vatnsveitur og vatnsból. Samantekt um vatnsveitumál. Orkustofnun, OS-93061/VOD-04, 50 s.

Guðrún Sverrisdóttir, 1995: Neskaupstaður. Efnasamsetning neysluvatns. Orkustofnun, OS-95005/JHD-03 B, 8 s.

Guðrún Sverrisdóttir, 1991: Efnasamsetning neysluvatns á Íslandi. Orkustofnun, GSv-91/05, 2 s.

Þórólfur H. Hafstað, 1996: Munnlegar upplýsingar.

Staður	Aðalnotandi	Númer	Hiti (°C)	pH	SiO ₂ (mg/l)	Na (mg/l)	K (mg/l)	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)	CO ₂ (mg/l)	SO ₄ (mg/l)	H ₂ S (mg/l)	Cl (mg/l)	F (mg/l)	Uppl.E (mg/l)	Br (mg/l)	NO ₃ (mg/l)	Fe (mg/l)
Kaldárbotnar	Hafnarfjörður	90-9037	-	8,9/25	14,0	9,6	0,6	4,5	1,7	18,4	2,6	0,00	8,7	0,071	75	0,03	0,12	0,001
Gvendarbrunnar	Reykjavík	73-9008	-	8,4/21	22,0	11,5	0,4	4,6	1,0	26,0	6,6	0,00	7,4	0,100	68	-	-	-
Bullaugu	Reykjavík	73-9007	-	7,7/21	11,9	13,5	0,6	6,7	2,4	33,9	0,1	0,00	12,9	0,100	85	-	-	-
Seleyri	Borgames	77-9129	6,4	6,8/20	-	24,7	-	51,0	7,5	18,0	-	0,00	150,0	-	-	-	-	-
Grundarfjörður	Grundarfjörður	87-9193	5,6	6,5/23	14,0	8,1	1,4	6,5	3,0	48,3	2,7	0,00	11,1	0,027	71	-	-	0,025
Svíndalalur	Búðardalur	85-9147	3,3	7,4/18	12,3	6,7	0,5	4,3	1,3	13,2	1,8	0,00	8,5	0,048	45	-	0,16	0,020
Miklidalur	Patreksfjörður	87-9076	3,4	7,2/19	14,1	7,1	0,6	2,5	1,0	7,8	2,0	0,00	11,3	0,025	41	-	0,26	0,000
Tälknafjörður	Tälknafjörður	87-9081	3,0	7,1/20	9,0	7,2	0,3	2,6	0,8	8,3	2,0	0,00	10,3	0,028	41	-	0,26	0,000
Bíldalur	Bíldalur	87-9059	2,8	7,7/12	8,1	8,2	0,2	2,0	0,7	9,2	1,7	0,00	10,5	0,028	37	-	0,26	0,000
Reykjanes	Reykjaneskóli	87-9086	9,5	7,1/21	19,6	20,9	0,9	7,9	3,3	24,9	4,9	0,00	35,3	0,042	122	-	-	0,040
Drangnes	Drangnes	77-9195	-	7,7/21	13,7	19,7	0,5	13,1	2,6	-	7,6	-	31,6	-	-	-	-	0,000
Klúka	Klúskóli	87-9090	28,0	9,8/22	34,4	27,8	0,3	2,8	0,1	19,5	4,4	0,00	15,8	0,066	115	-	-	0,000
Blanda við Breiðaváð	Blönduós	82-9047	-	7,0/20	28,9	8,6	1,4	15,7	5,0	27,4	3,8	0,00	11,0	0,076	102	-	-	-
Veðramót	Sauðárkrúkur	74-9040	3,8	8,8/20	17,0	5,1	0,5	11,1	1,4	36,1	2,1	0,00	9,8	0,090	75	-	-	-
Engihlíð	Hofsós	89-9027	2,6	7,6/22	14,6	4,2	0,4	4,6	1,8	18,8	1,3	0,00	5,9	0,045	47	0,02	0,06	0,025
Borgarbrík	Hrísey	90-9042	8,5	7,4/25	16,5	-	1,2	4,0	0,9	28,0	6,6	0,00	29,1	0,052	98	0,09	0,00	-
Akureyri, vatnsveita	Akureyri	74-9036	3,8	8,1/20	16,9	3,7	0,6	4,6	0,9	22,6	1,0	0,00	5,6	0,050	41	-	-	-
Svalbarðseyri	Svalbarðseyri	74-9035	4,6	7,5/20	20,4	4,9	0,3	6,7	2,8	38,8	1,1	0,00	7,1	0,060	64	-	-	-
Grenivík	Grenivík	74-9034	10,1	7,7/20	14,0	11,2	0,1	3,5	0,9	27,8	1,4	0,00	8,3	0,050	55	-	-	-
Húsavíkurfjall	Húsavík	91-9059	5,4	8,4/21	16,7	-	0,5	-	-	23,2	2,9	0,00	14,6	0,062	-	0,05	0,05	-
Austaraselislindir	Mývatnsveit	81-9016	3,6	7,6/23	26,4	7,8	1,1	8,7	5,0	40,0	5,7	0,00	2,9	0,050	164	-	-	-
Keldunes	Keldunesbæir	80-9028	28,5	7,8/22	42,6	98,4	10,9	11,9	0,006	48,0	23,5	0,00	172,0	0,158	385	-	-	-
Snartastaðá	Kópasker	85-9215	3,9	8,0/20	18,1	10,0	0,8	6,0	1,4	20,6	2,4	0,00	8,6	0,065	55	-	-	-
Egilsstaðir	Egilsstaðir	74-9017	4,1	7,2/20	14,8	4,4	0,3	5,2	2,3	28,1	2,1	0,00	5,6	-	52	-	-	-
Grenisalda	Vopnafjörður	90-9071	2,3	6,8/14	30,9	5,2	0,8	13,0	7,0	70,7	1,4	0,03	2,2	0,056	96	0,00	0,00	0,000
Vopnafjörður	Vopnafjörður	85-9124	-	7,2/20	28,4	12,3	1,1	11,4	5,5	55,2	3,6	0,00	10,3	0,054	101	-	-	-
Seyðisfjörður	Seyðisfjörður	78-9140	1,7	7,3/22	9,2	3,2	0,2	2,8	1,0	9,7	1,7	0,00	2,2	0,030	-	-	-	-
Reykjarfjörður	Reykjarfjörður	74-9022	8,0	7,3/20	10,8	3,6	0,2	2,3	1,1	17,6	6,3	0,00	3,4	-	31	-	-	-
Dalir	Fiskrúbsfjörður	87-9188	5,2	6,6/21	13,2	3,8	0,3	3,4	1,4	25,5	1,6	0,00	4,0	0,018	46	-	-	-
Skollatangi	Hvolsvöllur	73-9041	5,0	7,8/20	26,6	22,2	2,4	17,1	11,8	99,9	9,5	0,00	8,8	0,479	166	-	-	-
Klofi, Landssveit	Klofi	83-9049	11,2	8,4/21	24,6	21,5	1,1	5,7	2,7	38,7	15,0	0,00	8,8	0,479	102	-	-	-
Landmannalaugar	Hvolsvöllur	83-9049	-	7,3/20	30,2	15,9	2,4	7,8	2,6	16,4	31,1	0,00	16,7	0,917	110	-	-	-
Landmannalaugar	Fjallaskálar	81-9033	6,1	7,2/22	14,1	6,4	0,6	4,7	4,0	27,6	1,9	0,00	7,6	0,049	50	-	0,12	0,000
Vatnsveita Flóa	Hæðarendi	85-9032	1,1	7,4/20	22,3	9,7	0,7	5,3	2,8	27,7	-	0,00	-	0,118	83	-	0,040	0,000
Selvík	Súrnabústaðir	75-9041	5,5	8,8/24	14,3	15,2	0,6	2,7	1,4	22,3	2,7	0,00	8,6	0,086	64	-	0,19	0,000
Selvík	Selvík	88-9019	3,8	9,2/23	16,9	9,8	0,3	6,0	0,7	17,9	2,4	0,00	9,0	0,056	65	-	0,47	0,000
Porlákshöfn	Porlákshöfn	88-9002	5,1	8,4/22	17,5	10,8	0,8	5,7	2,6	21,4	4,2	0,00	13,9	0,052	75	-	-	0,000
Svartsengi	Grindavík	74-9008	11,5	7,5/20	19,5	130,9	9,9	17,6	16,1	20,7	27,0	0,00	242,0	0,130	531	-	-	-
Sandgerði	Sandgerði	90-9046	5,8	7,7/25	17,4	43,5	2,2	5,2	6,5	17,4	11,1	0,00	71,3	0,037	187	0,24	2,08	0,002
Gerðahreppur	Gerðahreppur	73-9023	5,8	7,4/20	19,0	158,0	4,6	33,1	31,9	33,5	14,0	0,00	434,5	0,050	897	-	-	-

- Ekki mælt

Viðauki A: Efnasamsetning neyslvatns á Íslandi (Guðrún Sverrisdóttir, 1991)

VIÐMIÐUNARMÖRK FYRIR DRYKKJAVATN, VATN TIL VÖKVUNAR OG FISKELDIS

Byggt á gögnum frá EC, WHO og FAO (mg/l)

	Einkenni	EC Drykkjarvatn		WHO Drykkjarvatn	FAO Vökvun	FAO Fiskeldi
		Viðmiðunarmörk (VM)	Mesta leyfilegt magn (MLM)	Viðmiðunarmörk (VM)	Viðmiðunarmörk (VM)	Viðmiðunarmörk (VM)
Litur		1 (Pt/Co skali)	20 (Pt/Co skali)	15 (TCU)		
Leiðni ($\mu\text{S}/\text{cm}$)/25°C		400			750	3000
Harka (CaCO_3)				500		
Hiti (°C)		12	25			max. 23-34
Uppleyst súrefni (DO)			Mettun >75%			min. 5.0
Sýrustig (pH)	bragð, tæring	6.5 - 8.5	9.5	6.5-8.5	7.0-8.5	6.5-8.5
Uppleyst efni (TDS)	bragð		1500	1000	450-2000	2000
Kalsíum (Ca)	útfelling	100				
Magnesium (Mg)	bragð, útfelling	30	50			
Kalíum (K)		10	12			
Natríum (Na)	bragð, eitrun	20	150	200	70-200	
Klóríð (Cl)	bragð, tæring	25	200	250	100-350	
Flúoríð (F)	eitrun		1,5 (við 12°C)	1,5	1,0	1,5
Súlfat (SO_4)	eitrun	25	250	400	200	
Brennisteinsvetni (H_2S)	bragð, lykt	0,05 - 0,1	0,2			0,5
Bíkarbónat (HCO_3^-)	skadlegt				100-500	
Frjálst kolefnisdíoxíð (CO_2)			ekki tærandi			1,0
Nítrat (NO_3^- -N)	eitrun	25	50	10	5-30	
Nítrít (NO_2^- -N)	eitrun		0,1			
Ammóníak (NH_3 -N)		0,05	0,5			0,5
Ál (Al)	bragð	0,05	0,2	0,2	5,0	
Antímon (Sb)			0,01			
Arsen (As)	eitrun		0,05	0,05	0,1	1,0
Baríum (Ba)	eitrun	0,1				5,0
Beryllíum (Be)					0,1	
Bór (B)		1,0			0,5	
Kadmíum (Cd)	eitrun		0,005	0,005	0,01	0,01
Krómi (Cr)	eitrun		0,05	0,05	0,1	0,05
Koppar (Cu)		0,1	3,0	1,0	0,2	0,02
Kóbalt (Co)					0,05	
Sýaníð (CN^-)	eitrun		0,05	0,1		0,02
Blý (Pb)	eitrun		0,05	0,05		0,1
Líþíum (Li)					2,5	
Járn (Fe)	bragð, bakteríur	0,05	0,2	0,3	5,0	
Mangan (Mn)	bragð, útfellingar	0,02	0,05	0,1	0,2	
Kvikasilfur (Hg)	eitrun		0,001	0,001		0,01
Molybden (Mo)					0,01	
Nikkel (Ni)			0,05		0,2	0,05
Palladíum (Pd)					5,0	
Fosfat (P_2O_5)		0,4	5,0			
Seleníum (Se)	eitrun		0,01	0,01	0,02	
Sílfur (Ag)			0,01			0,01
Vanadíum (V)					0,1	
Sink (Zn)	bragð, útfelling	0,1	5,0	5,0	2,0	0,1

EC: Official Journal of the European Communities, nr. L 229/24, Council Directive 15 July 1980

WHO: World Health Organization, 1984

FAO: From *The Water Encyclopedia* by van der Leeden et al., 1990

Viðauki B: Viðmiðunarmörk fyrir drykkjarvatn