

# Gæði neysluvatns í ferðapjónustu á Íslandi

María J. Gunnarsdóttir og Sigurður Magnús Garðarsson

Umhverfis- og byggingarverkfræðideild, Vatnaverkfræðistofa, Háskóla Íslands, Hjarðarhagi 6, 107 Reykjavík

## Fyrirspurnir:

María J. Gunnarsdóttir  
mariag@hi.is

Greinin barst 10. október 2014.

Samþykkt til birtingar 15. desember 2014.

## ÁGRIP

Ferðapjónusta er ört vaxandi atvinnugrein á Íslandi. Hún eykur álag á marga innviði samfélagsins þar með talið stóraukið álag á vatnsveitukerfi í dreifbýli. Í þessari rannsókn var örveruástand hjá 444 minni vatnsveitum greint úr gagnagrunni um reglubundið eftirlit frá 7 heilbrigðiseftirlitssvæðum á Íslandi. Rannsakad var hvernig neysluvatn uppfyllir reglugerð varðandi heildargerðarhlöð, kólígerla, og *E.coli*. Niðurstöðurnar sýna að minnstu vatnsveitur í dreifbýli sem þjóna ferðamönnum hafa mun meira af örverum en aðrar í sama stærðarflokki og enn meiri munur er þegar borið er saman við vatnsveitur sem þjóna fleirum en 500 manns. Ástæður þessa eru líklega meðal annars erfiðleikar við að ráða við breytilegt árstíðabundið álag, takmörkuð þjónusta á afskekktum stöðum, og óljós ábyrgð.

**Lykilord:** Ferðapjónusta, vatnsveitur, neysluvatnsgæði.

## ABSTRACT

Tourism is a rapidly growing industry in Iceland, which increases pressure on the society infrastructure, including greatly increased stress on water supplies in rural areas. In this research microbiological condition at 444 small water utilities was analyzed based on data from regular surveillance from 7 Local Competent Authorities in Iceland. Compliance with the Icelandic drinking regulation with regard to Heterotrophic Plate Counts, Total coliform and *E.coli* was studied. The results show that the water supplies in rural areas that serve tourists have far more microbes than others in the same size class and there are even greater differences when compared to water supplies that serve more than 500 people. The reasons for this are likely to include an inability to cope with variable seasonal loads, limited service in remote locations, and unclear accountability.

**Keywords:** Tourism, water supply, drinking water quality.

## Inngangur

Ferðapjónusta er ört vaxandi atvinnugrein á Íslandi. Síðan um aldamótin 2000 hefur árlegur fjöldi erlendra ferðamanna nær þrefaldast og á síðasta ári, 2013, jókst tala þeirra um 20% á milli ára. Þessi hraða aukning hefur ýmis vandamál í för með sér fyrir innviði samfélagsins. Mörg ferðapjónustufyrirtæki eru í dreifbýli og er þjónað af litlum vatns- og fráveitum og álag er mjög breytilegt, oftast mest yfir sumartímamann. Flestir ferðamenn heim-sækja landið til að njóta náttúrunnar (Óladóttir, 2014) og er mikilvægt að á ferðamannastöðum sé fyrir hendi nóg vatn til drykkjar og hreinlætis.

Neysluvatn á Íslandi er oftast hreint, þ.e. laust við sjúkdómsvaldandi örverur og efni sem eru hættuleg heilsu manna. Neysluvatn er skilgreint sem vatn ætlað til neyslu eða matargerðar og einnig vatn sem notað er í matvælaframleiðslu. Í nýrri samantekt á neysluvatnsgæðum á Íslandi, unnin fyrir Matvælastofnun, kemur fram að örveruástand neysluvatns á Íslandi er í flestum tilfellum gott hjá stærri vatnsveitum, eða vatnsveitum sem þjóna fleirum en 500 íbúum en mun lakara hjá minni vatnsveitum eða þeim sem þjóna færri en 500 (Gunnarsdóttir og Garðarsson, 2015). Einnig kemur fram að efnafræðilegt ástand neysluvatns er gott og sjaldgæft að þungmálmur eða eitrefni greinist í neysluvatni en flestar slíkar mælingar eru gerðar hjá stærri vatnsveitum en mun færri hjá þeim minni þannig að lítið er vitað um efnafræðilegt ástand neysluvatns í dreifbýli (Gunnarsdóttir o.fl., 2014).

Til að tryggja heilnæmi vatns er í gildi neysluvatnsreglugerð (nr. 536/2001) sem byggir á kröfum í tilskipun Evrópusambandsins um neysluvatn (EC, 1998). Markmið reglugerðarinnar er að vernda heilsu manna með því að tryggja að neysluvatn sé heilnæmt og hreint. Þar segir að vatnsveitur og aðrir sem dreifa neysluvatni skulu sjá til þessa að það uppfylli kröfur um gæði og skal það „vera laust við örverur, snikjudyfyr og efni í því magni sem getur haft áhrif á heilsu manna“. Vatnsveitur bera þannig ábyrgð á að neysluvatn sé ekki skaðlegt heilsu manna og miðast sú ábyrgð við afhendingarstað í inntaksgrind í fasteignum. Húseigendur bera ábyrgð á heilnæmi neysluvatns innanhúss. Heilbrigðiseftirlit á hverju svæði hefur opinbert eftirlit með að ákvæðum neysluvatnsreglugerðarinnar sé framfylgt og Matvælastofnun hefur yfirumsjón fyrir hönd Atvinnuvega- og nýsköpunarráðuneytisins (Gunnarsdóttir o.fl., 2015).

Starfsleyfis- og eftirlitsskyldar vatnsveitur skv. neysluvatnsreglugerð eru vatnsveitur sem þjóna 50 manns eða fleirum, eða 20 heimilum/sumarbústöðum eða matvælaframleiðslu. Þetta þýðir að ef rekið er matvælaframleiðsla á staðnum þó íbúar séu færri en 50 þá er þar eftirlitsskyld vatnsveita. Matvælaframleiðsla er skilgreint sem fyrirtæki eða aðili sem annast framleiðslu og dreifingu matvæla. Umfang eftirlitsins ræðst af fjölda íbúa með fasta búsetu. Stærri vatnsveitur á Íslandi eru flestar í eigu sveitarfélaga en minni vatnsveitur eru flestar í einkaeigu, þ.e. í eigu notendanna sjálfra. Sérstaklega á þetta við í minnsta flokknum, færri en 50 íbúar/matvælaframleiðsla. Heildarfjöldi vatnsveitna skv. áður nefndri samantekt Matvælastofnunar er 797. Vatnsveitur á landinu með fleiri en 500 íbúum eru 49 talsins og þær þjóna um 94% þjóðarinnar á meðan 6% fá vatn frá minni vatnsveitum eða einstökum vatnsbólum.

Markmið þessarar rannsóknar er að skoða hvernig vatnsveitur sem þjónusta ferðamenn í dreifbýli uppfylla kröfur neysluvatnsreglugerðarinnar um gæði neysluvatns samanborið við aðrar vatnsveitur. Jafnframt verður fjallað stuttlega um helstu þætti sem einkenna vatnsafhengingu í ferðapjónustu og hvað aðskilur hana frá öðrum vatnsveitum í dreifbýli og hvað er til ráða ef úrbóta er þörf.

## Aðferðafræði

Til að skoða hvernig vatnsveitur í dreifbýli sem þjóna ferðamönnum uppfylla neysluvatnsreglugerðina voru fengnar niðurstöður sýnatöku í reglubundnu eftirliti frá árunum 2010 til og með 2012. Heilbrigðiseftirlitin taka sýni reglulega og senda til rannsóknarstofu til greiningar. Gögnin voru fengin frá Matvælastofnun. Valdar voru vatnsveitur með færri en 150 íbúum og eru skilgreindar sem eftirlitsskyldar. Sýni voru frá sjö af tíu heilbrigðiseftirlitssvæðum landsins og voru frá 416 vatnsveitum af þeim 710 vatnsveitum sem eru af þeirri stærð í landinu og skráðar eftirlitsskyldar. Síðan var bætt við sýnum frá 28 vatnsveitum sem þjóna fjallaskálum og annarri starfsemi í óbyggðum en ekki eru taldar eftirlitsskyldar. Margar þeirra þjóna mörgum ferðamönnum. Alls voru því 444 vatnsveitur í dreifbýli með í þessari rannsókn. Heilbrigðiseftirlitin hafa mismunandi reglur um hvaða vatnsveitur eru skráðar í minni flokkana þannig að hugsanlegt er að fjöldi

vatnsveitna, sérstaklega með færri en 50 íbúa séu fleiri en nú eru skráð.

Vatnsveiturnar 444 voru flokkaðar í þrjár stærðarflokka (50-150 íbúar, <50 íbúar/matvælaþyrtingar, og fjallaskálar) og svo flokkaðar með og án ferðaþjónustu. Fjöldi vatnsveitna án ferðaþjónustu eru 237 og með ferðaþjónustu 207. Tafla 1 sýnir fjölda vatnsveitna og sýna í hverjum flokki.

Skoðað var hvernig neysluvatn uppfyllir reglugerð í þremur þáttum, þ.e. heildargerlafjölda við 22°C, kólígerla og *E.coli*, sem allt eru eftirlitspættir sem eru vísar á lífræna mengun vatns. Skv. reglugerð er gert

Tafla 1 Fjöldi vatnsveitna og sýna í hverjum flokki.

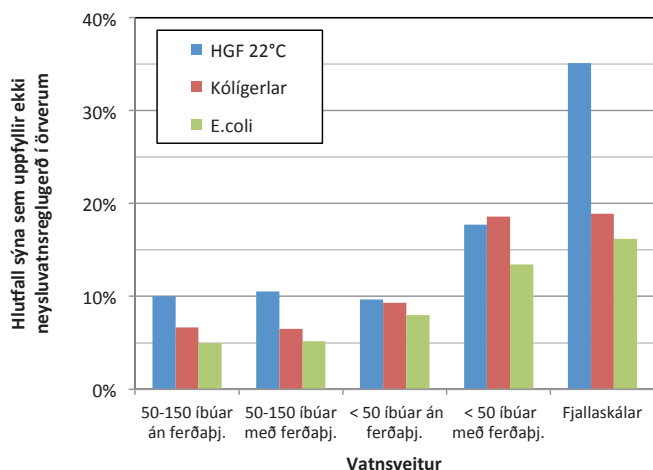
Tegund vatnsveitur	Fjöldi vatnsveitna	Fjöldi sýna 2010 - 2012
50-150 íbúar án ferðaþjónustu	21	60
50-150 íbúar með ferðaþjónustu	39	77
<50 íbúar án ferðaþjónustu	216	300
<50 íbúar með ferðaþjónustu	140	231
Fjallaskálar	28	37
<b>Alls</b>	<b>444</b>	<b>705</b>

råd fyrir að mæla *E.coli* ef kólígerlar greinast og því er fjöldi *E.coli* mælinga sá sami og kólígerla. Einnig var gerður samanburður við vatnsveitur með fleiri en 500 íbúa sem gert var grein fyrir í áðurnefndri skýrslu Matvælastofnunar.

Heildargerlafjöldi er ekki talinn gefa til kynna hvort um sjúkdómsvaldandi örverur sé að ræða þar sem ekki hefur verið sýnt fram á fylgni við lýðheilsu en er frekar vísbending um hreinlæti (Bartram o.fl. 2003; WHO, 2011). Kólígerlar er flokkur baktería sem finnast í miklu magni í þörmum lífvera og víða í umhverfinu. Tilvist þeirra í vatni getur bent til áhrifa frá yfirborðsvatni, mengunar frá óþéttum frárennslisrörum eða leka frá rotþróum. Ef kólígerlar mælast skal samkvæmt reglugerð mæla *E. coli*. *E.coli* er baktería sem tilheyrir kólígerlaflokknum en er afbrigði sem lifir aðeins í þörmum lífvera með heitt blóð og kemur því með saur manna og dýra, svo tilvist *E.coli* bendir því til nýlegrar saurmengunar. Kröfur reglugerðarinnar eru að heildargerlafjöldi má mest vera 100 í einum ml en enginn kólígerill eða *E.coli* mega vera í 100 ml.

**Niðurstöður**

Mynd 1 sýnir niðurstöður fyrir 444 minni vatnsveitur á Íslandi. Myndin sýnir að fyrir vatnsveitur sem þjóna 50-150 íbúum var óverulegur

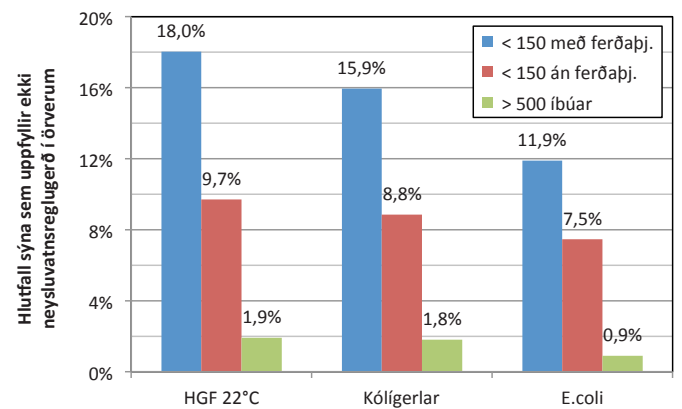


Mynd 1 Hlutfall sýna frá 444 vatnsveitum sem ekki uppfylla neysluvatnsreglugerð í örverum eftir stærð vatnsveitu og þjónustu við ferðamenn.

munur á fjölda sýna sem ekki uppfylltu neysluvatnsreglugerð með og án ferðaþjónustu. Þegar skoðaðar voru vatnsveitur í dreifbýli með minna en 50 íbúa þá kom í ljós afgerandi munur í fjölda sýna sem ekki uppfylltu neysluvatnsreglugerðina. Til dæmis var fjöldi sýna með saurmengun (*E.coli*) 8,0% í vatnsveitum án ferðaþjónustu en 13,4% með ferðaþjónustu. Svipuð hlutfallsleg aukning var fyrir kólígerla og heildargerlafjölda (HGF). Staðan versnar svo enn þegar um fjallaskála er að ræða, sérstaklega er varðar heildargerlafjölda og 16,2% sýna tekin í fjallaskála greindust með *E.coli*. Flest sýni á ferðamannstöðum voru tekin yfir sumarmánuðina, júní, júlí og ágúst, en hjá vatnsveitum

án ferðaþjónustu af sömu stærð voru sýni tekin jafnar yfir árið, en þó fæst fyrstu þrjú mánuði ársins og oft flest í desember. Hlutfall frávikna eftir mánuðum er svipað allt árið í báðum flokkum sem gefur til kynna að tímasetning mælinga hafi ekki mikil áhrif á vatnsgæði.

Mynd 2 sýnir samanburð við stærri veitur. Þar eru teknar saman allir flokkarnir á mynd 1 með og án ferðaþjónustu og bornir saman við vatnsveitur með fleiri en 500 íbúa. Myndin sýnir að stóru veiturnar uppfylltu neysluvatnsreglugerðina mun betur en minni veitur. Einungis 0,9% sýna hjá stærri veitum greindust með *E.coli* á meðan sýni hjá minni veitum með og án ferðaþjónustu greindust í 7,5% og 11,9%



Mynd 2 Hlutfall sýna sem uppfylla ekki neysluvatnsreglugerð eftir tegund og stærð vatnsveitu.

tilfella með *E.coli*.

Sýnatökufjöldinn var skv. töflu 1 um 0,5 sýni á ári á hverja vatnsveitu sem þýðir að sýni eru að meðaltali tekin annað hvert ár hjá öllum 444 vatnsveitunum. Það er í samræmi við lágmarkskröfur neysluvatnsreglugerðarinnar fyrir vatnsveitur sem þjóna færri en 150 íbúum.

**Umræður**

Niðurstöðurnar sýna að vatnsgæði hjá minni vatnsveitum er mun lakari en hjá stærri veitum. Niðurstöðurnar sýna einnig að þessar minni veitur sem þjóna aðallega ferðamönnum koma verr út en þær

sem þjóna ekki eða að litlu leyti ferðamönnum. Þetta á sérstaklega við veitur sem þjóna færri en 50 íbúum, en fyrir veitur sem þjóna 50-150 þá er munurinn ekki afgerandi. Fjallaskálar koma sérstaklega illa út úr samanburðinum, sérstaklega hvað varðar heildargerðslufjölda, en þó er hlutfallsleg aukning *E.coli* ekki jafnmikil.

Þessar niðurstöður ríma vel við athuganir á hvar vatnsbornir faraldrar hafa orðið hér á landi en flestir þeirra hafa orðið hjá vatnsveitum sem þjóna ferðamönnum og sumarhúsagestum og allir hjá minni vatnsveitum (Briem, 2005; Atladóttir, 2006; Geirsdóttir, 2011; Gunnarsdóttir o.fl., 2012; Gunnarsdóttir o.fl. 2013). Almenn er talið að oftast séu það fleiri en einn þáttur sem fer úrskedis þegar slíkir faraldrar verða og hafa sumir þættir stundum verið í ólagi lengi (Hrudey o.fl. 2006). Einnig er þekkt að örveruástand sé lakara hjá minni veitum en þeim stærrí víða í heiminum og talið að orsökinn sé skortur á fjármögnun, starfsfólki og fræðslu (WHO, 1997; Hulsmann, 2005; WHO-EU, 2011). Beaudreau o.fl. (2010) komust að þeirri niðurstöðu að *E.coli* yfir 20 í 100 ml er átta sinnum líklegri í vatnsveitum í Frakklandi sem þjóna færri en 100 íbúum en veitum sem þjóna 500 til 2000. Vatnsveitur með færri en 100 íbúa í Frakklandi eru flestar til fjalla og á vinsælum ferðamannastöðum. Pitkänen o.fl. (2011) komust að þeirri niðurstöðu að saurmengun væri mun algengari hjá vatnsveitum í Finnlandi sem þjónuðu færri en 250 manns en þeim stærrí.

Skýringin á því hversvegna örverur eru ennþá tíðari hjá vatnsveitum sem þjóna ferðamannastöðum en hjá öðrum í sama stærðarflokki gæti verið að þær fyrrnefndu eru á ýmsan hátt frábrugðnar öðrum vatnsveitum; álag er mismunandi eftir árstíma, vinsælir ferðamannastaðir eru flestir í dreifbýli og stundum á mjög afskekktum stöðum þar sem afar takmörkuð þjónusta er til staðar, oft er óljóst hver ber ábyrgð á að fyrirbyggja mengun og grípa til nauðsynlegra aðgerða. Sumir ferðamannastaðanna fá til sín mikinn fjölda gesta á dag yfir sumartímann en mun færri yfir vetrartímann. Til dæmis hefur verið áætlað að yfir sumarið heimsæki 30-40 þúsund manns Hveravelli á Kili og um 100 þúsund manns Landmannalaugar (Þórólfsdóttir, 2012; Aradóttir, 2003). Um 70% erlendra ferðamanna fara Gullna hringinn eða um 650 þúsund manns á ári og þar gætu verið um nokkur þúsund manns á annasömum degi (Óladóttir, 2014).

Fjöldi ferðamanna sem heimsækja Ísland hefur aukist mjög hratt á undanförunum árum eins og sjá má í árlegri samantekt Ferðamálastofu „Ferðaþjónusta Íslands í tölum“ (Óladóttir, 2014). Áætlaður fjöldi erlendra ferðamanna sem heimsóttu Íslands árið 2013 var um 900 þúsund manns og af þeim komu 92 þúsund með skemmtiferðaskipum. Um 88% Íslendinga ferðast um landið á ári hverju eða um 280 þúsund manns og margir dvelja í sumarhúsum, ýmist sínum eigin eða á vegum stéttarfélaganna.

Til að áætla auknið álag á vatnsveitur í dreifbýli frá ferðaþjónustu var miðað við samantekt Gössling o.fl. (2012) á vatnsnotkun í ferðaþjónustu í 54 löndum og gögnum frá Ferðamálastofu (Óladóttir, 2014). Meðaldvalarlengd erlendra ferðamanna í þessum 54 löndum er 8,5 dagar samanborið við 10,4 dagar á Íslandi. Meðalvatnsnotkun er samkvæmt samantekt Gössling o.fl. (2012) 286 lítrar á hvern ferðamann á dag. Þar sem hátt hlutfall af ferðamennsku er til fjalla og á litlum gististöðum er notkunin 150 lítrar á ferðamann á dag en um 400 lítrar á dag á ferðamannastöðum við Miðjarðarhafið. Út frá þessum forsendum (150 l/dag; 900 þúsund ferðamenn; 10,4 daga) þá má áætla heildarvatnsnotkun erlendra ferðamanna á Íslandi yfir árið um 1,4 Mm3/ári samanborið við ríflega 23 Mm3/ári (200 l/dag; 320 þúsund íbúar; 365 daga) fyrir búsetta Íslendinga. Þetta þýðir því að meðaltali er notkun ferðamanna um 6% af neysluvatni til heimilisnota sem er með því hæsta sem gerist í heiminum samkvæmt Gössling o.fl. (2012), en þar kemur fram að meðaltal landanna 54 er 0,58% og aðeins 5 lönd hafa hærra hlutfall en 6% (Máritius, 20,2%; Kýpur, 17,4%; Malta, 11,9%; Barbados, 9,4%; Spánn, 6,3%).

Aukning í árstíðarbundnu álagi í dreifbýli má meta með því að miða við gistinætur í júlí þegar ferðamannafjöldi er mestur og nota tölur um gistinætur frá Ferðamálastofu (Óladóttir, 2014). Í júlí 2013 eru gistinæturnar útlendinga 458 þúsund og Íslendinga 62 þús. Út frá gögnum Ferðamálastofu má gróflega áætla að 15-30% þessara nóttu er eytt í húsnæði sem fær neysluvatn frá minni vatnsveitum. Til samanburðar þá eru um 20 þúsund Íslendingar (6% af 320 þúsund) sem er þjónað af þessum sömu vatnsveitum, eða um 600 þúsund dvalarnætur á mánuði. Miðað við þessar forsendur eykst álagið á litlar vatnsveitur að meðaltali um 13-26% í júlí sem er umtalsvert og líklegt að aukningin sé mun meiri á sumum stöðum.

Hönnun vatnsveitna með árstíðarbundnu álagi eins og tengist þjónustu við ferðamenn er hægt að leysa með ýmsum hætti og fer það eftir aðstæðum á hverjum stað hvaða lausn hentar. Tæknilegar lausnir geta verið margskonar. Þar má nefna borholu sem hægt er tengja þegar ferðamannatímabilið hefst, aukadælu sem sett er af stað þegar álag eykst, hraðastýringu á dælur og aukið miðlunarymi. Þar sem stór eða allur hluti kerfisins er ónotaður utan ferðamannatímans er nauðsynlegt að hafa skýrar verklagsreglur þegar kerfið er tekið úr notkun og þegar það sett af stað aftur. Þar má nefna að yfirfara og skola kerfið vandlega áður en það er tekið í notkun. Nauðsynlegt er að taka sýni og mæla örverur a.m.k. við upphaf tímabilsins en varla nægjanlegt að gera það annað hvert ár eins og nú er gert.

Stofnkostnaður, rekstur, og viðhald vatnsveitna á ferðamannastöðum getur verið umtalsverður og því þarf að finna leiðir til að kerfin verði sjálfbær er varðar kostnað. Á mörgum stöðum liggur nú þegar fyrir að bæta þurfi innviði, bæði hvað varðar neysluvatn, almenningsalarni og fráveitur almennt. Opinberir eftirlitsaðilar þurfa að skilgreina hvað er eftirlitsskyld ferðaþjónusta, setja upp reglubundið eftirlit, hvetja til innra eftirlits, og útbúa leiðbeiningar fyrir ferðaþjónustuaðila um vatns- og fráveitumál, t.d. í formi gátlista.

## Samantekt

Ferðaþjónusta er orðinn umfangsmikill á Íslandi og nota ferðamenn hátt hlutfall af íslensku neysluvatni til heimilisnota samanborið við flest önnur lönd. Fyrirliggjandi gögn reglubundins eftirlits gefa til kynna að gæði neysluvatns vatnsveitna á ferðamannastöðum á Íslandi séu talsvert lakari en á samsvarandi stöðum sem ekki þjónusta ferðamenn í miklum mæli. Nauðsynlegt er fyrir opinbera aðila og þá sem bera ábyrgð á ferðamannastöðum að bregðast við með því að styrkja innviði, setja upp reglubundið eftirlit, og útbúa leiðbeiningar um hvernig best sé staðið að því að afhenda neysluvatn sem uppfyllir þarfir ferðamanna.

## Heimildir

- Aradóttir, B. (2003): Þolmörk innviða í Landmannalaugum. Í: Þolmörk ferðamennsku í Landmannalaugum. Bergþóra Aradóttir (ritstjóri), Akureyri, Ferðamálaráð Íslands, Háskóli Íslands, Háskólinn á Akureyri og Ferðamálastofu Íslands, 9-24.
- Atladóttir, A. (2006). Outbreaks of Norovirus Infections in Two tourist Resorts in Iceland in the Summer of 2004. 5. Nordic Water Supply Conference 8-10 June 2006 in Reykjavik. Proceeding bls. 67-70.
- Bartram, J., Cotruvo, J., Exner, M., Fricker, C., Glasmacher, A. (2003). Heterotrophic Plate counts and Drinking-water Safety. The significance of HPCs for Water Quality and Human Health. IWA London.
- Beaudreau, P., Valdes, D., Mouly, D., Stempfelet, M. & Seux, R. (2010). Natural and technical factors in faecal contamination incidents of drinking water in small distribution networks, France, 2003-2004: a geographical study. J. Water Health 8(1):20-34.
- Briem, H. (2005). Nóróveirusýkingar yfir sumarmánuðina. Farsóttáfréttir Júní 2005.
- European Council (1998). Directive 98/83/EC of 3 November 1998 on the quality of water intended for human consumption.
- Geirsdóttir, M. (2011). Óopinber listi yfir vatnsborna faraldra. Mátis ohf.
- Gunnarsdóttir, M.J., Gardarsson, S.M., Elliott, M., Sigmundsdóttir, G., Bartram, J. (2012). Benefits of Water Safety Plans: Microbiology, Compliance, and



- Public Health. Environmental Science & Technology , 46, 7782-7789.
- Gunnarsdóttir, M.J., Gardarsson, S.M., Andradóttir, H.O. (2013). Microbial contamination in groundwater supply in cold climate and coarse soil: Case study of norovirus outbreak at Lake Mývatn, Iceland. Hydrology Research Vol 44 No 6 pp 1114–1128. doi:10.2166/nh.2013.076
- Gunnarsdóttir, M.J., Gardarsson, S.M., Jonsson, G.S., Armannsson, H. & Bartram J. (2014). Natural background levels for chemicals in Icelandic aquifers. Í prentun.
- Gunnarsdóttir, M. J., Gardarsson, S. M., and Bartram, J. (2015). Developing a national framework for safe drinking water – Case study from Iceland. Int. J. Hyg. Environ. Health. 218; 196-202; DOI 10.1016/j.ijheh.2014.10.003
- Gunnarsdóttir, M.J. and Gardarsson, S.M. (2015) Gæði neysluvatns á Íslandi 2002-2012. Skýrsla unnin fyrir Matvælastofnun. Mars 2015 <http://www.mast.is/library/Skýrslur/Gaedineysluvatnsalslandi150331.pdf>
- Gössling, S., Peeters, P., Hall, C.M., Ceron, J.P., Dubois, G. (2012). Tourism and water use: Supply, demand, and security. An International review. Tourism Management 33, 1-15.
- Hrudey, S.E., Hrudey, E.J., & Pollard, S.J.T. (2006). Risk management for assuring safe drinking water. Environ. Int., 32(8), 948-957.
- Hulsmann A. (2005). *Small systems large problems: A European inventory of small water systems and associated problems*. Nieuwegein, Web-based European Knowledge Network on Water (WEKNOW).
- Óladóttir, O.P. (2014). Ferðapjónusta á Íslandi í tölum, Apríl 2014. Samantekt Ferðamálastofa.
- Pitkänen, T., Karinen P., Miettinen, I.T., Lettojärvi, H. Hekkilä A., Maunula, R., Aula, V., Kuronen, H., Vepsäläinen, A., Nousiainen, L. Pelkonen, S., Heinonen-Tanski, H. (2011). Microbial Contamination of Groundwater at Small Community Water Supplies in Finland. AMBIO 40, 377-390.
- Umhverfisstofnun (2001). Reglugerð nr. 536/2001 um neysluvatn.
- WHO (1997). Guidelines for drinking water quality. Volume 3: Surveillance and control of community supplies, 2nd edn. Geneva Switzerland: World Health Organization.
- WHO (2011). Guidelines for Drinking- water quality, fourth edition. Geneva, World Health Organization.
- WHO-EU (2011). Small-scale water supplies in the pan-European region. Background- Challenges-Improvements. World Health Organization. Regional office for Europe.
- Þórólfsdóttir, B.Ó.P. (2012). Heilnæmi og öryggi laugarvatns á náttúrulegum baðstöðum. Meistararitgerð við Háskóla Íslands.

**Sterkir í stálgrindarhúsum**

**Þekking - Reynsla - Öryggi**

**LANDSTÓLPI**

Gunnbjarnarholti  
801 Selfoss  
480 5600  
[landstolpi.is](http://landstolpi.is)



**BLIKKSMÍÐURINN**  
ÞEKHING - FÆRNI - ÞJÓNUSTA

**samskip**