

Vatnsbornar hópsýkingar á Íslandi – greining á umfangi og ástæðum

María J. Gunnarsdóttir¹ verkfræðingur

Ása St. Atladóttir² hjúkrunarfræðingur

Sigurður M. Garðarsson¹ verkfræðingur

¹Vatnaverkefni umhverfis- og byggingarverkfræðideildar Háskóla Íslands,
²Embætti landlæknis.

Fyrirspurnum svarar María J. Gunnarsdóttir, mariag@hi.is

Inngangur

Aðgengi að ómenguðu neysluvatni er ein af mikilvægustu stöðum samfélagsins. Í íslenskum lögum er neysluvatn skilgreint sem matvæli og vatnsveitur því sem matvælafyrirtæki. Þær þurfa því að viðhafa verklagsreglur og setja upp fyrirbyggjandi innra eftirlit til að tryggja heilnæmi á sama hátt og önnur matvælafyrirtæki (Lög um matvæli nr. 95/1995). Sýnt hefur verið fram á að innra eftirlit hjá vatnsveitu bætir gæði neysluvatns.¹ Ný neysluvatnsreglugerð var sett hér á landi árið 2001 (Reglugerð nr. 536) í samræmi við Evrópureglugerð um neysluvatn.² Þar segir að tryggja skuli að neysluvatn sé heilnæmt og hreint og það skal vera laust við örverur, sníkjudýr og efni í því magni sem getur haft áhrif á heilsu manna. Vatnsveitur eru ábyrgar fyrir hreinleika neysluvatns að afhendingarstað í vatnsinntaki húss en húseigandi ber ábyrgð á innanhúskerfi. Opinbert eftirlit með gæðum neysluvatns og ástandi vatnsveitna hér á landi er í höndum 10 svæðisbundinna heilbrigðiseftirlita undir stjórn sveitarstjórna.

Það sem helst ógnar heilnæmi neysluvatns er saurmengun sem getur borið með sér sjúkdómsvaldandi örverur og er það algengasta orsök veikinda, oftast iðrasýkinga, af völdum mengaðs neysluvatns. Sumar sýkingar herja bæði á menn og dýr eins og *Campylobacter*, *E. coli* O157 STEC (*Shiga toxin-producing Escherichia coli*), *Salmonella*, *Giardia* og *Cryptosporidium* (launsporasýking) á meðan aðrar eins og nóróveira berast eingöngu manna milli. Einkenni iðrasýkinga eru aðallega uppköst og niðurgangur með tilheyrandi ógleði og kviðverkjum.

Neysluvatn getur mengast á ýmsan hátt en algeng orsök er að mengað yfirborðsvatn berst í vatnsból, oft í kjölfar mikillar

ÁGRIP

TILGANGUR

Hreint neysluvatn er undirstaða lýðheilsu. Algengasta orsök sýkinga af völdum neysluvatns eru sýklar sem berast með saur manna eða dýra í vatnið. Markmið þessarar rannsóknar er að taka saman skráðar vatnsbornar hópsýkingar á 20 ára tímabili, 1998-2017, og greina hvað hafi valdið þeim. Jafnframt eru tekin saman tilvik þar sem neysluvatn hefur mengast þó sjaldan sé skráð hópsýking í tengslum við þau.

AÐFERÐIR

Gögn eru fengin úr gagnagrunnum rannsóknastofa, sóttvarnasviði Embættis landlæknis, Embætti sóttvarnarlæknis, skýrslum og viðtölum við viðkomandi heilbrigðiseftirlit og sóttvarnalækna.

NIÐURSTÖÐUR

Á tímabilinu 1998-2017 voru skráðar 15 vatnsbornar hópsýkingar, allar hjá minni vatnsveitum og sumar á fjölförnum ferðamannastöðum og í sumarhúsabyggðum. Sýkillinn er annaðhvort *Campylobacter* eða nóróveira og í einu tilfelli *Cryptosporidium* (launsporasýking). Um 500 manns urðu veikir í þessum hópsýkingum og þær höfðu áhrif á um 8000 manns, í lengri eða skemmri tíma. Rannsóknir hafa sýnt að einungis um 10% þeirra sem veikjast fara til læknis, og rata þannig í skrár, og því má leiða að því líkur að í það minnsta 250 manns hafi orðið veikir að meðaltali á ári hverju vegna mengaðs neysluvatns. Greining á niðurstöðum neysluvatns sýna leiddi í ljós að saurmengun greinist að meðaltali í um 50 vatnsveitum á ári hverju, sem er um 5% af skráðum vatnsveitum landsins. Helsta orsök vatnsbornu hópsýkinganna er lélegur frágangur og viðhald á vatnsbólum.

ÁLYKTANIR

Ýmislegt bendir til að vatnsbornar hópsýkingar séu fleiri en þær sem eru skráðar í opinberar skýrslur og þá sérstaklega hjá minni vatnsveitum. Einnig virðist heilbrigðisyrifvöldum á viðkomandi svæðum oft ekki gert viðvart þegar frávika verður vart í eftirliti. Nauðsynlegt er að bæta skráningu, upplýsingaflæði milli aðila, faraldsfræðilegar úttektir og eftirfylgni við hópsýkingar af völdum neysluvatns þannig að hægt sé að læra af reynslunni. Bæta þarf vatnsgæði hjá minni vatnsveitum og taka upp fyrirbyggjandi úttektir og hættumat á mengun.

Ítarefni með greininni er að finna á heimasíðu Læknablaðsins.

úrkomu eða leysinga. Sýklar berast í yfirborðsvatn með saur frá villtum fuglum og búfænaði og berst í vatnsból ef frágangur þeirra er lélegur. Sýklar geta einnig borist frá nærliggjandi rotþró eða úr lekum fráveiturörum í grunnvatn og með grunnvatnsstreymi í vatnsból. Rannsóknir hér á landi hafa sýnt töluverða *Campylobacter* og *Salmonella* mengun í dýrum, sérstaklega í alifuglum, svínunum og sauðfé og einnig í villtum fuglum, svo sem mávum, hröfnum og gæsnum.^{3,4} Undanfarin ár hafa að meðaltali 50 manns greinst með *campylobacter*-sýkingu á ári hverju hér á landi, sem talin er eiga sér innlendan uppruna.⁵ *Campylobacter* er einnig algeng orsök vatnsborinna hópsýkinga og nýlegt dæmi um það var í Asköy í Noregi í júní 2019 þar sem 2000 manns veiktust, 79 voru lagðir inn á sjúkrahús og tveir létust. Upptaka var leitað með PCR-greiningu og erfðamerki til að finna hvort sýkillinn ætti sér uppruna í mönnum eða dýrum. Sýkillinn var að stærstum hluta *Campylobacter jejuni* og með greiningu á erfðamerkinu kom í ljós að 69% af saurmengun var úr hrossum, 6% frá jörturdýrum og 25% frá öðrum dýrum, svo sem villtum dýrum og fuglum.⁶

Yfirlit yfir vatnsbornar hópsýkingar sem skráðar voru á Norðurlöndunum árin 1998-2012 telja 175 hópsýkingar, flestar af völdum nóróveiru eða *Campylobacter*.⁷ Í þeirri samantekt er Ísland ekki með. Hins vegar er Ísland hluti af nýlegri samantekt þar sem kemur fram að fjöldi skráðra vatnsborinna hópsýkinga á Norðurlöndum á 5 ára tímabili (2010-2014) voru 47 og af þeim voru 37 hjá litlum vatnsveitum.⁸ Stærsti faraldurinn varð í nóvember-desember 2010 í Östersund í Svíþjóð. Hann varð af völdum *Cryptosporidium humanis* sem er afbrigði af *Cryptosporidium* sem smitast á milli manna. Tuttugu og sjö þúsund af sextíu þúsund íbúum bæjarins (45%) urðu veikir og suðutilmæli voru í gildi í 54 daga. Orsök faraldursins var röng tenging vatnsveitukerfis við fráveitukerfið. Þetta er stærsta hópsýking af völdum *Cryptosporidium* sem orðið hefur í Evrópu.⁹

Það er einnig þekkt að aðeins lítil hluti iðrasýkinga er skráður þar sem fáir leita lækis og skráning á tilfellum skilar sér því ekki inn í opinber skráningarkerfi nema að litlu leyti. Í nýlegri rannsókn í Svíþjóð var áætlað að einungis 9% veikra einstaklinga af völdum iðrasýkinga fari til lækis.¹⁰ Erfitt getur reynst að greina faraldra sem eiga uppruna sinn í litlum vatnsveitum, sérstaklega hjá vatnsveitum á ferðamannastöðum og sumarhúsasvæðum þar sem notendur stoppa stutt við og eru skráðir til heimilis og sækja lækniþjónustu fjarri staðnum þar sem þeir drukku mengað neysluvatn. Niðurstaða rannsókna á hópsýkingum á Vesturlöndum sýndi annars vegar að venjulega voru það nokkrir samverkandi þættir sem fóru úrskeiðis og hins vegar að oft hafði hættulegt ástand varað lengi í vatnsveitunni áður en hópsýking braust út.¹¹

Árið 1998 tóku gildi sóttvarnalög (nr. 19/1997) sem fjalla um skipan almennra og opinberra sóttvarna undir stjórn sóttvarnalækis. Hjá Embætti landlækis starfar sóttvarnalæknir sem ber ábyrgð á sóttvörnum undir yfirstjórn ráðherra. Innan heilsugæslunnar eru yfirlæknar tilnefndir sem eru ábyrgir fyrir sóttvörnum í sínu umdæmi undir stjórn sóttvarnalækis. Sóttvarnalæknir heldur skrá yfir smitsjúkdóma til að fylgjast með útbreiðslu þeirra og er þeim skipt í tilkynningarskylda og skráningarskylda sjúkdóma í samræmi við reglugerð (nr. 420/2008). Tilkynningarskyldir sjúkdómar eru þeir sjúkdómar sem ógnað geta almannaheill og er

skyld að senda sóttvarnalækni persónugreinanlegar upplýsingar um sjúkdómstilvik. Með skráningarskyldu er átt við skyldu til að senda ópersónugreinanlegar upplýsingar til sóttvarnalækis. Flestar algengar sýkingar sem berast með neysluvatni á Vesturlöndum hafa verið tilkynningarskyldar hér á landi síðan lögin tóku gildi árið 1998, til dæmis sýkingar af völdum sýkla af gerðinni *Campylobacter*, *E.coli* O157 STEC, *Salmonella* og *Giardia*. *Cryptosporidium* hefur verið tilkynningarskyld síðan 2013. Undantekning er þó nóróveirusýking sem er algeng matar- og vatnsborin sýking, en hún er einungis skráningarskyld ef hún veldur hópsýkingu.

Markmið þessarar rannsóknar er að gera samantekt á vatnsbornum hópsýkingum og vísbendingum um mengun síðastliðin 20 ár á Íslandi, eða frá því að sóttvarnalögin tóku gildi 1998, og reyna að greina orsakir þess að neysluvatnið mengaðist.

Aðferðafræði

Rannsóknin var þríþætt. Í fyrsta lagi voru teknar saman upplýsingar um allar skráðar hópsýkingar af völdum mengaðs neysluvatns. Í öðru lagi voru greindar vísbendingar um mengun neysluvatns sem ógnar lýðheilsu þó ekki hafi endilega verið skráðar sýkingar. Í þriðja lagi var greining á orsökum mengunar. Eftirfarandi þættir voru skoðaðir:

1. Skráðar hópsýkingar 1998-2017 þar sem neysluvatn er talið eiga sök. Eftirfarandi var greint:
 - a. Fjöldi veikindatilfella, hve margir urðu fyrir áhrifum og sýkill.
 - b. Greint hvað farið hafði úrskeiðis í vatnsveitunni.
 - c. Vísbendingar um saurmengun vatns í sýnum áður en hópsýking kom upp.
 - d. Niðurstöður örverugreininga eftir hópsýkingu til ársins 2018 og metið hvort vandamál vatnsveitunnar séu ennþá til staðar.
2. Vísbendingar um mengun neysluvatns. Eftirfarandi var greint:
 - a. Suðutilmæli sem birt voru í fjölmiðlum og á heimasíðum heilbrigðiseftirlita/vatnsveitna á tímabilinu 1998-2017.
 - b. Sýklar í neysluvatnssýnum 1998-2017.
 - c. Saurmengun (*E. coli*) í neysluvatni á tímabilinu 1998-2014.
3. Samantekt á orsökum mengunartilfella.

Skráning vatnsborinna hópsýkinga byggir á óbirtum lista frá Matis ohf (áður Hollustuvernd ríkisins) skráðum til ársins 2010,¹² heimildum og smitsjúkdómaskrá sóttvarnalækis, og upplýsingum frá viðkomandi heilbrigðiseftirliti og sóttvarnalækni. Einnig var stuðst við ópersónugreinanlegar niðurstöður greininga á saursýnum frá einstaklingum, gerðum á sýkla- og veirufraeðideild Landspítala.

Við umfjöllun um vatnsbornar hópsýkingar voru eftirfarandi viðmið notuð og þarf að minnsta kosti eitt af þeim að vera uppfyllt til að komast á listann: 1) sýkillinn greinist bæði í saur hjá veikum einstaklingi og í neysluvatni; 2) sýkillinn greinist í saur (eða neysluvatni) og síðar verður hópsýking þar sem talið er öruggt að neysluvatn hafi mengast, og 3) sýkillinn greinist í saur en ekki í

neysluvatni en faraldsfræðileg athugun bendir til að orsök hópsýkingarinnar sé neysluvatn. Fleiri tilfelli voru á lista Matís yfir mögulegar hópsýkingar af völdum neysluvatns en þau uppfylltu ekkert af viðmiðunum hér að ofan og því ekki tekin með.

Örverurnar sem leitað er að í neysluvatni í reglubundnu eftirliti samkvæmt reglugerð um neysluvatn (Nr. 536/2001) eru fyrst og fremst vísar á mengun þar sem það væri of kostnaðarsamt að leita að öllum sýklum sem geta borist með neysluvatni. Mældur er heildargerðslafjöldi við 22°C, sem á að vera minni en 100 í ml, kólígerlar (*Enterobacteriaceae*) og *Esherichia coli*, þar sem mörkin eru núll í 100 ml. *E.coli* er baktería í sömu fjölskyldu og kólígerlar og staðfestir saurmengun.

Upplýsingar um suðutilmæli voru fengnar með leit í fjölmiðlum á netinu og yfirferð yfir heimasíður heilbrigðiseftirlita og vatnsveitna. Listinn var gerður með því að leita að slíkum tilkynningum á netinu og er því ekki tæmandi. Til dæmis eru oft settar upp tilkynningar á staðnum um að sjóða vatn hjá minni veitum eða þær bornar í hús í litlum bæjarfélögum, en birtast ekki endilega í fjölmiðlum eða á netmiðlum.

Upplýsingar um leit að sýklum í neysluvatni og saurmengun eru fengnar úr gagnagrunnum Matís ohf, ProMat Akureyri ehf, Síni ehf og frá viðkomandi heilbrigðiseftirliti. Upplýsingar um saurmengun fengust fyrir öll heilbrigðiseftirlitssvæðin en nokkuð skortir á upplýsingar frá tveimur síðastnefndu rannsóknastofunum um greiningar á sýklum í neysluvatni og á það við um Heilbrigðiseftirlit Norðurlands eystra frá 2005 og fyrir Heilbrigðiseftirlit Hafnarfjarðar og Kópavogssvæðis frá árinu 2007. Heilbrigðisfulltrúar hafa reglubundið eftirlit með gæðum neysluvatns og taka sýni sem greind eru á rannsóknarstofum. Þeir taka einnig sýni ef ástæða þykir til, svo sem að endurtaka sýnatöku ef sýni er mengað, ef grunur er um sýkingu eða ef einhver kvartar yfir vatninu. Jafnframt skrá heilbrigðisfulltrúar ýmsar upplýsingar um vatnsveituna, svo sem um ástand vatnsból (gott, sæmilegt eða lélegt), hvort það sé vel lokað, hvort vatnið sé tekið úr uppsprettu/lind, brunni eða borholu og hvort vatnið sé geislað.

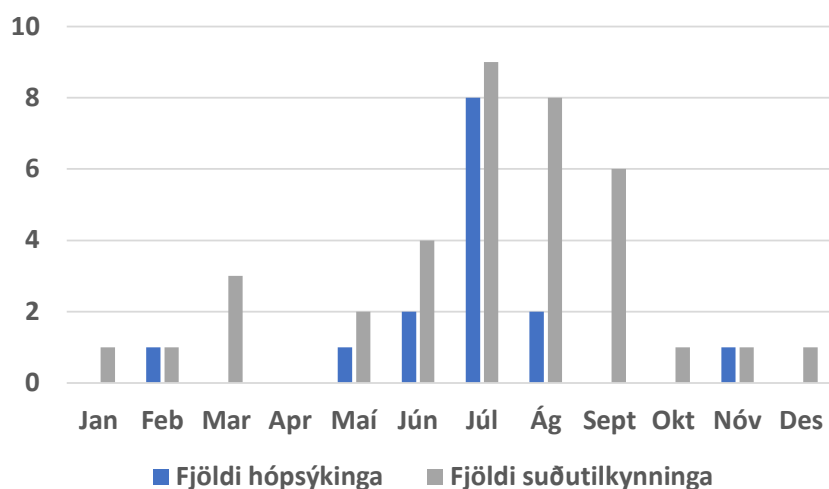
Niðurstöður

Vatnsbornar hópsýkingar 1998-2017

Síðastliðin 20 ár hafa verið skráðar 15 vatnsbornar hópsýkingar á Íslandi sem hafa orðið hjá 12 vatnsveitum. Um endurtekna faraldra er að ræða hjá þremur vatnsveitum. Tíu vatnsveitur þjóna aðallega ferðamönnum og sumarhúsasvæðum. Vatnsbornar hópsýkingar á þessu tímabili hafa nær allar verið af völdum annaðhvort *Campylobacter* (8) eða nóróveiru (6) en ein hópsýkingin var af völdum *Cryptosporidium*. Skráðar sýkingar voru hjá um 516 einstaklingum og á þessum svæðum er áætlað að hafi verið um 8000 einstaklingar sem hafa orðið fyrir áhrifum (drukið vatnið). Flest voru veikindatilfelli árin 2001 og 2004. Hópsýkingarnar voru flestar yfir sumarmánuðina eins og sjá má á mynd 1. Átta af þessum 15 byrjuðu í júlímánuði. Samantekt á vatnsbornum hópsýkingum er í töflu I.

Eins og sjá má í töflu I hefur oft verið greind saurkólímengun í neysluvatninu áður en hópsýking verður sem gefur til kynna að hættuástand hafi varað lengi. Hjá þremur vatnsveitum greinist saurkólímengun áfram sem bendir til að ekki hafi verið ráðin bót á ástandinu sem olli faraldrinum. Sumarið 2004 voru tvær stærstu hópsýkingar sem hafa orðið hér á landi af völdum neysluvatns, í Mývatnssveit og í Húsafelli, og báðar af völdum nóróveiru. Á báðum stöðum hafði áður komið upp hópsýking sem ekki var þá rakinn til vatns en líkur benda til, í ljósi þess sem síðar varð, að það hafi verið mengað neysluvatn. Þó hópsýkingar af völdum *Campylobacter* séu fleiri eru veikindatilfelli af nóróveiru mun fleiri, eða um 80% af skráðum veikindum, og jafnframt eru helmingi fleiri notendur á áhrifasvæði nóróveirufaraldursins. Ein hópsýking er af völdum *Cryptosporidium* og er það fyrsta skráða vatnsborna hópsýking af þess völdum hér á landi. Hún greindist í tveimur einstaklingum og var það talið vegna neysluvatns þar sem vatnsból var lélegt og yfirborðsvatn átti greiða leið niður í vatnsbólið.

Í þessari rannsókn var hver hópsýking fyrir sig greind stuttlega með tilliti til aðstæðna og atburðarásar. Greint var hvað fór úrskeiðis hjá vatnsveitunni og hvort finna hefði mátt vísbendingar



Mynd 1 Dreifing vatnsborinna hópsýkinga og suðutilmæla eftir mánuðum árin 1998-2017 (tilfelli skráð í byrjunarmánuði)

Tafla 1. Skráðar vatnsbornar hópýkiingur á Íslandi 1998-2017.

Nr. vatnsveitu	Vatnsveita	Starfsemi	Heilbrigðis- eftirlits- svæði*	E.coli greindist í neysluvatni Ár	Skráðir faraðrar	Mán	Ár	Þekktur fjöldi veikra	Fjöldi á áhrifsvæði	Sýkill	Sýkill staðfestur í saur og/éða neysluvatni	Taln líkleg orsök/ athugasemdir
1	Veihús Norðurá og Litla-Skarð sumarhús, Borgarfirði	Ferðþjónusta – veihús og sumarhús	HVL	1998	2	Júlí- ágúst	1998	4	100	<i>C.jejuni</i> og <i>C.colli</i>	Saur og neysluvatni	Hleyp't á yfirborðsvatni í brunn vegna yfirvoxlandi vatnsskorts
						Júní	2002	21	100	Nóróveitra	Saur	EKKI skoðað
2	Vatnsveita Mýra, Hornafirði	Ferðþjónusta og byll	HAUST	2000, 2004, 2009, 2010, 2011	1	Júlí	2000	4	200	<i>Campylobacter jejuni</i>	Saur og neysluvatni	Opið vatnsbóli og frágangur lélegur
3	Hótel Gígur og nágrenni, Mývatnssveit	Ferðþjónusta – hótel og sumarhús	HNE	Fá sýni tekin	2	Ágúst	2001	120	1000	Nóróveitra	EKKI staðfest	Sama og 2004
						Ágúst	2004	100	1000	Nóróveitra Gill	Saur og neysluvatni	Mengun í vatnsbóli frá rotþró
4	Munadarnes, Borgarfirði	Ferðþjónusta – sumarhúsabýggð	HVL	1998, 2002, 2003, 2004, C-lari í 4 sýnum 2005	1	Júlí	2003	4	400	<i>Campylobacter jejuni</i>	Neysluvatni	Lélegt vatnsbóli með litla slun
5	Húsafell, Borgarfirði	Ferðþjónusta – tíaldstræði og sumarhúsabýggð	HVL	Fá sýni tekin fyrir hópýkiingun 2004	2	Júlí - ágúst	2003	30	1500	Nóróveitra	EKKI staðfest	Sama og 2004
						Mai - Júní	2004	150	1500	Nóróveitra	Saur	Lögn í sundur ofan í tjörn og saummengað vörn fór inn á kerfið
6	Vatnsveita Íslandsbanka, Vaðnesi	Sumarhús Starfsm. félags Íslandsbanka	HSL	2004	1	Júlí	2004	6	100	Nóróveitra	Saur	Borhola nálægt rotþró og talið að hún hafi mengast í purkkatið
7	Dalavýsla - Laugaskóli éða Eipstaðir	Ferðþjónusta og mjólkurhu	HVL	Laugum 1997, 2006, Eipstöðum 2008, 2009	1	Febrúar	2011	42	150	<i>Campylobacter jejuni</i>	Saur neikv. fyrir <i>Campylob.</i> í neysluvatni á Laugum, ekki með á Eipstöðum	Vatnsbóli samlilegt/lélegt Faraldsræðileg athugun bendir til mengunar neysluvatns. Sýni tekið viku eftir að faraðirinn er genginn yfir
8	Múlabýggð, Borgarfirði	Sumarhúsabýggð	HVL	2010, 2013	1	Nóv	2013	2	200	<i>Cryptosporidium</i>	Saur	Lélegur frágangur á vatnsbóli þar sem yfirborðsvatn á graða leið
9	Gerði, Sudursveit	Ferðþjónusta og byll	HAUST	1999, 2004, 2005, 2008, 2011, 2016, 2018	1	Júlí	2014	3	200	<i>Campylobacter</i>	Saur EKKI leitað í vatni	Vatnsskortur, hleyp't inn á yfirborðsvatni
10	Neskaupstaður	Þéttbýlisstaður	HAUST	1998, 1999, 2000, 2001, 2002, 2004, 2005, 2007, 2010, 2013, 2017, 2018	1	Júní - júlí	2014	5	1500	<i>Campylobacter</i>	Saur neikv. fyrir <i>Campylobacter</i> í neysluvatni	Vatnsbóli skráð í göðu standi. Faraldsræðileg athugun bendir til neysluvatnsmengunar Neysluvatnsýni tekið 14 dögum eftir síðasta veikindatífeili
11	Gutudalur	Ferðþjónusta - veihús, sumar- bústaður, byll	HVF	2002, 2014	1	Júlí	2014	20	50	<i>Campylobacter jejuni</i>	Saur og neysluvatni	Lélegur frágangur á vatnsbóli
12	Hrísey	Sumarhús	HNE	EKKI tekin sýni	1	Júlí	2016	5	20	<i>Campylobacter</i>	Saur og neysluvatni	Mengun í brunni Veita ekki skráð eftirlitskyld
Samt.					15			516	8020			

*Heilbrigðiseftirlitssvæði: HAUST = H. Austfirjörð, HHK = H. Hafnarfjarðar og Kópavogssvæði, HKS = H. Kjöpsvæði, HNE = H. Norðurlands eystra, HNV = H. Norðurlands vestra, HRV = H. Reykjavík, HSL = H. Suðurlands.

HSN = H. Suðurnesja, HVF = H. Vestfirjörð, HVL = H. Vesturlands

um hættu í reglubundnu eftirliti viðkomandi heilbrigðiseftirlits. Einnig var gerð grein fyrir úrbótum sem gerðar voru í kjölfarið ef einhverjar voru og skoðaðar niðurstöður eftirlits á neysluvatni eftir atburðinn. Þessa greiningu má finna í Ítarefni 1 með þessari grein.

Suðutilmæli í fjölmiðlum

Þegar neysluvatn er saurmengað og/eða sjúkdómsvaldandi örverur greinast, á samkvæmt reglugerð (Nr. 536/2001,14. gr.) að upplýsa neytendur tafarlaust og beina til þeirra tilmælum um að sjóða neysluvatn. Á tímabilinu 1998-2017 hafa 37 tilkynningar um að sjóða vatnið birst á síðum dagblaða og í öðrum fjölmiðlum og heimasíðum heilbrigðiseftirlita eða vatnsveitna. Tilmælin voru frá 28 vatnsveitum, þar sem stundum er um endurtekningu að ræða. Aðeins í 5 tilfellum hefur vatnsborin hópsýking verið skráð í tengslum við þessi suðutilmæli. Oftast eru suðutilmælin vegna þess að fundist hefur saurmengun í vatninu og jafnvel einnig *Campylobacter*-sýkill. Þessi tilmæli hafa snert nær 19.000 manns og einnig starfsemi margra fyrirtækja og stofnana, til dæmis fiskvinnslustöðva og sláturhúsa. Suðutilmæli á þessu tímabili eru flest frá júní og fram í september (sjá mynd 1) og flest á Vestfjörðum (11) og á Austurlandi (8) eins og kemur fram í töflu II. Nánari upplýsingar um suðutilmælin eru í Ítarefni 2.

Sýklar í neysluvatni

Nokkuð var um að leitað væri beint að sýklum í neysluvatni á tímabilinu sem hér er til skoðunar. Leitað var meðal annars að *Campylobacter*, *Legionella*, *P.aeruginosa* og *Salmonella*, en sjaldan eða aldrei að nóróveiru þar sem ekki er til tækjabúnaður til þess á Íslandi. Aðallega hefur verið leitað að *Campylobacter* og oftast á árunum 1998 til og með 2006. Í gagnagrunni Matís fyrir tímabilið 1998-2017 kemur fram að leitað var að *Campylobacter* í 386 vatnssýnum hjá 191 vatnsveitu og voru 16% þessara sýna jákvæð (sjá töflu III). Sýni sem greindust með *Campylobacter* voru 26 talsins hjá 21 vatnsveitu. Niðurstöður örverumælinga voru ekki endilega mjög háar þó *Campylobacter* mældist. Í 22 sýnum (36%) mældust ekki saurgerlar þó sýni væru jákvæð fyrir *Campylobacter*. Samkvæmt gagnagrunni Matís var á þessu tímabili leitað 75 sinnum að *Legionella* í neysluvatni í vatnskerfum húsa og í einu tilfelli greindist *Legionella* í 29 sýnum sem öll voru tekin í sama húsinu. Áttatíu sinnum var leitað að *Salmonella* í sýnum á þessu tímabili en ekkert sýnanna reyndist jákvætt eins og sjá má í töflu III.

Af þessum 386 *Campylobacter*-sýnum voru 50 sýni merkt þannig í gagnagrunni að þau væru tekin vegna gruns um sýkingar eða vegna kvartana. Nær öll jákvæð sýni voru tekin hjá litlum vatnsveitum (sem þjóna færri en 500 manns). Stofnarnir voru ýmist *C.jejuni*, *C.coli*, *C.lari* eða stofninn var ekki tilgreindur en algengustu stofnar af *Campylobacter* í yfirborðsvatni eru *C.jejuni* og *C.lari* og í minna mæli *C.coli*,¹³ en allt eru þetta stofnar sem valda veikindum í fólki.

Í töflu IV eru sýnd jákvæð tilfelli af *Campylobacter* sem fundust í gagnagrunni rannsóknastofanna og hvar þau greindust. Gera má

Tafla II. Suðutilmæli vatnsveitna 1998-2017.

Heilbrigðis Eftirlitssvæði*	Fjöldi suðutilmæla	Fjöldi íbúa á áhrifasvæði
HAUST	8	5082
HHK	0	0
HKS	0	0
HNE	5	1700
HNV	3	1432
HRV	0	0
HSL	4	3480
HSN	1	1047
HVF	11	3594
HVL	5	2400
Samtals	37	18735

*Heilbrigðiseftirlitssvæði: HAUST = H. Austjarða, HHK = H. Hafnarjarðar og Kópavogssvæðis, HKS = H. Kjósasvæðis, HNE = H. Norðurlands eystra, HNV = H. Norðurlands vestra, HRV = H. Reykjavíkur, HSL = H. Suðurlands, HSN = H. Suðurnesja, HVF = H. Vestfjarða, HVL = H. Vesturlands

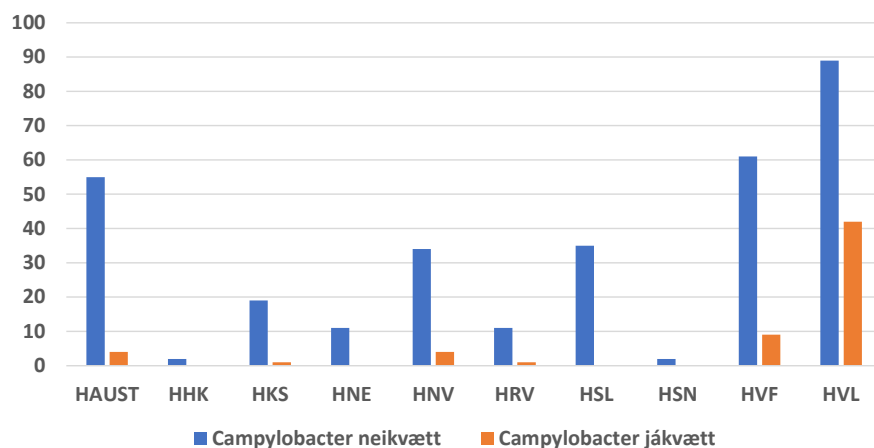
Tafla III. Leit að sýklum í neysluvatni 1998-2017.

	Campylobacter	Legionella	Paeruginosa	Salmonella
Fjöldi sýna	386	75	142	80
Fjöldi jákvæðra sýna	63	29	0	0
Hlutfall jákvæðra sýna	16%	39%	0%	0%
Fjöldi tilfella*	26	1	0	0
Fjöldi vatnsveitna með jákvæð tilfelli	21	1	0	0

*eitt tilfelli getur verið nokkur jákvæð sýni tekin sama árið á mismunandi stöðum í sömu vatnsveitunni

råd fyrir að eitt eða fleiri jákvæð sýni á ári hjá sömu vatnsveitunni sýni eitt mengunartilfelli. Miðað við það sýna þessar mælingar að að minnsta kosti 26 sinnum hefur neysluvatn mengast af *Campylobacter* á þessu tímabili. Vatnsveiturnar eru 21 því hjá sumum vatnsveitum var um endurtekna mengun að ræða. Flest tilföllin voru á Vesturlandi, eða 11 talsins, 6 á Vestfjörðum, þrjú á Norðurlandi vestra, þrjú á Austurlandi, eitt á Kjalarnesi og eitt á Kjósarsvæði. Vatnsborin hópsýking var skráð í tengslum við 5 af þessum 25 tilfellum af *Campylobacter* í neysluvatnssýnum. Í öðrum tilfellum voru ekki skráð veikindi þó gera megi råd fyrir að einhverjir hafi orðið veikir þar sem sum sýni voru tekin vegna gruns um sýkingu og *Campylobacter* greindist í neysluvatni.

Mynd 2 sýnir fjölda sýna þar sem leitað var eftir *Campylobacter* á hverju heilbrigðiseftirlitssvæði. Mikill fjöldi frávíka og leitar að *Campylobacter* á Vesturlandi réðst af endurtekinni mengun á þremur svæðum, það er Skorradal, Hvalfirði og Munaðarnesi.

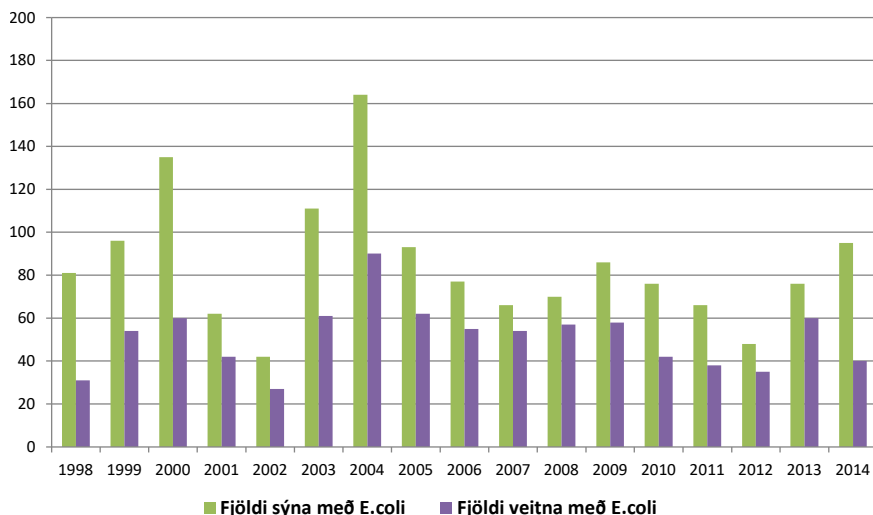


Mynd 2. Fjöldi sýna eftir heilbrigðis-efirlitssvæðum þar sem leitað var að *Campylobacter* í neysluvatni 1998-2014.

Tafla IV. Vatnsveitur þar sem *Campylobacter* ræktaðist í neysluvatnsýni 1998-2017.

Nr	Vatnsveita	Heilbrigðis-efirlitssvæði*	Ár	Fjöldi sýna jákvæð fyrir <i>Campylobacter</i>	Vatnsborin hópsýking skráð
1	Veiðihús Norðurá/Litla-Skarð	HVL	1998	2	1
2	Garðakot/Nautabú, Skagafirði	HNV	1999	2	
3	Skorradalshreppur	HVL	1999, 2000, 2002	20	
4	Bildudalur	HVF	2000	1	
5	Flókalundur	HVF	2000	1	
6	Hólmavík	HVF	2000	1	
7	Hvalfjarðarstrandarhreppur	HVL	2000, 2001, 2002	11	
8	Kirkjuland, Kjalarnesi	HRV	2000	1	
9	Kvíabryggja	HVL	2000	1	
10	Lækjarkot/Grjóteyri v/ Meðalfellsvatn	HKS	2000	1	
11	Neðra-Vatnshorn, Húnaþing Vestra	HNV	2000	1	
12	Patreksfjörður	HVF	2000	4	
13	Vatnsveita Mýra/Hólabrekka	HAUST	2000	1	1
14	Veiðihúsið Laxahvammi	HNV	2000	1	
15	Gistheimilið Laugarhóli, Snæf.	HVL	2002	2	
16	Munaðarnes	HVL	2003, 2005	7	1
17	Ferðapjónusta Reykjanesi	HVF	2004	1	
18	Egilsstaðir (Fellavatnsbólið)	HAUST	2006	2	
19	Djúpavogur	HAUST	2010	1	
20	Gufudalur, Reykhólahreppi	HVF	2014	1	1
21	Hrísey	HNE	2016	1	1
	Fjöldi		26	63	5

* Heilbrigðiseftirlitssvæði: HAUST = H. Austfjarða, HHK = H. Hafnarfjarðar og Kópavogssvæðis, HKS = H. Kjósasvæðis, HNE = H. Norðurlands eystra, HNV = H. Norðurlands vestra, HRV = H. Reykjavíkur, HSL = H. Suðurlands, HSN = H. Suðurnesja, HVF = H. Vestfjarða, HVL = H. Vesturlands



Mynd 3. Fjöldi sýna og fjöldi vatnsveitna þar sem *E. coli* greindist á tímabilinu 1998-2014.

Töluvert var líka leitað á minni þéttbýlisstöðum á Vestfjörðum og á Austurlandi sem eru á blágrýtissvæðum þar sem erfiðara er að afla grunnvatns.

Saurmengun í neysluvatni

Árlega greinist nokkur fjöldi neysluvatnssýna með saurmengun, bæði í reglubundnu eftirliti og í sýnum sem tekin eru af öðru til efni. Sýnataka er endurtekin þegar sýni uppfyllir ekki reglugerð við reglubundið eftirlit. Einnig eru tekin sýni þegar grunur er um sýkingu eða vegna kvartana frá notendum. Nokkuð algengt er að um endurtekin mengunartilfelli sé að ræða hjá sumum vatnsveitum. Mynd 3 sýnir fjölda sýna með saurmengun á landinu öllu á 17 ára tímabili (1998-2014) og jafnframt hvað þessi sýni hafa verið tekin hjá mörgum vatnsveitum. Oft eru tekin mörg sýni hjá sömu veitunni eftir að sýni reynist mengað í reglubundnu eftirliti eða vegna gruns um mengun eða kvörtun. Fjöldi vatnsveitna segir því nokkuð um fjölda staðfesta tilfella af saurmengun í vatnsveitum á ári hverju.

Að meðaltali greindust 83 saurmenguð sýni á ári á þessu 17 ára tímabili hjá 50 vatnsveitum. Innan við 10% af sýnum sem greindust með saurmengun voru tekin úr borholum. Eftirlitsskyldar vatnsveitur á Íslandi voru 817 talsins árið 2014 og einnig voru tekin sýni í fjallaskálum, á einstökum bændabýlum og sumarhúsum því til viðbótar en heildarfjöldi vatnsveitna á skrá var 1043. Það mældist því að meðaltali saurmengun hjá um 5% vatnsveitna á ári hverju.

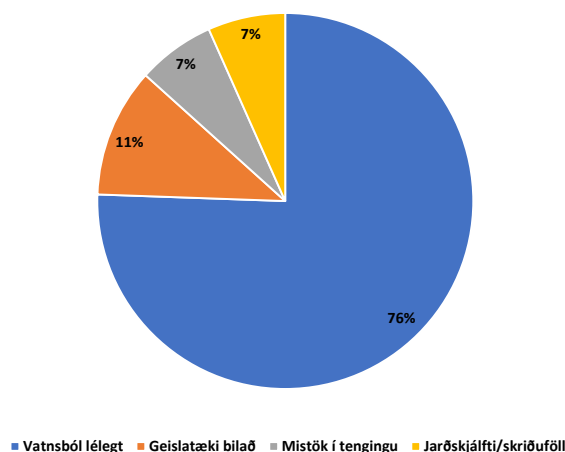
Orsök mengunar í hóp-sýkingum og suðutilmæli

Mengunartilfelli sem hafa valdið annaðhvort hóp-sýkingu eða suðutilmælum, þar sem orsök er þekkt, eru 45 talsins. Í 34 tilfellum (76%) var um að ræða mengun í vatnsbóli, sjá mynd 4. Oftast (23 tilfelli) var frágangur eða viðhald það lélegt að yfirborðsvatn komst í vatnsbólið, oft í kjölfar mikilla rigninga eða asahláku. Stundum þurfti að bæta inn á kerfið úr lélegum varavatsnbólum (5 tilfelli) í kjölfar þurrkatíðar. Í 6 tilfellum var rotþró of nálægt vatnsbóli. Þar sem mengun vatnsbóls er orsök var oftast um að ræða uppsprettur eða brunna, en sjaldan borholur. Í 5 tilfellum (11%) var tilgreint að geislataeki sem átti að sótthreinsa vatnið hafi ekki verið virkt sem þýðir væntanlega að viðhaldi þeirra hafi ekki

verið sinnt sem skyldi. Þrisvar (7%) voru gerð mistök í tengingum og tengt óvart við frárennsli. Þrjú suðutilmæli (7%) voru vegna náttúruhamfara, tvö þegar vatnsból eyðilögðust vegna skriðufalla í kjölfar mikilla rigninga og eitt í kjölfar jarðskjálfta á Suðurlandi árið 2000. Tólf hóp-sýkingar af 15 urðu vegna þess að vatnsbólum var ábótavant.

Umræða

Vatnsbornar hóp-sýkingarnar á Íslandi á tímabilinu 1998 til 2017 eru skráðar 15 hjá 12 vatnsveitum. Þær hafa snert um 8000 manns en líklega er sú tala of lág á mörgum stöðum, sérstaklega á fjölförnum ferðamannastöðum. Leiða má að því líkur að skráðar hóp-sýkingar segi ekki alla söguna því að vatnsbornar hóp-sýkingar rata ekki alltaf inn í opinbera skráningu og þær séu því í raun fleiri en hér eru taldar upp. Skráð er að um 500 manns hafi orðið veikir í þessum hóp-sýkingum en almennt er viðurkennt að vatnsbornar hóp-sýkingar og veikindatilfelli af þeirra völdum séu mjög vanskráðar. Ef gert er ráð fyrir að einungis um 10% veikindatilfella séu skráð í hverjum faraldri hafa um það bil 5000 einstaklingar orðið veikir á þessu tímabili, eða að meðaltali um 250 manns á ári. Nauðsynlegt er að leita leiða til að bæta skráningu á vatnsbornum hóp-sýkingum.



Mynd 4. Greining á orsök mengunar neysluvatns við hóp-sýkingar og suðutilmæli.

Oftast er orsaka hópsýkingar að leita í lélegu vatnsból. Það kemur skýrt í ljós að hjá mörgum vatnsveitnanna var endurtekin saurmengun undanfari hópsýkingar og því hefur hættan væntanlega varað lengi og hægt hefði verið að bregðast við og koma þannig í veg fyrir hópsýkinguna. Hjá að minnsta kosti þremur veitum hélt hættuástandið áfram án þess að nauðsynlegar endurbætur væru gerðar á vatnsveitunni og þá getur sagan endurtekið sig þegar óheppilegar aðstæður myndast, eins og við mikla úrkomu eða leysingar. Nauðsynlegt er að koma á skilvirkum úttektum og áhættugreiningu á mengun og skipulögðum úrbótum í samræmi við niðurstöður þeirra.

Nýverið hafa verið gefnar út vinnureglur sem skilgreina hverjir eru ábyrgðar- og samráðsaðilar um aðgerðir þegar örverumengun verður í neysluvatni.¹⁴ Það eru Heilbrigðisnefndir sveitarfélaga (heilbrigðiseftirlit), Matvælastofnun, sóttvarnalæknir, umdæmis-læknar sóttvarna (yfirlæknar heilsugæslu) og Umhverfisstofnun. Sé um alvarlega, umfangsmikla mengun að ræða skal kalla til stjórnskipaða samstarfsnefnd um sóttvarnir. Nokkuð hefur borið á því að skortur hafi verið á samráði á milli ofangreindra aðila en vonast er til að með áðurnefndum leiðbeiningum muni það komast í gott horf.

Stærri vatnsveitur á Íslandi (sem þjóna fleiri en 5000 íbúum) uppfylla neysluvatnsreglugerðina í örverum í yfir 99% sýna.¹⁵ Hins vegar hefur verið sýnt fram á, bæði hér á landi og erlendis, að saurmengun er algengari hjá minni vatnsveitum en þeim stærri.¹⁶⁻²¹ Vandamálið er að aðrir örveruflokkar en bakteríur lifa oft mun lengur í vatni, sérstaklega í köldu vatni,²² svo sem veirur og sníkjudýr og því er staðfesting á því að bakterían *E.coli* sé ekki í vatni, ekki trygging fyrir því að neysluvatn sé laust við alla sýkla. Þetta kom meðal annars í ljós við faraldur sem varð í Mývatnssveit í ágúst 2004 þar sem neysluvatnssýni uppfyllti kröfur reglugerðarinnar um bakteríur en nóróveira í miklu magni greindist í vatnssýnum.²³ Það er því bagalegt að ekki sé hægt að greina nóróveiru í vatni hér á landi þar sem veiran er algengur sýkingavaldur og veldur um 80% af veikindatilfellum í vatnsbornum hópsýkingum. Nauðsynlegt er að bæta úr því.

Á tímabilinu 1998 til 2017 voru 37 suðutilmæli hjá 28 vatnsveitum birtar í fjölmiðlum og á heimasíðum sveitarfélaga eða vatnsveitna. Flestar eru á Vestfjörðum og á Austurlandi. Algengasta orsökina er að yfirborðsvatn kemst í vatnsbólin og þá er frágangi þeirra væntanlega eitthvað ábótavant. Suðutilmælin eru líklega talsvert fleiri þar sem suðutilmæli birtast ekki alltaf í fjölmiðlum. Þetta á sérstaklega við um minni vatnsveitur. Við samantekt á orsökum hópsýkinga og suðutilmæla kemur í ljós að 76% eru vegna ástands vatnsbóla og er það í samræmi við niðurstöður nýlegrar rannsóknar á orsökum frávíka í örverum hjá vatnsveitum á svæði Heilbrigðiseftirlits Norðurlands eystra þar sem 75% frávíka voru vegna þess að vatnsból mengaðist.²⁴ Þetta þýðir að sérstaklega þarf að beina sjónum að vatnsbólum þegar hugað er því hvernig bæta megi vatnsgæði hjá minni vatnsveitum.

Leitað var kerfisbundið að nokkrum sýklum í neysluvatni á þessu 20 ára tímabili, meðal annars að *Campylobacter* í 386 neyslu-

vatnssýnum hjá 191 vatnsveitu. *Campylobacter* fannst í 16% sýnanna hjá 21 vatnsveitu. Oft greindust ekki vísar á saurmengun þó *Campylobacter* væri staðfestur og ef saurgerlar greindust voru þeir oftast fáir. Það bendir til að *Campylobacter* sýkillinn lifi lengur í vatni en *E.coli*. Þetta er í samræmi við erlendar rannsóknir og eru áhrifavaldar lágt hitastig og lágt bakgrunnsgildi af örverum.²⁵ Við aukið samráð milli heilbrigðisstarfsmanna og heilbrigðiseftirlits þarf að fylgja því eftir að mælingar séu gerðar á *Campylobacter* í neysluvatni þegar grunur er um sýkingu þar sem það er algengasta orsök hópsýkinga.

Við skoðun á saurmengun í neysluvatnssýnum kemur fram að að meðaltali greinist saurmengun í um 50 vatnsveitum á ári, eða hjá um 5% skráðra íslenskra vatnsveitna. Notkun geislataekja er nokkuð almenn hjá íslenskum vatnsveitum. Það eru að minnsta kosti 60 vatnsveitur skráðar í gagnagrunni með geislað vatn og þar af eru 46 hjá vatnsveitum sem þjóna færri en 500 manns að staðaldri. Notkun á geislataekjum til sóttthreinsunar er algeng á blágrýtissvæðunum á Vestfjörðum (24) og Austfjörðum (8).²⁴ Ástæða mengunar og meðfylgjandi suðutilkynninga var 5 sinnum vegna þess að geislataeki var bilað og voru öll tilvikin á þessum tveimur svæðum. Það bendir til að viðhald og eftirlit á tækjum sé ekki sem skyldi. Koma þarf á reglubundnu eftirliti með geislataekjum sem hluta af innra eftirliti vatnsveitna.

Út frá niðurstöðum þessarar rannsóknar má segja að aðstæður dæmigerðrar hópsýkingar vegna örverumengunar í neysluvatni séu eftirfarandi: Sýkillinn er yfirleitt annaðhvort *Campylobacter* eða nóróveira; orsökina má oft rekja til ófullnægjandi frágangs vatnsbóls, uppsprettu eða brunns en sjaldan borholu, og þar sem yfirborðsvatn kemst í vatnsbólið í kjölfar mikillar úrkomu eða hláku. Íðulega má sjá að sýnataka yfir langt tímabil gefur til kynna vandamál sem ekki var brugðist við áður en hópsýking verður; einstaklingar sem veikjast eru oft gestir á ferðamannastöðum og þar sem gripið er til aðgerða eftir hópsýkingu og sett upp geislataeki, er viðhaldi þess stundum ábótavant sem leiðir til hættu á endurtekinni hópsýkingu.

Þakkir

Þessi rannsókn var styrkt af Rannsóknasjóði Háskóla Íslands. Höfundar vilja sérstaklega þakka Margréti Geirsdóttur og Matís ohf fyrir að halda saman lista yfir vatnsbornar hópsýkingar í fjölda ára en án listans hefði verið erfitt að komast á sporið við að gera þessa samantekt. Einnig þökkum við sérstaklega aðstoð Haraldar Briem, fyrrverandi sóttvarnalæknis, og Guðrúnar Sigmundsdóttur yfirlæknis. Starfsmönnum sýkla- og veirufræðideildar Landspítala, Hjördísi Harðardóttur og Guðrúnu Baldvinsdóttur, þökkum við fyrir upplýsingar um niðurstöður saursýna sem tengjast hópsýkingum af völdum neysluvatns. Einnig þökkum við gott samstarf við viðkomandi heilbrigðiseftirlit og sóttvarnalækni við leit að gögnum, starfsmönnum vatnsveitna og öðrum sem veittu okkur upplýsingar um þessa atburði.

* <http://www.mast.is/frettaflokkar/frett/2018/10/08/Leidbeiningar-um-vidbrogd-vid-orverumengun-i-neysluvatni/>

Heimildir

- Gunnarsdóttir MJ, Gardarsson SM, Elliott M, et al. Benefits of Water Safety Plans: Microbiology, Compliance, and Public Health. *Environ Sci Technol* 2012; 46: 7782-9.
- European Council. Directive 98/83/EC of 3 November 1998 on the quality of water intended for human consumption. 1998.
- Hollustuvernd ríkisins, Landlæknisembættið-sóttvarnaleknir, Yfirdýralæknisembættið, Sýklafræðideild Landspítalans og Tilraunastöð HÍ í meinafræði að Keldum. *Campylobacter* sýkingar – skýrsla til umhverfisráðherra um könnun á útbreiðslu *Campylobacter* í umhverfi, húsdýrum og matvælum, orsökum sýkinga í mönnum, ásamt tillögum um aðgerðir. 1999: nóvember.
- Runólfsson H, Alfreðsson GA, Lund NA, et al. Skýrsla starfshóps um *Salmonella* og *Campylobacter* í dýrum og umhverfi á Suðurlandi. Landbúnaðarráðuneytið 2002.
- Sýkla- og veirufraeðideild Landspítalans *Campylobacter* í mönnum á Íslandi 1990-2017 – Uppruni smits. Reykjavík 2017. landspitali.is/library/Sameiginlegar-skrar/Gagnasafn/Klinisk-svid-og-deildir/Rannsóknarsvid/Syklafraeðideild/SalmCampSTEC%202017.pdf
- Paruch L, Paruch A, Sörheim R. DNA-based faecal source tracking of contaminated drinking water causing large *Campylobacter* outbreak in Norway 2019. *Int J Hyg Environ Health* 2020; 224: 113420.
- Guzman-Herrador B, Carlander A, Ethelberg S, et al. Waterborne outbreaks in the Nordic Countries, 1998- 2012. Surveillance and outbreak reports. 2015. eurosurveillance.org
- Gunnarsdóttir MJ, Persson KM, Andradóttir HO, et al. Status of small water supplies in the Nordic countries: Characteristics, water quality and challenges. *Int J Hyg Environ Health* 2017; 220: 1309-17.
- Widerström M, Schönning C, Lilja M, et al. Large Outbreak of *Cryptosporidium hominis* Infection Transmitted through the Public Wate Supply, Sweden. *Emerg Infect Dis* 2014; 20: 581-9.
- Hansdóttir FI, Magnússon M, Kühlmann-Berenzen S, et al. The incidence of acute gastrointestinal illness in Sweden. *Scand J Public Health* 2015; 43: 540-7.
- Hrudey SE, Hrudey EJ. Published case studies of waterborne disease outbreaks - Evidence of a recurrent threat. *Water Environ Res* 2007; 79: 233-45.
- Geirsdóttir M. Óopinber listi yfir vatnsbornar hópsýkingar 1992-2010. Mátis ohf. 2011.
- Hörman A, Rimhanen-Finne R, Maunula L, et al. *Campylobacter* spp., *Giardia* spp., *Cryptosporidium* spp., Noroviruses and Indicator Organisms in Surface water in Southwestern Finland, 2000-2001. *Appl Environ Microbiol* 2004; 70: 87-95.
- <http://www.mast.is/frettaflokkar/fretti/2018/10/08/Leidbeiningar-um-vidbrogd-vid-orverumengun-i-neysluvatni/>
- Gunnarsdóttir MJ, Gardarsson SM, Olafsdóttir S. Íslenskt neysluvatn: Yfirlit og staða gæða. Verktækni – Tímarit Verkfræðingafélags Íslands 2016: 22.
- Gunnarsdóttir MJ, Garðarsson SM. Gæði neysluvatns á Íslandi 2002-2012. Skýrsla unnin fyrir Matvælastofnun 2015a.
- Heilbrigðiseftirlit Austurlands. Ársskýrsla 2018. haust.is
- Beaudeau P, Valdes D, Mouly D, et al. Natural and technical factors in faecal contamination incidents of drinking water in small distribution networks, France, 2003-2004: a geographical study. *J Water Health* 2010; 8: 20-34.
- Hulsmann A. Small systems large problems: A European inventory of small water systems and associated problems. Nieuwegein. Web-based European Knowledge Network on Water (WEKNOW). (2005).
- Pitkänen T, Karinen P, Miettinen IT, et al. Microbial contamination of groundwater at small community water supplies in Finland. *Ambio* 2011; 40: 377-390.
- Messner, M.J., Berger, P., Javier, J. (2017). Total coliforms and *E. coli* in public water systems using undisinfected groundwater in the United States. *Int.J.Hyg.Environ.Health* (2017), <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijheh.2017.03.003>
- Benediktsdóttir, E., Gunnarsdóttir, M.J., Omarsdóttir, B.D., Sigurjonsson, V.I., Gardarsson, S.M. (2020). Virus inactivation in groundwater in a postglacial lava field in arctic climate. *Letters in Applied Microbiology* 70 (4), 282-289. Doi:10.1111/lam.13271
- Gunnarsdóttir MJ, Gardarsson SM, Andradóttir HO. Microbial contamination in ground-water supply in cold climate and coarse soil: Case study of norovirus outbreak at Lake Mývatn, Iceland. *Hydrology Research* 2013; 44: 1114-28.
- Gunnarsdóttir MJ, Garðarsson SM, Andradóttir HÓ, et al. Áhrif loftslagsbreytinga á vatnsveitur og vatnsgæði á Íslandi- áhættuþættir og aðgerðir. Verktækni – Tímarit Verkfræðingafélags Íslands 2019; 25.
- Pitkänen T. Review of *Campylobacter* spp. in drinking and environmental waters. *J Microbiol Methods* 2013; 95: 39-47.

Greinin barst til blaðsins 29. janúar 2020, samþykkt til birtingar 12. maí 2020.

ENGLISH SUMMARY

Waterborne outbreaks in Iceland – analysis of scale and causes

María J. Gunnarsdóttir¹
Ása St. Atladóttir²
Sigurður M. Garðarsson¹

Purpose: Clean drinking water is essential for public health. The cause of waterborne outbreaks is most often faecal contamination of water from animals or humans. The objective of this research was to collect available information on waterborne outbreaks in Iceland for the twenty year period, 1998-2017. Incident of faecal and pathogenic pollution in samples where also collected even though rarely followed by registered outbreak.

Methods: Data are obtained from laboratory databases, the Directorate of Health, reports and interviews with the relevant surveillance authorities and epidemiologists.

Results: The results show that for the period investigated fifteen waterborne outbreaks were registered, all in small water supplies, many of which served transient population, tourists and summerhouse dwellers. About 500 illnesses were confirmed and 8000 people affected. Other research have shown that around 10% of illnesses in waterborne outbreaks are registered so it can be estimated that on

average 250 people have been taken ill every year because of contaminated drinking water. Analysis of monitoring water quality data show that on average 50 water supplies, or about 5% of the Icelandic registered water supplies have contained faecal matter every year. The most frequent cause of waterborne outbreak were poor design and inadequate maintenance of water intakes.

Conclusions: It is likely that waterborne outbreaks are more numerous than are registered in official reports, especially concerning small water supplies. It also seems that the local health authorities are often not informed of incidents of non-compliance. It is important to improve registration, information exchange between parties, epidemiological surveys and follow up of outbreaks due to drinking water to gather lessons learned. Water quality at small water supplies needs to be improved with risk-based approach and risk management.

Key words: Waterborne outbreaks, drinking water, drinking water quality, small water supplies.

Correspondence: María J. Gunnarsdóttir, mariaj@hi.is

doi. 10.17992/ibl.2020.06.585