



Blý í neysluvatni í húsum

Könnun á þremur vatnsveitusvæðum á SV-Íslandi

Lárus Rúnar Ástvaldsson



Umhverfis- og byggingaverkfræðideild
Háskóli Íslands
2010

Blý í neysluvatni í húsum
Könnun á þremur vatnsveitusvæðum

Lárus Rúnar Ástvaldsson

30 ECTS ritgerð sem er hluti af
Magister Scientiarum gráðu í umhverfis- og auðlindafræði

Leiðbeinendur:
Hrund Ólöf Andradóttir
Tryggvi Þórðarson

Fulltrúi deildar
Guðjón Gunnarsson / Fagsviðsstjóri / Matvælaöryggi og neytendamál
hjá MAST

Umhverfis- og byggingaverkfræðideild
Verkfræði- og náttúruvísindasvið
Háskóli Íslands
Reykjavík, júnímánuður 2010

Blý í neysluvatni í húsum, könnun á þremur vatnsveitusvæðum á SV-Íslandi
Blý í neysluvatni húsa
30 ECTS ritgerð sem er hluti af *Magister Scientiarum* gráðu í umhverfis- og auðlindafræði

Höfundarréttur © 2010 Lárus Rúnar Ástvaldsson
Öll réttindi áskilin

Umhverfis- og byggingaverkfræðideild
Verkfræði- og náttúruvísindasvið
Háskóli Íslands
VR II, Hjarðarhaga 2-6
107 Reykjavík

Sími: 525 4000

Skráningarupplýsingar:

Lárus Rúnar Ástvaldsson, 2010, *Blý í neysluvatni í húsum. Könnun á þremur vatnsveitusvæðum*, meistararitgerð, umhverfis- og byggingaverkfræðideild, Háskóli Íslands, 72 bls.

Prentun: Háskólaprent
Reykjavík, júnímánuður 2010

Útdráttur

Drykkjarvatn getur mengast af blýi ef vatnsleiðslur eða lóðningar þeirra innihalda blý. Slík blýmengun mældist á Keflavíkurflugvelli sem varð til þess að varnarliðið blandaði sinkorthofosfati (ZOP) varnarefni í vatnið árið 1999. Í þessu rannsóknarverkefni var skoðað hvort hætta væri á því að slík blýmengun tæki sig upp að nýju, er íblöndun varnarefna var hætt árið 2007 og hvort blýmengun gæti verið til staðar á öðrum veitusvæðum þar sem eirlagnir væru lóðaðar saman með blýblönduðu tini, líkt og á Keflavíkurflugvelli. Kannað var hvort markverður munur væri á blýmengun í vatni með mismunandi sýrustig. Að lokum var rýnt í reglugerðir um neysluvatn á Íslandi og framfylgni þeirra. Tekin voru sýni af stöðnu vatni úr leiðslum og þau greind með ICP-MS.

Helstu niðurstöður voru að eirlagnir með blýblönduðu tini reyndust sjaldgæfar á SV-Íslandi þar virtist einnig vera lítil hætta á því að blýmengun bærisk frá pípulagningaefnum í neysluvatn. Það virðist hafa verið óhætt að hætta íblöndun varnarefna í neysluvatnið á Keflavíkurflugvelli eða Ásbrú eins og svæðið er nefnt í dag. Örlítið meira blý mældist í vatni þar sem sýrustig var lágt en þar sem sýrustig var hátt. Blýmengunin mældist undir heilsuverndarmörkum (10 µg/L) í öllum sýnunum.

Reglugerð 536/2001 um neysluvatn gerir ekki kröfur um sérstakt eftirlit með blýmengun í neysluvatni, líkt og í Bandaríkjunum. Engar upplýsingar fengust á heimasíðum hjá þeim stofnunum sem sinna neysluvatnseftirliti um efnainnihald vatns í dreifikerfum þeirra vatnsveitna sem rannsóknin náði til, þó að skýrt sé kveðið á um að upplýsa beri neytendur um eftirlit með vatni.

Abstract

Lead contamination from lead soldered copper pipes was detected in drinking water at the military base in Keflavik and mitigation measures were taken in 1999 by adding Zink-Orthophosphate to the water. The aim of this study was to examine if the water had become contaminated again after Zink-Orthophosphate addition and other treatment ceased in 2007, when the military base was closed. The risk of lead contamination in houses with the same kind of plumbing as at the military base was also investigated in other municipalities in SW Iceland, as well as the possible effect of pH on the contamination. Finally the Icelandic regulation on drinking water and monitoring practices on possible lead contamination are reviewed.

The main results were that lead contamination did not show up when treatment ceased. Soldered copper pipes seemed to be very scarce in SW Iceland and the risk of lead contamination from lead containing plumbing materials very low. All the 32 samples contained lead below maximum contaminant level of 10 µg/L. The lead content of the water seemed to be slightly higher where the pH was lower.

The regulation number 536/2001 on drinking water does not require separate monitoring of lead, in a similar way as the US Lead and Copper Rule does. Icelandic monitoring authorities do not comply with the regulation's requirement on publishing test results from water analysis to the public.

Ég tileinka konu minni og fjölskyldu þessa skýrslu með kærum þökkum fyrir allan þann mikla stuðning og þolinmæði sem þau sýndu mér við þessa vinnu.

Efnisyfirlit

Útdráttur	iii
Abstract	v
Efnisyfirlit	ix
Myndir	xiii
Tölflur	xv
Skammstafanir.....	xvii
Þakkir	xix
1. Inngangur	1
1.1 Blýmengun í neysluvatni.....	1
1.2 Hættur sem stafa af blýi.....	1
1.3 Umhverfisþættir sem geta haft áhrif á blýmengun í neysluvatni	2
1.4 Rannsóknir á blýmengun hérlendis	4
1.4.1 Íslenskar rannsóknir	4
1.4.2 Rannsóknir Varnarliðsins á Keflavíkurflugvelli	4
1.5 Rannsóknarmarkmið	6
1.6 Innihald næstu kafla	6
2. Lög og reglur um blýmengun í neysluvatni.....	7
2.1 Lög um eftirlit með blýmengun í neysluvatni á Íslandi, í Evrópu og Bandaríkjunum	7
2.2 Upplýsingagjöf til neytenda	9
2.3 Væntanlegar breytingar á tilskipun ráðsins um gæði neysluvatns	9
2.4 Reglur um hámarks blýinnihald lagnaefna.....	10
3. Aðferðir.....	11
3.1 Val á rannsóknarsvæðum	11
3.2 Val á sýnatökustöðum og kortlagning.....	11
3.3 Sýnatökuaðferðir hjá Varnarliðinu	12
3.4 Sýnatökuaðferðir 2009	13
3.4.1 6HS,fyrstu bunu og skolað sýni aðferð fyrir ICP-MS	13
3.4.2 Sýnatökuílát og varðveisla sýna.....	14
3.4.3 Fjöldi sýna.....	14
3.5 Efnagreiningaraðferðir 2009	14
3.5.1 ICP-MS magngreining	15
3.6 Tölfræði	15
4. Um rannsóknarsvæðin	17
4.1.1 Eiginleikar vatns á rannsóknarsvæðunum	17

4.1.2	Reykjavík.....	17
4.1.3	Grundarfjörður.....	18
4.1.4	Suðurnes.....	18
5.	Niðurstöður og umræður.....	21
5.1	Notkun eirlagna á athugunarsvæðum.....	21
5.1.1	Helstu tegundir af tini sem fundust á rannsóknarsvæðunum.....	22
5.1.2	Eirlagnir á Ásbrú, Reykjanesbæ og Sandgerði.....	23
5.1.3	Eirlagnir á Grundarfirði.....	23
5.1.4	Eirlagnir í Reykjavík.....	23
5.1.5	Kortlagning eirlagna í Reykjavík.....	24
5.2	Rannsóknir á blýmengun í neysluvatni á herstöðinni Keflavíkflugvelli.....	26
5.3	Efnamælingar 2009.....	29
5.3.1	Yfirlit yfir rannsóknarsvæðin.....	29
5.4	Ásbrú.....	31
5.5	Reykjanesbær og Sandgerði.....	32
5.6	Grundarfjörður.....	34
5.7	Reykjavík.....	35
5.8	Tölfræðilegur samanburður niðurstaðna.....	36
5.8.1	Samanburður á blýmælingum á Ásbrú 1999 og 2009.....	36
5.8.2	Samanburður á blýmælingum í Reykjavík og á Grundarfirði.....	37
5.8.3	Samband járnstyrks og blýstyrks.....	37
5.8.4	Samband á milli blýstyrks og Cl^-/SO_4^{2-} massahlutfalls.....	38
5.8.5	Samanburður á aldri húsa og blýstyrk.....	38
5.9	Framkvæmd á eftirliti með blýmengun á Íslandi.....	39
5.9.1	Upplýsingagjöf í tengslum við eftirlit með neysluvatni.....	40
6.	Ályktanir.....	43
6.1.1	Hugmyndir að frekari rannsóknum á þessu sviði.....	44
6.1.2	Ahverju mældist blý á Ásbrú en ekki í Reykjanesbæ?.....	45
7.	Heimildir.....	47
Viðauki A	- Greiningaraðferðir.....	51
	Lýsing MATÍS á framkvæmd ICP-MS efnagreininga.....	51
	Framkvæmd greiningar með ICP-MS:.....	51
	Gæðaeftirlit greininga með ICP-MS:.....	51
	Strokpróf á tini.....	51
	Lýsing á aðferð við storkpróf.....	52
	Túlkun storkprófs:.....	52
	Gæðaprófun á LeadCheck® stautum.....	52
	LeadCheck® Aqua greining á blýi í vatni.....	53
	Lýsing á greiningarsetti LeadCheck® Aqua og greiningaraðferð.....	53
	Lýsing á aðferð við að greina blý í neysluvatni með LeadCheck® Aqua greiningarsettinu.....	53
	Gæðaprófun á LeadCheck® Aqua.....	54
	Túlkun á niðurstöðum.....	54
Viðauki B	- Sýnatökuáðferðir.....	57
	Sýni úr skoluðum leiðslum (fully flushed samples).....	57

Fyrsta buna (first draw samples).....	57
Hlutfallsleg sýni (proportional samples)	57
Staðið vatnssýni (stagnation samples)	58
Slembidagstímasýni (random daytime samples)	58
Viðauki C – samþykki US NAVY um birtingu upplýsinga úr gögnum úr gagnagrunni með upplýsingum um blýrannsóknir á Ásbrú.....	61
Viðauki D –Skrá yfir aðila sem haft var samband við vegna leita að eirlögnum og upplýsingar um sýnatökustaði.	63
Viðauki E Rúmmál pípulagna eftir tegundum og sverleika.....	69
Viðauki F Leiðbeiningar um sýnatöku fyrir íbúa á sýnatökustöðum.....	71

Myndir

Mynd 4-1: Myndin sýnir uppsprettulindir OR fyrir Reykjavík. Kortið er unnið upp úr Borgarvefsjá.....	18
Mynd 4-2: Loftmynd sem sýnir hvar Láginn, uppsprettulind fyrir sveitarfélög á Reykjanesi er staðsett. Kortið er eins og fram kemur á myndinni unnið upp úr Google Earth.	19
Mynd 5-1: Kortlagning eirlagna í Reykjavík. Kortið sýnir mat á því í hvaða hverfum er líklegast að finna eirlagnir. Á því má einnig sjá hvar sýni voru tekin og hvar eirlagnir fundust. Hvít svæði eru óbyggð svæði eða utan rannsóknarsvæðis Grunnmynd kortsins var fengin á slóðinni: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Reykjavik_hverfi_alt.svg	25
Mynd 5-2: Yfirlit yfir niðurstöður blýmælinga á herstöð varnarliðsins á Keflavíkurflugvelli yfir nokkurra ára tímabil til loka mars 1999 áður en byrjað var að blanda ZOP í vatnið. N=490.....	26
Mynd 5-3: Kort af Ásbrú eða herstöðinni, á myndina vantar Flugstöð Leifs Eiríkssonar	27
Mynd 5-4: Yfirlit yfir blýstyrk í sýnum sem voru tekin í 1100 hverfi á tímabilinu janúar – mars 1999, áður en farið var að blanda ZOP í vatnið. N=243.....	28
Mynd 5-5: Yfirlit yfir blýstyrk í sýnum sem voru tekin í 1100 hverfi eftir að farið var að blanda ZOP í vatnið, sýnin voru tekin á tímabilinu júní – desember 1999. N=225.	28
Mynd 5-6: Dreifing blýstyrks í sýnum tekin á fjórum rannsóknarsvæðum árið 2009. U.g.= undir greiningarmörkum. N=32.....	30
Mynd 5-7: Samanburður á blýstyrk við vatnsból og í neysluvatni lagna á rannsóknarsvæðum (sýni LRÁ) – heimildir: (Orkuveita Reykjavíkur, 2009) og (Ásmundur E. Þorkelsson, 2009).	31
Mynd 5-8: Samanburður á styrk járnvið vatnsból og í neysluvatni lagna á rannsóknarsvæðum (sýni LRÁ) – heimildir: (Orkuveita Reykjavíkur, 2009) og (Ásmundur E. Þorkelsson, 2009).	31
Mynd 5-9: Samanburður á blý- og járnstyrk á rannsóknarsvæðum. Á myndina vantar einn punkt frá Reykjanesbæ, þar sem styrkur járnvið var 625 µg/L en styrkur blýs 0,33 µg/L.	38
Mynd 5-10: Samanburður á aldri húsa og blýstyrk í sýnum frá öllum rannsóknarsvæðunum sem voru tekin árið 2009, N=32.....	39

Mynd 7-1: LeadCheck strokpróf á tini, rauði liturinn gefur til kynna að tinið innihaldi blý.....	53
Mynd 7-2: Myndin sýnir LeadCheck® Aqua blýgreiningarsettið og greiningarborða sem sýnir merki um blýmengun. Innihald flöskunnar vinstra megin á myndinni er sýni sem búið er að meðhöndla með þeim efnum sem fylgja settinu. Tæri vökvinn efst er svökölluð burðarlausn (e: carrier solution).	55

Töflur

Tafla 2.1: Samanburður á kröfu um eftirlit með neysluvatni eftir löndum.	8
Tafla 2.2: Samanburður á eftirlitskröfum með blýstyrk í neysluvatni LCR í Bandaríkjunum og reglugerð um neysluvatn á Íslandi.	8
Tafla 4.1: Samanburður á efna- og eðlisfræðilegum þáttum neysluvatns við vatnsból og lokahús á rannsóknarsvæðum. Heimildir: OR: (Orkuveita Reykjavíkur, 2009), HES: (Ásmundur E. Þorkelsson, 2009), Kringlumýrarbraut og sýrustig á Grundarfirði: (Einar Gunnlaugsson, 2010).	17
Tafla 5.1: Yfirlit yfir leit af eirlögnum með blýblönduðu tini.	21
Tafla 5.2: Samantekt á mismunandi tegundum tins.	22
Tafla 5.3: Samantekt á öllum niðurstöðum efnagreininga á neysluvatni í fjórum byggðakjörnum á SV-Íslandi, vor og haust 2009.	29
Tafla 5.4: Niðurstöður mælinga á sýnum frá Ásbrú.	32
Tafla 5.5: Niðurstöður mælinga á sýnum frá Reykjanesbæ og Sandgerði árið 2009.	33
Tafla 5.6: Niðurstöður mælinga á sýnum frá Grundarfirði.	34
Tafla 5.7: Niðurstöður mælinga á sýnum frá Reykjavík.	35
Tafla 5.8: Samanburður á blýmagni í neysluvatni í sýnum sem tekin voru á sömu stöðum við Skógarbraut á Ásbrú í Reykjanesbæ árin 1999 (fyrir íblöndun ZOP) og 2009.	37
Tafla 7.1: Samanburður á helstu sýnatökuaðferðum sem beitt er við eftirlit með blýmengun í neysluvatni.	59

Skammstafanir

30MS	30 mínútna stöðnun vatns í leiðslum fyrir sýnatöku.
6HS	6 Hours Stagnant
AMAP	Arctic Monitoring and Assessment Programme
BPG	Best Practice Guide on Plumbosolvency Control
CDC	Centers for Disease Control and Prevention
E/V	Ekki vitað (N/A)
EC	European Commission
FGS	Final Governing Standards
HDPE	High Density Polyethylene
HES	Heilbrigðiseftirlit Suðurnesja
HS	HS Veitur hf.
ICP-MS	Inductively Coupled Plasma – Mass Spectrometer
IHCP	Institute for Health and Consumer Protection (EC)
IWA	International Water Association
JRC	Joint Research Centre (European Commission (EC))
LCA	LeadCheck® Aqua
LCR	Lead and Copper Rule
LDPE	Low Density Polyethylene
LRÁ	Skýrsluhöfundur
MAP	Management Action Plan
MassDEP	Massachusetts Department of Environmental Protection
MAST	Matvælastofnun
NMKL	Nordisk Metodikkomité for Næringsmidler

OR	Orkuveita Reykjavíkur
PVC	Poly Vinyl Chloride plastefni
RDT	Slembidagstímasýni – Random Daytime Sampling
SDWA	Safe Drinking Water Act
US EPA	Umhverfisstofnun Bandaríkjanna (United States Environmental Protection Agency)
ZOP	Sink orþófosfat (Zinc Orthophosphate)

Þakkir

Eftirtöldum aðilum er þakkað innilega fyrir veitta aðstoð við vinnu þessa rannsóknarverkefnis:

Ari Hauksson	Nemi, HÍ – vegna vinnu í sameiginlegum verkefnum er nýttust við skýrslugerðina
Ármann Ólafsson	Pípulagningameistari
Ásgeir Valdimarsson	Pípulagningameistari
Ásmundur E. Þorkelsson	Heilbrigðiseftirlit Suðurnesja
Bergur Sigfússon	Sérfræðingur OR
Brynhildur Davíðsdóttir	Dósent, HÍ – vegna hvatningar og aðstoðar við undirbúning þessa verkefnis
Brynjar Hansson	Pípulagningameistari
Einar Gunnlaugsson	OR – Rannsóknir, Nýjar virkjanir.
Eysteinn Haraldsson	Bæjarverkfræðingur Garðabæ, fyrrverandi verkfræðingur hjá ÍAV
Geir Gunnarsson	Keflvíkingur
Guðbjörn Ásbjörnsson	Skilmálafulltrú, Reykjavíkurborg
Guðbjörn Geirsson	Pípulagningameistari
Guðmundur Hreinn Sveinsson	Nýsköpunarmiðstöð Íslands (áður Iðntæknistofnun)
Guðni Guðnason	Pípulagningameistari
Gunnar Hrafn Jónsson	Nemi, HÍ – vegna vinnu í sameiginlegum verkefnum er nýttust við skýrslugerðina.
Helga Gunnlaugsdóttir	Matís
Hjörtur Hans Kolsöe	Skipulags- og byggingafulltrúi, Grundarfirði

Hrund Ólöf Andradóttir	Leiðbeinandi með verkinu
ÍSAL	Styrktaraðili
Jón Magngeirsson (JOMA ehf.)	Pípulagningameistari
Jón Vilhelm Pálsson	Vélvirki, vann við pípulagningar í húsum við Skógarbraut á Ásbrú
Judy A. Conlow	Navy Region Europe, Africa, Southwest Asia
Kristinn Ólafsson	Grundfirðingur
Loftur Reimar Gizzurason	Sérfræðingur OR
María J. Gunnarsdóttir	Ýmis aðstoð
Orkuveita Reykjavíkur	Aðal styrktaraðili
Ólína Hrönn Jörundsdóttir	Matís
Sigurbjörn Búi Sigurðsson	Orkuveitu Reykjavíkur
Sigurður Grétar Guðmundsson	Pípulagningameistari og greinahöfundur
Tomas Enok Thomsen	Pípulagningameistari
Tryggvi Þórðarson	Annar leiðbeinandi með verkinu
Þórður Búason	Yfirverkfræðingur, Reykjavíkurborg
Þurðíður Ragnarsdóttir	Matís
Örn Stefán Jónsson	Háskólavöllum

1. Inngangur

1.1 Blýmengun í neysluvatni

Mönnum hefur lengi verið ljóst að blý er eitrað. Gríski heimspekingurinn og skáldið Nikander lýsti til að mynda blýeitrun á 2. öld fyrir Krist (Osterloh, 1994). Fyrstu áhyggjur manna af blýeitrun voru þó helst í sambandi við fólk sem vann mikið í tengslum við blý, s.s. námuverkamenn, málmíðnaðarmenn og málarar. Það var ekki fyrr en á 19. öld að menn fóru að átta sig á því að blýmengun gæti hugsanlega borist í fólk úr neysluvatni (De Mussy, 1849).

Mikil hætta stafar af blýmengun frá vatni, sérstaklega ef uppsprettan er stöðug – t.d. úr vatnsleiðslum á heimilum. Blý er lúmskt, það hefur hvorki áhrif á ásýnd vatnsins né bragð þess og því getur verið ómögulegt að átta sig á því hvort vatnið sé mengað af blýi eða ekki nema með því að senda vatnið í efnagreiningu.

Blýmengun getur meðal annars borist í vatn frá leiðslum úr hreinu blýi, eirlögnum sem hafa verið lóðaðar saman með blýblönduðu tini, ýmsum íhlutum pípulagna úr látuni (e: brass) svo sem lokum, rennismælum og blöndunartækjum. Vissar gerðir af tini sem notað er til að lóða saman eirlagnir geta innihaldið talsvert magn af blýi, ein gerð – svo nefnt 50/50 tin – inniheldur til að mynda 50% blý á móti tini (sjá nánar kafla 5.1.1 um tin). Rannsóknir hafa bent á að hætta sé á að blýmengun berist í drykkjarvatn frá slíkum samskeytum (Subramanian, Sastri, Elboujdaini, Connor og Davey, 1995) og galvanískt samband kopars og blýs hraðar galvanískri tæringu (galvanic corrosion) blýs sem eykur hættu á blýmengun (WHO, 2006).

Umhverfisstofnun Bandaríkjanna (US EPA) áætla að á milli 10 og 20% þeirrar blýmengunar sem mælist í Bandaríkjamönnum í dag sé upprunnin úr neysluvatni og á meðal ungubarna sem gefin er þurrmjólk sem leyst er upp í vatni er talið er að þetta hlutfall sé á milli 40 – 60% (U.S. Environmental Protection Agency).

Á herstöðinni á Keflavíkurlflugvelli var blýmengun í neysluvatni verulegt vandamál, hún var rakin til þess að þar tíðkaðist að nota eirlagnir sem voru lóðaðar saman með blýblönduðu tini (persónulegar upplýsingar).

1.2 Hættur sem stafa af blýi

Blý sem er innbyrt við neyslu vatns, berst út í blóðrásina og getur valdið skaða á líffærum og taugakerfi. Sérstaklega eru börn sem eru að taka út þroska í mikilli hættu þar sem blýið hamlar eðlilegum taugaþroska og getur því haft varanleg áhrif á heilsu og velferð barnsins. Í yfirlýsingu frá miðstöð sóttvarna í Bandaríkjunum (CDC) (Centers for Disease Control and Prevention, 2005) er ítrekað að þó að viðmið sem gefin séu út um að blý í blóði barna megi ekki mælast yfir 10 µg/dL – þá sé hér ekki um að ræða einhver öryggismörk sem megi túlka á þann veg að blýmengun sem mælist fyrir neðan þetta gildi sé í lagi. Þvert á móti er bent á að nokkrar rannsóknir sýni að í raun séu engin öryggismörk fyrir blýmengun í blóði (Canfield, Kreher, Cornwell og Henderson Jr, 2003).

Meðal skaðlegra áhrifa sem blý, jafnvel í mjög lágum styrk, getur haft á börn eru:

- Neikvæð áhrif á þroskun taugakerfis (*Toxicological Profile for Lead*, 2007);
- Lækkun greindarvísitölu (Lanphear o.fl., 2005);
- Hegðunarvandamál (*Toxicological Profile for Lead*, 2007);
- Áhrif á heyrn og vöxt (*Toxicological Profile for Lead*, 2007);
- Hausverk og vanlíðan (*Toxicological Profile for Lead*, 2007);
- Nýrnaskemmdir (*Toxicological Profile for Lead*, 2007);

Blýmengun getur einnig haft skaðleg áhrif á fullorðið fólk. Blýmengun sem safnast hefur upp í beinvef getur stuðlað að minnstapi hjá eldra fólk (Edwin van Wijngaarden, James R. Campbell og Deborah A. Cory-Slechta, 2009) og konum á barneignaaldri getur stafað hætta af slíkri blýmengun, ef konan gengur með barni getur losnað um blýið úr beinvefnum og það borist út í blóðið og valdið skaða bæði á móður og fóstri (Stephen J. Rothenberg o.fl., 1994). Helmingunartími blýmengunar sem safnast fyrir í beinvef er langur, rannsóknir benda til þess að hann geti verið á bilinu 10 – 20 ár (U. Nilsson o.fl., 1991).

1.3 Umhverfisþættir sem geta haft áhrif á blýmengun í neysluvatni

Umhverfisþættir geta haft áhrif á hættuna á því að blý leysist úr lagnaefnum og mengi neysluvatni. Hér er gerð grein fyrir nokkrum þeirra:

Tími

Í nýlegri rannsókn á Englandi þar sem skoðuð voru nýbyggð hús sem var ekki enn búíð að flytja inn í, kom í ljós að 33 % sýna úr þeim húsum mældust með yfir 10 µg/ L af blýi sem er hámarks magn af blýi í vatni samkvæmt ráðgjöf frá WHO (2006) – en mæligildin rokkuðu á bilinu 1 – 112 µg/L (Stephen Bulpitt, Colin Powell og Richard Marshall, 2009).

Þessar niðurstöður eru mjög í samræmi við niðurstöður rannsókna Kate Nielsen, sem benda til þess að losun blýs úr pípulagningarefnum sé mest fyrstu vikurnar eftir að lagnirnar eru settar upp (Kate Nielsen, Asbjørn Andersen og Frank Fontenay, 2006). Það vekur reyndar athygli að í tilraun þeirra, sem stóð yfir í 160 vikur, kemur fram að pípulagningarefni sem innihéldu jafnvel mjög lítið blý (<0,05% blý) gáfu mestu blýmengunina á fyrstu 5 – 10 vikum tilraunarinnar.

Þvermál leiðslu

Þvermál leiðslu skiptir miklu máli varðandi upptöku blýs, því þrengri sem leiðslan er því styttri verður tíminn þar til blýstyrkur hefur náð hámarki eða jafnvægi í kyrru vatni. Til dæmis gæti jafnvægi eða hámarksblýstyrkur í 10 mm leiðslu verið kominn fram eftir 5 – 6 tíma á meðan það tæki um 24 klst. fyrir blýstyrk í 20 mm leiðslu að ná jafnvægi (M. R. Schock, 1990). Leiðslur í heimahúsum, næst blöndunartækjum er yfirleitt í kringum 13 mm (1/2“) að þvermáli (Ármann Ólafsson, munnleg heimild, 10. september 2009).

Basavirkni og harka

Basavirkni (*e: alkalinity*) hefur áhrif á hættuna á útleysingu blýs úr vatnsleiðslum. Mest hættu á útleysingu blýs í vatn ef saman fer lágt sýrustig og lág basavirkni, hættan eykst aftur ef sýrustig lausnarinnar nálgast pH 10 – en svo hátt sýrustig á neysluvatni er sjaldgæft. (M. R. Schock, 1990).

Harka vatns skiptir einnig máli. Bresk rannsókn sýnir til að blý í blóði miðaldra manna virðist vera hærra í borgum þar sem vatn er mjúkt en þar sem það er hart, niðurstaðan er tengd er við það að mjúkt vatn tærir frekar leiðslur og eykur þar með hættu á blýmengun í vatninu (Pocock o.fl., 1983). Almenn er vatn á Íslandi talið vera mjög mjúkt (Sigríður Hjaltadóttir, 2002).

Sýrustig

Leysni blýs eykst verulega ef sýrustig vatns er lægra en 8 (WHO, 2006). Sýrustig vatnsbólá á Íslandi er frekar hátt (pH 6,9-10,3) á gosbeltinu þar sem vatnssuppsprettur eru yfirleitt sóttar í grunnvatn en á blágrýtissvæðum landsins, þar sem vatnssuppsprettur eru oft yfirborðsvatn er það mun lægra (pH 5,8 – 7,5). (Hákon Aðalsteinsson og Gísli Már Gíslason, 1998).

Meðhöndlað vatn

Í Bandaríkjunum kveða lög á um að vatnsveitur þurfi að sóttverja neysluvatn, algengast er að það sé gert með því að blanda klór í vatnið. Klórur vatns getur ýtt undir galvaníska tæringu blýs úr lagnaefnum (WHO, 2006). Þar sem styrkur flúors í neysluvatni er lágur, mæla bandarísku tannlæknasamtökin með því að flúor sé bætt í vatnið (The American Dental Association, 2002). Klór og flúor var blandað í vatnið á Ásbrú á meðan herstöðin starfaði þar.

Sambland uppleysts járns, blýs og klórur vatns

Bergur Sigfússon (Bergur Sigfússon, munnleg heimild 20. nóvember 2009), jarðefnafræðingur og sérfræðingur hjá OR, benti skýrsluhöfundu á að járninnihald neysluvatns getur haft áhrif á styrk blýs í vatni. Þegar vatn er basískt og járnríkt, geta myndast $\text{Fe}(\text{OH})_3$ útfellingar sem festist innan á eða situr á botni í vatnsleiðslum. Blý getur aðsogast (*e: adsorb*) á þessa járnútfellingar og þannig í raun horfið úr upplausn í vatninu.

Hins vegar ef vatnið er klórað þá hvarfast járníð við uppleysta klórinn og myndar FeCl_2^+ jónir sem eru í upplausn. Þannig nýtist járníð ekki lengur til aðsoga blý sem gæti verið að leysast upp úr lagnaefni og blýmengun gæti því verið að vaxa stöðugt í vatninu á meðan það liggur kyrrt í vatnsleiðslunni.

Sambland flúors og uppleysts áls

Bergur Sigfússon (Bergur Sigfússon, munnleg heimild 10. maí 2010) benti einnig á að flúor gæti haft ýmis óbein áhrif á áhættuna af því að blý leysist úr pípulögnum. Það gæti gerst þannig að áljónir sem eru í upplausn í uppsprettuvatninu spila stórt hlutverk við myndun ýmissa útfellinga í vatni. Sumar þessara útfellinga eru það þéttar í sér að þær mynda á löngum tíma eins konar varnarhimnu innan á rörunum. Ef flúor er blandað í vatnið, þá hvarfast álið frekar við flúorinn og helst í upplausn og myndar því ekki útfellingu innan á rörin.

Á það skal bent að þær hugmyndir sem settar eru fram í tveimur síðustu tveimur kaflabútum eru ekki byggðar á vísindalegum rannsóknum í þessu verkefni, heldur settar fram sem vangaveltur byggðar á samtölum við Berg Sigfússon.

Hlutfall $[Cl^-]/[SO_4]$

Bent hefur verið á það að hugsanlega megi nota hlutfall á milli styrks klóríðs og súlfats til að leggja mat á hættu á blýmengun í vatni. Rannsóknir hafa meðal annars sýnt fram á að þær vatnsveitur í Bandaríkjunum sem höfðu þetta hlutfall lægra en 0,58 – stóðust þarlandar kröfur um hámarksstyrk á blýi í neysluvatni (90 hundraðsmörk < 15 $\mu\text{g/L}$) en aðeins 36% þeirra vatnsveitna þar sem þetta hlutfall var herra en 0,58 (Edwards, Jacobs og Dodrill, 1999).

1.4 Rannsóknir á blýmengun hérlendis

1.4.1 Íslenskar rannsóknir

Árið 1996 var framkvæmd rannsókn þar sem magn þungmálma í blóði 40 nýbakaðra mæðra á Landsspítalanum í Reykjavík. Mældur var styrkur nokkurra þungmálma og jafnframt skráðar upplýsingar um bakgrunn mæðranna, s.s. neysluvenjur, búsetu í Reykjavík eða utan Reykjavíkur, líkamsþyngd o.fl. Greiningarmörkin í rannsókninni voru 25 $\mu\text{g/L}$, 7 af konunum 40 mældust með blý á bilinu 25 – 30 $\mu\text{g/L}$, blý mældist undir greiningarmörkum í hinum þrjátíu og tveimur konunum (Kristín Ólafsdóttir, 1996). Ekki var lagt mat á hugsanlegar orsakir blýmengunarinnar t.d. hvort blýmengunin gæti verið úr neysluvatni.

Í rannsókn sem gerð var á tæringu eirlagna í köldum vatnskerfum, mældist blýmengun í tveimur sýnum frá Fáskrúðsfirði, annað sýnið mældist með 10 $\mu\text{g/L}$ en hitt mældist með 28 $\mu\text{g/L}$ af blýi í vatninu. Rannsóknin var framkvæmd á 7 vatnsveitusvæðum, sýrustig vatnsins á Fáskrúðsfirði var lang lægst af þessum vatnsveitum – eða pH 6,5 – á meðan að sýrustig vatnsins í hinum vatnsveitunum var á milli 7 og 8,9. Sýnin sem um ræðir hér að framan voru tekin með fyrstu bunu aðferð eftir að vatnið hafði legið kyrrt í leiðslunum í 8 – 10 tíma (Ragnheiður Inga Þórarinsdóttir, Pétur Sigurðsson og Jón Sigurjónsson, 2007).

Árið 2007 fannst blý yfir heilsuverndarmörkum í vatni sem mátti rekja til neysluvatnslagna, í Tilraunastöð Háskóla Íslands í Meinafræði, að Keldum við Vesturlandsveg, mengunin var rakin til pípulagna í húsinu (Helga Sördal, 2007), ekki tókst að fá upplýsingar um hvernig pípulagnir höfðu valdið menguninni en búið er að skipta lögnunum út.

Á vegum Varnarliðsins á Keflavíkurflugvelli var náði fylgst með blýmengun í vatni eftir að reglur um slíkt eftirlit voru settar í Bandaríkjunum undir lok 9. áratugsins. Þessu eftirliti var haldið úti uns Varnarliðið var lagt niður haustið 2006. Sjá nánar hér fyrir neðan og í kafla 3.1.

1.4.2 Rannsóknir Varnarliðsins á Keflavíkurflugvelli

Sérstaða Keflavíkurflugvallar felst í því að þar var starfrækt bandarísk herstöð frá 1951 til loka september 2006. Þegar mest lét, bjuggu um 6000 manns á herstöðinni, bæði hermenn með fjölskyldur og einhleypir hermenn (Háskólavellir). Auk hermanna og bandarískra

borgaralegra starfsmanna störfuðu fjölmargir Íslendingar við ýmis störf á herstöðinni fyrir varnarliðið, auk þess voru fjölmargir starfsmenn á vegum Íslenskra Aðalverktaka, Keflavíkurverktaka og í tengslum við ýmis konar almenna flugstarfsemi. Herstöðin var rekin sem sérstakt sveitarfélag sem laut stjórn bandaríska sjóhersins. Á hennar vegum var rekin vatnsveita sem veitti vatni um allt flugvallarsvæðið, þar með talið Flugstöð Leifs Eiríkssonar og þjónustusvæðið þar í kring. Vatnsveitan fylgdi bandarísku neysluvatnslöggjöfnni í þeim atriðum sem hún var strangari en sú íslenska, var í því sambandi fylgt staðli sem nefndur var upp á ensku *Final Governing Standards* eða FGS. Rekstur og eftirlit vatnsveitunnar sem var eins og áður sagði í höndum Varnarliðsins, fylgdi þessum staðli (Naval Air Station Keflavik Iceland, 1998).

Samkvæmt bandarísku neysluvatnslöggjöfnni (Safe Drinking Water Act (SDWA)) ber bandarískum vatnsveitum að meðhöndla allt vatn sem veitt er um 15 eða fleiri tengingar eða þjóna fleiri en 25 manns, með sóttverjandi aðgerðum, algengast er að klóra vatnið (US EPA, 2004), herstöðin á Keflavíkurflugvelli féll undir þetta ákvæði, því var vatnið klórað þar, að auki var bætt flúor í vatnið vegna tannverndarsjónarmiða.

Reglur um blýmengun í vatni voru hertar mjög árið 1986 og árið 1991 gaf EPA út sérstaka reglugerð byggða á SDWA sem gengur undir nafninu Lead and Copper Rule eða LCR (US EPA, 2009) þar sem settar voru reglur um eftirlit og viðbrögð við frávikum frá heilsuverndarkröfum. Þar sem herstöðin á Keflavíkurflugvelli féll undir þetta ákvæði, var farið að rannsaka vatnið á herstöðinni með tilliti til blý- og koparmengunar samkvæmt LCR, fljótlega eftir að sú regla tók gildi. Kom þá í ljós að blýmengun í neysluvatni var verulegt vandamál á herstöðinni. Í kjölfar þessarar uppgötvun var hafist handa við að efla mjög rannsóknir á neysluvatni á herstöðinni og skipulagðar aðgerðir til að stemma stigu við þessari mengun.

Í vatnsveitum sem standast ekki kröfur blý- og koparreglugerðarinnar þarf að grípa til viðeigandi ráðstafana til að fyrirbyggja tæringu í neysluvatnslögnum. Fyrir herstöðina var því samin ýtarleg aðgerðaráætlun sem fól í sér nákvæma útlistun á því hvernig eftirliti með vatni skyldi háttáð og hvernig ætti að haga mótvægisáðgerðum til að stemma stigu við blýmenguninni (Naval Air Station Keflavik Iceland, 1998). Um mitt ár 1999 var síðan byrjað að blanda zink-orthofosfati (ZOP) í vatnið með mjög góðum árangri.

Strax og herstöðin lokaði, var hætt að blanda klór og flúor í vatnið og um hálfu ári síðar var hætt að blanda ZOP í vatnið (Ragnar Darri Hall, munnleg heimild 10. desember 2009).

Fyrstu mánuðina eftir að herstöðinni var lokað, stóð hún að mestu auð fram eftir árinu 2007. Um haustið 2007 keyptu Háskólavellir 96 byggingar á svæðinu, bæði íbúðahúsnæði og skrifstofuhúsnæði. Um 700 af liðlega 1500 íbúðaeiningum sem þar eru, eru eyrnamerkar sem námsmannaíbúðir. Í dag búa um 2000 manns á svæðinu samkvæmt upplýsingum á vefsvæði Háskólavalla (Háskólavellir).

Í ritgerðinni verður svæðið nefnt herstöð, herstöðin á Keflavíkurflugvelli eða einfaldlega Keflavíkurflugvöllur þegar fjallað er um svæðið á meðan það var undir forsjá Varnarliðsins en aftur á móti er það nefnt Ásbrú þegar fjallað er um svæðið eftir að herstöðinni var lokað.

1.5 Rannsóknarmarkmið

Fyrsta rannsóknarmarkmið verkefnisins var að rannsaka hvort hætta væri á því að blýmengun hefði tekið sig upp að nýju á Ásbrú eftir að hætt var að blanda ZOP í vatnið.

Annað rannsóknarmarkmiðið var að rannsaka útbreiðslu á sams konar lögnum og voru notaðar á Ásbrú, það eru lagnir sem eru lóðaðar saman á samskeytum með blýblönduðu tini og hvort blýmengn gæti borist frá slíkum samskeytum í vatnið.

Þriðja markmiðið var að kanna hvort munur væri á blýmengun á milli svæða með mismunandi sýrustig vatns.

Fjórða rannsóknarmarkmiðið var að skoða íslenskar reglur um eftirlit með blýmengun og hvernig slíku eftirliti og upplýsingagjöf til neytenda sé háttað á þeim veitusvæðum sem voru rannsökuð í þessu verkefni. Íslenskar reglur og framkvæmd blýeftirlits hér á landi er svo borið saman við hvernig þeim málum er háttað í Evrópu og Bandaríkjunum.

1.6 Innihald næstu kafla

Annar kafli fjallar um lög og reglur sem gilda um eftirlit með blýmengun í vatni hér á landi, í Evrópu og í Bandaríkjunum.

Þriðji kafli fjallar um aðferðir við val á rannsóknarsvæðum, lýsingu á rannsóknarsvæðum, sýnatöku- og efnagreiningaraðferðum og aðferðum við tölfræði og kortlagningu.

Fjórði kafli fjallar um eiginleika vatnsins sem dreift er um veiturnar á rannsóknarsvæðunum.

Fimmti kafli fjallar fyrst um notkun eirlagna á rannsóknarsvæðunum ásamt kortlagningu á dreifingu eirlagna í Reykjavík. Síðan er umfjöllun um mælingar sem framkvæmdar voru á neysluvatni innan herstöðvarinnar á Keflavíkurflugvelli, sérstaklega fyrir mitt ár 1999 áður en byrjað var að blanda tæringarverjandi efnum í vatnið. Seinni hlutinn fjallar um niðurstöður efnamælinga á sýnum sem voru tekin í fjórum byggðarkjörnum á SV-landi árið 2009 ásamt umfjöllun og tölfræðilegum samanburði á niðurstöðum.

Í sjötta kafla er stutt samantekt á niðurstöðum rannsóknarinnar og hvaða ályktanir megi draga af þeim.

Í viðaukaköflum er ítarefni tengt rannsókninni.

2. Lög og reglur um blýmengun í neysluvatni

Í þessum kafla er fyrst fjallað um það lagaumhverfi sem varðar eftirlit með blýmengun í neysluvatni á Íslandi, þá er gerður samanburður á því lagaumhverfi og Evrópusambandinu annars vegar og Bandaríkjunum hins vegar. Að lokum er velt upp hugsanlegum breytingum sem gætu verið framundan á tilskipun 98/83/EB um gæði neysluvatns og gætu síðar meir haft áhrif hingað.

2.1 Lög um eftirlit með blýmengun í neysluvatni á Íslandi, í Evrópu og Bandaríkjunum

Reglugerð um neysluvatn nr. 536/2001 hefur það markmið að vernda heilsu manna með því að tryggja að neysluvatn sé heilnæmt og hreint. Í reglugerðinni er ekki kveðið skýrt á um hvernig eigi að tryggja gæði neysluvatns eftir að það hefur verið afhent, þ.e. við stofnloka hjá neytanda. Í tilskipun ráðsins nr. 98/83/EB um gæði neysluvatns er þó kveðið á í B-hluta, I. viðauka um blý, að uppgefin hámarksgildi eigi við um sýni neysluvatns úr krana sem er tekið með viðeigandi sýnatökuaðferð og með þeim hætti að það sé dæmigert fyrir vikulegt meðalgildi þess vatns sem neytendur innbyrða. Á vegum European Commission Joint Research Centre Institute for Health and Consumer Protection hefur verið gefin út nánari útlistun á því hvernig framkvæma skuli eftirlit með blýmengun, þeir mæla með því að við eftirlit með blýmengun skuli tekið 1 lítra slembidagstímasýni (RDT) án skolunar og á hefðbundnum skrifstofutíma (*Eddo J. Hoekstra o.fl., 2008*) (*Sjá nánar um mismunandi sýnatökuaðferðir í viðauka A*).

Í Bandaríkjunum gildir hins vegar sérstök reglugerð um blý- og kopareftirlit í vatni. Í þeim reglum er krafist að sýni skuli tekin með reglulegu millibili úr krana hjá neytendum sem endurspeglar ástand vatns sem hefur legið í lagnakerfi hússins, ábyrgð vatnsveitunnar nær að glasi neytandans. Íslenska reglugerðin um neysluvatn miðast við að meta gæði vatns sem er afhent við stofnloka hjá notanda, hvað gerist eftir að vatnið hefur verið afhent er á ábyrgð húseiganda.

Bandaríska reglugerðin er einnig mun nákvæmari og strangari er kemur að kröfum um fjölda sýna sem skuli taka, hvernig þau skuli tekin, hvernig þau skuli meðhöndluð, hvernig og hvar þau skuli greind og hvernig upplýsingum skuli miðlað til neytenda. Þetta kemur fram bæði í töflum 2.1 og 2.2 sem bera saman eftirlitskröfur á milli Íslands, Evrópu og Bandaríkjanna

Tafla 2.1: Samanburður á kröfu um eftirlit með blýi í neysluvatni eftir löndum.

Svæði	Kröfur út frá rúmmáli vatns sem er dreift	Kröfur út frá fólksfjölda á veitusvæði (sjá töflu 2.2)	Kröfur um sýnatöku hjá neytanda	Sýnatöku-aðferð ⁴⁾
Ísland ¹⁾	Já	Já	Nei	Ekki tilgreint
Evrópa ²⁾	Já	Nei	Já	RDT ⁵⁾
Bandaríkin ³⁾	Nei	Já	Já	Fyrsta buna eða 6HS

¹⁾ Reglugerð nr. 536/2001 um neysluvatn.

²⁾ Tilskipun ráðsins 98/83/EB um gæði neysluvatns.

³⁾ Lead and Copper Rule

⁴⁾ Sjá nánari skýringar í Viðauka B

⁵⁾ Slembidagssýni, sjá viðauka B.

Ísland og Bandaríkin (BNA) gera bæði kröfur um eftirlit með neysluvatni eftir fólksfjölda – en það er þó mikill munur á þeim kröfum. Tafla 2.2 dregur saman þennan mun, miðað við vatnsveitur á stærð við þær vatnsveitur sem rannsakaðar voru í þessu verkefni. Tölurnar undir bandaríska dálkinum sýna hve mörg sýni hefði þurft að taka á þeim rannsóknarsvæðum sem tekin voru til athugunar í þessari rannsókn. Tölurnar undir íslenka dálkinum sýna hve mörg sýni hefði þurft að taka, miðað við íslenskar og evrópskar reglur.

Tafla 2.2: Samanburður á eftirlitskröfum með blýstyrk í neysluvatni LCR í Bandaríkjunum og reglugerð um neysluvatn á Íslandi.

Stærð vatnsveitu miðað við fólksfjölda	Tíðnikröfur í Bandaríkjunum varðandi eftirlit með blýi og kopar í neysluvatni. Sýni skal tekið þar sem vatns er neytt.	Almennar tíðnikröfur fyrir fjölda sýna við eftirlit með neysluvatni á Íslandi (blý ekki tilgreint sérstaklega)
>100.000	100 sýni/ 2x á ári	5 sýni á ári
10.001 – 50K	60 sýni/ 2x á ári	3 sýni á ári
3.301 – 10.000	40 sýni/ 2x á ári	1 sýni á ári
501 – 3.300	20 sýni/ 2x á ári	1 sýni á ári

Herstöðin á Keflavíkurflugvelli fylgdi eins og áður sagði LCR, samkvæmt töflu 2.2. sést að þar þurfti því að taka 40 sýni 2 sinnum á ári þar.

2.2 Upplýsingagjöf til neytenda

Samkvæmt 13.gr. tölulið 1 um upplýsingar og skýrslugjöf í tilskipun ráðs Evrópusambandsins númer 98/38/EB – er lögð áhersla á að: „Aðildarríkin skulu gera þær ráðstafanir sem nauðsynlegar eru til að tryggja að neytendur hafi aðgang að nógum og uppfærðum upplýsingum um gæði neysluvatns“, kröfur um upplýsingar til neytenda eru einnig mjög skýrar í íslensku reglugerðinni um neysluvatn.

Samkvæmt íslensku reglugerðinni um neysluvatn bera „heilbrigðisnefndir, undir yfirumsjón Hollustuverndar ríkisins“ ábyrgð á eftirliti með neysluvatni hjá vatnsveitum. Eftirlit skal meðal annars ná til vatnsbóla og dreifikerfis, inni í því eftirliti skal fara fram heildarúttekt á efnainnihaldi vatns a.m.k. einu sinni á ári. Sýni skulu tekin á þann hátt að þau endurspegli ástand vatns á mismunandi árstímum og skal heilbrigðisnefnd ákveða sýnatökustaði í samráði við vatnsveitur, þar er og kveðið á að sýni skuli tekin úr vatnsbólum og þar úr dreifikerfinu sem það er tiltækt notendum.

Síðan segir í 16. grein að heilbrigðisnefndir skulu árlega skila skýrslu til Hollustuverndar ríkisins (nú MAST) um niðurstöður úr sýnatökum á neysluvatni. Hollustuvernd á síðan að birta árlega skýrslu um ástand neysluvatns og koma upplýsingum á framfæri við neytendur.

Auk sambærilegra krafna í tilskipun ráðsins númer 98/38/EB um gæði neysluvatns, er aðildarríkjum skylt að birta á þriggja ára fresti skýrslu um gæði neysluvatns, fyrsta skýrslan skal ná yfir árin 2002, 2003 og 2004. Hver skýrsla skal að minnsta kosti ná yfir allar vatnsveitur sem þjóna meira en 5000 manns (eða meira en 1000 m³/dag). Skýrslan skal taka til þriggja almanaksára og birtast fyrir lok almanaksársins eftir skýrslutímabilið og senda framkvæmdastjórninni skýrslurnar innan tveggja mánaða frá birtingu þeirra.

2.3 Væntanlegar breytingar á tilskipun ráðsins um gæði neysluvatns

Vinnuhópur á vegum JRC (European Commission Joint Research Center) og IHCP (Institute for Health and Consumer Protection) hefur lagt til nokkrar breytingar á núverandi reglugerð (98/83/EB). Eftirfarandi upptalning er lauslega þýdd upp úr skýrslu sem þessi hópur hefur gefið út (Eddo J. Hoekstra o.fl., 2008).

- Mælistaður (point of compliance) er sá staður sem vatnið er tekið úr kerfinu til neyslu, t.d. neysluvatnskraní. (Innskot: í núverandi leiðbeiningum sem gefnar eru út af MAST er tekið fram að sýnatökukrani ætti að vera sem næst inntaki – en ekkert minnst á það hvort sá krani sé notaður sem neysluvatnskraní eður ei (Hollustuvernd ríkisins, 2002)).
- Þá er gerð tillaga að tvennslags eftirliti með gæðum neysluvatnsins, annars vegar hlýtnimælingar (compliance monitoring) og hins vegar rekstrarmælingar (operational monitoring). Hlýtnimælingar skulu fara fram þar sem vatn er tekið til neyslu en rekstrarmælingar eru meira í líkingu við núverandi kerfi, þar sem fylgst er með gæðum vatnsins í dreifikerfi vatnsveitunnar.

- Hópurinn leggur áherslu á að skilgreina þurfi betur eftirlit og sýnatökuaðferðir í tengslum við málma sem geta leyst út úr leiðslukerfum hjá neytendum. Hópurinn bendir einnig á að aðildarríkin hafi ekki skilgreint eftirlits- og sýnatökuaætlun sem dugi til að fylgjast með blýi. Sú aðferð sem EB mælir með við sýnatökur, þ.e. RDT nái ekki að greina nema 80% af fasteignum þar sem blýmengun fer yfir 10 µg/L og að auki sýni um 60 % sýna tekin með þeirri aðferð 25 % lægra gildi blýs en mælingar á sýnum sem tekin eru með hlutfallslegri sýnatöku (sjá viðauka B).
- Starfshópurinn leggur áherslu á að aðildarríkjum skuli gert skylt að semja áætlun um áhættustjórnun fyrir hvert vatnsveitusvæði sem innifelur bæði dreifikerfi vatnsveitunnar og lagnakerfi húsa. Áhættustjórnunin á að fela í sér að kröfur reglugerðarinnar séu uppfylltar við neyslukrana hjá neytanda.

Eins og að framan greinir, þá má reikna með því að í nýrri tilskipun Evrópuráðsins, verði lögð meiri áhersla á öryggi vatnsins sem rennur í glas neytandans og vatnsveitur muni þurfa að gera ráðstafanir til að tryggja heilnæmi vatnsins alla leið. Vatnið má þá til dæmis ekki vera það tærandi að hætta geti verið á því að málmar úr lagnakerfum húsa leysist upp og skapi þannig hættu fyrir neytendur. Þeim verði gert skylt að framkvæma svæðisbundið áhættumat með tilliti til þessara áhættuþátta.

2.4 Reglur um hámarks blýinnihald lagnaefna

Svo virðist sem að engar sér íslenskar eða evrópskar reglur taki sérstaklega á hámarks blýinnihaldi lagnaefna. Í Bandaríkjunum gildi fram til seinustu áramóta að hámarks styrkur blýs í lagnaefnum svo sem lokum, blöndunartækjum og tengistykki megi vera 8% en þá voru reglur hertar til muna í Kaliforníu. Þar má blýinnihald lagnaefna sem komast í snertingu við neysluvatn ekki vera meira en 0,25% af massa málmblöndunnar (State of California, 2009).

3. Aðferðir

3.1 Val á rannsóknarsvæðum

Ákveðið var að afmarka þessa rannsókn við fjögur svæði á SV-horni Íslands.

Fyrstu tvö svæðin sem voru valin voru Ásbrú vegna fyrri sögu um blýmengun í neysluvatni þar. Til samanburðar var einnig ákveðið að rannsaka vatnið í Reykjanesbæ neðan Ásbrúar en báðir byggðakjarnarnir nýta vatn frá sömu uppsprettum. Þar sem ekki tókst að finna nægilega marga staði í Reykjanesbæ þar sem eirlagnir höfðu verið lóðaðar saman með blýblönduðu tini, var ákveðið að taka tvö sýni í Grunnskóla Sandgerðis en þar eru eirlagnir án blýblandaðs tins. Sandgerði hefur frá því um 2003 fengið vatnið sitt frá sama vatnsbóli og Reykjanesbær og Ásbrú og því var búist við því að niðurstöður blýmælinga þar yrðu svipaðar og í Reykjanesbæ og Ásbrú.

Reykjavík varð fyrir valinu vegna þess að hún er stærsta byggðalag landsins og komið hafði upp tilfelli þar sem blý greindist í neysluvatni, sjá kafla 1.4.

Í kafla 1.3 var minnst á að sýrustig vatns skipti miklu máli varðandi hættu á blýmengun. Samkvæmt óútgefnum upplýsingum um efnasamsetningu vatns á veitusvæðum Orkuveitu Reykjavíkur frá 2009 er sýrustig hæst í Reykjavík (pH 8,85-9,05) en lægst á Grundarfirði (pH 6,95) (Einar Gunnlaugsson, 2010). Þar sem Reykjavík hafði þegar verið valin út frá öðrum forsendum varð Grundarfjörður fyrir valinu sem fjórða rannsóknarsvæðið á grundvelli hins lága sýrustigs.

3.2 Val á sýnatökustöðum og kortlagning

Þar sem aðal markmið rannsóknarinnar var að leggja mat á það hvort hætta væri á því að blý geti borist í neysluvatn úr blýblönduðu tini sem notað hefur verið við að lóða saman eirlagnir var sérstaklega leitað að stöðum sem uppfylltu þessi skilyrði.

Á Ásbrú voru sýni tekin í húsum við neðri hluta Skógarbrautar að auki var tekið eitt viðmiðunarsýni í Flugstöð Leifs Eiríkssonar. Neysluvatnslagnir í húsunum sem sýni voru tekin úr við Skógarbraut eru allar úr eir og eru húsin byggð á þeim tíma sem enn tíðkaðist að nota 50/50 blýblandað tin við samsetningu eirlagna. Þó að bann við notkun slíks tins hafi tekið gildi í kringum 1990, þá stóð skýrsluhöfundur starfsmenn ákveðins verktakafyrirtækis að því að nota 50/50 tin við viðgerðir á pípulögnum í þessum húsum árið 1999.

Ýmsum aðferðum var beitt við að finna hús með eirlögnum. Á Grundarfirði var fyrst auglýst í staðarblaði eftir fólki sem byggji í húsum með eirlögnum og síðan leitað aðstoðar hjá pípulagningamanni sem lagði pípurnar í fyrsta húsið sem uppfyllti rannsóknarskilyrðin.

Í Reykjanesbæ var haft samband við pípulagningamenn og jafnframt var haft beint samband við nokkra einstaklinga af handahófi.

Í Reykjavík fór leitin fram með aðstoð pípulagningarmanna og starfsmanna hjá byggingafulltrúa Reykjavíkurborgar.

Útbreiðsla eirlagna var aðeins kortlögð í Reykjavík. Kortlagning vegna dreifingar eirlagna í Reykjavík fór fram með því að aldursgreina borgarhverfin með hjálp Skipulagssjár Reykjavíkurborgar (Reykjavík, 2009).

Dreifing eirlagna í Reykjanesbæ var ekki kortlögð vegna þess að þar eru eirlagnir það almennt notaðar að ekki var talin ástæða til að sýna dreifingu þeirra sérstaklega. Grundarfjörður er ekki það stórt sveitarfélag að kortlagning einstakra húsa hefði getað valdið eigendum þeirra óþarfa óþægindum ef í ljós kæmi að vatn í húsunum væri mengað af blýi.

Þegar búið var að finna hús með eirlögn var kannað hvort tinið innihéldi blý með LeadCheck® stautum. Stautarnir gefa til kynna hvort blý sé til staðar eður ei – prófið gefur ekki neitt upp um styrk eða hlutfall blýs í þeim efnum sem prófuð eru. Prófið er þó mjög næmt og greinir blý í föstum efnum sem innihalda allt niður í 0,1% af blýi. Niðurstöður liggja yfirleitt fyrir samstundis. Sjá nánar í viðauka A og mynd 7-1.

3.3 Sýnatökuaðferðir hjá Varnarliðinu

Skýrsluhöfundur starfaði hjá Umhverfiseild varnarliðsins frá júní 1997 – maí 2001. Hann tók þátt í og skipulagði sýnatökur fyrir eftirlit með blý- og koparmengun í neysluvatni og hélt skrá um niðurstöður mælinga og hefur afrit af þeirri skrá í sínum forum.

Við lögbundið hálfárs eftirlit með blý- og koparmengun voru ávalt tekin 6HS sýni. Starfsmaður varnarliðsins mætti þá á sýnatökustað, yfirleitt í byrjun dags og skolaði leiðslur í 5 – 10 mínútur eftir stærð lagnakerfis. Síðan var sýnatökstaðurinn kyrfilega merktur þannig að fólki væri meinað að nota kranann þar til að sýnið hafði verið tekið, það var þá tekið með hefðbundinni fyrstu bunu aðferð. Seinni part dags eða minnst 6 tímum eftir að sýnatökstaðurinn hafði verið undirbúin var komið aftur og tekið 1 L sýni í HDPE sýnatökufloöskur. Við hið reglubundna eftirlit með blý- og koparmengun, voru einnig tekin tvö aukasýni á hverjum sýnatökustað, fyrra sýnið var tekið 30 sekúndum eftir að fyrstu bunu sýnið hafði verið tekið og var ætlað til að meta hvort blýmengun mætti rekja til heimæðar að lokum var tekið eitt skolað sýni sem átti að gefa til kynna hvort blýmengun væri í dreifikerfinu. Varðandi nánari lýsingu á fyrstu bunu sýnum og skoluðum sýnum er bent á kafla 3.4.1 hér á eftir og viðauka B.

Einnig voru tekin fjölmörg sýni sem tilheyrðu ekki hinu reglubundna eftirliti, þau sýni voru yfirleitt minni, algengast var að þau væru 250 ml eða 500 ml og sýnaflöskurnar vour annað hvort HDPE eða LDPE flöskur.

Öll sýni sem tekin voru á árunum 1997 – 2001 fyrir blý og kopargreiningu á herstöðinni á Keflavíkurflugvelli voru send ósýrð í kæliboxum með FedEx til rannsóknarstofunnar Universal Laboratories, 20 Research Drive, Hampton, Va 23666 í Bandaríkjunum. Aðal tengiliður innan rannsóknarstofunnar var Jesse L. Paul. Við skipulagningu þessa verkefnis var ákveðið að nota sambærilegar sýnatökuaðferðir og notaðar voru á Keflavíkurflugvelli til að auðvelda samanburð á niðurstöðum.

Samkvæmt upplýsingum sem varaforstjóri (e: vice president) rannsóknarstofunnar, veitti nýlega, þá greindu þeir sýnin á þessum tíma með svokallaðri „graphite furnace atomic absorption technique“ samkvæmt aðferð 200.9 (Geoff Hinshelwood, munnleg heimild, 15. maí 2010) sem gefin var út af EPA (US EPA, 1994).

3.4 Sýnatökuaðferðir 2009

Í þessari rannsókn var ákveðið að taka 8 sýni á hverju rannsóknarsvæði þar af að minnsta kosti eitt samanburðarsýni á hverju svæði þar sem sýni væri tekið á stað sem ekki væri með blýblönduðu tini.

3.4.1 6HS, fyrstu bunu og skolað sýni aðferð fyrir ICP-MS

Við skipulagningu þessa verkefnis var ákveðið að nota sambærilegar sýnatökuaðferðir og notaðar voru á Keflavíkurflugvelli til að auðvelda samanburð á niðurstöðum. Því var ákveðið að beita 6HS og fyrstu bunu aðferð. Þær eru mjög keimlíkar fyrir nákvæmar efnagreiningar á blýinnihaldi neysluvatns með ICP-MS massagreini. Báðar aðferðirnar byggja á því að sýni er tekið eftir að vatn hefur legið kyrrt í að minnsta kosti 6 klst. í vatnsleiðslum. Áður en vatnið er látið liggja kyrrt í leiðslunum, er sýnatökustaðurinn undirbúinn með því að láta vatnið renna um sýnatökukranann í 5 – 10 mínútur eða þar til vatnið er orðið vel kalt. Í flestum íbúðarhúsum eru lagnaleiðir frá inntaki eða stofnlögn yfirleitt frekar stuttar, því dugir framangreindur skolunartími yfirleitt. Í stærri byggingum, t.d. skólum gæti þurft að skola lengur, sérstaklega ef verið er að taka sýni utan hefðbundins skólatíma og ætla megi að vatnið hafi staðið lengi kyrrt í leiðslunum sem liggja að sýnatökukrananum.

Munurinn á þessum tveimur aðferðum felst einkum í því að í fyrri aðferðinni er það rannsakandinn sjálfur sem undirbýr sýnatökustaðinn og tekur sýnið, í seinni aðferðinni eru það íbúarnir sem taka að sér að undirbúa sýnatökuna og taka sjálfir sýnið. Þeim eru þá veittar ítarlegar leiðbeiningar um það hvernig þeir eigi að standa að sýnatökunni (sjá viðauka F).

Að loknum biðtíma er sýnið tekið með því að halda opinni flöskunni fyrir neðan vatnskranann og skrúfa varlega frá. Flaskan er síðan fyllt með rólegu rennsli að öxlum. Mikilvægt er að ekkert vatn fari til spillis og renni fram hjá á meðan að flaskan er fyllt. (Textinn hér að framan er að hluta til byggður á (Dr Colin Hayes o.fl., 2009) og að hluta á þeirri þjálfun sem skýrsluhöfundur hlaut í starfi sínu við neysluvatnseftirlit hjá Varnarliðinu á árunum 1997 – 2001).

Þar sem 6HS sýnatökuaðferð hentar ekki mjög vel við sýnatökur á heimilum fólks, var þeirri aðferð eingöngu beitt á nokkrum sýnatökustöðum á Ásbrú þar sem hægt var að taka sýni úr tómum íbúðum eða samverurýmum og í Grunnskóla Sandgerðis, annars staðar var fyrstu bunu aðferð notuð. Við sýnatökur á heimili fólks þarf að hafa í huga að sýnataka valdi íbúum ekki óþarfa óþægindum, þá getur verið erfitt að fá þá til samstarfs. Á herstöðinni var eingöngu notast við 6HS enda íbúar á sýnatökustöðum skyldaðir til þátttöku.

Skoluð sýni eru yfirleitt tekin ef rökstuddur grunur er um blýmengun á sýnatökustað. Þau eiga að gefa til kynna hvort blýmengun sem greinist sé upprunnin úr dreifikerfi vatnsveitunnar. Þau eru tekin í kjölfar fyrstu bunu sýnis eftir að vatnið hefur verið látið

leka úr krananum í 5 – 10 mínútur eða þar til það er orðið vel kalt. Skoltíminn fer eftir lengd lagnakerfisins í húsinu sem sýnið er tekið úr.

Til að ganga úr skugga um hvort blýmengun gæti verið til staðar á sýnatökusvæði voru framkvæmd nokkur LeadCheck® Aqua skyndipróf. Ef niðurstaða þeirra sýndi einhvers staðar að hætta væri á því að blýmengun væri í vatninu, var ætlunin að taka að minnsta kosti eitt skolað sýni á viðkomandi rannsóknarsvæði til að ganga úr skugga um hvort meinta blýmengun mætti rekja til lagnakerfis innan húss eða til dreifikerfis (sjá nánar um LeadCheck® Aqua í viðauka A).

Samanburðarsýni voru tekin með fyrstu bunu aðferð eða 6HS úr lögnum sem innihéldu ekki blýblandað tin.

Nánari lýsingar á algengum sýnatökuaðferðum við eftirlit með blýmengun í neysluvatni eru að finna í viðauka B.

3.4.2 Sýnatökuútlát og varðveisla sýna

Við skipulagningu verkefnisins var ekki vitað fyrirfram í hvernig húsnæði sýni yrðu tekin úr. Því var talið hæfilegt að taka 500 ml sýni í LDPE plastflöskur. 500 ml sýni dregur vatn úr um það bil 4,4 m af 13 mm eirlögn (sjá nánar í viðauka E).

Sýnaflöskurnar voru sýrupvegnaðar með 10% HNO₃ sýru í sólarhring. Þvotturinn fór þannig fram að um 50 ml af sýru var sett í hverja flösku. Flöskurnar voru síðan láttnar liggja á hliðinni á hristibretti sem gerði það að verkum að sýran sultaðist vel um allt innra byrði flöskunnar, starfsmenn Matís sáu um að snúa flöskunum nokkrum sinnum yfir daginn til að tryggja að allt innra byrðið væri vel skolað. Að loknum sýrupvotti voru flöskurnar skolaðar rækilega (8x) með milli-q afjónuðu vatni.

Öll sýni voru kæld eftir sýnatöku og sýrð með 5 ml af 1:1 HNO₃ sýru sem var sett í sýnatökuflöskuna áður en sýnið var tekið. Sýnin frá Ásbrú voru aftur á móti sýrð eftir að þau komu á rannsóknarstofu Matís.

3.4.3 Fjöldi sýna

Eins og áður hefur komið fram, var aðal markmið rannsóknarinnar að meta hvort hætta væri á því að blý bærst í vatn úr tini sem notað er til að lóða saman eirlagnir, því er ekki um tilviljunarkennt úrtak að ræða. Leitað ver sérstaklega að sýnatökustöðum sem uppfylltu þessi skilyrði. Greining á vatnssýnum með ICP-MS tækni er mjög dýr, miðað við þann fjárhag sem verkefninu var sniðinn og þau markmið að rannsaka vatn á fjórum svæðum og ekki var um tilviljunarkennt úrtak að ræða, var talið hæfilegt að taka 8 sýni á hverjum stað. Af þessum 8 sýnum var að minnsta kosti eitt samanburðarsýni á hverju rannsóknarsvæði.

3.5 Efnagreiningaraðferðir 2009

Þegar samningur var gerður við Matís um að efnagreina sýni í tengslum við þessa rannsókn, fylgdi boðinu að greind yrðu þrjú efni í hverju sýni. Á herstöðinni tíðkaðist yfirleitt að greina blý- og kopar saman og var af þeim sökum, þeirri reglu fylgt í þessari rannsókn (40 CFR part 141) og (Naval Air Station Keflavik Iceland, 1998). Járn var mælt

vegna þess að járnlagir eru algengar í stofnæðum, dreifiæðum og heimæðum (Borgarvefsjá, 2010).

3.5.1 ICP-MS magngreining

Málmarnir voru greindir með ICP-MS efnagreiningartækni af gerðinni Agilent 7500ce. ICP-MS efnagreiningartækni er nánar lýst í viðauka A ásamt verklýsingu frá Matís ohf. Greind voru þrjú efni í hverju sýni, Pb, Cu og Fe. Algengustu ísótópar af blýi í vatni eru 206Pb, 207Pb og 208Pb. Við magngreiningu á blýi er venjulega aðeins mælt 208Pb og niðurstaðan keyrð á móti staðalkúrfu sem gefur heildarmagn blýs miðað við ísótópana þrjá sem taldir eru upp hér að framan. Stuðst er við aðferðir viðurkenndar af NMKL aðferð nr 186-2007 (Hrönn Ólína Jörundsdóttir, munnleg heimild 2009). Nánari verklýsingu er að finna í viðauka A.

Greiningarmörk blýs voru almennt 0,05 µg/L – nema fyrir sýnin sem tekin voru í Reykjavík, þar voru greiningarmörk blýs 0,3 µg/L. Þessi greiningarmörk eru þó vel fyrir neðan þær kröfur sem eru almennt gerðar til blýmælinga í neysluvatni – samkvæmt reglugerð um neysluvatn þurfa greiningarmörk blýs að vera 10% af hámarksstyrk eða um 1,0 µg/L.

3.6 Tölfræði

Við tölfræðiþróf var notast við viðeigandi tölfræðiverkfæri í Excel 2010 Beta. Í tilfellum þar sem gildi mældust undir greiningarmörkum var notast við gildi sem var helmingur af greiningarmörkum viðkomandi efnagreiningar.

Við prófun á marktækni mismunar meðalstyrks efna í úrtökum frá mismunandi stöðum var notast við t-próf fyrir tvö úrtök með ólíkum ferkum (e: variance) og tilgátan prófuð með tvíhliða prófun. Í öllum prófunum var gert ráð fyrir að mismunur á meðaltölunum sé enginn. Marktektarmörkin voru sett við $\alpha=0,05$.

Þar sem ekki náðist að finna tilætlaðan fjölda af stöðum með blýblönduðu tini á öðrum stöðum en á Ásbrú, voru tekin nokkur sýni á stöðum þar sem eirlagnir voru ekki lóðaðar saman með blýblönduðu tini sem samanburðarsýni. Ef blýmengun finnst á ákveðnu svæði er hægt að nota samanburðarsýnin til að segja til um það hvort blýmengunin væri frekar ættuð frá blýblönduðum lóðningum eða úr öðrum pípulagningaefnum.

4. Um rannsóknarsvæðin

4.1.1 Eiginleikar vatns á rannsóknarsvæðunum

Þau svæði sem skoðuð voru, eru þjónustuð af tveimur vatnsveitufyrirtækjum, annars vegar Orkuveitu Reykjavíkur sem þjónar Reykjavík og Grundarfirði og hins vegar HS Veitum hf. sem aflar vatns fyrir rannsóknarsvæðin á Suðurnesjum, Ásbrú, Reykjanesbæ og Sandgerði, Sandgerði rekur að vísu eigin vatnsveitu sem sér um dreifingu vatns innan sveitarfélagsins – en hún kaupir allt vatn frá HS Veitum hf (Ragnar Darri Hall, munnleg heimild 17. nóvember 2009).

Í töflu 4.1 hér á eftir eru taldir upp nokkrir efna- og eðlisfræðilegir þættir sem einkenna neysluvatn þeirra þriggja vatnsbóla sem þjóna rannsóknarsvæðunum. Aðeins er um útdrátt úr heildarefnagreiningum að ræða og miðast útdrátturinn við þá efna- og eðlisfræðilegu þætti sem taldir eru hafa áhrif á tæringarmátt vatns og margir hafa tengt við útleysingu blýs úr lögnum.

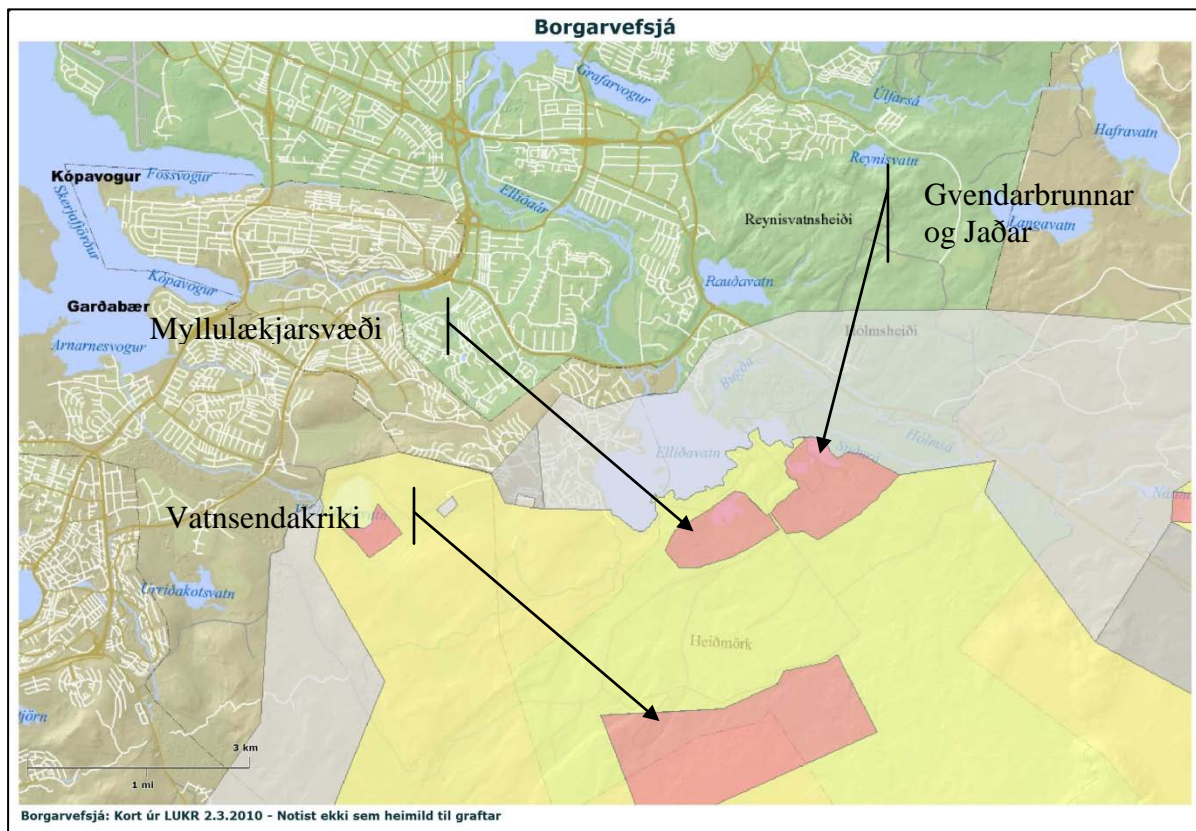
Tafla 4.1: Samanburður á efna- og eðlisfræðilegum þáttum neysluvatns við vatnsból og lokahús á rannsóknarsvæðum. Heimildir: OR: (Orkuveita Reykjavíkur, 2009), HES: (Ásmundur E. Þorkelsson, 2009), Kringlumýrarbraut og sýrustig á Grundarfirði: (Einar Gunnlaugsson, 2010).

Mælipáttur	Eining	Myllulækja- svæði (OR)	Jaðarsvæði (OR)	Kringlu- mýrarbraut Lokahús	Láginn (HES)	Grumskóli Sandgerðis (HES)	Grundará (OR)
Sýrustig	pH	8,95	8,85	9,05	7,5	7,5	6,95
Klóríð (Cl)	mg/L	9,7	9,3	11,2	98,8	76,2	7,1
Súlfat (SO ₄)	mg/L	2	2	2,20	12,9	10,2	1,5
[Cl] / [SO ₄]		4,85	4,65	5,09	7,66	7,47	5,07
Flúoríð (F)	mg/L	<0,2	<0,2	0,04	0,072	0,076	<0,15
Járn (Fe)	µg/L	0,5	0,6	<0,4	13,8	2,9	1,4
Blý (Pb)	µg/L	0,052	0,0314	0,0579	0,0515	0,0197	0,0167
Kopar (Cu)	µg/L	<0,1	<0,1	0,210	0,534	0,576	<0,1
Ál (Al)	µg/L	14,8	19,9	18,0	4,87	1,39	0,83

4.1.2 Reykjavík

Reykjavík fær allt neysluvatn frá uppsprettum við Gvendarbrunna, Jaðar, Myllulæk og Vatnsendakrika sem eru í Heiðmörk, örfáar undantekningar eru nokkrir bæir á Kjalarnesi sem eru með einkaveitur. Vatni frá Jaðarsvæði, Gvendarbrunnum og Myllulækjarsvæði er veitt í s.k. aðalæð 1 sem veitir vatni til vesturhluta Reykjavíkur og Grafarvogs. Vatni frá Vatnsendakrika er aftur á móti veitt í Grafarholt, Úlfarsfell, Húsahverfi og Mosfellsbæ

(Sigurbjörn Búi Sigurðsson, munnleg heimild 1. mars 2010). Á mynd 4.1. má sjá kort af uppsprettusvæðum Orkuveitu Reykjavíkur fyrir framangreind vatnsveitusvæði (Borgarvefsjá, 2010). Sýrustig vatnsins í Reykjavík sker sig nokkuð úr í samanburði við þau svæði sem rannsóknin náði yfir, það er á bilinu 8,85 – 9,05, sjá töflu 4.1.



Mynd 4-1: Myndin sýnir uppsprettulindir OR fyrir Reykjavík. Kortið er unnið upp úr Borgarvefsjá.

4.1.3 Grundarfjörður

Vatnsveita Grundarfjarðar er rekin af Orkuveitu Reykjavíkur, vatnið er yfirborðsvatn að uppruna sem rennur ofan í yfirborðsjarðlög sem liggja ofan á bergrunninum nærri bænum Grund. Þar er vatninu dælt upp um borholur síðan er því er safnað í safntank ofan við þorpið áður en því er dreift inn á dreifikerfið (Hjörtur Hans Kolsöe, munnleg heimild 3. apríl 2010). Vatnið á Grundarfirði er með lægsta sýrustigið af þeim svæðum sem voru skoðuð (pH 6,95). Styrkur anjóna (súlfats, flúors og klóríðs) er einnig minnstur á meðal þessara vatnsveitna.

4.1.4 Suðurnes

Eftirfarandi upplýsingar eru útdráttur af vef HS Veitna hf (HS Veitur hf.).

Hitaveita Suðurnesja aflar vatns fyrir sveitarfélög á Suðurnesjum. Uppsprettulindir eru í hrauninu á milli Njarðvíkur og Svartsengis, úr gjá í svonefndum Lágum, sjá mynd 4-2. Ferskvatnslagið er rúmlega 40 m þykkt og nær niður á 58 metra dýpi.

Sveitarfélög á Suðurnesjum fá nánast allt sitt vatn frá þessum lindum, undantekning eru Hafnir sem fá vatn úr tveimur borholum nærri byggðinni þar.

Vatnið frá Láginni er nokkuð frábrugðið vatni í Reykjavík og á Grundarfirði, sérstaklega vekur athygli hár styrkur anjóna, s.s. klóríðs, sulfats og flúoríðs. Einnig er styrkur járnsvíks við uppsprettulindina mun meiri en við uppsprettur hinna vatnsveitnanna, sjá töflu 4.1.



Mynd 4-2: Loftmynd sem sýnir hvar Láginn, uppsprettulind fyrir sveitarfélög á Reykjanesi er staðsett. Kortið er eins og fram kemur á myndinni unnið upp úr Google Earth.

5. Niðurstöður og umræður

5.1 Notkun eirlagna á athugunarsvæðum

Í töflu 5.1 hér að neðan er samantekt á fjölda staða sem voru skoðaðir eða upplýsinga aflað um, með viðtölum við einstaklinga, s.s. húseigendur, húsverði, pípara og fleiri. Þar sem summan af tveimur síðustu dálkunum nær ekki 8, merkir það að þau sýni sem vantar upp á voru tekin í húsum sem vitað var að ekki voru með lögnum með blýblönduðu tini.

Tafla 5.1: Yfirlit yfir leit af eirlögnum með blýblönduðu tini.

Veitusvæði		Nánar um eirlagnir			
		Fjöldi staða þar sem e-r upplýsingar fengust um lagnir	Fjöldi staða með eirlögnum	Þar af fjöldi staðfesta staða með blýblönduðu-tini ¹	Að auki fjöldi staða þar sem ekki var hægt að staðfesta tegund tins
HS	Ásbrú	11	10	7	0
HS	Rn.b. og Sandg.	25	20	5	0
OR	Grundarfjörður	11	10	4	2
OR	Reykjavík	41 ²	10	1 (4) ³	3

¹ Staðfesting á blýblönduðu tini byggist annars vegar á skoðun með LeadCheck® stautum og hins vegar á byggingasögu húsa í tilfalli Ásbrúar.

² Haft samband við umsjónamenn fasteigna HÍ og umsjónamann pípulagna fyrir alla grunnskóla í Reykjavík. Á þeirra vegum er tugur bygginga sem ekki eru með í þessari tölu. Þeir staðfestu að engar eirlagnir væru í þeim húsum sem þeir hefðu umsjón með.

³ Talan 4 í sviganum táknar að í þessu tiltekna húsi hafi notkun blýblandaðs tins verið staðfest í 4 íbúðum, af þeim voru sýni tekin í 3 íbúðum.

Í húsum sem skoðuð voru í þessari rannsókn reyndist blýblandað tin almennt hafa verið mjög lítið notað á öðrum svæðum en Ásbrú. Samkvæmt samtölum við pípulagningamenn sem unnu við pípulagnir á 7. og 8. áratugnum var þeim kennt að þeir ættu að nota silfur, sjá töflu 5.2, það væri mikið sterkara en blýblandaða tinið. Þessi niðurstaða gerði það að verkum að ekki tókst að uppfylla markmið um að 7 af 8 sýnum á hverju rannsóknarsvæði yrðu tekin í húsum með eirlögnum sem væru lóðaðar saman með blýblönduðu tini. Þar sem blý getur borist í neysluvatn úr öðrum lagnarefnum, svo sem úr látúni var talið réttlætjanlegt að fylla upp í sýnakvótann með sýnum sem tekin voru af stöðum sem voru með lögnum sem ekki innihéldu blýblandað tin.

Skýring á því að hlutfall staða með staðfestum eirlögnum í Reykjavík er svo lágt miðað við hin sveitarfélögin liggur í því að leit að eirlögnum gekk mun verr í Borginni en í hinum sveitarfélögum. Staðfestar eirlagnir með blýblönduðu tini voru aðeins að finna á fjórum sýnatökustöðum, allir í sama fjölbýlishúsinu. Tveir af þremur stöðum sem ekki var hægt að staðfesta eirlagnir eða tegund tins, voru í húsum með lögnum sem voru lagðar af sama

pípulagningarmeistara og lagði lagnirnar í Ljósheima 14-18 og töldu íbúar þeirra húsa að þar væru eirlagnir. Í öðru húsanna sást í ofnalögn úr eir og var hún lóðuð saman með blýblönduð tini.

5.1.1 Helstu tegundir af tini sem fundust á rannsóknarsvæðunum

Við lagningu eirlagna er notað tin til að lóða saman samskeyti, sumar gerðir tins innihalda blý en fjölmargar aðrar gerðir eru til af tini og geta þær innihaldið ólíkar málmböndur. Í töflu 5.2 eru taldar upp þær tingerðir sem voru mest notaðar í þeim húsum sem skoðuð voru í tengslum við þessa rannsókn.

Tafla 5.2: Samantekt á mismunandi tegundum tins.

Heiti tinblöndu	Samsetning	Athugasemdir
Blýblandað tin eða tin eins og pípu-lagningamönnum er tamt að nefna það.	Til dæmis 50% blý (Pb) og 50% tin (Sn) Önnur hlutföll eru einnig til.	Var notuð á Ásbrú (Eysteinn Haraldsson, 2010). Notkun þess var bönnuð um í Bandaríkjunum frá og með 19. júní 1986 með setningu laga númer 40 CFR Part 141, ¹⁾ á herstöðinni var bannað að nota þessa gerð af tini upp úr 1990 (Eysteinn Haraldsson, munnleg heimild 20. maí 2010). Lítið vitað um notkun utan Ásbrúar hér á landi fyrir utan það sem hefur verið staðfest á nokkrum stöðum í þessari rannsókn.
Silfur eins og þessi gerð tins er oft nefnd á meðal pípu-lagningarmanna	Til dæmis 96% tin (Sn) og 4% silfur (Ag). Önnur hlutföll tíðkast einnig	Sennilega mest notaða tin á þeim svæðum sem rannsökuð voru í þessu verkefni. Ekki hafa fundist gögn á prenti þar sem sérstaklega hafi verið mælt með notkun þessa tins hér á landi, aftur á móti vitna nokkrir eldri pípu-lagningamenn sem rætt var við í tengslum við þessa rannsókn, um að þeim hafi verið uppálagt af meisturum sínum að nota þessa gerð af tini við pípulagnir, þegar þeir voru að læra pípu-lagnir fyrir nokkrum áratugum síðan (Jón Magnússon, munnleg heimild 10. september 2009).
Aðrar málmböndur í lóðmálmi	Sn ₉₅ Sb ₅	Samkvæmt kröfum NASKEF áttu verktakar að nota þessa gerð af tini eftir 1990 (Eysteinn Haraldsson, munnleg heimild 20 maí 2010). Við eftirlit með framkvæmdum í húsi við Skógarbraut árið 1999, stóð skýrsluhöfundur pípu-lagningarmenn að verki við að lóða eirlagnir með blýblönduðu tini.

¹⁾ Samkvæmt munnlegum heimildum, var bann við notkun blýblandaðs tins á Keflavíkurlflugvelli innleitt árið 1988.

5.1.2 Eirlagnir á Ásbrú, Reykjanesbæ og Sandgerði

Eins og áður hefur komið fram, þá var notkun eirlagna mjög útbreidd á herstöðinni á Keflavíkurflugvelli, nánast öll hús sem byggð voru fyrir 1990 voru með eirlögnum sem lóðaðar voru saman með 50/50 tini, upp úr 1990 var farið að nota annað tin (95% tin/ 5% antimony) (Eysteinn Haraldsson, munnleg heimild 20. maí 2010). Þess ber þó að geta að á seinustu 10 árum herstöðvarinnar var stór hluti íbúða endurnýjaður og var eirlögnum þá skipt út fyrir aðrar gerðir af pípulögnum (Bjarni Einarsson, 10. maí 2010) þannig að í dag eru líklega einu íbúðarhúsin sem enn eru með eirlögnum sem eru lóðaðar saman með blýblönduðu tini, aðeins að finna við Skógarbraut.

Eins og fram hefur komið áður, þá starfaði skýrsluhöfundur við eftirlit með neysluvatni á herstöðinni á árunum 1997 – 2001. Í því eftirliti fólust meðal annars athuganir á neysluvatnslögnum sem sýndu fram á notkun blýblandaðs tins í íbúðarblokkunum við Skógarbraut á Ásbrú. Af þeim sökum voru lagnir í þessum húsum ekki skoðaðar sérstaklega í þessari rannsókn.

Við eftirgrennslan hjá einstaklingum og pípulagningameisturum í Keflavík, Njarðvík og Sandgerði kom í ljós að eir hefur einnig verið mikið notaður á því svæði – enda mælir upplýsingavefurinn Lagnaval.is með notkun eirlagna á þessu svæði (lagnaval.is). En í ljós kom að pípulagningamenn á í Reykjanesbæ og Sandgerði höfðu aftur á móti, gagnstætt því sem tíðkaðist á Keflavíkurflugvelli – ekki notað blýblandað tin, í staðinn höfðu þeir notað blýlaust tin, líklega svonefnt silfur (sjá töflu 5.2). Eftir að loksins tókst að finna hús þar sem blýblandað tin hafði verið notað, tókst að hafa upp á aðilanum sem lagði pípurnar í það tiltekna hús og leitað eftir því að hann gæfu upplýsingar um fleiri hús sem þeir hefðu lagt pípurnar í á svipaðan hátt, sem hann góðfúslega veitti.

5.1.3 Eirlagnir á Grundarfirði

Lagnaval.is mælir ekki með því að eir sé notaður fyrir neysluvatnslagnir á Grundarfirði en líkt og í Reykjavík, var eir þó notaður í nokkrum mæli á Grundarfirði á 7. áratugnum og reyndar í nokkrum tilfellum vel fram á 10. áratuginn. Notkun á blýblönduðu tini á Grundarfirði var nokkuð dreifð ef litið er til byggingatíma húsanna, blýblandað tin var að finna í húsum sem voru byggð á tímabilinu 1966 – 1995, sjá viðauka D.

5.1.4 Eirlagnir í Reykjavík

Leit að eirlögnum í Reykjavík gekk aftur á móti frekar illa eins og áður hefur verið minnst á, enda hafa eirlagnir reynst illa á því veitusvæði og mælir til dæmis lagnaval.is mönnum eindregið frá því að nota eir í Reykjavík. Margir sem haft var samband við könnuðust við að eirlagnir höfðu einhvern tíma verið til staðar í húsum sínum – en búið væri að skipta þeim út. Eftir nokkra leit tókst loks að finna nokkur hús með eirlögnum – en eins og í Keflavík, þá reyndust pípulagningamenn ekki hafa notað blýblandað tin.

Eftir margar árangurslausar heimsóknir í fjölmörg hús, fannst loksins stór íbúðarblokk í Ljósheimum þar sem voru eirlagnir sem höfðu verið lóðaðar saman með blýblönduðu tini. Tvær íbúðir til viðbótar í Fossvogi fundust þar sem líkur voru á að lagnir væru úr eir en þar sem þær voru múraðar í vegg var ekki hægt að staðfesta gerð lagnanna eða tinsins. Aftur á móti þar sem þær voru byggðar á svipuðum tíma og Ljósheimar og sami aðili lagði pípurnar í húsið var talið líklegt að í því húsi væru eirlagnir með blýblönduðu tini. Í öðru húsinu

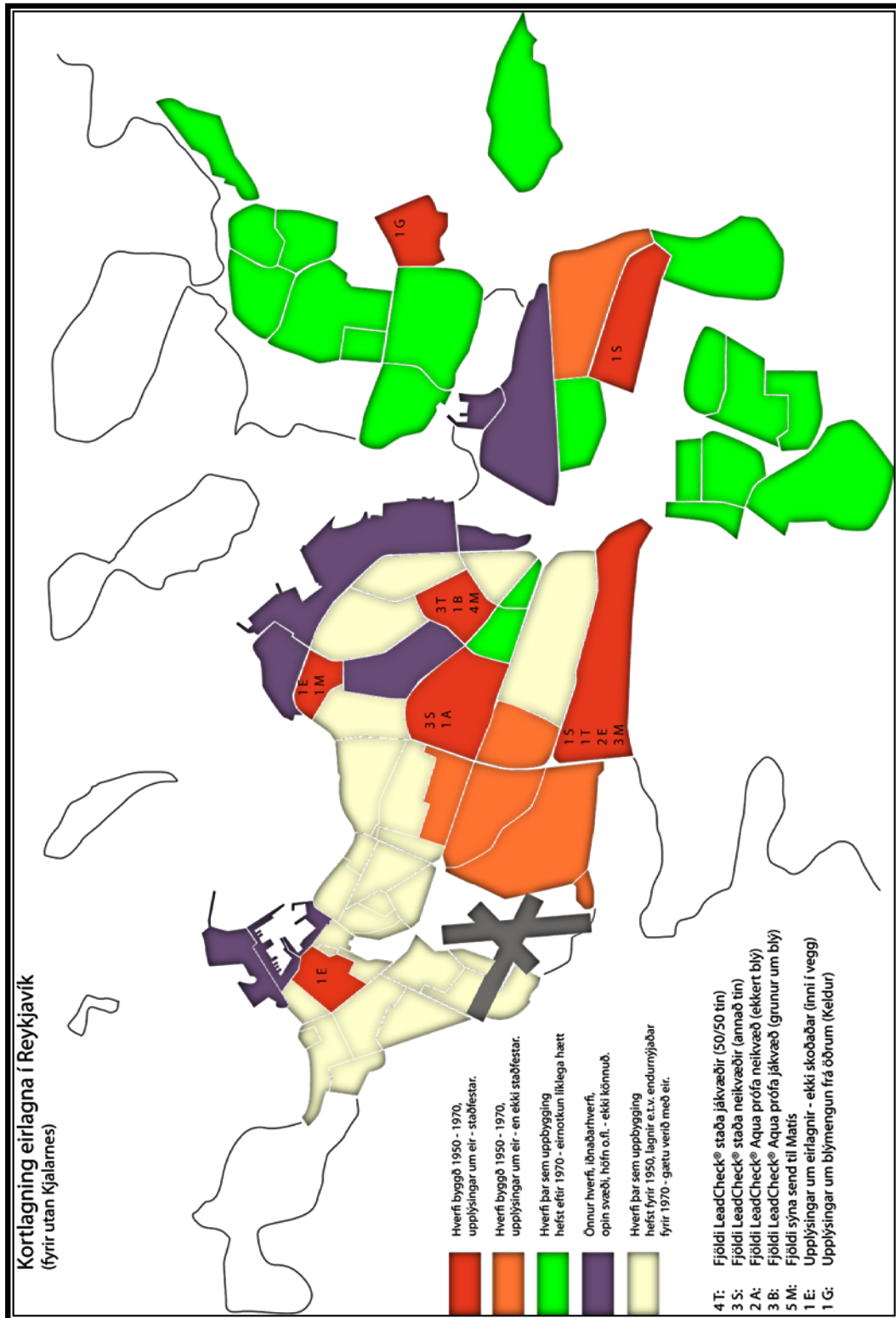
tókst að staðfesta að blýblandað tin hafi verið notað við heitavatnslögn úr eir. Þriðja íbúðin var við Kleppsveg, fyrreverandi íbúi í því húsi fullyrti að neysluvatnslagnir þar væru úr eir. Ekki tókst að staðfesta þær upplýsingar þar sem lagnirnar voru múraðar inn í vegg.

Guðbjörn Ásbjörnsson, skilmálafulltrúi hjá Byggingafulltrúa Reykjavíkur kom fram með áhugaverða kenningu – hann benti á að hönnuður umræddrar blokkar í Ljósheimum hefði lært fag sitt í Bandaríkjunum þar sem notkun blýblandaðs tins var mjög útbreidd á þeim tíma sem hann lærði sín fræði og er því hugsanlegt að hann hefði farið fram á að notað yrði blýblandað tin við pípulagninguna. Þá upplýsti Guðbjörn, sem starfaði sjálfur sem pípulagningamaður á 7. áratugnum, að á þessum árum réðu hönnuðir alfarið hvaða efni væru notuð í þeim byggingum sem þeir hönnuðu. Því miður tókst ekki að finna fleiri hús sem umræddur hönnuður hafði hannað – þannig að enn á eftir að sannreyna þessa tilgátu.

5.1.5 Kortlagning eirlagna í Reykjavík

Eftir viðtöl við fjölmarga pípulagningamenn, kom fram að eirlagnir voru mikið í tísku við pípulagnir í Reykjavík á 7. áratugnum en notkun þeirra var nánast hætt upp úr 1970. Við gerð kortsins var því metið svo að eirlagnir væru því líklegast að finna í hverfum sem voru byggð á 7. áratug síðustu aldar og í eldri hverfum þar sem endurnýjun húsa gæti hafa átt sér stað á umræddu tímabili. T.d. er vitað um eirlögn í einu húsi við Sólvallagötu í Reykjavík sem var byggt árið 1936 og eirlagnir höfðu verið í Neshaga (útibúi HÍ) sem var byggt árið 1966 en búið er að skipta út öllum eirlögnum í því húsi (Valpór Sigurðsson, munnleg heimild 3. júní 2009). Leit að eirlögnum fór fram í þeim hverfum sem lituð eru rauð og appelsínugul á kortinu. Drapplituðu hverfin eru hverfi sem eru byggð fyrir 1970 og gætu verið með húsum með eirlögnum, en ekki tókst að staðfesta að svo væri í þessari rannsókn. Grænleitu svæðin tákna hverfi sem eru að stofni til byggð eftir 1970 og því ólíklegt að eirlagnir séu í húsum í þeim hverfum.

Á kortið sem er sýnt á mynd 5-1 vantar Kjalarnes og hverfi úr Kjósasýslu sem sameinuð hafa verið Reykjavíkurborg á seinustu árum, enda ekki innan skilgreinds athugunarsvæðis, einnig vantar nýjustu hverfin s.s. í Úlfarsárdal og í Norðlingaholti, þau hverfi eru hvort eð er utan þess aldursramma sem reiknað var með að eirlagnir finndust í.



Mynd 5-1: Kortlagning eirlagna í Reykjavík. Kortið sýnir mat á því í hvaða hverfum er líklegast að finna eirlagnir. Á því má einnig sjá hvar sýni voru tekin og hvar eirlagnir fundust. Hvít svæði eru óbyggð svæði eða utan rannsóknarsvæðis Grunnmynd kortsins var fengin á slóðinni:

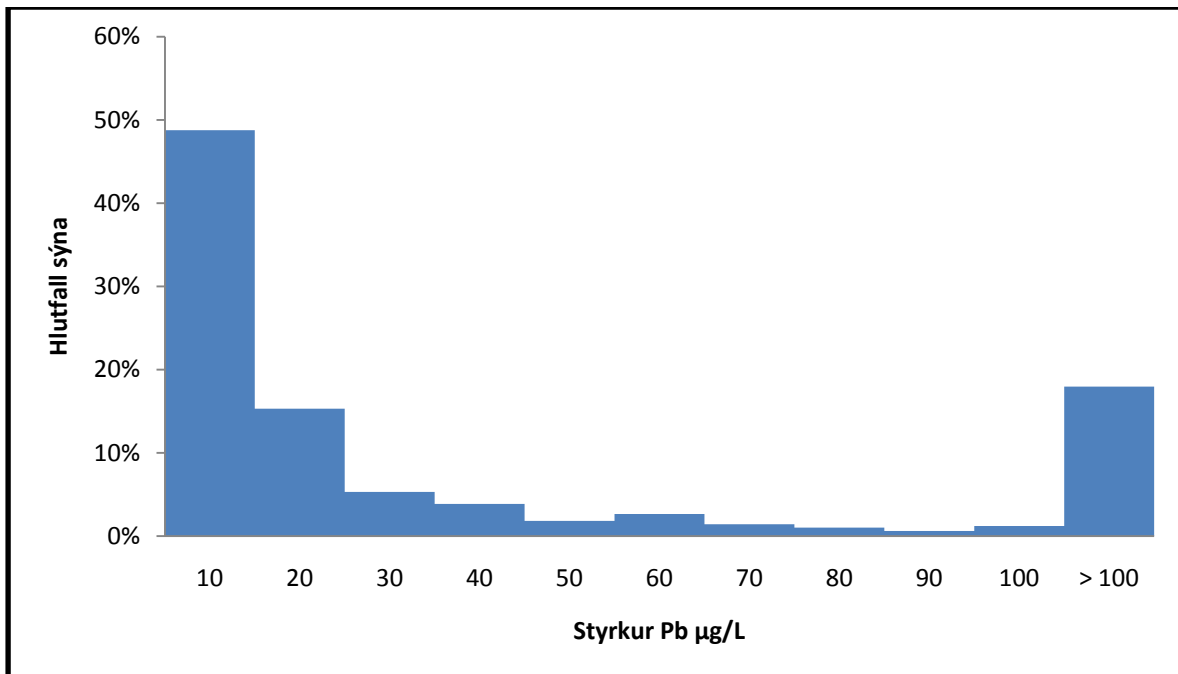
http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Reykjavik_hverfi_alt.svg .

5.2 Rannsóknir á blýmengun í neysluvatni á herstöðinni Keflavíkurflugvelli

Tölfræðiupplýsingar frá herstöðinni frá árinu 1999 eru unnar úr persónulegum gögnum og eru birt með heimild frá Judy A. Conlow – sjá viðauka C.

Yfirlit blýmælinga á herstöðinni

Mynd 5-2 sýnir dreifingu á blýmengun úr 490 sýnum sem tekin voru á herstöðinni við rannsóknir á blý- og koparmengun samkvæmt 6HS aðferð á herstöðinni fyrir 1. apríl 1999. Ástæðan fyrir því að þessi dagsetning er valin er sú að á vormánuðum 1999 var hafist handa við að blanda varnarefnum í vatnið til að draga úr blýmenguninni (sjá umfjöllun um ZOP síðar í kaflanum). Eins og sést á mynd 5-2, voru um 50% sýnanna með meira af blýi en heilsuverndarmörkin leyfa (10 µg/L), þar af tæplega 20% með yfir 100 µg/L. Hæsta gildi blýmengunar sem mældist í neysluvatni á herstöðinni var rúmlega 20.000 µg/L.

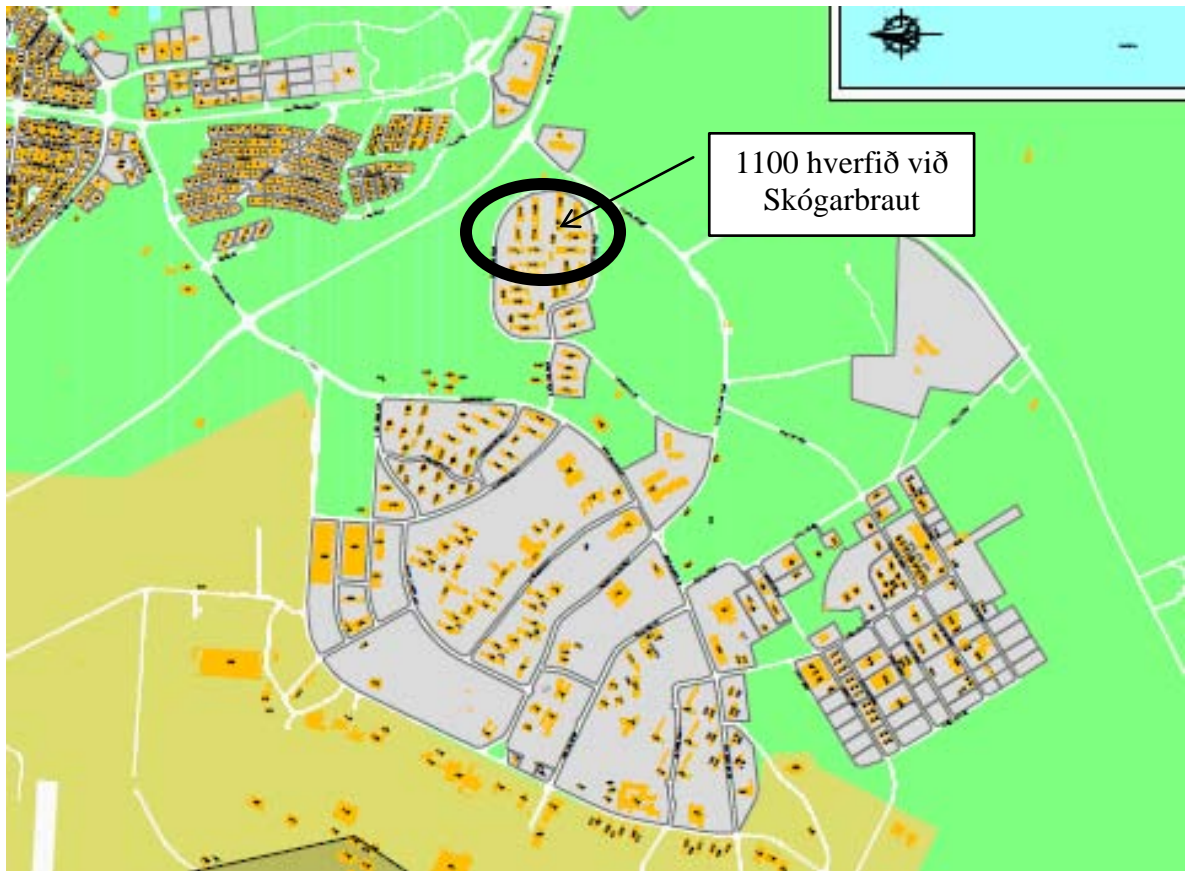


Mynd 5-2: Yfirlit yfir niðurstöður blýmælinga á herstöð varnarliðsins á Keflavíkurflugvelli yfir nokkurra ára tímabil til loka mars 1999 áður en byrjað var að blanda ZOP í vatnið. N=490.

1100 hverfið, janúar – mars 1999

Það vakti athygli og áhyggjur manna að blýstyrkur mældist oft mjög mikill í sýnum sem tekin voru í svokölluðu 1100 hverfi (eins og það var oft nefnt á meðal starfsmanna varnarliðsins), sjá mynd 5-3 um staðsetningu hverfisins. Það jók á áhyggjur manna að þetta hverfi var byggt fjölskyldufólki með ung börn. Var af þeim sökum farið í sérstakt eftirlitsátak í því hverfi í upphafi árs 1999. Farið var í allar íbúðir sem voru tómar og í öll samverurými (rec-rooms) og í íbúðir sem höfðu sögu um há blýgildi í fyrri mælingum. Tekin voru 243 sýni með 6HS aðferð í tveimur lotum í janúar og mars 1999. Niðurstöður mælinga á blýi úr þeim sýnum eru dregnar saman á mynd 5-4 á þar næstu síðu. Eins og þar kemur fram reyndust um 40% sýnanna innihalda yfir 10 µg/L af blýi, þar af mældust yfir

20% sýna með yfir 100 µg/L. Hæstu gildin mældust 8.256 og 11.912 µg/L sem eru um 1000 sinnum hærra en leyfilegt er samkvæmt núgildandi íslenskum reglum.

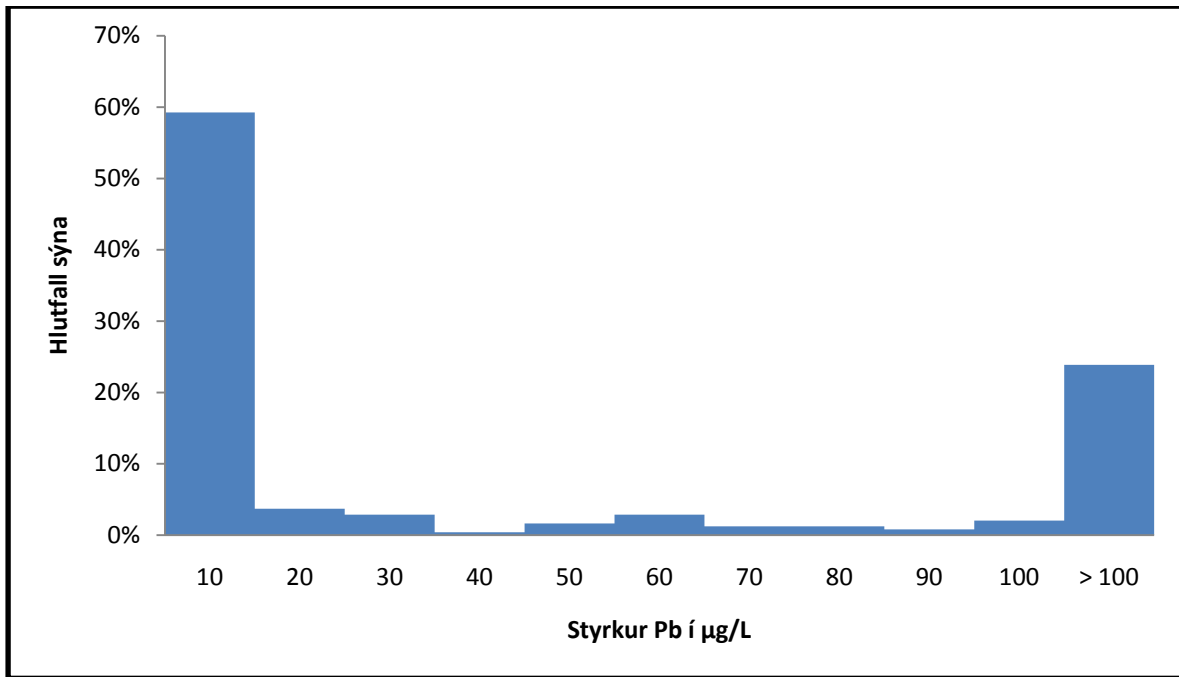


Mynd 5-3: Kort af Ásbrú eða herstöðinni, á myndina vantar Flugstöð Leifs Eiríkssonar

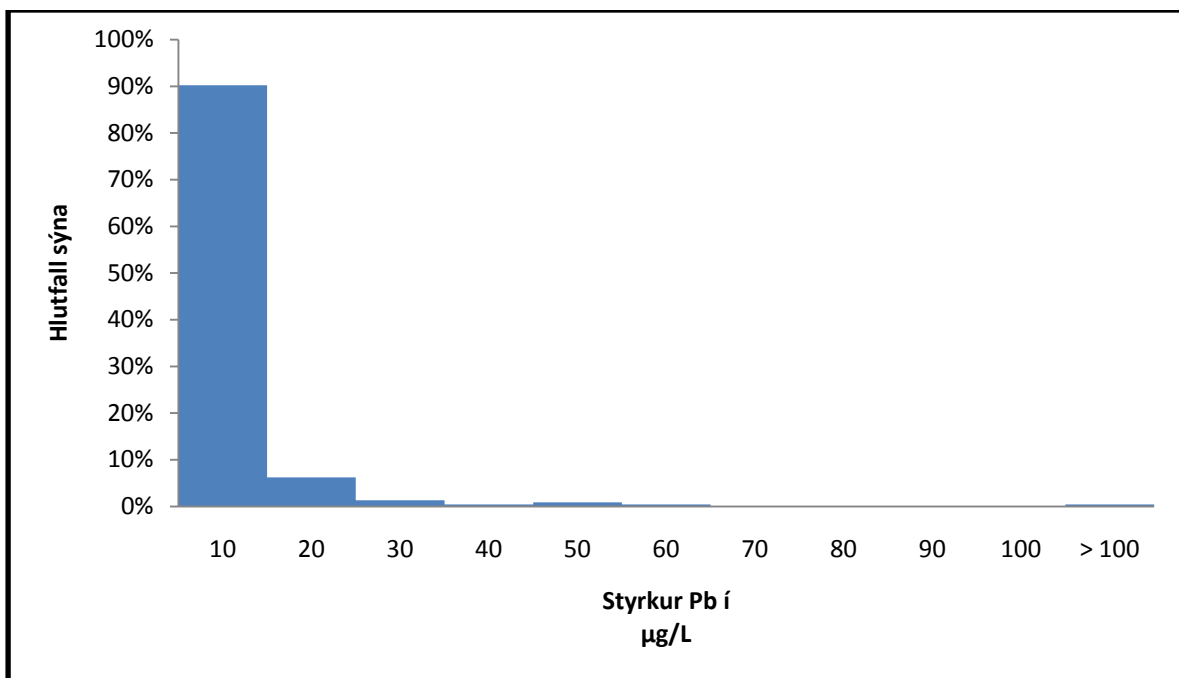
Blyinnihald vatns á herstöðinni eftir mótvægisáðgerðir

Eftir að mælingar höfðu sýnt að styrkur blýs var svo mikill sem raun bar vitni á herstöðinni, var gripið til mótvægisáðgerða. Þær fólu meðal annars í sér að blanda tæringarverjandi efni í vatnið sem átti að koma í veg fyrir útleysingu blýs úr leiðslunum. Efnið sem var notað heitir zink orthophosphat (ZOP). Mynd 5-5 á næstu síðu sýnir hvernig blýmengunin minnkaði eftir íblöndun ZOP. Hlutfallið breyttist frá því að vera tæplega 50% í 90% sýna sem mældust undir heilsuverndarmörkum, 10 µg/L.

Um hálfu ári eftir að herstöðin lokaði, var hætt að blanda ZOP í vatnið (Ragnar Darri Hall, 2009).



Mynd 5-4: Yfirlit yfir blýstyrk í sýnum sem voru tekin í 1100 hverfi á tímabilinu janúar – mars 1999, áður en farið var að blanda ZOP í vatnið. N=243.



Mynd 5-5: Yfirlit yfir blýstyrk í sýnum sem voru tekin í 1100 hverfi eftir að farið var að blanda ZOP í vatnið, sýnin voru tekin á tímabilinu júní – desember 1999. N=225.

5.3 Efnamælingar 2009

5.3.1 Yfirlit yfir rannsóknarsvæðin

Í heildina voru tekin 32 sýni, 8 sýni á hverju rannsóknarsvæði. Í töflu 5.3 eru meðaltöl af niðurstöðum **allra** efnamælinga fyrir blý, járn og kopar tekin saman fyrir hvert svæði. Meðaltölin endurspeglu því bæði vatnssýni úr staðfestum eirlögnum með blýlódningum og svo öðrum viðmiðunarlögnum og óstaðfestum eirlögnum. Nánari upplýsingar um niðurstöður fyrir hvert svæði er að finna í umfjöllun um hvert svæði fyrir sig í næstu köflum. Talsverður munur er á hæstu og lægstu gildum innan hvers sýnatökusvæðis og tiltölulega fá sýni frá hverjum stað skýra há staðalfrávik.

Tafla 5.3: Samantekt á öllum niðurstöðum efnagreininga á neysluvatni í fjórum byggðakjörnum á SV-Íslandi, vor og haust 2009.

Vatns- veita	Byggðakjarni	Efnastyrkur - µg/L						# sýna
		Pb		Fe		Cu		
		Meðal tal	Staðal frávik	Meðal tal	Staðal frávik	Meðal tal	Staðal frávik	
HS	Ásbrú	1,6	1,4	57	57	29	16	8
HS	Rn.b. og Sandg.	*0,6	1,7	169	186	*26	27	8
OR	Grundarfjörður	1,8	0,9	38	9	822	391	8
OR	Reykjavík	<0,3		86	17	91	140	8

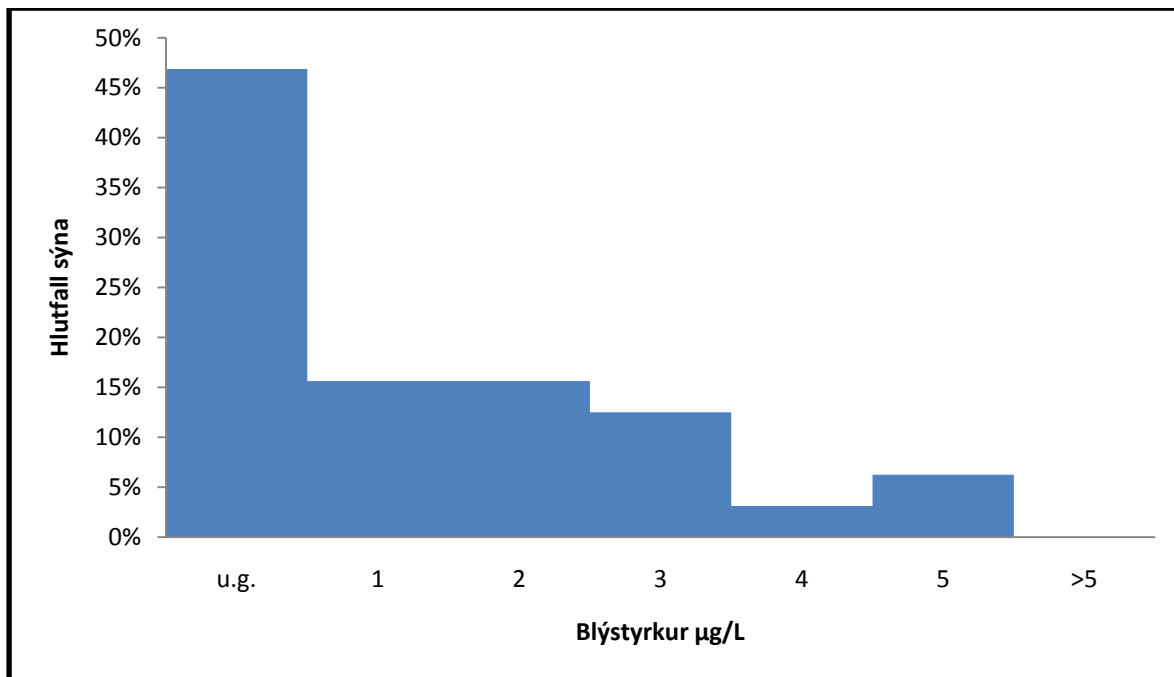
S = staðalfrávik, sjá kafla 3.5.

*) Við tölfraeðiútreikning fyrir blý og kopar í Reykjanesbæ og Sandgerði var notast við gildi sem nam hálfum greiningarmörkum í þeim tilfellum sem mæligildi var undir greiningarmörkum.

Samkvæmt töflu 5.3, sést að meðalblýstyrkur í neysluvatni mældist hvergi yfir heilsuverndarmörkum á rannsóknarsvæðunum, það er 10 µg/L. sem sett eru í reglugerð um neysluvatn, mesti styrkur á blýi mældist í Grunnskólanum á Sandgerði, 4,8 µg/L sem er tæplega helmingur af leyfilegum styrk (sjá nánar í kafla 5.5). Á mynd 5-6 má sjá dreifingu sýna eftir blýstyrk. Þar sést að tæplega helmingur sýna mældist með blýstyrk undir greiningarmörkum ICP-MS.

Styrkur kopars var nokkuð mikill í sýnum sem tekin voru á Grundarfirði, hæsta gildið er þó undir heilsuverndarmörkum íslensku reglugerðarinnar um neysluvatn sem er 2.000 µg/L. Kopar getur haft áhrif á lit og bragð vatns en ætti ekki að vera hættulegt heilsu manna í þeim styrkleika sem mældist á Grundarfirði (World Health Organization, 2006).

Járn mældist einu sinni yfir hámarksörkum reglugerðar um neysluvatn og einu sinni var það rétt við mörkin sem eru 200 µg/L. Járn í þessum styrkleika er ekki talið eitrad eða hættulegt heilsu manna, heldur tengjast áhyggjur manna af öllu frekar útliti og bragði vatnsins (World Health Organization, 2006).



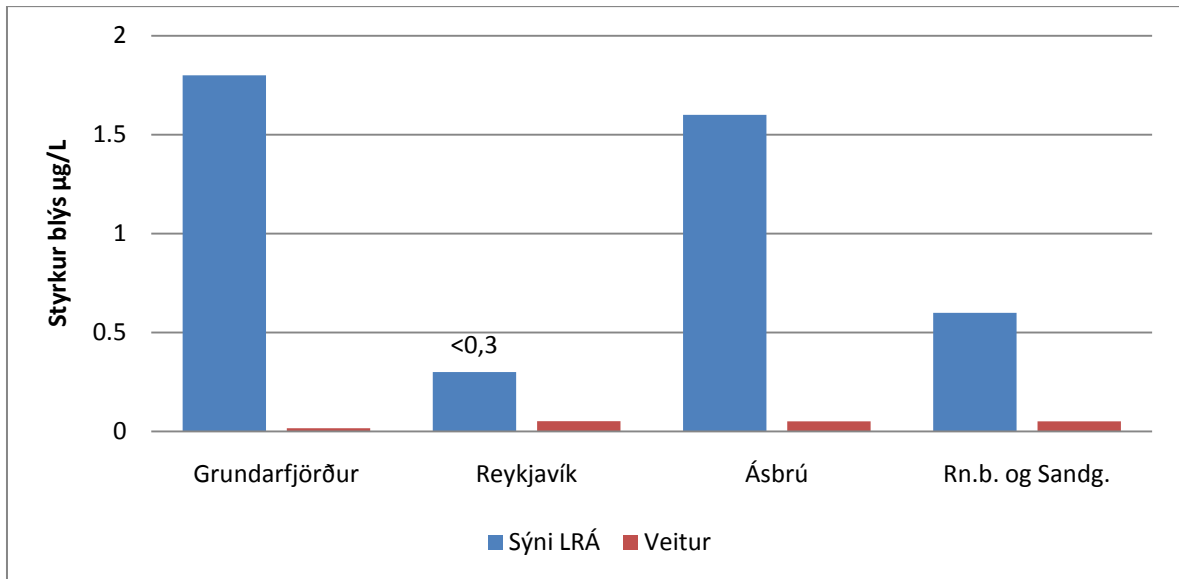
Mynd 5-6: Dreifing blýstyrks í sýnum tekin á fjórum rannsóknarsvæðum árið 2009. U.g. = undir greiningarmörkum. N=32.

Það vekur athygli þegar styrkur málmanna blýs, kopars og járns í veituvatninu sem gefið er upp í töflu 4.1 í kafla 4.1.1 er borin saman við meðaltöl sömu máлма töflu 5.3 að styrkur þessara máлма er miklu hærri í sýnum sem eru tekin í þessari rannsókn en í sýnum sem eru tekin við vatnsbólun.

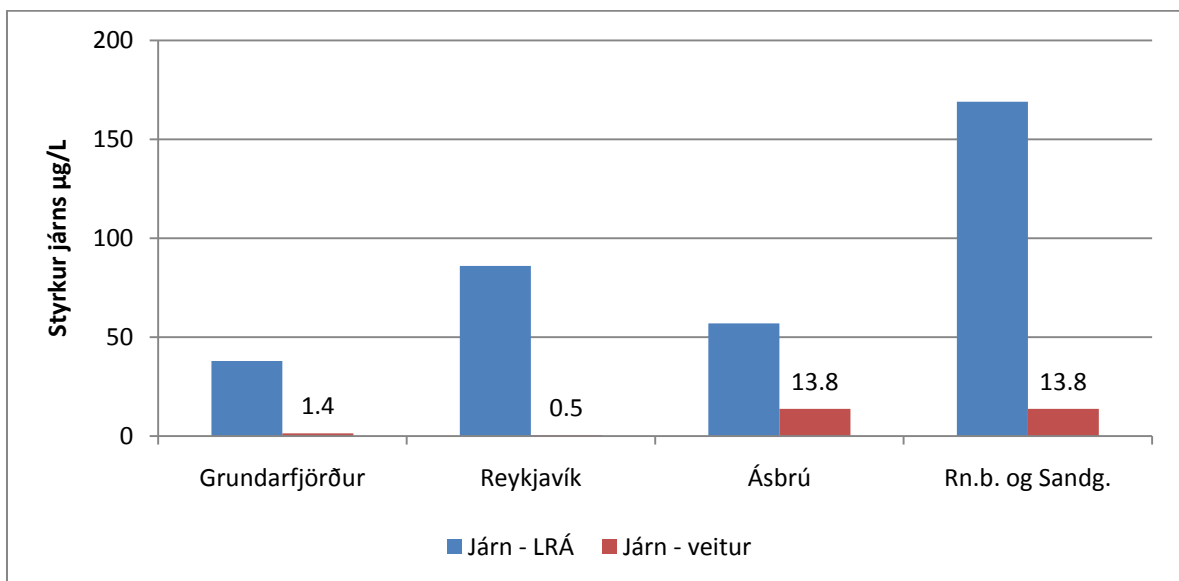
Samanburður á styrk blýs og járns annars vegar í sýnum sem mældur er í sýnum sem tekin eru við vatnsból (upplýsingar frá OR og HES) og hins vegar í sýnum sem tekin voru í þessari rannsókn er sýndur í næstu tveimur myndum en þar sem að munur á kopar í veitusýnum og rannsóknarsýnum var það mikill, í sumum tilvikum meira en 1000 faldur, er samanburðurinn ekki sýndur á mynd.

Eins og sést á mynd 5-7, þá er meðalstyrkur blýs í því vatni sem tekið er úr krana hjá neytendum umtalsvert meiri en styrkur blýs í vatninu við vatnsbólun, tildæmis er þessi munur um það bil 100 faldur á Grundarfirði. Á mynd 5-8 sést að munur á járnstyrk í sýnum frá vatnsbólum og í sýnum úr þessari rannsókn er einnig umtalsverður, í Reykjavík annars vegar og Reykjanesbæ og Sandgerði hins vegar er þessi munur um það bil 10 faldur.

Með hliðsjón af þessum myndum er ljóst að upplýsingar um efnainnihald vatns sem gefið er upp í umhverfisskýrslum OR og óbirtum gögnum frá HES, gefa ef til vill ekki raunsanna mynd af efnainnihaldi þess vatns sem rennur í glös neytenda. Því er mikilvægt að færa eftirlit með heildarefnainnihaldi vatns nær neytendum en nú er gert og birta niðurstöður þeirra greininga á aðgengilegum stað, t.d. á Netinu, hjá heilbrigðiseftirlitum viðkomandi sveitarfélaga og/eða hjá vatnsveitum. Sjá nánar umfjöllun um eftirlit og upplýsingaskyldu í kafla 5.9.



Mynd 5-7: Samanburður á blýstyrk við vatnsból og í neysluvatni lagna á rannsóknarsvæðum (sýni LRÁ) – heimildir: (Orkuveita Reykjavíkur, 2009) og (Ásmundur E. Þorkelsson, 2009).



Mynd 5-8: Samanburður á styrk járns við vatnsból og í neysluvatni lagna á rannsóknarsvæðum (sýni LRÁ) – heimildir: (Orkuveita Reykjavíkur, 2009) og (Ásmundur E. Þorkelsson, 2009).

5.4 Ásbrú

Eins og áður hefur komið fram voru tekin 8 sýni á veitusvæði vatnsveitu Ásbrúar, sjá töflu 5.4, sjá nánar um staðsetningu húsa á bak við hvert sýni í viðauka D. Sýni LRA-01 var tekið í Flugstöð Leifs Eiríkssonar á sama sýnatökustað og Heilbrigðiseftirlit Suðurnesja notar til að mæla gæði neysluvatns á Ásbrú. Var sýnið tekið með fyrstu bunu aðferð áður en starfsemi hófst í eldhúsinu að morgni sýnatökudags.

Tafla 5.4: Niðurstöður mælinga á sýnum frá Ásbrú.

Efnamælingar 2009 - µg/L			Samantekt á Pb mælingum frá 1999	
Sýni númer	Pb	Fe	Cu	
LRA-01 ^{*)}	0,76	41	^{**) 2,03}	
LRA-02	0,43	35	22	
LRA-03	2,82	38	16	
LRA-04	0,51	35	42	
LRA-05	4,22	42	25	
LRA-06	0,33	198	30	
LRA-07	1,07	35	42	
LRA-08	2,55	35	54	
Meðaltal	1,4	57,31	33	257
Staðalfrávik	1,5	57,02	13	1052
Fervik	2,1	3250	177	1.107.051.
Fjöldi sýna í útreikningum:	7	8	7	243

*) Viðmiðunarsýni á stað þar sem ekki var notað blýblandað tin og þar með ekki tekið með í tölfraðigreiningu fyrir blý.

**) Þar sem leiðslur á sýnatökustað LRA-01 innihéldu ekki kopar, var mælingu á styrk kopars einnig sleppt úr meðaltalinu í þessari töflu.

Það vekur einnig athygli að styrkur blýs í Flugstöð Leifs Eiríkssonar er ekki markvert lægri en meðaltal blýstyrks í sýnum LRA-02 til -08, þrátt fyrir að það sýni hafi verið tekið úr leiðslum sem ekki áttu að innihalda blý. Hugsanlega má rekja blýinnihald í vatninu til blöndunartækis, stopploka undir vaski eða til eldri lagna í flugstöðinni. Ath að flugstöðin er byggð í áföngum frá 1986 en sýnatökustaðurinn var í þeim hluta byggingarinnar sem var lokið við að byggja árið 2006.

Sýni merkt LRA-06 sker sig nokkuð úr, bæði hvað varðar styrk á blýi og járn, þó að það sé tekið í húsi sem er af sömu gerð og byggt á sama tíma og húsin sem sýni LRA-02, -04, og -06 til -08 eru tekin í. Ekki liggur fyrir skýring á þessum niðurstöðum, líklegt er að hennar sé að leita í frágangi á samskeytum þar sem stál- og koparlögn snertast, slík snerting getur valdið galvanískri tæringu á milli þessara málma. Í kafla 5.8.2 er fjallað nánar um hugsanlegt samband á milli blý- og járnstyrks.

5.5 Reykjanesbær og Sandgerði

Niðurstöður mælinga á styrk blýs, járn og kopars í sýnum úr Reykjanesbæ eru sýndar í töflu 5.6, sjá nánar í um staðsetningu sýna í viðauka D. Niðurstöðurnar vekja athygli fyrir nokkrar sakir. Fyrir það fyrsta mælist blý hvergi í sýnum sem voru tekin í Reykjanesbæ en vottur af blýi mældist í tveimur sýnum sem voru tekin í Grunnskólanum í Sandgerði. Í annan stað, þá mælist járn yfirleitt frekar hátt miðað við það sem mældist á Ásbrú, meðaltalið er ríflega 4 sinnum hærra í Keflavík og Sandgerði en á Ásbrú þó svo að vatnið í þessum veitum sé allt af sama uppruna. Ekki var skoðað sérstaklega hvað gæti valdið

Þessum mikla mun á járnstyrk í þessum veitum en að öllum líkindum má rekja hann til þess að á Ásbrú tíðkaðist að láta eirlagnir ná út fyrir grunn húsanna og tengjast við heimæð eða dreifilögn í jörðu fyrir utan hús (Jón Vilhelm Pálsson, munnleg heimild 25. maí 2010) en á öðrum rannsóknarsvæðum ná eirlagnir í þeim húsum sem voru skoðuð ekki niður fyrir gólfplötu. Hugsanlega hefur einnig verið munur á frágangi tenginga á Ásbrú og öðrum rannsóknarsvæðum, þar sem eirlagnir og stállagnir mætast.

Það veur athygli að styrkur járn í sýnum LRA-21-25 frá Reykjanesbæ er alls staðar yfir 100 µg/L. Einnig veur athygli að styrkur kopars er lítill í sömu sýnum (nema LRA-23) og hann dettur jafnvel undir greiningarmörk í sýni LRA-24 þar sem styrkur járn er lang mestur.

Það veur einnig athygli að blý skyldi mælast í Grunnskólanum í Sandgerði (sýni LRA-27 og LRA-28) þrátt fyrir að við skoðun á lóðningum sem þar sáust, greindist ekkert blý í tininu. Þetta blý gæti því átt uppruna sinn í blöndunartækjum, lokum eða öðrum tengistykkjum. Ekki er líklegt að blýið sé upprunið úr veitukerfi bæjarins, því þá hefðu bæði sýnin sem tekin voru í skólanum átt að gefa svipaðar niðurstöður.

Samkvæmt niðurstöðum tölfræðisamanburðar með t-prófun eins og lýst er í kafla 3.5 er ekki marktækur munur á blýstyrk í vatni í sýnum frá Ásbrú og Reykjanesbæ ef Sandgerði er haft með í samanburðinum en ef Ásbrú er borin saman við Reykjanesbæ án Sandgerðis er hægt að tala um markverðan mun, miðað við 95% öryggismörk eða $\alpha = 0,05$.

Tafla 5.5: Niðurstöður mælinga á sýnum frá Reykjanesbæ og Sandgerði árið 2009.

Sýni nr..	Efnamælingar 2009 µg/L		
	Pb	Fe	Cu
LRA-21 [†]	< 0,05	160	10
LRA-22 [†]	< 0,05	101	4
LRA-23 [†]	< 0,05	101	84
LRA-24 [†]	< 0,05	625	< 0,05
LRA-25 [†]	< 0,05	100	11
LRA-26 ^{†*}	< 0,05	88	37
LRA-27	4,8	90	34
LRA-28	0,1	90	28
Meðaltal [*]	0,7	169	26
Staðalfrávik	1,8	186	27
Fervik	3,3	34.465	740
Fjöldi sýna í útreikningum	7	8	8

^{*}) Viðmiðunarsýni á stað þar sem ekki var notað blýblandað tin og þar með ekki tekið með í tölfræðigreiningu fyrir blý.

[†]) Við tölfræðigreiningu var notast við helmingsgildi greiningarmarka, þar sem sýni mældust undir greiningarmörkum.

5.6 Grundarfjörður

Niðurstöður efnamælinga á Grundarfirði eru birtar í töflu 5.7, nánari upplýsingar um sýnatökustaði er að finna í viðauka D. Líkt og á Ásbrú, greindist vottur af blýi í öllum sýnum sem tekin voru á Grundarfirði, jafnvel sýnum þar sem ekki var notað blýblandað tin. Dreifingin á blýstyrk er nokkuð jöfn og staðalfrávik og staðalskekkja því lægri en á öðrum rannsóknarsvæðum.

Miðað við Reykjanesbæ, Sandgerði og Reykjavík var styrkur járn frekar lítill á Grundarfirði en aftur á móti mjög sambærilegur við járnstyrkinn á Ásbrú. Í því samhengi er einnig athyglisvert að blý mældist í öllum 8 sýnunum, slíkt gerðist aðeins á Grundarfirði og Ásbrú í þessari rannsókn. Þessar niðurstöður eru í samræmi við vangaveltur Bergs Sigfússonar í kafla 1.3, þ.e. að lítill styrkur járn býður ekki upp á möguleikann á aðsogs blýs á járnútfellingar.

Það vekur sérstaka athygli hve styrkur kopars í sýnunum frá Grundarfirði var mikill (115 – 1438 µg/L). Meðalstyrkur kopars á Grundarfirði er því tæplega 10 sinnum meiri en í Reykjavík og meira en 20 sinnum meiri en á rannsóknarsvæðunum á Suðurnesjum. Eitthvað við eiginleika vatnsins á Grundarfirði gerir það að verkum að kopar leysist auðveldlega úr leiðslunum en blýið ekki.

Tafla 5.6: Niðurstöður mælinga á sýnum frá Grundarfirði.

Sýni númer	Efnamælingar 2009 µg/L		
	Pb	Fe	Cu
LRA-11	2,0	55,7	115
LRA-12	1,1	34,7	1438
LRA-13	1,6	35,5	762
LRA-14	1,0	32,8	619
LRA-15	3,7	51,2	1046
LRA-16	2,2	32,3	750
LRA-17*	1,7	31,8	730
LRA-18*	1,2	32,9	1112
Meðaltal	1,9	38,4	822
Staðalfrávik	1,0	9,5	391
Fervik	1,0	90	153.183
Fjöldi sýna í tölfræði:	6	8	8

*) Sýni tekin á stöðum sem ekki höfðu blýblandað tin, mæligildi fyrir blý úr þessum sýnum eru ekki tekin með í tölfræðireikninga fyrir blý.

Líkt og á Ásbrú, reyndist ekki markverður munur á blýstyrk í sýnum sem voru tekin í húsum með blýblönduðu tini (LRA-11-16) og húsum sem ekki höfðu blýblandað tin (LRA-17 og -18) og í því samhengi má rifja upp að hæsti blýstyrkurinn sem mældist í þessu rannsóknarverkefni var í Sandgerði þar sem ekki fannst heldur blýblandað tin. Því er freistandi draga þá ályktun að notkun blýblandaðs tins á þessum rannsóknarsvæðum hafi ekki aukið hættu á blýmengun í vatni umfram önnur pípulagningarefni sem innihalda blý.

5.7 Reykjavík

Eins og kom fram í kafla 5.1 þá reyndist erfitt að finna vatnslagnir með blýlódningum í Reykjavík (sjá nánar Viðauka D). En sýni sem var mælt með LeadCheck® Aqua (LCA) skyndiprófi frá Ljósheimum 14-18 gaf til kynna að blýmengun væri í neysluvatni í þeirri íbúðarblokk (sjá nánar um LeadCheck® Aqua í viðauka B). Af þeim sökum var ákveðið að taka eitt viðmiðunarsýni í íbúð þar sem búið var að skipta út eirlögnum og eitt skolað sýni í kjölfar hefðbundins fyrstu bunu sýni þar sem eirlögn var með blýblönduðu tini til að ganga úr skugga um hvort hin meinta blýmengun væri tilkomin úr eirlögnum með blýblönduðu tini í íbúðinni eða úr dreifikerfi borgarinnar.

En eins og niðurstöður efnamælinga í töflu 5.8 gefa til kynna, þá var styrkur blýs alls staðar undir greiningarmörkum á þeim 8 stöðum sem sýni voru tekin í Reykjavík, meira að segja í Ljósheimum 14-18.

Tafla 5.7: Niðurstöður mælinga á sýnum frá Reykjavík.

Sýni númer	Efnamælingar 2009 µg/L		
	Pb	Fe	Cu
LRA-31 [†]	<0,3	78	82
LRA-32	<0,3	88	104
LRA-33	<0,3	91	418
LRA-34	<0,3	92	110
LRA-35*	<0,3	74	1,6
LRA-36 ^{††}	<0,3	123	7
LRA-37 ^{††}	<0,3	70	4
LRA-38 ^{††}	<0,3	74	5
Meðaltal	<0,3	86	92
Staðalfrávik	0	17	140
Fervik	0	287	19.691
Vikmörk	0	14,15	117
Fjöldi sýna í tölfraði	Á ekki við	8	7

*[†] Viðmiðunarsýni tekið á stað þar sem öruggt var að ekki var notað blýblandað tin. Lögnin innihélt heldur ekki kopar og því er henni einnig sleppt úr tölfraði fyrir kopar.

[†] LeadCheck® Aqua gaf til kynna að á þessum stað gæti verið blýmengun.

^{††} Ekki tókst að staðfesta tegund neysluvatnslagna á þessum sýnatökustöðum

Það vekur athygli að styrkur kopars mælist mjög lítill sýnum LRA-36-38, hugsanlegt er að kaldavatnslagnir þessara húsa séu því ekki úr eir eins og húseigendur álitu. Þess ber að geta að hvergi sást í kaldavatnslagnir í þessum húsum og byggðust upplýsingar því alfarið á upplýsingum frá húseigendum og/eða á ábendingum frá starfsmanni hjá byggingafulltrúa Reykjavíkur.

Sýni LRA-34 var skolað sýni sem var tekið samhliða hefðbundnu fyrstu bunu sýni (LRA-33). Blý var undir greiningarmörkum í báðum þessum sýnum og enginn munur járninnihaldi í þessum tveimur sýnum. Hins vegar mælist fjórfallt lægra kopar magn í skolaða sýninu heldur en því hefðbundna, sem kemur ekki á óvart þar sem skolaða sýnið er

vatn sem hefur verið láta renna lengi áður en sýnið var tekið og hefur þannig aðeins haft örskots viðveru í húsalögninni sem var úr eir. Það sem vekur hins vegar athygli er hversu hár styrkur kopars var í skolaða sýninu, þ.e. 110 µg/L, miðað við það en koparmagn í sem gefið er upp í umhverfisskýrslu OR (Orkuveita Reykjavíkur, 2009). Þar kemur fram að styrkur kopars við vatnsból var undir greiningarmörkum (<0,1 µg/L) við vatnsból en 0,11 – 0,177 µg/L í stofnlögnum. Þetta gefur til kynna að efnagreiningar í vatnsbólum eða stofnlögnum er ekki lýsandi fyrir vatn sem OR afhendir í hús, og því er mikilvægt að hafa þær greiningar sem vatnsveitur eða heilbrigðiseftirlit gera á vatni í dreifikerfinu aðgengilegri fyrir almenning svo hann geti gert sér betur grein fyrir gæðum þess vatns sem hann neytir.

Í Ljósheimum 14-18 ganga stofnlagnir upp á milli hæða í blokkinni sem eru úr stáli og út frá þeim kvíslast eirlagnir (þar sem ekki er búið að skipta um lagnir) inn í íbúðirnar. Samkvæmt upplýsingum á Borgarvefsjá Reykjavíkur þá er heimæð úr plasti og dreifiæð í götu úr potti (Borgarvefsjá, 2010). Þetta sýni undirstrikar enn og aftur það sem fjallað er um í kafla 5.3 og 5.9 að efnagreiningar sem gerðar eru á vatni við vatnsból eða við stofnæðar endurspeglar ekki vatn sem búið er að seytla um flókin dreifikerfi sveitarfélaga.

5.8 Tölfræðilegur samanburður niðurstaðna

5.8.1 Samanburður á blýmælingum á Ásbrú 1999 og 2009

Ef borinn er saman meðal blýstyrkur frá í sýnum frá 1999 sem tekin eru fyrir íblöndun ZOP og 2009 sem sýndur er í töflu 5.4 sést að munurinn er mjög mikill eða tæplega 200 faldur (184x). Í töflu 5.5 eru síðan bornar saman mælingar á einstöku sýnum frá mars 1999, áður en byrjað var að blanda ZOP í vatnið og júní 2009 sem eru tekin á sömu sýnatökustöðum og með sömu sýnatökuaðferð bæði árin, þar sést að munurinn á blýstyrk er jafnvel enn meiri en meðaltalið gefur til kynna eða allt að 3000 faldur. Líklegasta skýringin á þessum mikla mun er sú að árið 1999 var vatnið meðhöndlað með klór og flúor en ekki árið 2009, sjá kafla 1.3. Ekki tókst að finna vísindagreinar eða skýrslur þar sem fjallað er um jafn alvarleg tilfelli blýmengunar og greindust í neysluvatninu á Keflavíkurflugvelli fyrir íblöndun ZOP árið 1999. Ekki tókst heldur að finna greinar eða skýrslur þar sem fjallað er til dæmis um blýmengun í neysluvatni fyrir og eftir íblöndun varnarefna, s.s. klórs eða flúors í veitukerfi líkt og hér hefur gefist tækifæri til að gera.

Ljóst er út frá þessum niðurstöðum að komi einhvern tíma til greina í framtíðinni að meðhöndla vatn hér á landi með sóttverjandi efnum eða blanda flúor í vatnið með tannverndarsjónarmið í huga, verður að stíga þau skref mjög varlega.

Tafla 5.8: Samanburður á blýmagnni í neysluvatni í sýnum sem tekin voru á sömu stöðum við Skógarbraut á Ásbrú í Reykjanesbæ árin 1999 (fyrir íblöndun ZOP) og 2009.

Staður (bygging, stígagangur og íbúð)	Mars 1999 ($\mu\text{g/L}$)	Júní 2009 ($\mu\text{g/L}$)
1108-1H1A	56	0,51
1107-1G1A	27	0,33
1104-1D1A	311	1,07
1114-2S (samverurými)	8.256	2,55
Hæsta gildi sem mældist í hverfinu	11.912	2,55

5.8.2 Samanburður á blýmælingum í Reykjavík og á Grundarfirði

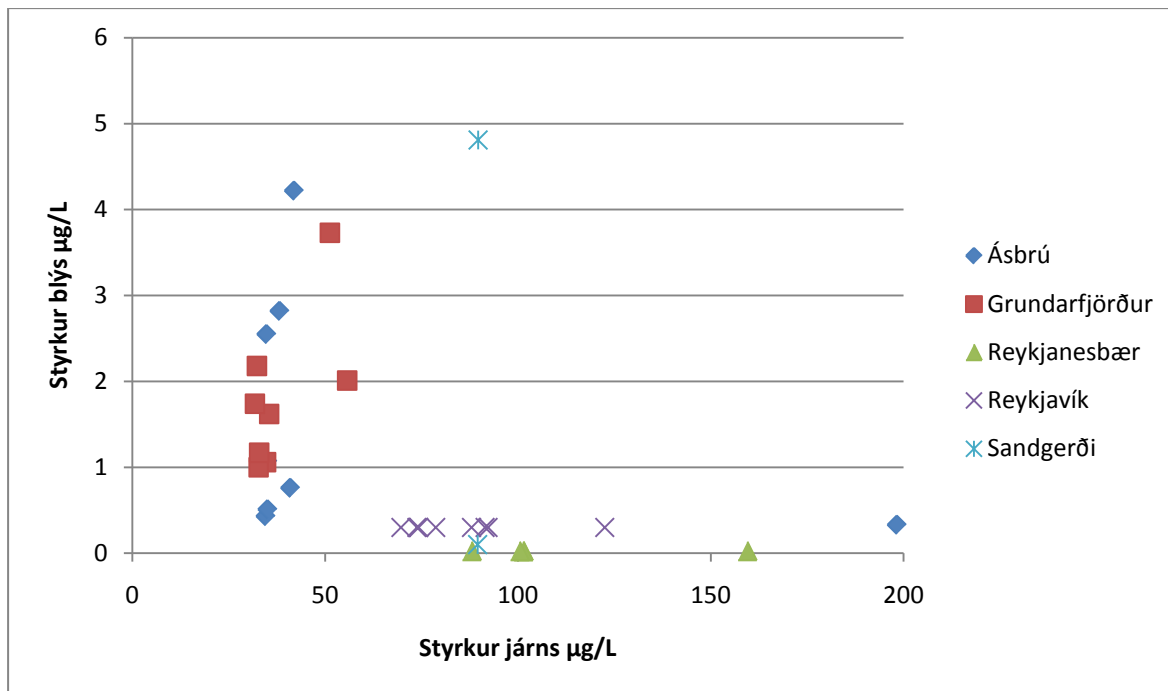
Samkvæmt rannsóknum er meiri hætta á að blýmengun myndist í vatni sem er með lágt sýrustig en hátt, leysni blýs í vatni sem er með pH 7 er um það bil 10x meiri en í vatni sem er með sýrustig í kringum pH 9 (Michael R. Schock, 1990). Sýrustig vatns í Reykjavík er á bilinu pH 8,95 – pH 9,05 við vatnsból en pH 6,95 við vatnsból í Grundarfirði.

Samkvæmt t-prófi fyrir ólík ferveik er markverður munur á meðaltölum mælinga í Reykjavík og Grundarfirði miðað við $\alpha = 0,05$ og gefið er að styrkur blýs í Reykjavík sé helmingur af greiningarmörkum. Líklega má skýra þann mun út frá mismunandi sýrustigi vatnsins og eru þær niðurstöður því í samræmi við væntingar út frá rannsóknum Michaels R. Schock (1990). Ef meðalblýstyrkur á Grundarfirði er $1,9 \mu\text{g/L}$ þá hefði samkvæmt síðustu efnisgrein, meðalblýstyrkur í Reykjavík átt að vera nærri $0,19 \mu\text{g/L}$ út frá mun á sýrustigi vatnsins (10x meiri leysni blýs við pH 7 en pH 9).

5.8.3 Samband járnstyrks og blýstyrks.

Það veur nokkra athygli hve styrkur járnns í sýnunum sem tekin voru, reyndist mjög breytilegur á milli rannsóknarsvæða. Þegar sýrustig vatns er hærra en 7, getur uppleyst járn hvarfast við OH^- jónir í vatninu og fallið út sem $\text{Fe}(\text{OH})_3$. Miðað við ábendingar Bergs Sigfússonar sem getið er um í kafla 1.3, geta járnútfellingar í rörunum gert það að verkum að blý sem e.t.v. losnar úr pípulögnum, aðsogast (adsorbes) á járníð jafnóðum og það fellur úr lausninni – og nær því ekki að byggja upp mælanlegan mikinn styrk í vatninu.

Samkvæmt t-prófi fyrir ólík ferveik er hvorki marktækur munur á járnstyrk annars vegar né blýstyrk hins vegar á Grundarfirði og Ásbrú miðað við 95% öryggismörk eða $\alpha = 0,05$, enda ef mynd 5-9 er skoðuð, sést að punktar fyrir þessi svæði falla nokkuð vel saman. Einnig veur athygli ef mynd 5-9 er skoðuð nánar, að þar sem járnstyrkur um það bil $60 \mu\text{g/L}$ eða hærri mælist blý alls staðar undir greiningarmörkum, nema í Sandgerði.



Mynd 5-9: Samanburður á blý- og járnstyrk á rannsóknarsvæðum. Á myndina vantar einn punkt frá Reykjanesbæ, þar sem styrkur járns var 625 µg/L en styrkur blýs 0,33 µg/L.

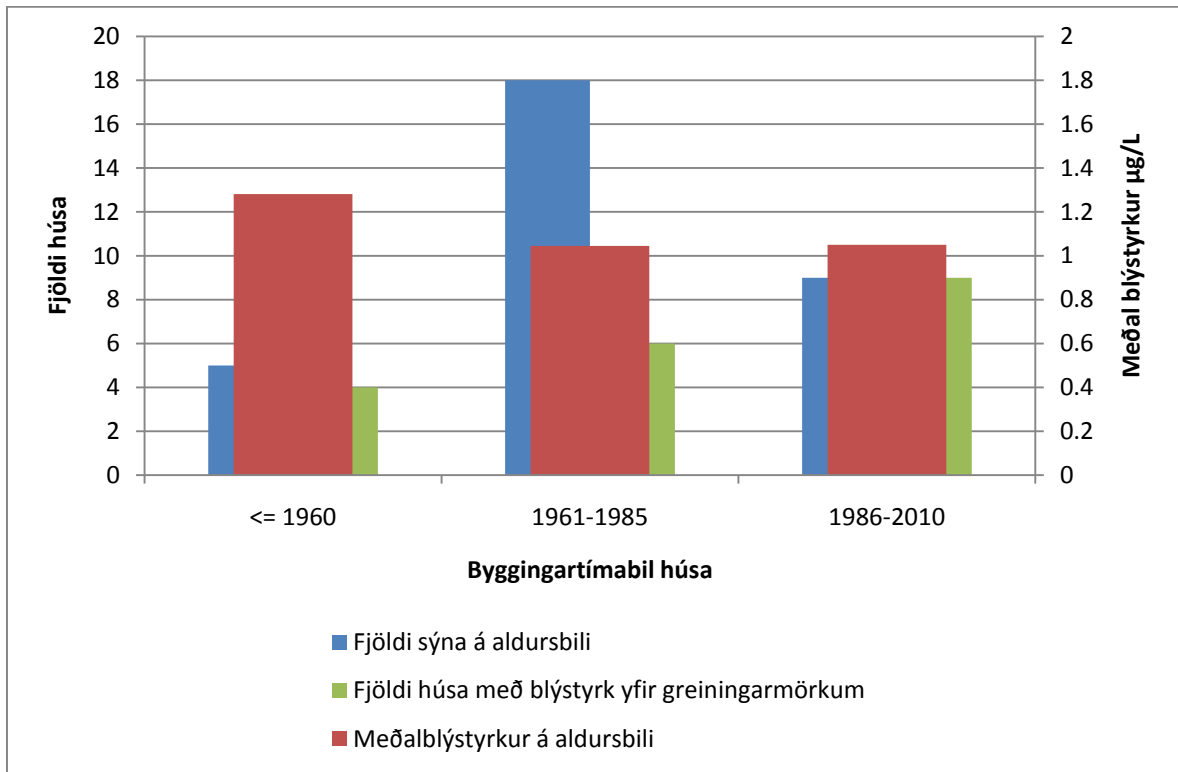
5.8.4 Samband á milli blýstyrks og $\text{Cl}^-/\text{SO}_4^{2-}$ massahlutfalls

$\text{Cl}^-/\text{SO}_4^{2-}$ massahlutfall í vatni við vatnsból er á bilinu 4,65 – 7,66 í þeim veitum sem voru rannsakaðar í þessu verkefni (sjá töflu 4.1 í kafla 4.1.1). Þar sem þetta massahlutfall er um eða yfir 10 sinnum hærra en viðmiðunarhlutfallið 0,58 sem skilgreint er af Edwards o.fl (1999) sem öruggt hlutfall, þá hefði mátt búast við nokkuð hærri blýmengun á þessum veitusvæðum (sjá kafla 1.3). Aftur á móti ef kenning þeirra er sett í samhengi við niðurstöður blýmælinga á herstöðinni á Keflavíkurlugvelli áður en ZOP var blandað í vatnið árið 1999, þá stemmir kenning þeirra ef til vill mun betur, miðað við hið háa hlutfall sem minnst er á hér að ofan. Eins og kemur fram í töflu 5.4 var meðalstyrkur blýs í 1100 hverfinu á herstöðinni 257 µg/L í mælingum sem voru gerðar árið 1999 áður en ZOP var blandað í vatnið. Samkvæmt þessu má því ef til vill draga þá ályktun að kenning þeirra eigi við veitukerfi þar sem vatn er meðhöndlað með klór og/eða flúor en eigi ekki við veitukerfi með ómeðhöndluðu vatni eins og tíðkast hér á landi.

5.8.5 Samanburður á aldri húsa og blýstyrk

Eins og kom fram í kafla 1.3, skiptir aldur húsa (þ.e. lagna) máli varðandi hættu á blýmengun. Á mynd 5-10 er gerður sammanburður á blýstyrk og aldri húsa sem skoðuð voru í þessari rannsókn. Einnig er gerður sammanburður á fjölda húsa innan hvers aldursbils sem blý greindist í. Tiltölulega lítill munur virðist vera á meðal blýstyrk eftir aldursbilum húsa sem borin eru saman á þessari mynd en aftur á móti vekur athygli að blý greindist í öllum húsum sem byggð voru á tímabilinu 1986-2010. Samkvæmt rannsóknum Kate o.fl. (2006), er mest hætta á losun blýs úr lagnaefnum úr Látuni, fyrstu vikurnar eftir að lögnin er tekin í notkun. Fleiri atriði er vert að skoða í tengslum við aldur húsa (lagna), t.d. myndun þéttra útfellinga innan á rörin, líkt og minnst er lauslega á í kafla 1.3. Samkvæmt því sem þar er ígrundað, þá geta ýmis efni myndað þéttar útfellingar með uppleystu áli sem berst með

neysluvatninu en þessi atburðarrás er ákaflega hæg. Hugsanlega kann það að vera að þessi meinta varnarhimna sé ekki orðin nógu þétt í yngstu húsunum sem voru skoðuð?



Mynd 5-10: Samanburður á aldri húsa og blýstyrk í sýnum frá öllum rannsóknarsvæðunum sem voru tekin árið 2009, N=32..

5.9 Framkvæmd á eftirliti með blýmengun á Íslandi

Í 12. gr., IV. kafla reglugerðar um neysluvatn segir að: „Heilbrigðisnefndir, undir yfirumsjón Hollustuverndar ríkisins (nú Matvælastofnun (MAST)), fara með eftirlit með ákvæðum þessarar reglugerðar...“. Í 12. grein er enn fremur kveðið nánar á um tíðni eftirlits og undanþágur frá þeim kröfum.

Í 13. gr. reglugerðarinnar segir einnig að „Um sýnatöku og meðferð vatnssýna skal fara eftir leiðbeiningum Hollustuverndar ríkisins um töku vatnssýna“. Ef leiðbeiningar Hollustuverndar ríkisins eru skoðaðar kemur eftirfarandi fram í kaflanum *Sýnataka á vatni*, um töku vatnssýnis úr kranavatni að fyrst skuli láta „vatn renna í um 1 mínútu eða þar til hitastig vatnsins er orðið stöðugt.“ Síðan segir í 6. lið leiðbeininganna: „Taka þarf u.þ.b. 4 lítra af vatni í mismunandi stærðir og gerðir af sýnatökuílátum ef mæla á vatn skv. heildarúttekt reglugerðar 536/2001, (tafla 2):“

Segjum sem svo að sverleiki eirneysluvatnslagnar sem sýni er tekið úr sé 1/2“ (hálf tommu lögn) eða 12 – 13 mm, má reikna með að hver metri af slíkri lögn innihaldi um 0,2 l af vatni, því má sjá að 4 lítrar af sýni spanna um 20 m af þannig lögn og við þetta bætist það sem var látið renna áður en sýnið er tekið, þá á vatnið að hafa runnið í um mínútu og samkvæmt lauslegri athugun skýrsluhöfundar á heimili sínu, renna um 6 lítrar af vatni úr

eldhúskrananum á 1 mínútu, það samsvarar um 30 m af lögn eins og getið var um hér að framan. Samkvæmt þessu gætu seinustu dropar þess sýnis sem tekið er samkvæmt leiðbeiningum MAST komið frá stað sem er í allt að 50 m frá sýnatökukrananum, miðað við sams konar lögn alla leið. (Nánari upplýsingar um rúmmál vatnslagna eftir þvermáli má sjá í töflu í viðauka E.)

Í a-lið 13.gr. reglugerðar um neysluvatn segir að taka eigi sýni „þar úr dreifikerfinu sem það er tiltækt notendum“. Sýni sem teygir sig allt að 50 m frá neyslukrana getur ekki gefið rétta mynd af því vatni sem er tiltækt neytendum.

Í sömu reglugerð segir í 15. grein um ábyrgð húseigenda og aðgerðir: „Ef niðurstaða greiningar vatnssýnis skv. a-lið 13. gr., er yfir hámarksgildi og rekja má orsakir þess til neysluvatnskerfis húss er það á ábyrgð húseigenda að grípa til nauðsynlegra aðgerða.“ Hér er einnig nokkuð óljóst hvað er átt við. Ef húseiganda grunar t.d. að vatn sé í ólagi í húsi sínu, hver á þá að bera kostnaðinn af því að rannsaka vatnið? Ljóst er að heildarefnagreining á einu vatnssýni getur verið mjög dýr og því ekki á færi allra einstaklinga að standa undir slíkum kostnaði.

Engar sérstakar kröfur eru í reglugerðinni um sérstakt eftirlit með blýi í neysluvatni umfram önnur efni sem ber að rannsaka. En væntanlegar breytingar á evrópsku tilskipuninni um neysluvatn ættu að skerpa á eftirliti með blýi (Dr Colin Hayes o.fl., 2009) og kafla 2.1.1.

Samkvæmt þeim upplýsingum sem aflað var í tengslum við þetta verkefni frá OR og HES er ljóst að eftirlit með neysluvatni er samkvæmt reglugerð 536/2001 og leiðbeiningum frá MAST – en reglugerðin og leiðbeiningarnar með henni mættu vera nákvæmari um framkvæmd eftirlitsins og tilgreina nánar um hvar hvernig eigi að taka vatnssýni þannig að það endurspegli betur það vatn sem er notendum tiltækt. Bæta þyrfti sérstökum leiðbeiningum um sýnatöku vegna eftirlits eða rannsókna á mengun frá málmum eins og blýi sem á upptök sína í lagnakerfum húsa, inn í leiðbeiningar Hollustuverndar um sýnatöku á vatni.

5.9.1 Upplýsingagjöf í tengslum við eftirlit með neysluvatni

Á heimasíðu MAST er hægt að sækja árskýrslur stofnunarinnar fyrir 2008 og 2009, en einu upplýsingar í þeim um neysluvatn lúta að heildarfjölda vatnsveitna á landinu á hverju ári en engar upplýsingar er að hafa um gæði neysluvatns í þessum vatnsveitum, hvorki í skýrslunni né annars staðar á heimasíðu MAST. Ef farið er inn á heimasíður heilbrigðiseftirlits þeirra veitusvæða sem voru skoðuð í þessari rannsókn, fannst heldur ekkert um niðurstöður eftirlits með neysluvatni. Þetta er hvorki í samræmi við reglugerð um neysluvatn né tilskipun ráðsins um gæði neysluvatns, þar sem skýrt er kveðið á um að stofnuninni beri að birta skýrslu um gæði neysluvatns í vatnsveitum á Íslandi.

Á heimasíðu OR er aftur á móti hægt að sækja ársskýrslur nokkur ár aftur í tímann, í þeim eru gefnar greinagóðar upplýsingar um heildarefnamælingar á neysluvatni á þeim veitusvæðum sem lúta stjórn OR. Gallinn við þær upplýsingar er aftur á móti sá að þær gefa upplýsingar um efnainnihald vatns við vatnsból, í stofnlögnum eða forðatönkum, þær sýna ekki hvernig ástand vatnsins er í dreifikerfinu sjálfu.

Eins og sýnt var fram á í kafla 5.7 um niðurstöður efnamælinga í Reykjavík, þá var tekið eitt svo kallað skolað sýni í Ljósheimum (LRA-34). Styrkur járns og kopars í því sýni var til að mynda mun hærri en styrkur sömu málma við vatnsból eða í stofnlögnum. Samkvæmt framangreindu má ætla að efnainnihald neysluvatns breytist verulega við það að renna um flókið dreifikerfi vatnsveitna og neytendur eiga rétt á því að fá upplýsingar um þessar efnabreytingar.

6. Ályktanir

Blýmengun í neysluvatni er algengt vandamál í nágrennalöndum okkar, blýmengun var einnig mikið vandamál á herstöðinni á Keflavíkurflugvelli sem nú er nefnd Ásbrú, þar var brugðist við vandamálinu með stöðugu eftirliti og íblöndun varnarefna í vatnið. Nokkru eftir að herstöðinni var lokað haustið 2006 var íblöndun varnarefna og stöðugu eftirliti með blýmengun hætt á svæðinu.

Þar sem blýmengun er hættuleg heilsu manna er mikilvægt að tryggja með markvissu opinberu eftirliti að neytendum stafi ekki hætta af slíkri mengun, slíku eftirliti er ekki fyrir að fara hér á landi. Uppruni blýmengunar er yfirleitt í neysluvatnslögnum húsa, þar af leiðandi dugir ekki að efnagreina vatn við vatnsból eða í dreifikerfum vatnsveitna, eftirlit með blýmengun kallar á sértækar rannsóknir sem taka mið af ástandi vatns sem hefur staðið kyrrt í neysluvatnslögnum húsa.

Fyrsta markmið rannsóknarinnar var að kanna hvort hætta væri á því að blýmengun mundi taka sig upp að nýju á Ásbrú eftir að íblöndun ZOP nokkrum mánuðum eftir að herstöðin lokaði haustið 2006.

Það lítur út fyrir að það hafi verið óhætt að hætta að blanda ZOP í vatnið á Ásbrú þrátt fyrir sögu um mikla blýmengun á þeim tíma sem þar var rekin herstöð. Virðist blýmengunin því hafa tengst því að klór og flúor var blandað í vatnið á Ásbrú á meðan herstöðin var starfrækt, þeirri íblöndun var hætt um leið og herstöðin lokaði.

- Líklegt er að klórur vatns sem hefur svipaða eiginleika og vatn á þeim rannsóknarsvæðum sem voru athuguð í þessu verkefni, auki verulega hættu á blýmengun í vatni. Því er vert fyrir vatnsveitur hér á landi að íhuga vandlega hvernig skuli staðið að sótthreinsun vatns, komi þær aðstæður upp hér á landi að nauðsynlegt verði að grípa til slíkra aðgerða. Samkvæmt væntanlegum breytingum á evrópsku tilskipuninni um neysluvatn, verður vatnsveitum gert að gera neyðaráætlanir til að tryggja örugga afhendingu neysluvatns, þar með talið aðgerðir til að sóttverja vatn.
- Með sömu rökum má leiða líkur að því að blöndun flúors í vatns t.d. vegna tannverndarsjónarmiða geti aukið hættu á blýmengun, komi slíkar aðgerðir einhvern tíma til álita hér á landi, þarf að huga vel að hliðaráhættum sem þær geta valdið, t.d. aukið hættu á blýmengun frá neysluvatnslögnum húsa.

Annað markmið þessarar rannsóknar var að kanna hvort blýmengun væri að finna í neysluvatni í öðrum byggðarkjörnum á SV-Íslandi þar sem eirlagnir væru lóðaðar saman með blýblönduðu tini, líkt og á Ásbrú.

Fyrir það fyrsta, þá reyndist almennt mjög erfitt að finna hús þar sem eirlagnir voru lagðar með sama hætti og á Ásbrú, það er með því að lóða þær saman með blýblönduðu tini. Utan Ásbrúar virtust pípulagningamenn frekar hafa notað blýlaust tin þegar eirlagnir voru lagðar. Í Reykjavík virðist sem hætt hafi verið að leggja eirlagnir upp úr 1970.

Samkvæmt þessari rannsókn virðist því ekki vera hættu á að blýmengun fari yfir 10 µg/L í neysluvatni í gömlum húsum með eirlögnum sem hafa verið lóðaðar saman með blýblönduðu tini. Einnig má segja að sú niðurstaða rannsóknarinnar að blý mældist hvergi yfir heilsuverndarmörkum (10 µg/L) gefi til kynna að á þessum fjórum rannsóknarsvæðum hafi notkun blýblandaðs tins ekki auki hættu á blýmengun í neysluvatni umfram önnur lagnaefni sem innihalda blý.

Þriðja markmiðið var að kanna hvort munur væri á blýmengun í neysluvatni á svæðum eftir sýrustigi vatnsins.

Marktækur munur virtist vera á blýmengun eftir sýrustigi vatnsins þar sem hún reyndist vera meiri á Grundarfirði, Sandgerði og Ásbrú þar sem sýrustig var á bilinu pH 6,95 – 7,35 en í Reykjavík þar sem sýrustigið var á bilinu pH 8,85 – 9,05. Athygli vakti þó að ekkert blý greindist í vatni í Reykjanesbæ þó svo að vatnið þar sé úr sama vatnsbólum og vatnið á Ásbrú og Sandgerði, sjá kafla 6.1.1.

Fjórða markmiðið var að rýna í lög og reglur um blýrannsóknir í neysluvatni hér á landi og hvernig þeim reglum er framfylgt á þeim veitusvæðum sem voru rannsökuð.

Niðurstöður þeirrar rýningar eru þær að eftirlit hér á þeim veitusvæðum sem voru rannsökuð í þessu verkefni er í samræmi við lög og reglur en á móti kemur að lög og reglur hér á landi eru ekki sérlega nákvæmar varðandi framkvæmd á eftirlitinu. Varðandi það efni sem þessi rannsókn snerist um, blýmengun í neysluvatni þá eru þessar reglur mjög óljósar.

16. grein reglugerðar um neysluvatn, þar sem kveðið er á um upplýsingagjöf til neytenda sem er mjög skýr, er hvorki framfylgt af heilbrigðiseftirlitum á þessum fjórum veitusvæðum sem voru rannsökuð í þessu verkefni né MAST.

6.1.1 Hugmyndir að frekari rannsóknum á þessu sviði

Ýmislegt í niðurstöðum rannsóknarinnar kom á óvart til dæmis að ekki skyldi greinast blý í neinum sýnum frá Reykjavík eða Reykjanesbæ. Einnig var það umhugsunarvert að blý skyldi greinast í öllum sýnum frá Ásbrú en engum sýnum frá Reykjanesbæ þó að sýni hafi verið tekin úr sams konar lögnum. Þær niðurstöður vekja óneitanlega upp nýjar spurningar, til dæmis:

- Þörf er þó á að gera sambærilega rannsókn í nýjum húsum og óháð tegund lagnaefnis. Því eins og minnst er á í kafla 1.1, þá virðist hættu á blýmengun vera mest í nýjum lögnum, innan við eins árs gamlar? Einnig þyrfti að fara fram sams konar rannsókn á því hvort hættu sé á blýmengun á blágrýtissvæðum þar sem sýrustig er yfirleitt nokkuð lægra en innan gosbeltisins.
- Hugsanlegt er að eðlis- eða efnafræðilegir eiginleikar vatns á þessum svæðum dragi úr hættu á blýmengun? Ekki kom fram í rannsókninni hvað þættir þetta gætu verið en bent hefur verið á hlut járns og áls í því sambandi (kafla 1.3).
- Er einhver munur sé á hættu á blýmengun í neysluvatni á gosbeltinu annars vegar og blágrýtissvæðum hins vegar þar sem sýrustig vatns er að jafnaði lægra en á gosbeltinum?

6.1.2 Afhverju mældist blý á Ásbrú en ekki í Reykjanesbæ?

- Getur verið að það sé eitthvað í eiginleikum vatnsins frá Lágum sem myndar hægt og bítandi verndandi húð innan á vatnslögnum sem kemur í veg fyrir að blý leysist úr leiðslunum, ef tíminn er nægilega langur – nær kannski hin verndandi húð að loka fyrir aðgengi vatns að blýuppsprettum svo sem lóðningum? Ef til vill voru þessir eiginleikar ekki til staðar í vatninu sem vatnsveita Sandgerðis nýtti áður og tíminn sem liðinn er síðan farið var að dæla vatni frá Lágum til Sandgerðis of stuttur fyrir slíka verndandi húð til að myndast?

7. Heimildir

- Ásmundur E. Þorkelsson. (2009). *Heildarúttekt á neysluvatni 2009*. Reykjanesbær: Heilbrigðiseftirlit Suðurnesja. Óbirt skýrsla.
- Borgarvefsjá. (2010). Borgarvefsjá Sótt 2/3/2010 af <http://arcgis.reykjavik.is/borgarvefsja/>
- Bulpitt, S., Powell, C. og Marshall, R. (2009). *Lead in drinking water in new housing developments - sources of lead contamination other than lead pipes or solder* (Nr. ISSN 1745 3763). London: Health Protection Agency,. Sótt 11. mars 2010 af http://www.hpa.org.uk/web/HPAwebFile/HPAweb_C/1252660046042
- Canfield, R. L., Kreher, D. A., Cornwell, C. og Henderson Jr, C. R. (2003). Low-Level Lead Exposure, Executive Functioning, and Learning in Early Childhood. *Child Neuropsychology*, 9(1), 35.
- Centers for Disease Control and Prevention. (2005). *Preventing Lead Poisoning in Young Children*. Sótt 4. mars 2010 af <http://www.cdc.gov/nceh/lead/publications/prevleadpoisoning.pdf>
- Copper Development Association Inc. (2006). *The Copper Tube Handbook*. New York: Copper Development Association Inc. Sótt 16. mars 2010 af http://www.copper.org/publications/pub_list/pdf/copper_tube_handbook.pdf
- De Mussy, H. (1849). The history of the cases of poisoning by lead which lately occurred at claremont, with observations; in a letter to W. R. Wilde. *Dublin Quarterly Journal of Medical Science*, 7(2), 405-420.
- Edwards, M., Jacobs, S. og Dodrill, D. (1999). Desktop guidance for mitigating Pb and Cu corrosion by-products. *Journal American Water Works Association*, 91(5), 66-77.
- Einar Gunnlaugsson. (2010). *Efnasamsetning neysluvatns*. Orkuveita Reykjavíkur. Óbirt skýrsla.
- Hayes, D. C., Aergeerts, R., Barrott, L., Becker, A., Benoliel, M. J., Croll, D. B. o.fl. (2009). Best Practice Guide on Plumbosolvency Control (Nr. Draft for Consultation): International Water Association. Sótt 10. febrúar 2010 af http://www.meteau.org/publications/BPG_PC_Draft.pdf
- Hákon Aðalsteinsson og Gísli Már Gíslason. (1998). Áhrif landrænna þátta á líf í straumvötnum. *Náttúrufræðingurinn*, 68(2), 92-112.
- Háskólavellir. (e.d.) *Velkomin á vef Háskólavalla*. Sótt 10. maí 2010 af <http://haskolavellir.is/>

- Helga Sördal. (2007). *Aðkoma Matvælaeftirlits Umhverfissviðs Reykjavíkurborgar að rannsókn á neysluvatni að Keldum*. Óbirt gögn.
- Hoekstra, E. J., Aertgeerts, R., Bonadonna, L., Cortvriend, J., Drury, D., Goossens, R. o.fl. (2008). *The advice of the Ad-Hoc Working Group on Sampling and Monitoring to the Standing Committee on Drinking Water concerning sampling and monitoring for the revision of the Council Directive 98/83/EC*. (Nr. EUR 23374 EN): European Commission Joint Research Centre Institute for Health and Consumer Protection.
- Hollustuvernd ríkisins. (2002). *Vinnuhandbók fyrir örverurannsóknir á matvælum og neysluvatni (1 útgáfa)*. Hollustuvernd ríkisins. Sótt 8. desember 2008 af <http://www.ust.is/media/ljosmyndir/matvaeli/vinnuhandbok.pdf>
- Hrönn Ólínar Jörundsdóttir. (2009). *Mæling á málmum í vatnssýnum fyrir Lárus Rúnar Ástvaldsson*. (Ed.). Reykjavík.
- HS Veitur hf. (e.d.). *Ferskvatnsveitur - Suðurnes neysluvatn*. Sótt 2. mars 2010 af <http://www.hsveitur.is/HSDistribution/HSDistributionFreshWater.aspx?tabnumber=3&wfn=HSDistributionFreshWater>
- Kristín Ólafsdóttir. (1996). *AMAP-mothers from Iceland, charecteristics*. Handrit.
- Lagnaval.is. (e.d.). *Kranavatn - kalt vatn*. Sótt 18. janúar 2010 af <http://www.lagnaval.is/>
- Lanphear, B. P., Hornung, R., Khoury, J., Yolton, K., Baghurst, P., Bellinger, D. C. o.fl. (2005). Low-Level Environmental Lead Exposure and Children's Intellectual Function: An International Pooled Analysis. *Environmental Health Perspectives*, 113(7), 894-899. af 10.1289/ehp.7688
- LeadCheck. (e.d.a). *LeadCheck® Instruction Manual*. Hybrivet Systems, Inc.,.
- LeadCheck. (e.d.b). *LeadCheck Aqua® Instruction Manual*. Hybrivet Systems, Inc.,.
- Naval Air Station Keflavik Iceland. (1998). *Management Action Plan*. Norfolk: Naval Facilities Engineering Command Atlantic Division,.
- Nielsen, K., Andersen, A. og Fontenay, F. (2006). *Metalafgivelse til drikkevand. Rigs-tests af materialer til husinstallationer. Forlænget eksponering af emner i Lysholt Vandværk*. FORCE Technology. Sótt 23. febrúar 2010 af <http://www2.mst.dk/Udgiv/publikationer/2006/87-7052-124-7/pdf/87-7052-125-5.pdf>
- Nilsson, U., Attwell, R., Christoffersson, J.-O., Schültz, A., Ahlgren, L., Skerfving, S. o.fl. (1991). Kinetics of Lead in Bone and Blood after End of Occupationala Exposure. *Pharmacology 6 Toxicology*, 69, 477-484.
- Orkuveita Reykjavíkur. (2009). *Umhverfisskýrsla Orkuveitu Reykjavíkur 2008*. Reykjavík: Orkuveita Reykjavíkur,. Sótt 10. október 2009 af http://www.or.is/media/PDF/OR_Umhverfisskyrsla_2008.pdf

- Osterloh, J. (1994). ARE WE PLUMB CRAZY. *Western Journal of Medicine*, 161(2), 187-190. Sótt 13. janúar 2010
- Pocock, S. J., Shaper, A. G., Walker, M., Wale, C. J., Clayton, B., Delves, T. o.fl. (1983). Effects of Tap Water Lead, Water Hardness, Alcohol, and Cigarettes on Blood Lead Concentrations. *Journal of Epidemiology and Community Health* (1979-), 37(1), 1-7.
- Ragnheiður Inga Þórarinsdóttir, Pétur Sigurðsson og Jón Sigurjónsson. (2007). *Tæring eirlagna í köldum neysluvatnskerfum* (Rannsóknarskýrsla Nr. 07-06). Reykjavík: Rannsóknarstofnun byggingariðnaðarins.
- Reglugerð um neysluvatn /536/2001.
- Reykjavík. (2009). *Skipulagssjá*. Sótt 25. maí 2010 af <http://skipulagssja.skipbygg.is/>.
- Rothenberg, S. J., Karchmer, S., Schnaas, L., Perroni, E., Zea, F. og Fernandez, A. J. (1994). Changes in Serial Blood Lead Levels during Pregnancy. *Environmental Health Perspectives*, 102(10), 876-880.
- Schock, M. R. (1990). Causes of temporal variability of lead in domestic plumbing systems. *Environmental Monitoring and Assessment*, 15(1), 59-82.
- Sigríður Hjaltadóttir. (2002). *Val og hönnun minni vatnsbóla*. (Nr. Hvr-2002/002). Reykjavík: Hollustuvernd ríkisins. Sótt 2. nóvember 2008 af http://www.mast.is/Uploads/document/itarefni/Val_og_honnun_minni_vatnsveita_08.09.02_SH.pdf.
- State of California. (2009). *Requirements for Low Lead Plumbing Products in California*. Sótt 28. maí 2010 af <http://www.dtsc.ca.gov/PollutionPrevention/upload/Lead-in-Plumbing-Fact-Sheet.pdf>.
- Subramanian, K. S., Sastri, V. S., Elboudjaini, M., Connor, J. W. og Davey, A. B. C. (1995). Water Contamination - Impact Of Tin-Lead Solder. *Water Research*, 29(8), 1827-1836.
- The American Dental Association. (2002). *Fluoride and Fluoridation*. Sótt 28. maí 2010 af <http://www.ada.org/2092.aspx>
- Tilskipun ráðsins 98/83/EB um gæði neysluvatns. (1998). In EB (Ed.), 98/83/EB (Vol. 98/83/EB). Stjórnartíðindi EB.
- U.S. Department of health and Human Services. (2007). *Toxicological Profile for Lead*. Sótt 27. maí 2010 af <http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp13.pdf>
- US EPA. (1994). Method 200.9, Determination of trace elements by stabilized temperature graphite furnace atomic absorption. Revision 2.2 (1994). Sótt 28. maí 2010 af http://www.epa.gov/waterscience/methods/method/files/200_9.pdf.

- US EPA. (2004). Drinking Water Treatment. Sótt 10/5/2010 af http://www.epa.gov/safewater/sdwa/pdfs/fs_30ann_treatment_web.pdf
- U.S. EPA. (2010). What are the health effects of lead? Sótt 12. janúar 2010 af <http://www.epa.gov/safewater/lead/basicinformation.html>
- WHO. (2008). *Guidelines for drinking-water quality [electronic resource]: incorporating 1st and 2nd addenda, Vol.1, Recommendations. – 3rd ed.* World Health Organization. Sótt 28. maí 2010 af: http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/fulltext.pdf
- Wijngaarden, E. v., Campbell, J. R. og Cory-Slechta, D. A. (2009). Bone lead levels are associated with measures of memory impairment in older adults. *NeuroToxicology*, 30(4), 572-580.

Viðauki A - Greiningaraðferðir

Í viðauka A eru upplýsingar um greiningaraðferðir sem notaðar voru við framkvæmd rannsóknarverkefnisins, umfram þær upplýsingar sem eru gefnar upp í kafla 3.

Lýsing MATÍS á framkvæmd ICP-MS efnagreininga

Eftirfarandi lýsing er fengin hjá Hrönn Ólínu Jörundsdóttur verkefnisstjóra hjá MATÍS (Hrönn Ólínar Jörundsdóttir, 2009).

Framkvæmd greiningar með ICP-MS:

Byrjað var á því að taka 30 ml hlutsýni til að mæla leiðni vatnsins. Þetta er gert til að meta heildar magn uppleysts salts í vatninu. Leiðni má ekki vera meiri en 400 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Leiðni í öllum sýnum var ca 300 $\mu\text{S}/\text{cm}$ og var því óþarfi að þynna sýnin. 9 ml af hverju sýni var fært yfir í plaströr og bætt við 1 ml salpéturssýru (HNO_3 , 65%, Merck, Suprapure). Blý (Pb), járn (Fe) og kopar (Cu) voru því næst mældir í vatnssýnunum með inductively coupled plasma mass spectrometer (ICP-MS). Indíum (In) er notaður sem tækjastaðall. Málmarnir í sýnunum eru magngreindir út frá 10 punkta staðalkúrfu sem er útbúin og greind samdægurs.

Gæðaeftirlit greininga með ICP-MS:

Samhliða sýnunum er mælt tómt sýni (blank) og staðlað viðmiðunarsýni (certified reference material) sem er vatnssýni með þekktum styrk járn og kopars.

„Öll sýni voru greind þrisvar til að gefa meðaltal og staðalfrávik. Engin bakgrunnsmengun var til staðar í tóma sýninu og heimtur viðmiðunarsýnanna voru innan viðurkenndra marka ($|Z|$ - skor < 2). Þegar“ reiknað er „út meðalgildi á blýi er það vegna þess að hvert sýni er greint þrisvar og tekið meðalgildi þeirra þriggja mælinga. Z skorið er vegna mælingar á viðmiðunarsýni með þekktu magni málmanna. Þá er mælt gildi borið saman við uppgefið gildi og reiknað út Z skor sem er mælikvarði á gæði mælinganna. $|Z|$ má ekki fara yfir 2 (helst ekki alla vega) en yfir 3 er talið að sé ekki ásættanlegt.“ (Texti innan gæsalappa er texti beint upp úr tölvupósti frá Matís.)

Strokpróf á tini

Með LeadCheck® stautum er hægt að framkvæma einfalt strokpróf sem gefur til kynna hvort blý sé að finna í tininu eður ei. Við framkvæmd strokprófsins var fylgt leiðbeiningum sem fylgja stautunum, þær er einnig hægt að finna á heimasíðu framleiðanda LeadCheck® stautanna (LeadCheck). Á heimasíðu framleiðandans kemur fram að stautarnir geti numið blý í efnum allt niður í 0,1% styrkleika blýs.

Lýsing á aðferð við storkpróf

1. Þurrka skal óhreinindi af lóðningunni með pappírþerru eða klút.
2. Rífa upp yfirborð lóðningarinnar með sandpappír eða stálull.
3. Virkja efnin í stautnum þannig:
 - Brjóta glerhylki sem eru inni í stautnum og innihalda efnin sem greina blýið. Staðsetning hylkjanna er merkt með bókstöfunum A og B við sinnhvorn enda stautsins.
 - Blanda innihaldi hylkjanna vel saman eftir að þau hafa verið brotin með því að hrísta stautinn rækilega fram og aftur.
4. Kreista stautinn þannig að gulleitur vökví komi fram á milli burstaháranna á enda stautsins.
5. Látið dropann á enda stautsins snerta yfirborð tinsins og strjúkið lauslega yfir dropann með burstahárunum (ekki nudda fast).

Túlkun storkprófs:

1. Ef burstahárin breyta um lit og verða bleik eða rauð á litinn, þá inniheldur tinið meira en 0,2% blý (sem er hámarksgildi samkvæmt bandarískum lögum frá 1986).
2. Ef burstahárin verða purpurarauð, hefur tin (Sb) truflað prófið. Í þeim tilfellum á að endurtaka prófið og tryggja að burstahárin rétt snerti yfirborð lóðningarinnar – án þess að yfirborðið sé nuddað. Hvarfhraði vökvans úr stautnum við blý er mun hraðari en hvarfhraði hans við tinið – þ.a. mikilvægt er að skoða útkomuna strax – áður en purpurrauði liturinn frá tininu kemur fram.

Gæðaprófun á LeadCheck® stautum

Á heimasíðu LeadCheck® er vísað í gæðaprófun á LeadCheck® stautunum (LeadCheck, 2008).



Mynd 7-1: LeadCheck strokpróf á tinni, rauði liturinn gefur til kynna að tinnið innihaldi blý.

LeadCheck® Aqua greining á blýi í vatni

Eftirfarandi lýsing er dregin saman úr leiðbeiningum sem fylgja vörunni (LeadCheck).

Lýsing á greiningarsetti LeadCheck® Aqua og greiningaraðferð

LeadCheck® Aqua er fullkomið greiningarkerfi til að nema blý í neysluvatni. Settið inniheldur öll efni og áhöld sem eru nauðsynleg til að framkvæma einfalt og næmt og sértækt próf til að greina blý niður í allt að 15 ppb styrk. Settið er ekki hannað til að mæla raunverulegan styrk blýsins – og er því ekki hannað til magnbundinna (quantitative) mælinga.

LeadCheck Aqua vinnur þannig að blý (sé það til staðar í vatninu) er bundið í eins konar burðarefni sem þéttist síðan á þar til gerðum borða þar sem hægt er að greina það með efninu sem geymt er í LeadCheck® stautunum sem notaðir voru til að greina blý í tinni.

Lýsing á aðferð við að greina blý í neysluvatni með LeadCheck® Aqua greiningarsettinu

1. Sýni er tekið (eða hellt yfir) í flösku sem fylgir settinu (u.þ.b. 200 ml), flaskan er fyllt upp að kvarða sem er neðst á flöskuhálsinum. Meðfylgjandi pillu er bætt út í og hún leyst fullkomnlega upp með því að hrista flöskuna duglega (1 – 2 mínútur).
2. Vökva úr meðfylgjandi hylki, nefnt burðarlausn (*e. carrier solution*) er hellt út í sýnið og innihaldinu blandað vel við sýnið með því að hrista það rækilega í um 30 sek.

3. Flaskan er síðan lögð til hliðar og látin standa óhreyfð í nokkra stund, uns burðarlausnin og sýnið hafa skilist að, burðarlausnin flýtur ofan á sýninu. Ef blý hefur verið í vatninu, hefur það verið fangað í burðarlausninni.
4. Meðfylgjandi greiningarborða (*e: LeadCheck® Test Strip*) er stungið varlega ofan í stút flöskunnar, þannig að neðri endinn á honum dýfist ofan í burðarlausnina. Þess þarf að gæta að endinn nái ekki í gegnum burðarlausnina og dýfist ofan í sjálft sýnið, þá eyðileggst borðinn. Sé yfirborð sýnisins of hátt, þarf að soga upp vökva úr sýninu með meðfylgjandi dropateljara, honum er dýft í gegnum burðarlausnina og vökvinn úr neðra laginu síðan sogaður upp í hann þannig að yfirborðið lækki nægjanlega mikið til að endinn á greiningarborðanum standi ekki meira en sem nemur ¼ úr tommu í vatnsýninu. Gerist það – er borðinn ónýtur.
5. Eftir að búið er að stilla vatnshæðina og koma borðanum fyrir, er endinn á borðanum látinn liggja í sýninu í um það bil 5 mínútur – eða þar til að nægur vökvi hefur sogast upp eftir borðanum – miðað er að uppsogið nái það hátt upp eftir borðanum að efri brún þess sé um ¼ úr tommu fyrir neðan efri brún borðans. Þá er borðinn tekinn upp úr lausninni og látinn þorna.
6. Eftir að borðinn hefur þornað, er innihald LeadCheck® stauts virkjað eins og lýst er kaflanum um strokpróf hér að ofan, einn til tveir dropar úr stautnum eru látnir falla á neðri hluta greiningarborðans, u.þ.b. ½ tommu frá neðri enda borðans, þess skal gætt að staturinn sjálfur snerti ekki greiningarborðann. Ef blý hefur verið í vatninu, myndast bleik lína sem leggst þvert yfir borðann – u.þ.b. ½ tommu frá neðri endanum.

Gæðaprófun á LeadCheck® Aqua

Framleiðandi LeadCheck® Aqua vísar í gæðapróf sem framkvæmt var til að sannreyna öryggi prófsins, útbúið voru nokkur sýni með þekktum styrk og þau prófuð bæði með blýstaðli fyrir *atomic adsorption* (PbNO₃) og LeadCheck® Aqua greiningarprófinu. Þar kom fram að dauft merki kom fram á borðanum við 14,8 ppb blýstyrk (LeadCheck, 2006).

Túlkun á niðurstöðum

Ef bleik lína – eða bútur úr línu kemur fram á greiningarborðanum er blý að finna í vatninu (sjá mynd 7-2) ef engin lína kemur fram, er blý undir greiningarmörkum prófsins sem eru 15 µg/L.



Mynd 7-2: Myndin sýnir LeadCheck® Aqua blýgreiningarsettið og greiningarborða sem sýnir merki um blýmengun. Innihald flöskunnar vinstra megin á myndinni er sýni sem búið er að meðhöndla með þeim efnum sem fylgja settinu. Tæri vökvinn efst er svokölluð burðarlausn (e: carrier solution).

Viðauki B - Sýnatökuaðferðir

Í þessum viðauka er stiklað yfir helstu sýnatökuaðferðir sem notaðar eru við eftirlit með blýmengun í neysluvatni. Einnig verður gerð grein fyrir þeirri sýnatökuaðferð sem mælt er með að heilbrigðiseftirlit noti við sýnatökur og rök færð fyrir því að með þeirri aðferð sé hætt á því að menn missi af hugsanlegri blýmengun sem verður til í innanhússlögnum. Efni þessa viðauka er að mestu fengið og lauslega þýtt upp úr Best Practice Guide on Plumbosolvency Control sem var ritstýrt af Dr. Colin Hayes, Swansea University, UK, fyrir IWA, International Water Association, útgáfan sem hér er byggt á er s.k. consultation draft gefin út 23. október 2009 (Dr Colin Hayes o.fl., 2009), hér eftir skammstafa BPG. Í töflu 6.1 eru kostir og gallar þessara sýnatökuaðferða bornir saman.

Sýni úr skoluðum leiðslum (fully flushed samples)

Í þessum tilvikum er sýni tekið eftir að vatn hefur verið látið renna í dágóða stund áður en sýni er tekið. Mælt er með því að það magn af vatni sem látið er renna nemi um þreföldu rúmmáli vatns í leiðslukerfi þess húss sem er verið að rannsaka. Ef vatnið í dreifikerfinu (eins og hér á landi) er vel kalt, þá dugir oftast að láta vatnið renna uns hitastig vatnsins er orðið stöðugt. Þessi aðferð er mjög svipuð því sem mælt er með í leiðbeiningum Hollustuverndar (Hollustuvernd ríkisins, 2002). Eins og segir í BPG, þá er hlutverk þessarar sýnatöku að tryggja að ekkert blý sé í veitukerfinu, áður en sýni eru tekin inni í byggingunni sem á að rannsaka.

Fyrsta buna (first draw samples)

Fyrstu bunu sýni eru sýni sem tekin eru úr neysluvatnskranu í morgunsárið og er þá reiknað með að vatnið hafi legið kyrrt yfir nótt (minnst 6 tíma), í öllum vatnsleiðslum innan hússins, meira að segja má ekki sturta niður úr salernum yfir nóttina. Ef vatnið hefur verið hreyft yfir nóttina, er sýnið ógilt.

Kostur við þessa sýnatöku er að hún er þægileg fyrir heimilisfólk þar sem sýnataka fer fram og sá sem vinnur að rannsókninni getur með þessu móti tekið sýni á fleiri en einum stað á sama morgninum og hún er ódýr í framkvæmd.

Gallinn við þessa sýnatökuaðferð er að sá sem vinnur að rannsókninni tekur yfirleitt ekki sýnið sjálfur og þarf því að treysta á að sá sem tekur sýnið (oftast heimilisfólk) – hafi fylgt öllum leiðbeiningum í hvívetna. Við framkvæmd þessa verkefnis var þessari sýnatökuaðferð beitt. Annar galli á þessari aðferð, en á e.t.v. ekki við hér á landi, er að ef að í húsinu eru blandaðar vatnsleiðslur, t.d. að vatnslagnir innan húss eru úr blýlausu efni en blýleiðslur e.t.v. í heimæð, er ekki tryggt að blýmengaða vatnið nái í sýnaflöskuna.

Hlutfallsleg sýni (proportional samples)

Hlutfallslegt sýni er tekið úr vatnskranu samhliða notkun. Við sýnatökuna er sérstökum búnaði komið fyrir á krananum sem sér til þess að lítill hluti alls vatns sem rennur um kranann safnast fyrir í sýnaflösku. Tilgangurinn er að meta hugsanlega heildarinntöku blýs

við neyslu vatns í viðkomandi krana. Erfitt er að fylgjast með gæðum sýnatökunnar, því hún byggist alfarið á neyslumynstri neytandans. Sýnataka af þessu tagi tekur að jafnaði um viku að framkvæma.

Ókostur við þessa sýnatökuaðferð er kostnaður við sértækan sýnatökubúnað, bæði hvað varðar kostnað við búnaðinn sjálfann og uppsetningu hans. Einnig er það talið til ókosta að til að sýnataka eftir þessari aðferð geti talist marktæk, þarf að taka mikið af sýnum. Það er hægt að réttlæta sýnatöku með þessu móti, ef vitað er um blýmengun á tilteknum stað og ætlunin sé að meta áhættuna af henni.

Staðið vatnssýni (stagnation samples)

Þessari sýnatöku svipar mjög til fyrstu bunu sýnatöku. Helsti munurinn er sá að sýnatökuaðilinn hefur meiri stjórn á sýnatökunni en í því tilfalli. Tvær útgáfur af þessari aðferð eru algengastar – en fleiri útfærslum er þó beitt í sumum tilfellum. Helsti munurinn felst í mismunandi langri stöðnun vatns í leiðslum. Við undirbúning að staðinni sýnatöku, þarf fyrst að skola leiðslur vel út, líkt og framkvæmt er við sýnatöku úr skoluðum leiðslum. Eftir að leiðslan hefur verið skoluð rækilega, þarf að tryggja að vatnið sé látið liggja kyrrt í leiðslunum í þann tiltekna tíma sem krafist er. Ekki má nota neitt vatn í byggingunni eða byggingahlutanum sem verið er að rannsaka á meðan að kyrrstöðutímabilið varir. Þegar kemur að sýnatöku, er hún framkvæmd á sama hátt og fyrstu bunu sýnataka. Kyrrstöðutímabilin sem algengast er að vinna eftir eru: 30 mínútna staða (30MS) og 6 tíma staða (6HS).

Kostur við þessa aðferð er að hún er mjög þægileg, bæði fyrir sýnatökuaðilann og þann aðila sem sýnið er tekið hjá. Hún er líka ódýr og talin gefa nokkuð góða mynd af hugsanlegri blýmengun í leiðslum. Þessari aðferð má t.d. beita þannig að tekin eru nokkur 30MS sýni í röð til að finna út hvaðan úr leiðslukerfi byggingar blýmengun geti verið að koma, að því gefnu að leiðslukerfi hússins sé þekkt, bæði hvað varðar lengd og sverleika lagna.

Slembidagstímasýni (random daytime samples)

Slembidagstímasýni (RDT) er tekið þannig að ákveðinn er tilviljunarkenndur tími á virkum degi til að taka sýni beint úr vatnskrana hjá notanda, án þess að leiðslan sé skoluð á undan. Algengt er að sýnatökustaður sé einnig valinn eftir slembiúrtaki. Þessi sýnatökuaðferð hentar mjög vel til að vinna tölfræðiupplýsingar út úr gögnum sem safnast. Þessi aðferð hentar einnig mjög vel til að meta hvort ákveðin svæði uppfylli kröfur um gæði og öryggi neysluvatns innan ákveðinna svæða, sérstaklega ef tiltekin svæði eru þekkt vandamálasvæði. Þessi aðferð hentar ekki á fjölmönnum svæðum þar sem tiltölulega lítið er af blýuppsprettum, líkt og ástandið er hér í Reykjavík til dæmis.

Tafla 7.1: Samanburður á helstu sýnatökuaðferðum sem beitt er við eftrlit með blýmengun í neysluvatni.

Sýnatökuaðferð	Kostir	Gallar	Kostnaður
6HS	Sýnatökuaðili hefur góða stjórn á aðstæðum, með því að skola leiðslur út fyrir sýnatöku er tryggt að vatnið sem er í leiðslunum hefur legið í tilætlaðan tíma. Gefur góða mynd af hámarksblýmengun sem getur stafað af blýinnihaldandi leiðslum nærri sýnatökukrana. Hentar vel, ef vitað er um blýuppsprettur í leiðslum.	Nær aðeins til tiltekins hluta lagnakerfis, (1 L af sýni spannar um 8,8 m af 12 mm koparlögn). Sýnatökuaðili þarf að koma tvisvar á sama sýnatökustað, fyrst til að undirbúa (skola lögn) og síðan aftur til að taka sýnið. Þarf mikinn fjölda sýna til að hægt sé að nota til tölfræðivinnslu og til að meta ástand hverfa. Í BNA byggist eftirlitið á því að sömu hús séu heimsótt í hverri eftirlitslotu – því er ekki alltaf hægt að ná öllum sýnatökustöðum.	Meðal dýr, það hækkar nokkuð kostnaðinn vegna þess að þörf er á að heimsækja hvern sýnatökustað tvisvar og til að hægt sé að vinna tölfræðiútreikninga þarf mikið af sýnum.
30MS	Góð aðferð til að fylgjast með árangri á hvers konar meðhöndlun á vatni. Þægileg og fljótleg aðferð og tiltölulega auðveld til að fá þátttakendur með. Ekki háð pípulengd, þ.s. blý sem gæti verið komið úr ytri hlutum leiðslukerfis hefur ekki haft tíma til að þynnast út.	Blýmengun sem gæti verið að berast í vatnið hefur ekki náð hámarki.	Tiltölulega ódýrt að taka hvert sýni.

Fyrsta buna	Hentar vel til að fanga blý sem getur safnast í vatni í leiðslum húsa, sérstaklega ef blýuppsprettur eru nærri sýnatökukrana. Auðvelt að fá þátttakendur til samstarfs, hægt að ná yfir stórt svæði í einu.	Hentar ekki ef blýuppsprettur eru langt frá sýnatökukrana, t.d. þegar leiðslur innan húss eru blýlausar en blý er notað til að tengja heimæð við dreifiað við götu. Þarf að treysta á að þátttakendur taki sýnin á réttan hátt. Ekki má nota vatn í þeim leiðslum sem á að taka sýni úr – á meðan kyrrstöðutími varir. Hentar illa til tölfraeðiúrvinnslu nema með því að taka mörg sýni.	Tiltölulega lítill.
Hlutfallsleg sýnataka	Góð til áhættugreiningar og til að meta hve mikið blý getur borist í neytendur í tilteknu húsi.	Dýr og tímafrek aðferð, þarfnast uppsetningu sérstaks búnaðar og til að hægt sé að nota við tölfraeðivinnslu þarf að taka mjög mörg sýni.	Dýrt í framkvæmd.
RDT	Óháð útpynning vegna mismunandi leiðslna og hugsanlegrar fjarlægðar blýuppsprettu frá sýnatökukrana . Ef sýnatökustaðir eru valdir tilviljunarkennt – má nota þessa aðferð til að meta hvort hverfi uppfylli gæðakröfur.	Ef hlutfallslega lítið er af leiðslum sem innihalda blýuppsprettur – getur verið mikil hætta á því að slíkar leiðslur sleppi frá úrtaki.	Hvert sýni er tiltölulega ódýrt – en til að fá marktækar niðurstöður gæti þurft að taka mörg sýni.
Sýni úr skoluðum leiðslum	Hentar vel til að meta ástand vatns í dreifikerfi.	Hentar ekki til að meta hvort vatn mengist innan lagnakerfis húsa.	Tiltölulega lítill

Viðauki C – samþykki US NAVY um birtingu upplýsinga úr gögnum úr gagnagrunni með upplýsingum um blýrannsóknir á Ásbrú

Hér á eftir er afrit úr svarbréfi sem undirrituðum barst frá Judy A. Conlow:

From: Conlow, Judy A. CIV USN CNREURAFSWA

Sent: Thursday, January 21, 2010 9:09 AM

To: 'Lárus Rúnar Ástvaldsson'

Subject: RE: Concerning NASKEF information

Mr. Ástvaldsson: Thanks for the copy of the document you signed. It was very helpful. Just a couple more questions for you. First, I assume that in 1999 you worked as an "indirect hire" for the U.S. Navy - meaning that your actual employer was the Icelandic Defense Force but that you were assigned to NAS Keflavik. Correct? Secondly, I assume that, when the base closed, your indirect employment with the U.S. Navy was terminated.

Correct? If the answers to these questions are both "yes", you are not longer bound by the agreement you signed in 1999 and need not worry any longer about the restrictions included in paragraph 17. I hope this is the case and wish you all the best in your studies.

If you can not answer both questions positively, please email me again and we'll discuss this situation more. You may still be able to pursue your studies without restriction, I would just need to ask you additional questions about your situation.

Take care, Judy

Judy A. Conlow

Navy Region Europe, Africa, Southwest Asia Office of the General Counsel,

Code N00L Admin III Ground Floor; Office G-66 PSC 817 BOX 108 FPO AE 09622

DSN Phone: 314-626-4427 DSN Fax: 314-626-2878 Comm Phone:

011-39-081-568-4427 _____

Viðauki D –Skrá yfir aðila sem haft var samband við vegna leita að eirlögnum og upplýsingar um sýnatökustaði.

Nafn	Heimili	Byggt	P.nr.	Sveitarfélag	Lagnagerð	Lóðning	Annað
Vignir Jónsson	Ljósheimum 18 - 8h		104	Reykjavík	Eir – tin:	50/50	LRA-31. Sýni sent Matís, LeadCheck strokpróf, LeadCheck Aqua skyndipróf, jákvætt
		1965					
Hrefna Harðardóttir	Ljósheimum 16 – 6h	1965	104	Reykjavík	Eir – tin:	50/50	LRA-32
Hermann Baldursson	Ljósheimum 16a - 6h	1965	104	Reykjavík	Eir – tin:	50/50	LRA-33
Hermann Baldursson	Ljósheimum 16a – 6h	1965	104	Reykjavík	Eir – tin:	50/50	LRA-34 – skolað 10 mín
Vilborg Rafnsdóttir	Ljósheimum 14-18	1965	104	Reykjavík	Alpex		LRA-35
Friðþjófur Adolf Ólafsson	Búland 24		108	Reykjavík	Eir	Sést ei	LRA-36, sami pípari og í Ljósheimum
		1969					
Hermann Þórðarson	Brautarland 18		108	Reykjavík	Eir tin: í hitaveitu	50/50	LRA-37, sami pípari og í Ljósheimum
		1968					
Gauti Kjartan Gíslason	Kleppsvegur 60	1958	104	Reykjavík	Óljóst	Sést ekki	LRA-38. Heimild frá fyrri íbúa.
Gísli Árni Eggertsson	Sólvallagötu 38	1936	101	Reykjavík	Eir	?	Ein lögn
Þórður Júlíusson, húsv.	Austurbæjarskóli		101	Reykjavík	Ekki eir		Lagnir skoðaðar þar sem til þeirra sást
Ármann Ólafsson	Ljósheimar 14-18-74		104	Reykjavík	Eir tin	50/50	LeadCheck strokpróf
Ástmundur Kr. Guðnason	Háaleitisbraut 123		104	Reykjavík	Eir	Ekki blý	Upplýsingar frá íbúa
Umboðsmaður Alþingis	Álftamýri 7		104	Reykjavík	Ekki eir		Stál, lagnir skoðaðar – sami pípari og í Ljósheimum.
Valþór Sigurðsson	HI Neshagi 16		107	Reykjavík	Ekki eir		Búið að skipta
Ari Skúlason	Búland 25		108	Reykjavík	Ekki eir		Búið að skipta út lögnum
Ásgrímur Gunnarsson	Brautarland 13		108	Reykjavík	Ekki eir		Símtal
Elías Egill Guðmundsson	Brautarland 22		108	Reykjavík	Ekki eir		Símtal
Guðbjörn Geirsson	Fossvogsspítali		108	Reykjavík	Eir	Ekki blý	Lagnir skoðaðar, LeadCheck strokpróf og Aqua. Ekki blý

Nafn	Heimili	Byggt	P.nr.	Sveitarfélag	Lagnagerð	Lóðning	Annað
Guðjón M. Jónsson	Brautarland 6		108	Reykjavík	Ekki eir		Símtal
Guðmundur Jónsson	Búland 28		108	Reykjavík	Ekki eir		Símtal
Gunnar G. Tómasson	Búland 1		108	Reykjavík	Ekki eir		Símtal
Gunnar Rúnar Pálsson	Búland 18		108	Reykjavík	Ekki eir		Símtal
Karl Ísleifsson	Fellsmúla 15		108	Reykjavík	Eir	Ekki blý	LeadCheck strokpróf
Sigurður Stefánsson	Brautarland 8		108	Reykjavík	Ekki eir		Símtal
Sigurður Þorsteinsson	Brautarland 20		108	Reykjavík	Ekki eir		Símtal
Stefán Pálsson	Búland 22		108	Reykjavík	Ekki eir		Símtal, Eir í hita
Sveinn Guðmundsson	Brautarland 14 Raðhús.		108	Reykjavík	Ekki eir		Símtal
Sverrir Gunnarsson	Brautarland 17		108	Reykjavík	Ekki eir		Símtal
Sverrir Hákonarson	Búland 10		108	Reykjavík	Ekki eir		Símtal
Þorgeir Valdimarsson	Búlandi 25		108	Reykjavík	Ekki eir		Símtal
Þorsteinn Gunnarsson, arkitekt – hefur unnið mikið við gömul hús.	Frostaskjól 36		108	Reykjavík	Ekki eir		Spurði um blýlagnir í gömlum húsum, ÞG kannaðist ekki við þær
Þorsteinn Ingi Víglundsson	Búlandi 4		108	Reykjavík	Ekki eir		Símtal
Þröstur Eyjólfsson	Fellsmúli 17		108	Reykjavík	Ekki eir		Símtal
Bjarni Finnsson	Glæsibær 10		110	Reykjavík	Eir	Ekki blý	LeadCheck strokpróf
Bjarni Sighvatsson	Glæsibær 9		110	Reykjavík	Ekki eir		Lagnir skoðaðar
Elvar Kristinsson	Hraunbær 80		110	Reykjavík	Ekki eir		Símtal, Pípari - íbúi
Helgi Baldursson	Bleikjukvísl 15		110	Reykjavík	Ekki eir		Símtal
Daníel Guðbrandsson	Akrasel 31		112	Reykjavík	Ekki eir		Lagnir skoðaðar
Pétur Jóhannes Guðlaugsson	Fellsmúla 9		108	Reykjavík	Eir	Ekki blý	LeadCheck Aqua – blýlaust
Jónas Valdimarsson	Pípulagningamaður			Reykjavík			Byrjaði um 1960 - notaði aldrei eir, telur að allur eir frá þeim tíma sé horfinn
Ármann Ólafsson	Pípulagningamaður			Álftanesi			Hafði séð eir í vissum hverfum, t.d. Garðabæ. Benti á að eir væri algengur í húsum og hverfum frá 7. áratugnum
Guðmundur Guðlaugsson	Aðal pípari skóla RVK			Reykjavík			Búiða að skipta út öllum eirlögnum í skólum Reykjavíkur

Nafn	Heimili	Byggt	P.nr.	Sveitarfélag	Lagnagerð	Lóðning	Annað
Jón Magngeirsson	Pípulagningamaður			Reykjavík			Benti t.d. á Ljósheima 14-18 og Fellsmúla.
Kristján Flygenring	Verkfræðingur			Hafnarfirði			Hefur unnið við endurbætur á gömlum húsum, kannast ekki við blýlagnir.
Sigurður Grétar Guðmundsson	Pípulagningamaður			Þorlákshöfn			Notaði eir á árunum 1960 – 1970
Tomas Enok Thomsen	Pípulagningamaður			Grundarfirði			Lagði eir á Grundarfirði, Álfheimum - notaði 50/50 tin á 7. áratugnum.
Valþór Sigurðsson	Byggingastjóri HÍ			Reykjavík			Búið að skipta út öllum eir úr byggingum HÍ, tölvupóstur
Hreiðar Sigtryggsson, skólastj.	Langholtsskóla		104	Reykjavík			Enginn eir í hans skóla, nýjar lagnir, tölvupóstur
Björn M. Björgvinsson	Laugalækjaskóla		105	Reykjavík			Enginn eir í hans skóla
Freyr Baldursson	Árbæjarskóla		110	Reykjavík			Vísaði á Guðmund Guðlaugsson - skólapipara R.vík.
Þórður Ólafur Búason	Yfirverkfr. byggingafultrúa			Reykjavík			Aðstoðaði við leit að eirlögnum
Einar Gunnlaugsson	Orkuveita Reykjavíkur			Reykjavík			Gæðastjóri hjá OR
Bergur Sigfússon	Orkuveita Reykjavíkur			Reykjavík			Aðstoðaði við að túlka niðurstöður efnagreininga
Guðbjörn Ásbjörnsson	Skilmálafultr.hjá Reykjavík			Reykjavík			Vann við pípulagnir á 7. áratugnum, m.a. Í Ljósheimum 14-18. Aðstoðaði við að finna hús sem GÁ lagði í. Benti á að eir var algengur á 7. áratugnum.
Guðmundur Ásgeirsson (GÁ)	Pípari			Reykjavík			Lagði eir og notaði eitthvað 50/50 tin – látinn, aðalpi pari Ljósheima 14-18 og í þeim húsum sem skoðuð voru í Fossvoginum, hjá umboðsmanni Alþingis og í Akraseli.

Nafn	Heimili	Byggt	P.nr.	Sveitarfélag	Lagnagerð	Lóðning	Annað
Sigurbjörn Búi Sigurðsson	Orkuveita Reykjavíkur			Reykjavík			Hefur umsjón með lagnakerfi OR. Kannast ekki við blý í heimæðum en kannast við að blý hafi verið notað til að þetta pottlagnir í dreifikerfum.
Ásbrú							
Mötuneyti	Flugstöð FLE	86-04	235	Reykjanesbær	Ekki eir		LRA-01. Sýnastaður HES
Guðjón Árni Antoníusson	Skógarbraut 1110-1-1B	1990	235	Reykjanesbær	Eir	Sjá k. 5.1.2	LRA-02
Örn Stefán Jónsson (umsjónarmaður)	Skógarbraut 916-5H-1A	1978	235	Reykjanesbær	Eir	Sjá k. 5.1.2	LRA-03
Örn Stefán Jónsson (umsjónarmaður)	Skógarbraut 1108-1-1A	1989	235	Reykjanesbær	Eir	Sjá k. 5.1.2	LRA-04
Örn Stefán Jónsson (umsjónarmaður)	Skógarbraut 932	1970	235	Reykjanesbær	Eir – tin:	50/50	LRA-05
Árni Gísli Árnason	Skógarbraut 1107-2-1A	1989	235	Reykjanesbær	Eir	Sjá k. 5.1.2	LRA-06
Valdimar Óskarsson	Skógarbraut 1104-1-1A	1989	235	Reykjanesbær	Eir	Sjá k. 5.1.2	LRA-07
Samverurými	Skógarbraut 1114-2	1989	235	Reykjanesbær	Eir	Sjá k. 5.1.2	LRA-08
Gunnar Harðarson	Skógarbraut 1113-1-2C	1989	235	Reykjanesbær	Eir		LeadCheck(R) Aqua, ei blý
Jón Þór Elfarsson	Skógarbraut 1114-2-3A	1989	235	Reykjanesbær	Eir		LeadCheck(R) Aqua, ei blý
Örn Stefán Jónsson (umsjónarmaður)	Skógarbraut 1110-1L	1990	235	Reykjanesbær	Eir		LeadCheck(R) Aqua, ei blý
Jón Vilhelm Pálsson	Vélvirki						Fyrrv. pípari hjá ÍAV.
Eysteinn Haraldsson	Bæjarverkfræðingur						Fyrrv. verkfræðingur hjá ÍAV
Grundarfjörður							
Gunnar Hjálmarsson	Fagurhóli 10	1976	350	Grundarfirði	Eir – tin:	50/50	LRA-11
Sigurður Þorkelsson	Fellasneið 18	1995	350	Grundarfirði	Eir – tin:	50/50	LRA-12. Fullyrt af pípara - lagnir sáust ekki
Kristinn Ólafsson	Fagurhóli 5	1976	350	Grundarfirði	Eir – tin:	50/50	LRA-13. Lead Check Aqua, ekki blý í vatni
Hermann Guðberg Gíslason	Fellasneið 20	1994	350	Grundarfirði	Eir – tin:	50/50	LRA-14. Fullyrt af pípara - lagnir sáust ekki
Ásgeir Valdimarsson	Sæbóli 34	1976	350	Grundarfirði	Eir – tin:	50/50	LRA-15
Guðni Gústafsson	Fagurhólstúni 6	1966	350	Grundarfirði	Eir – tin:	50/50	LRA-16
Þorsteinn Friðfinnsson	Fellasneið 2	1995	350	Grundarfirði	Eir	Ekki blý	LRA-17
Jósef Kristinnsson	Grundargötu 8	1944	350	Grundarfirði	Eir	Ekki blý	LRA-18
Pétur Erlingsson	Fellasneið 4		350	Grundarfirði	Eir	Ekki blý	

Nafn	Heimili	Byggt	P.nr.	Sveitarfélag	Lagnagerð	Lóðning	Annað
Rúnar Sigtryggur Magnússon	Hlíðarvegi 5		350	Grundarfirði	Eir	Ekki blý	Íbúi framkvæmdri strokpróf og sendi niðurstöðu í pósti.
Smári Björgvinsson	Eyrarvegi 17		350	Grundarfirði	Ekki eir		Fullyrt af eiganda
Reykjanesbær önnur hverfi en Ásbrú							
Guðmundur Lárússon	Nónvarða 9	1976	230	Reykjanesbær	Eir - tin	50/50	LRA-21
Elvar Antonsson	Faxabraut 65	1968	230	Reykjanesbær	Eir - tin	50/50	LRA-22
Sigurður Kolbeinsson	Faxabraut 67	1965	230	Reykjanesbær	Eir - tin	50/50	LRA-23
Hanna A. Guðmundsdóttir	Hringbraut 128	1967	230	Reykjanesbær	Eir - tin	50/50	LRA-24
Hallgrímur Kristmundsson	Hringbraut 129	1967	230	Reykjanesbær	Eir - tin	50/50	LRA-25
Brynleifur Heiðar Jónsson	Sólvallagötu 40	1956	230	Reykjanesbær	Eir		LRA-26
Árni Ingimundarson	Hátúni 10		230	Reykjanesbær	Ekki eir		Fullyrt af eiganda
Brynleifur Heiðar Jónsson	Faxabraut 27		230	Reykjanesbær	Eir	Ekki blý	Formaður húsfélags
Einar Stefánsson	Heiðargil 10		230	Reykjanesbær	Eir	Ekki blý	
Elín Kjartansdóttir	Heiðarhorn 7G		230	Reykjanesbær	Ekki eir		
Ester Inga Alfreðsdóttir	Hringbraut 64		230	Reykjanesbær	Eir	Ekki blý	LeadCheck Aqua – ekki blý
Geir Gunnarsson	Hringbraut 74		230	Reykjanesbær	Eir	Ekki blý	
Gísli Ólafsson	Ægisvöllum 23		230	Reykjanesbær	Ekki eir	Ekki blý	Fullyrt af eiganda (pípari)
Guðmundur Óskarsson	Skólavegur 28		230	Reykjanesbær	Eir	Ekki blý	
Gunnar K Ottosson	Túngata 17		230	Reykjanesbær	Ekki eir		Fullyrt af eiganda
Jónas Guðmundsson	Grænagarði 3		230	Reykjanesbær	Ekki eir		Fullyrt af eiganda
Þórarinn Sveinn Jónasson	Heiðarhorn 4		230	Reykjanesbær	Eir	Ekki blý	
Ásgeir Ólafsson	Kirkjubraut 6		260	Reykjanesbær	Ekki eir		
Gistiheimilið	Kirkjubraut 5		260	Reykjanesbær	Eir	Ekki blý	
Ingimundur Eiríksson	Njarðvíkurbraut 27		260	Reykjanesbær	Eir	Ekki blý	Búið að endurnýja lagnir (1995)
Rúnar Ragnarsson Woods	Grundarvegur 13		260	Reykjanesbær	Eir	Ekki blý	Skoðað
Aðrir staðir							
Grunnskóli Sandgerðis, bygg. B	Einar Bergsson húsvörður	1960	245	Sandgerði	Eir	Ekki blý	LRA-27. Hæsta blýgildið
Grunnskóli Sandgerðis, bygg. B	Einar Bergsson húsvörður	1960	245	Sandgerði	Eir	Ekki blý	LRA-28
Óskar Ingiberg Axelsson	Tjarnargötu 1		245	Sandgerði	Eir	Ekki blý	
Þórhallur Ásgrímsson	Suðurgötu 25		245	Sandgerði	Eir	Ekki blý	
Freyr Gunnarsson	Reynistað		250	Garði	Ekki eir		Fullyrt af eiganda
Yousef Sheikh	Flataskóli, norðurálma		210	Garðabæ	Ekki eir		Skoðað

Viðauki E Rúmmál pípulagna eftir tegundum og sverleika

Þver-mál tommur	Rúmmál			
	Lítrar vatns í hverjum metra			
	Stál	Koparlagnir Teg		
		K	L	M
1/4	0,06	0,05	0,05	
3/8	0,12	0,08	0,09	0,10
1/2	0,19	0,14	0,15	0,16
3/4	0,34	0,28	0,31	0,33
1	0,55	0,50	0,53	0,56
1 ¼	0,96	0,78	0,80	0,84
1 ½	1,30	1,09	1,14	1,17
2	2,14	1,92	1,98	2,02
2 ½	3,06	2,98	3,04	3,13
3	4,72	4,24	4,35	4,46
3 ½	6,32	5,75	5,88	6,00
4	8,13	7,47	7,02	7,79
5	12,77	11,58	11,95	12,04
6	18,44	16,55	17,10	17,38
8	32,66	28,87	29,97	30,43
10	50,35	44,77	46,52	47,16
12	71,37	64,45	67,02	67,67

Koparlagnir eru flokkaðar í þrjár megin tegundir, K, L og M. Helsti munurinn er fólgin í þykkt lagnanna, K lagnir eru þykkastar en M lagnir þynnstar. Samkvæmt ráðleggingum í The Copper Handbook á vefsvæði Copper.org – þá er helst mælt með því að notaðar séu M-lagnir fyrir neysluvatn (Copper Development Association Inc, 2006).

Viðauki F Leiðbeiningar um sýnatöku fyrir íbúa á sýnatökustöðum.

Eftirfarandi leiðbeiningar látnar té þeim íbúum sem þurftu að taka sýni:

Leiðbeiningar fyrir sýnatöku

Sýni skal tekið úr **kaldavatskrananum**! Helst skal taka sýni úr eldhúskrana – en einnig má taka sýni úr baðherbergiskrana sem notaður er t.d. við tannburstun – en gætið þess þó að nota ekki vaskinn yfir nóttina og sturta ekki niður úr salernisskálinni – sé hún notuð um nóttina.

1. Undirbúningur:

- a. Kvöldið fyrir sýnatöku: Látið vatnið renna uns það er orðið vel kalt (uppvask eftir kvöldmat er næg forskolun).
- b. Látið vatnið liggja óhreyft í að minnsta kosti 6 klst. fyrir sýnatöku, t.d. yfir nótt. Látið aðra á heimilinu vita að ekki megi snerta viðkomandi sýnatökukrana.

2. Sýnataka:

- a. Notið einnota hanska sem ég læt ykkur í té eða gúmí uppþvottahanska sem þið eigið sjálf – henti það ykkur betur.
- b. **VARÚÐ** – sýnaflaskan inniheldur saltpéturssýru (HNO_3) sem er hættuleg í þeim styrkleika sem um ræðir (sjá neðar og tölvupóst). **EKKI** hella henni úr flöskunni.
- c. Opnið flöskuna og hafið hana tilbúna undir vatnskrananum áður en þið skrúfið varlega frá, látið vatnið síðan renna rólega í flöskuna og fyllið hana að öxlum (þar sem flaskan fer að mjókka neðan við tappann).
- d. Þegar flaskan er full, lokið henni þéttingsfast og hvolfið henni nokkrum sinnum til að sýran og sýnið blandist vel. Athugið að eftir að flaskan hefur verið fyllt – eruð þið búin að þynna sýruna það mikið að hún telst ekki hættuleg lengur! Þó er vert að gæta þess að sýnið komist ekki í hendur barna.
- e. Geymið sýnið í ísskáp uns ég kem og sæki það síðdegis á fimmtudegi. Gott er að setja sýnaflöskuna í plastpoka í ísskápnum svo að ekkert smitist í matvæli.

3. Annað:

- a. Ef sýnataka mistekst, t.d. ef einhver hefur notað vatnið á þeim tíma sem vatnið þarf að standa í leiðslunum – **FRESTIÐ** þá sýnatökunni! Ég get sótt sýnið seinna. Látið mig vita þegar ég kem – eða í síma 694-5275.
- b. Ef eitthvað er óljóst – hringið í ofangreint símanúmer og leitið ráða.

Ef til óhapps kemur við meðhöndlun sýru:

Snerting við augu:

Fjarlægjið linsur ef við á. Skolið strax með miklu af vatni í a.m.k. 15 mín. og haldið auganu vel opnu á meðan. Leitið strax lækni.

Snerting við húð:

Skolið strax húð með miklu af vatni í a.m.k. 15 mín. - fjarlægjið á meðan fatnað sem komist hefur í snertingu við efnið. Leitið strax lækni. Þvoið fatnað vel áður en hann er notaður að nýju.

Inntaka:

Leitið strax lækni - farið strax á slysamóttöku. Framkallið ekki uppköst nema mælt fyrir um slíkt af lækni. Gefið mikið af vatni að drekka og tryggið ferskt loft.