



AKRANES

GRUNNVATNSATHUGUN Á NEÐRI SKAGA

September 2023



HEITI SKÝRSLU:	AKRANES - GRUNNVATNSATHUGUN Á NEÐRI SKAGA Á NEÐRI SKAGA	DREIFING:
VERKEFNI:	23148-03	<input type="checkbox"/> OPIN
SKÝRSLA NR.	1	<input type="checkbox"/> LOKUÐ TIL
AFURÐAR-AUÐKENNI:	23148-M00005	<input checked="" type="checkbox"/> HÁÐ LEYFI VERKKAUPA

ÚTGÁFUSAGA:					
ÚTG. NR	DAGS.	HÖFUNDAR	RÝNT AF	SAMP.	ÚTGÁFUSTAÐA
1	2023-09-014	SBe, JÖF	SGrS, AMP, SPS	JÖF	

HÖFUNDAR: Jóhann Örn Friðsteinsson og Stefán Benediktsson RÝNT: Sigurður Grétar Sigmarsson, Anna María Þráinsdóttir, Snorri Páll Snorrason	VERKEFNISSTJÓRI: Jóhann Örn Friðsteinsson
---	--

UNNIÐ FYRIR: Akraneskaupstað UMSJÓN: Lárus Ársælsson	SAMSTARFSADILAR:
---	------------------

<p>ÚTDRÁTTUR:</p> <p>Að beiðni Akraneskaupstaðar hefur Verkís kannað jarð- og grunnvatnsaðstæður á Neðri Skaga eftir að ábendingar bárust um hátt grunnvatnsborð og háan hita á grunnvatni. Gerðar voru jarðgrunnsrannsóknir með gryfjum og mælingum á grunnvatnshæð á völdum stöðum á Akranesi. Síritar voru settir í 3 holur sem skrá hitastig og vatnshæð. Einnig var farið yfir niðurstöður bilanaleitar Veitna og önnur grunn gögn skoðuð.</p> <p>Niðurstöður gefa til kynna að grunnvatnið á Neðri Skaga streymir aðallega um lekt sand- og malarlag sem liggur undir jarðveginum og ofan á annað hvort leir eða klöpp. Grunnvatnsrennsli telst bæði geta fylgt landslagi til suðvesturs og norðausturs milli hryggja, en einnig þvert í norðvestur í átt til Krókalóns í gegnum opnur eða skorninga á milli hryggjanna.</p> <p>Grunnvatnsstaða á Neðri Skaga hefur ekki verið kortlögð áður og því lítið til að bera niðurstöður rannsókna saman við. Það er þó merki um það á nokkrum stöðum að grunnvatn liggja tiltölulega hátt í sumar. Staðbundin há grunnvatnsstaða gæti skýrst af því að þétt jarðlög liggja hátt eða staðbundin tregða er í straumrennsli grunnvatns. Tveir þættir geta leitt til hækkunar grunnvatns, úrkoma eða leki úr lagnakerfi bæjarins. Miðað við mælgögn og efnagreiningu, sem Veitur hafa framkvæmt, væri hægt að útiloka hitaveituvatn þar sem magn kísils í mældum sýnum er lágt. Fráveitulagnir á svæðinu er í misgóðu ástandi og fannst við bilanaleit Veitna nokkur minni frávik með heitu affalli frá einstaka húsum. En það þyrfti töluverðan leka frá fráveitukerfinu til þess að hækka grunnvatn á svo stóru svæði.</p> <p>Með tilliti til þeirra gagna sem aflað hefur verið í sumar, rannsókna sem gerðar hafa verið á jarðlögum og grunnvatni á Akranesi, ásamt yfirferð á öðrum gögnum frá veðurfari og mælingum Veitna, telst há grunnvatnsstaða í sumar vera vegna mikillar úrkomu fyrrihluta árs. Síðast mældist meiri úrkoma á þessu tímabili árið 2017 og þar á undan 2012.</p> <p>Mælt er með áframhaldandi vöktun á grunnvatni með síritum og efnagreiningu vatns til að afla nánari upplýsinga og mögulegt upphaf vatnsins og grunnvatnsrennsli á svæðinu. Einnig er mælt með að kanna betur mögulegar ástæður hás grunnvatnsborðs norðvestan við Vesturgötu, við Krókalón.</p>
--

© Geta skal heimilda sé efni skýrslunnar afritað eða birt með einhverjum hætti.



Efnisyfirlit

Efnisyfirlit	iii
Myndaskrá	iii
Töfluskrá	iv
1 Inngangur	1
2 Um jarðfræði Akraness og grunnvatn	2
2.1 Jarðfræði	2
2.2 Almenn um grunnvatn og jarðvatn	3
2.3 Jarðhitaathuganir við Akranes	4
3 Jarðgrunns og grunnvatnsrannsókn 2023	6
3.1 Gryfjur	6
3.2 Grunnvatn	6
3.3 Athuganir á yfirborði	7
3.4 Síritar	8
3.5 Vatnsgæðamælingar	10
3.5.1 Mæling á leiðni í vatni	10
3.6 Úrkomugögn	10
4 Samanburður á grunnvatnshæð í gryfjum 2007 og 2023	12
5 Yfirferð á gögnum frá Veitum vegna lekaleitar	14
6 Aðstæður við ABK lögn við Krókalón	15
7 Túlkun á niðurstöðum	17
8 Tillögur að frekari rannsóknum	19
9 Heimildir	20
Viðaukar	21

Myndaskrá

Mynd 1 Einfölduð mynd af sniði með hallandi hraunlögum og setlögum í lægðum (Almenna verkfræðistofan, 2007).	2
Mynd 2 Hallandi hraunlög, hér horft til suðvestur í átt að Krókalóni, halli hraunalaga til suðausturs (Almenna verkfræðistofan, 2007).	2
Mynd 3 Dæmigerð skipan jarðlaga á svæðinu, hér frá gryfjúlýsingu við Ægisbraut árið 2007.	3
Mynd 4 Jarðlög og berggrunnur við dælustöð við Krókalón, norðvestan við Vesturgötu 69.	3
Mynd 5 Jarðvegstraki, hárpípubelti og grunnvatnsborð í gryfju við Kirkjubraut.	4
Mynd 6 Hitastigull í borholum ST-01 og ST-02, mældur 1966 og 1967.	5
Mynd 7 Solinist Model 107 Hita-, leiðni- og dýptarmælir sem notaður var við mælingar á grunnvatnshita og leiðni. Heimild: https://www.solinst.com/products/level-measurement-devices/107-tlc-meter/	6
Mynd 8 Grunnvatn á 45 cm dýpi við lóðamörk Vesturgötu og göngustígs við Krókalón.	8
Mynd 9 Staðsetning sírita.	9
Mynd 10 Vatnshæð í síritum G-02, G-09 og K-01 á tímabilinu 25. ágúst til 29. ágúst.	9
Mynd 11 Hitastig í síritum G-09 og K-01	10
Mynd 12 Veðurathuganir frá Kirkjubóli 2005-2023. Uppsöfnuð árleg úrkoma í mm.	11
Mynd 13 Veðurathuganir frá Kirkjubóli 2005-2023. Uppsöfnuð úrkoma janúar til maí.	11
Mynd 14 Mæld úrkoma 2007 og 2023 ásamt dagsetningum þegar jarðkönnun fór fram.	13
Mynd 15 Niðurstöður efnamælinga Veitna.	14
Mynd 16 Staðsetning Ø40mm og Ø500mm frárennislagnar sem lögð var 2016, unnin mynd frá lukor.or.is	15



Mynd 17	Frá jarðvinnu við lögn frá Krókalóni að dælustöð, leirlag sést neðst í skurði til vinstri. ...	16
Mynd 18	Frá jarðvinnu við lögn aftan við Vesturgötu 83, klöpp neðst í skurði, áætlað 1-1,5 m á klöpp frá yfirborði.	16
Mynd 19	Grunnvatnskort af Neðri Skaga.....	17

Töfluskrá

Tafla 1	Mæld grunnvatnshæð í gryfjum grafnar í ágúst 2023.	7
Tafla 2	Mælingar 24.08.2023 á hitastigi, DO, pH og leiðni. Hóla G-15 er staðsett á leikvelli við Grundartún.	10
Tafla 3	Samanburður á dýpi á grunnvatn 2007 og 2023.	12



1 Inngangur

Að beiðni Akraneskaupstaðar hefur Verkís kannað jarð- og grunnvatnsaðstæður á Neðri Skaga eftir að ábendingar bárust um hátt grunnvatnsborð og háan hita á grunnvatni í námunda við Kirkjubraut 11 og 12-18. Einnig var farið yfir gögn vegna jarðvinnuframkvæmda við Krókalón og bilanaleit Veitna á veitukerfi vorið 2023.

Við þessa athugun hefur könnunarsvæðið verið takmarkað við Neðri Skaga, með Kirkjubraut og Kalmansbraut í suðri og Bárugötu í suðvestri.

Verkís fylgdi eftirfarandi áætlun við athugun á grunnvatni á svæðinu:

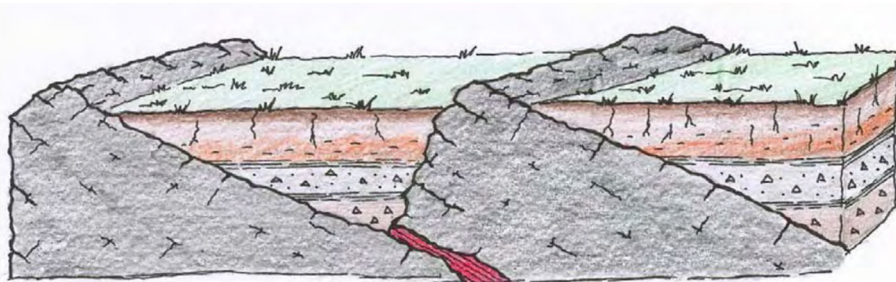
1. Kortleggja grunnvatnshæð á svæðinu norðan við Kirkjubraut og Kalmansbraut niður að sjó.
 - Grafa gryfjur til að kanna jarðlög og grunnvatnshæð
 - Koma fyrir 100 mm götuðum plaströrum fyrir í gryfjum til að geta fylgst með grunnvatnsstöðu.
 - Grafa gryfjur á svæðum þar sem jarðgrunnur var kannaður áður (2007-2008) til að sjá hvort að það hafi orðið breyting á grunnvatnshæð frá þeim tíma.
 - Setja sírita í gryfjur til að fylgjast með grunnvatnsbreytingum.
 - Taka gryfju á öðru svæði í bænum til samanburðar á hitastigi á grunnvatni.
 - Mæla hitastig og dýpi á grunnvatn frá yfirborði.
2. Yfirferð á gögnum
 - Sérfræðingur í lagnakerfum og ofanvatnslausnum fer yfir grunngögn frá Veitum.
 - Farið yfir gögn vegna jarðvinnuframkvæmda vegna nýlegra lagna á svæðinu.
 - Skoða veðurfarsgögn (úrkomu).

Markmiðið með athuguninni var að meta hvort að grunnvatn væri óeðlilega hátt á svæðinu og þá meta ástæður þess.

2 Um jarðfræði Akraness og grunnvatn

2.1 Jarðfræði

Berggrunnurinn (klöppin) á Akranesi er gerður úr um 3-5 milljón ára, þéttu og ummynduðu basalti, með 2-10 m þykkum hraunlögum og rauðum setlögum á milli hraunlaga. Setlögin eru hörðnuð og því eiginlegur hluti af klöppinni. Hraunlögin halla til suðausturs um 5-10 gráður (Mynd 2). Klöppin er sjáanleg í hryggjum og ásnum með norðaustlæga stefnu en er að meginþorra grafin undir setlögum. Á milli hryggjanna dýpkar á klöpp til suðaustur og setlögin þykkna. Mynd 1 sýnir dæmi um hallandi hraunlög og þykkt mismunandi jarðlaga í dældum milli hryggjanna. Klöppin á Akranesi er lítið sprungin og tiltölulega þétt og þar af leiðandi lítið vatnstreymi í gegnum ása og hryggi nema þá í gegnum skorninga sem skera skáhalt í gegnum staflann.



Mynd 1 Einfölduð mynd af sniði með hallandi hraunlögum og setlögum í lægðum (Almenna verkfræðistofan, 2007).



Mynd 2 Hallandi hraunlög, hér horft til suðvestur í átt að Krókalóni, halli hraunalaga til suðausturs (Almenna verkfræðistofan, 2007).

Lausum jarðlögum, ofan á klöpp, má skipta í þrjár einingar:

1. Jökulruðning frá ísaldarjökli, oft skolaður með sjó og gæti því verið hlutfallslega grófkornaðri en „hefðbundinn“ jökulruðningur. Neðst ofan á berggrunni.
2. Fínkorna sjávarset, hvarfleir sem myndaðist við ísaldarlok þegar sjávarborð var um 60-70 m hærra en nú.
3. Misþykkt sjávar- strandset myndað við lækandi sjávarborð, sandur og mól (efst).

Ofan á jarðlögum liggur síðan jarðvegur með lífrænum lögum ofan á jarðgrunni og samanstendur hann af bæði votlendisjarðvegi (framræstar mýrar) og þurrlendisjarðvegi með mold.

Almenna verkfræðistofan		Fráveitukerfi á Akranesi					Verktaki: Vélaeiga HS.		Tæki: 14 t skurðgrafa	
Orkuveita Reykjavíkur		Gryfja AG06					Staður: Stillholt-Ægisbraut		Grafíð: 27.júlí 2007	
		Hnit: X:351059 Y:428218 Hæð: 4,34 m y.s. ISN 93					Teiknað: des.-2007 / MM			
Hæð m y.s.	Dýpi m	Jarðefni	Jarðmyndun	Cobra	Dýpi m	Jarðefna snið	Vatn m	Botn m	Lagsk. m	Prófanir á sýni
4.1		Möl Sandrík Mór Trefjaríkur	Fylling Mýrarjarðvegur						0.2	
	1,0				1,0					
	2,0				2,0				2.3	
2.0		Möl Sandrík og með siltinsum	Sjávar- eða strandset						2.8	
1.5							2.8			
1.2	3,0	Silt	Sjávar- eða strandset		3,0			3,1		
		Greftri hætt								

Mynd 3 Dæmigerð skipan jarðlaga á svæðinu, hér frá gryfjulýsingu við Ægisbraut árið 2007.



Mynd 4 Jarðlög og berggrunnur við dælustöð við Krókalón, norðvestan við Vesturgötu 69.

2.2 Almennt um grunnvatn og jarðvatn

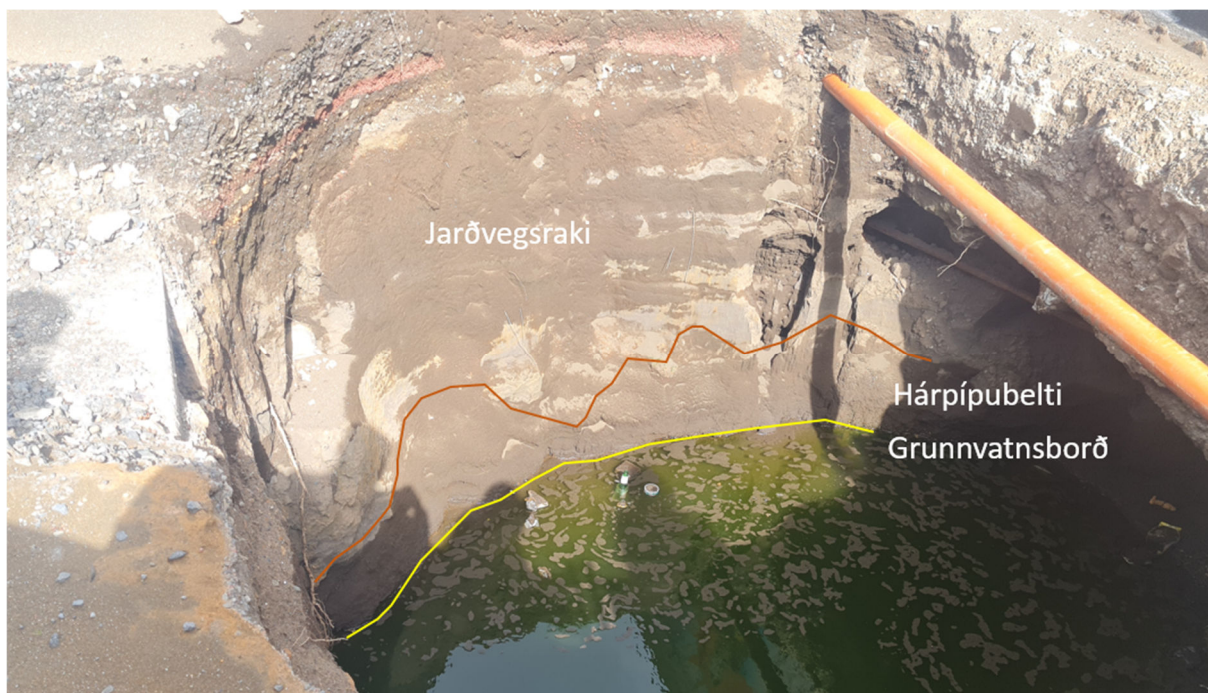
Vatn undir yfirborði kallast jarðvatn og má skipta því gróflega í þrjá flokka eða lög: Jarðvegraka, hárpípuvatn og grunnvatn (Mynd 5).

Jarðvegraki eða jarðvegrakabelti er efsti hluti jarðvatnsins og fylgir efri hluti þess yfirborði. Þykkt þessa lags er mismunandi og breytilegt og er holrými milli korna í jarðvegi í þessu belti að hluta fyllt með vatni og að hluta lofti. Vatn í jarðvegrakabeltinu getur annað hvort verið bundið sem þunn himna utan um jarðvegskorn eða laust vatn sem hripar niður í gegnum jarðlögin (Hjartarson, 1994).

Hárpípuvatn og hárpípubelti er þunnt lag þar sem vatn hefur dregist upp frá grunnvatnsborði sökum hárpípukrafta. Þykkt þessa lags er háð kornastærð og gropi jarðlaga. Þetta lag getur verið allt frá nokkurra cm þykkt lag upp í einverja metra (Hjartarson, 1994).

Grunnvatnborð er skilgreint sem sú hæð eða þau skil þar sem jarðgrunnur er 100% mettur af vatni. Grunnvatnsborðið verður meðal annars sýnilegt við gröft á gryfjum eða í borholum þar sem gryfjan eða

holan er látin standa í einhvern tíma. Vatn getur einnig streymt í gegnum lek lög t.d. sand- eða malarlög sem liggja milli tveggja þéttara laga þó svo að hið eiginlega grunnvatnsborð liggji neðar. Dæmi um þetta er meðal annars þegar vatn seytlar úr sandlögum við gróft gegnum lagskipt jarðlög með mismunandi eiginleika. Vatn getur einnig safnast saman á þéttum jarðlögum, svo sem leir eða þéttri klöpp, fyrir ofan raunverulegt grunnvatnsborð og kallast það þá falskt grunnvatnsborð. Grunnvatnið er sjaldan kyrrstætt heldur sígur í hægum straumi undan halla frá hærri svæðum til lægri svæða. Grunnvatnsstraumur til vesturs hefur t.d. verið sjáanlegur í gryfju við Kirkjubraut 11.



Mynd 5 Jarðvegsraki, hárpípubelti og grunnvatnsborð í gryfju við Kirkjubraut.

Hvað varðar grunnvatn og grunnvatnsstreymi og lekt í mismunandi jarðlögum á Akranesi þá má draga eftirfarandi ályktanir:

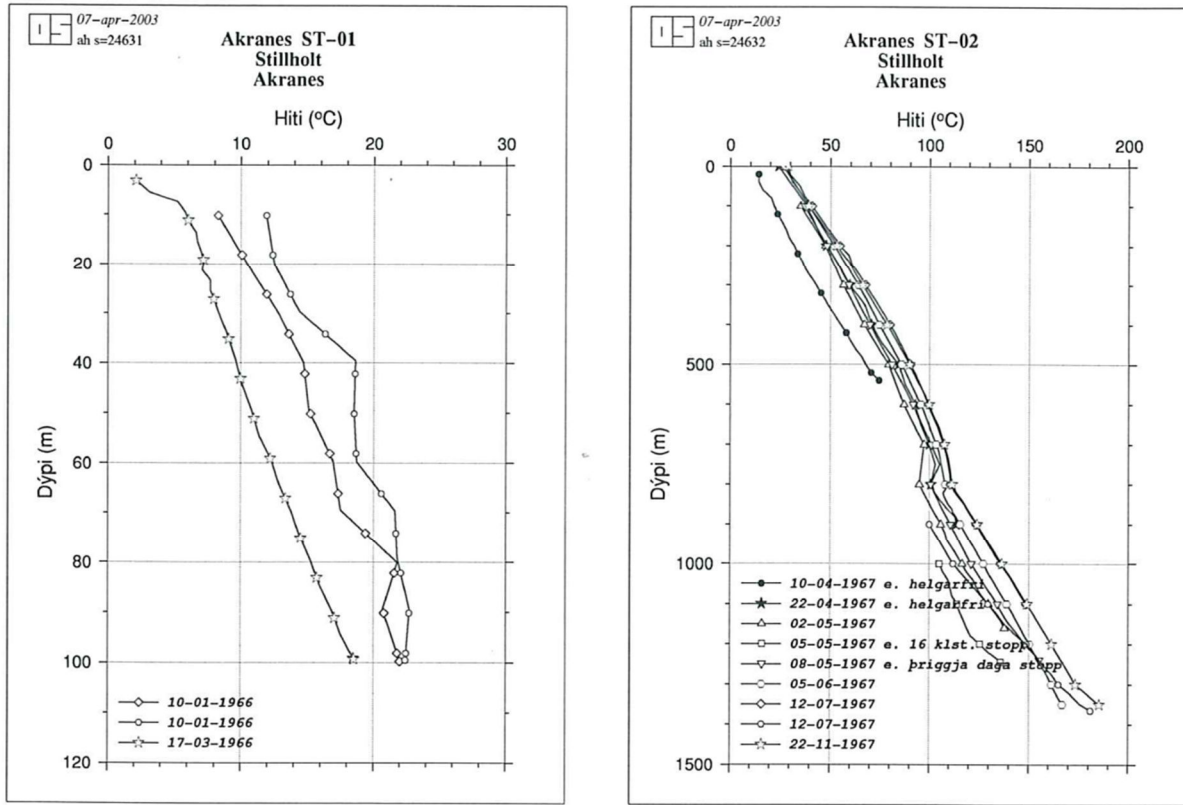
1. Jarðvegurinn, í efsta hluta jarðlaga, getur geymt töluvert magn jarðvatns í formi jarðvegsraka, hárpípuvatns eða grunnvatns. Jarðvegurinn leiðir vatn illa.
2. Sjávar- og standset (sandur og fín möl) sem liggur undir jarðveginum, getur leitt vatn vel (grunnvatnsveitir).
3. Fínkorna sjávarset, hvarfleir. Leiðir vatn illa. Getur myndað falskt grunnvatnsborð.
4. Jökulruðningur getur leitt vatn, var þó hvergi sjáanlegur við rannsóknir 2023.
5. Klöpp/berggrunnur, telst þéttur og leiðir vatn illa. Vatn getur þó lekið í gegnum hryggi við skorninga.

2.3 Jarðhitaathuganir við Akranes

Skoðuð hafa verið gögn frá borholuskrá orkustofnunnar sem aðgengileg er á vefnum www.map.is/os. Dípi á grunnvatn í borholum mælist að mestu leiti meira en 2,0 m (Orkustofnun, 2023).

Boraðar voru tvær holur við Stillholt árin 1965-1966 vegna jarðhitaleitar. Samkvæmt borholuskrá Orkustofnunnar eru holurnar staðsettar í klapparholti milli Kalmansbrautar og Fjölbrautarskólans. Borholurnar (ST-01 og ST-02) eru 100,8 og 1400 m djúpar og var mældur hitastigull í báðum holunum. Hitastigull reyndist vera 137 °C/km í borholu ST-01 og 129 °C/km í borholu ST-02 (Árni Hjartarson og Kristján Sæmundsson, 2003).

Eðlilegur hitastigull utan jarðhitasvæða á Íslandi er talinn um 60°C/km þannig að í borholunum við Stillholt var um að ræða rúmlega tvöfaldan þann hitastigul (Kristján Sæmundsson, Jón Jónsson, Jens T'omasson og Guðmundur Pálsson, 1968).



Mynd 6 Hitastigull í borholum ST-01 og ST-02, mældur 1966 og 1967.

Þrátt fyrir háan hitastigul sýndu niðurstöður rennslisprófanna að rennslí í holunum var ekki nægjanlegt með tilliti til vatnsöflunar.

Þegar litið er í hitamælingar í borholunum má sjá að í borholu ST-01 mælist hitastig upphaflega um 8 og 12 gráður á 5 m dýpi en er töluvert lægra, 2 gráður, á 2 m dýpi þegar mælingar voru endurteknar. Í borholu ST-02 er hitastig grunnvatn hins vegar töluvert hærra við yfirborð og hefur mælist milli 20 og 30 gráður efst í holunni á sýnum tíma. Mögulega hefur mæling farið fram á meðan borun stóð sem útskýrir háar hitatölur efst í holunni.

Veitur skoðuðu svæðið við borholu ST-02 í sambandi við lekaleit 2023 og sáust þá engin merki um uppstreymi úr holunni.

Gerðar voru hitastigulsrannsóknir við Akrafjall og Akranesi á árunum 2004-2006 þar sem boraðar voru holur á fleiri stöðum, meðal annars við Esjubraut, milli Kalmannsbrautar og Þjóðbrautar. Mælingar í borholum sýndu um 10°C heitt vatn efst í holunum (Árni Hjartarson, 2006).

3 Jarðgrunns og grunnvatnsrannsókn 2023

Til að safna nánari upplýsingum um jarðgrunn og grunnvatn á svæðinu voru grafnar 21 gryfja. Gryfjum var dreift þannig að hægt væri að fá yfirlit yfir jarðgrunn og grunnvatnshæð á öllu svæðinu norðaustan við Kalmannsbraut og Kirkjubraut og niður að sjó í norðvestri.

Götuðum PVC drenörum (100 mm) var komið fyrir í öllum gryfjunum til að geta mælt grunnvatn áfram og fylgjast með þróun og breytingum á grunnvatnshæð og taka vatnssýni til greininga ef þörf er talin á.

3.1 Gryfjur

Á tímabilinu 1. – 8.ágúst 2023 var 21 gryfja grafin á Akranesi. GJ vélaleiga ehf. Sá um gröft með 15 tonna hjólagrófu og 5 tonna beltagröfu. Veður var gott, léttskýjað, hiti 14-17°C og þurr þegar gryfjurnar voru grafnar. Að auki voru aðrar gryfjur, sem grafnar höfðu verið af öðrum aðilum skoðaðar.

Gryfjulýsingar, hnitaskrá og myndir eru að finna í viðaukum við þessa skýrslu.

3.2 Grunnvatn

Við gryfjugróft var fylgst með og mælt hvar vatn byrjaði að seytla inn i gryfjuna. Notast var við grunnvatnsmæli til að mæla dýpi, hita og leiðni eftir að búið var að setja drenör í holurnar. Einnig var mæld grunnvatnshæð og leiðni í öllum holum þann 9. Ágúst, eftir að búið var að ganga frá öllum gryfjum. Vatnshæð var ekki mæld í G-11 við Heilbrigðisstofnun Akraness þar sem þar gaus upp nokkuð sterk skolplykt við gröftinn.

Grunnvatnshæð er gefin upp í Akraneshæðarkerfinu. Tafla 1 sýnir mælda grunnvatnshæð við tvennar mælingar, annars vegar þann 9. Ágúst og hins vegar þann 29. Ágúst. Mælingar þann 29. Ágúst fóru fram eftir úrkomu 25.- 26. Ágúst eftir tiltölulega þurr sumari.

Nákvæmari niðurstöður mælinga eru gefnar í töflum í viðauka. Hitamælur sem notast var við mælingar eru af gerðinni Solinst, model 107 (mynd 7) og var mælirinn kvarðaður með kvikasilfursmæli og sýndi $\pm 0,3$ °C nákvæmni.



Mynd 7 Solinst Model 107 Hita-, leiðni- og dýptarmælir sem notaður var við mælingar á grunnvatnshita og leiðni. Heimild: <https://www.solinst.com/products/level-measurement-devices/107-tlc-meter/>



Tafla 1 Mæld grunnvatnshæð í gryfjum grafnar í ágúst 2023.

Heiti	Grunnvatnshæð	
	9.8.2023	29.8.2023
G-01	2,2	2,2
G-02	1,8	2,1
G-03	2,0	2,2
G-04	1,8	1,9
G-05	4,3	4,0
G-06	4,6	4,7
G-07	8,3	8,4
G-08	9,0	9,2
G-09	6,2	7,3
G-10	10,9	Óaðgengileg
G-11	Ekki mæld	Ekki mæld
G-12	Þurr	Þurr
G-13	7,3	7,3
G-14	6,1	Þurr
G-15	5,3	5,3
G-16	4,0	4,0
G-17	Þurr	Þurr
G-18	Þurr	Þurr
G-19	Þurr	Þurr
K-01	10,8	10,8
V-01	7,8	8,1

3.3 Athuganir á yfirborði

Aðstæður frá yfirborði voru skoðaðar í vettvangsferðum 5. og 11. Júlí 2023. Skoðaðar voru meðal annars gryfjur grafnar af Ingólfi Árnasyni og Kristjáni Baldvinsyni og skoðaðar niðurstöður mælinga sem þeir hafa framkvæmt bæði á grunnvatnshæð, grunnvatnshita og rennsli úr brunn aftan við Kirkjubraut 12-18. Við vettvangsskoðun kom meðal annars fram að grunnvatn liggur tiltölulega grunnt undir húsi neðst, sunnan Esjubrautar og við Vesturgötu, aftan við Þrótt vélaleigu, liggur vatn yfir ræsi við útigeymslu og flæðir þar upp úr við miklar rigningar að sögn viðmælenda.

Grunnvatn í gryfjum lá tiltölulega grunnt undir yfirborði við Vesturgötu 102 (1 m) og á nyrðri lóðamörkum við Vesturgötu 81, 87 og 93 að göngustíg við Krókalón þar sem grunnvatnsborð var sjáanlegt á 0,45-1,0 m dýpi (Mynd 8).

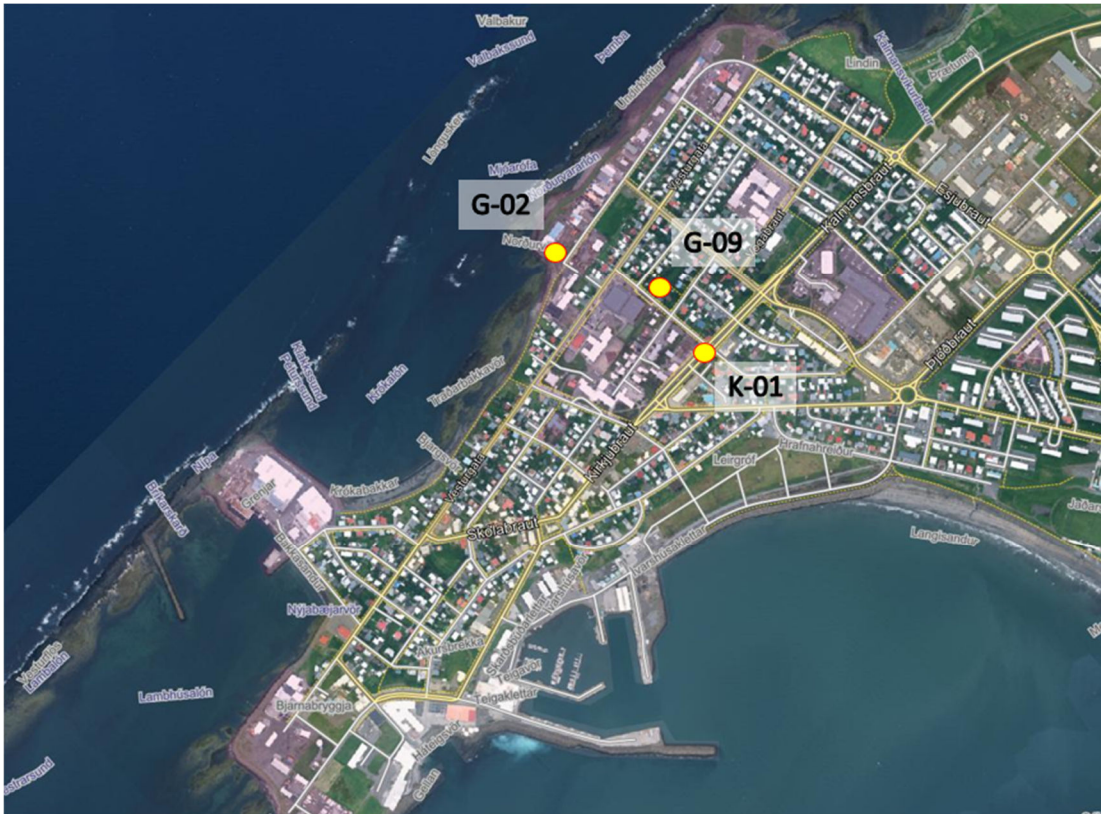


Mynd 8 Grunnvatn á 45 cm dýpi við lóðamörk Vesturgötu og göngustígs við Krókalón.

3.4 Síritar

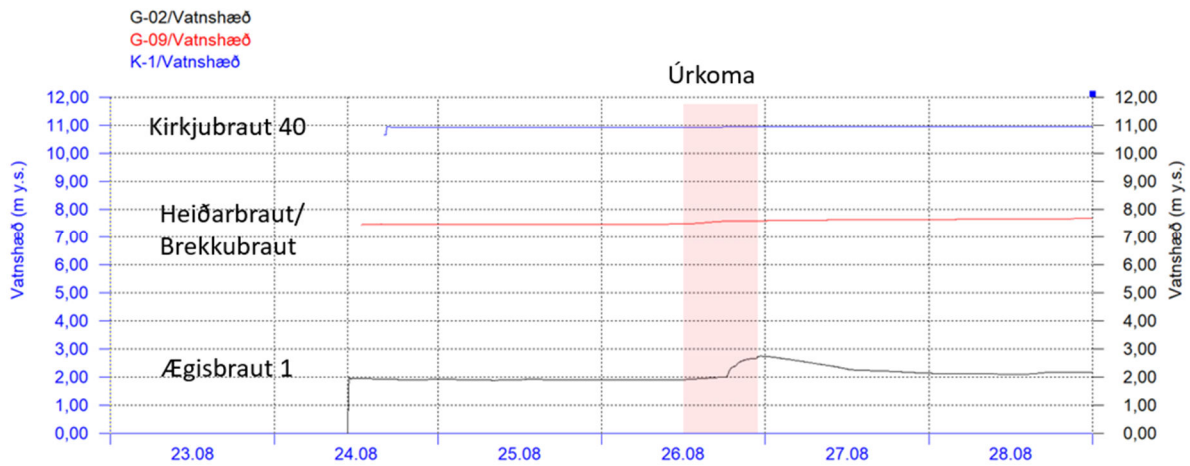
Síritum var komið fyrir í gryfjum G-02, G-09 og K-01 þann 24. ágúst 2023 (Mynd 9). Síritarnir skrá grunnvatnshæð á 5 mín fresti í öllum holunum og hitastig grunnvatns á 60 mín fresti í holum G-09 og K-01. Staðsetning sírita var valinn með tilliti til þess að fá nokkurn veginn beina línu í sniði frá hæsta punkti við Kirkjubraut og niður að sjó.

Skoðuð hafa verið gögn frá síritunum frá því þeir voru settir niður og fram til 29. ágúst, eftir rigningarveður 25.-26. ágúst. Síritarnir eru enn við holurnar og eru virkir þegar þessi skýrsla er gefin út.

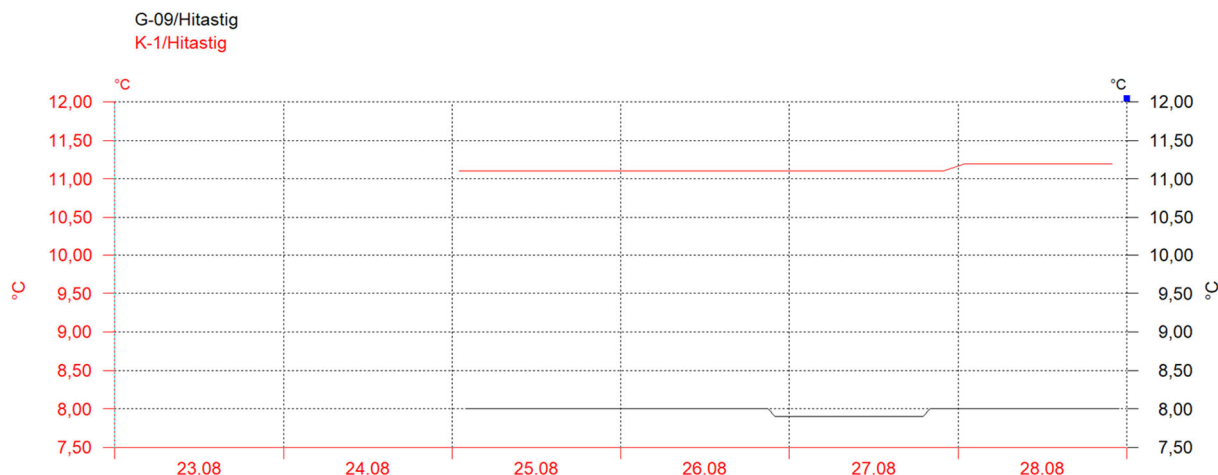


Mynd 9 Staðsetning sírita.

Frumniðurstöður mælinga eftir fyrstu 5 dagana má sjá á mynd 10 og mynd 11



Mynd 10 Vatnshæð í síritum G-02, G-09 og K-01 á tímabilinu 25. ágúst til 29. ágúst.



Mynd 11 Hitastig í síritum G-09 og K-01

3.5 Vatnsgæðamælingar

Samhliða uppsetningu á síritum voru eftirfarandi vatnsgæðabreytur mældar með handmæli YSI Professional Plus vatnsgæðamæli; hitastig (°C), uppleyst súrefni (e. dissolved oxygen, DO), sýrustig (pH), og leiðni (e. electrical conductivity, EC). Mælir var kvarðaður áður en mælingar fóru fram skv. leiðbeiningum frá framleiðanda. Niðurstöður mælinga eru sýndar í töflu 2.

Tafla 2 Mælingar 24.08.2023 á hitastigi, DO, pH og leiðni. Hóla G-15 er staðsett á leikvelli við Grundartún.

Heiti	Hitastig (°C)	DO (mg/L)	pH	EC (µS/cm)
G-02	9,0	6,98	6,45	4615
G-09	7,3	0,98	6,16	528
G-15	12,5	0,44	6,44	609
K-01	10,4	2,7	6,87	875

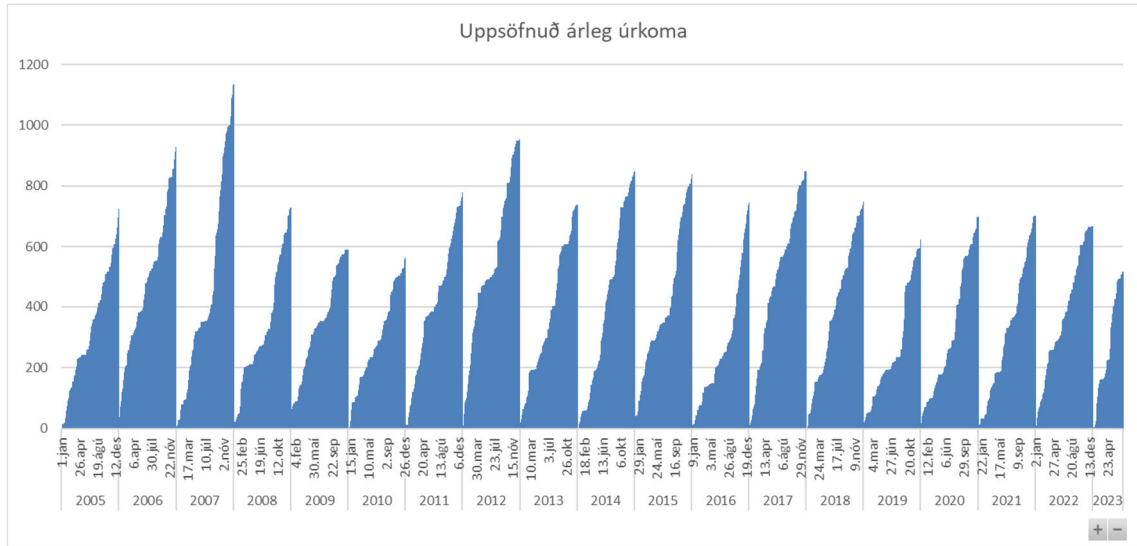
3.5.1 Mæling á leiðni í vatni

Leiðni (rafleiðni) er mæling á styrk jóna í vatni, þar sem hærri styrkur jóna gefur hærri leiðni. Styrkur jóna stjórnast af umhverfinu og ræðst náttúrlegur styrkur þeirra m.a. af regnvatni, jarðvegi/bergi og nálægð við sjó. Þekkt er að meiri nálægð við sjó auki jónastyrk og þar með leiðni. Leiðni regnvatns á Íslandi mælist yfirleitt á bilinu 10-25 µS/cm og á bilinu 20-200 µS/cm í íslenskum ám (Jóhannsson & Jónsson, 2007).

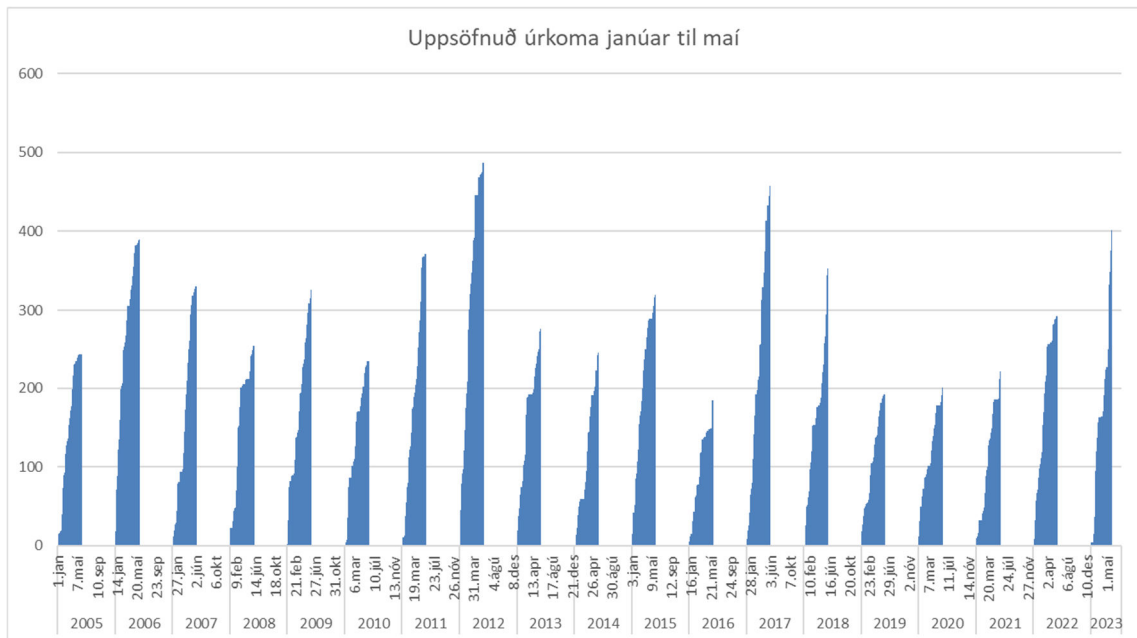
Hitaveituvatn úr krana á Akranesi var mælt með leiðni 336 µS/cm og hitastig 45 °C þann 3. ágúst 2023. Lækur fyrir ofan Akranes var mældur 8. ágúst og þar mældist leiðni 100 µS/cm og hitastig 11-13 °C. Í sjó mældist 23. ágúst leiðni á bilinu 19-20.000 µS/cm og hiti 12-13 °C. Samkvæmt upplýsingum Veitna hefur Deildatunguvatn leiðni á bilinu 300-410 µS/cm og kalt neysluvatn á Akranesi 115 µS/cm.

3.6 Úrkomugögn

Úrkomugögn frá veðurstöðinni á Kirkjubóli voru skoðuð frá tímabilinu janúar 2005 til og með júní 2023. Uppsöfnuð ársúrcoma á tímabilinu, skipt í ár (Mynd 12). Einnig var borin saman uppsöfnuð úrkoma á tímabilinu janúar til maí sömu ár (Mynd 13).



Mynd 12 Veðurathuganir frá Kirkjubóli 2005-2023. Uppsöfnuð árleg úrkoma í mm.



Mynd 13 Veðurathuganir frá Kirkjubóli 2005-2023. Uppsöfnuð úrkoma janúar til maí.

Eins og sjá má á Mynd 12 þá hefur heildar ársúrkoma síðustu 3-4 ár verið stöðug og rétt undir meðaltali á því tímabili sem gögnin eru skoðuð. Þegar litið er á uppsafnaða úrkomu fyrri hluta árs, frá janúar og fram í sumar má sjá að vorið í ár hefur verið nokkuð vætusamt með rúmlega 400 mm uppsafnaða úrkomu í ár sem er nokkuð meira en síðustu 5 ár (Mynd 13).



4 Samanburður á grunnvatnshæð í gryfjum 2007 og 2023

Fimm gryfjur (G-01, G-04, G-05, V-01 og G-02) voru grafnar í ágúst 2023 í nágrenni við gryfjur sem voru grafnar árið 2007 vegna hönnunar á nýrri fráveitu á Akranesi (Almenna verkfræðistofan, 2007).

Ekki var grafið á nákvæmlega sömu stöðum og árið 2007 þar sem mannvirki og/eða lagnir eru þar fyrir, en þó innan við 20 metra fjarlægð. Samanburður á mældri grunnvatnshæð er sýndur í töflu 2. Miðað er við grunnvatnshæð þegar gryfjan er nýlega opin til að fá sem bestan samanburð.

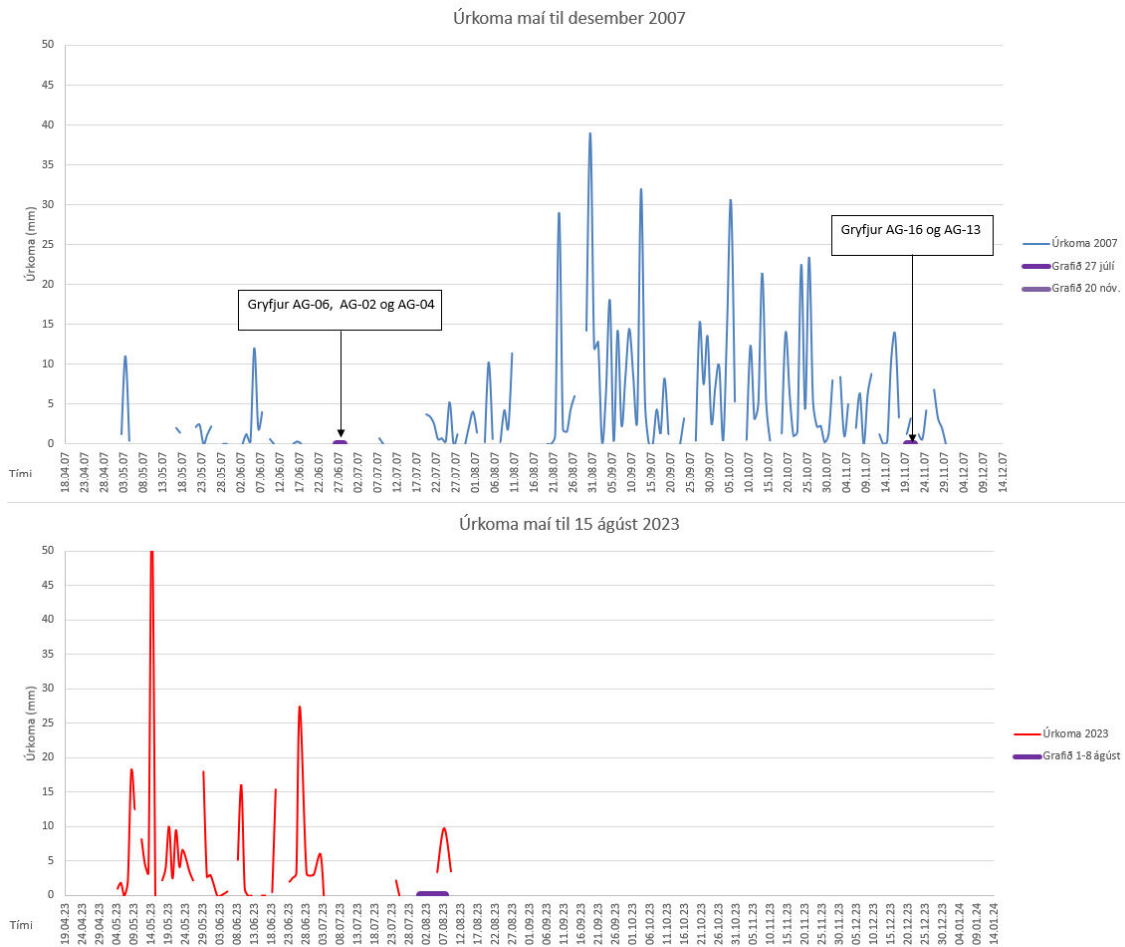
Samanburður sýnir að grunnvatnsstaða er hærri í holum G-01 og G-05 miðað við árið 2007. En lægri í holum V-01 og G-02. Grunnvatnsstaða við gryfjugróft í holu V-01 er 2,5 m lægri enn í holu AG-13 og gæti sá mikli munur skýrst vegna vatns sem rennur úr leku lagi í um 0,6 m dýpi haustið 2007. Grunnvatnsmælingar í holu V-01 nokkrum dögum eftir gróft sýna 0,7 m lækkun miðað við grunnvatnshæð 2007.

Yfirferð á gögnum frá veðurstöðinni á Kirkjubólstöð sýnir meiri úrkomu árið 2007, áður en gryfjur AG-13 og AG-16 voru grafnar og minni úrkomu mánuðina á undan áður en AG-02, AG-04 og AG-06 voru grafnar. Samanburð á úrkomu á mánuðunum á undan og á meðan rannsókn fór fram má sjá á Mynd 14.

Gryfjulýsingar frá 2007 er að finna í viðauka D.

Tafla 3 Samanburður á dýpi á grunnvatn 2007 og 2023.

Heiti gryfju		Dýpi á vatn (m)		Samanburður
2007	2023	2007	2023	
AG-06	G-01	2,8	2,3	0,5 m hækkun
AG-02	G-04	þurr	þurr	
AG-04	G-05	2,6	2,3	0,3 m hækkun
AG-13	V-01	0,6	3,1	2,5 m lækkun
AG-16	G-02	2,7	3,2	0,5 m lækkun



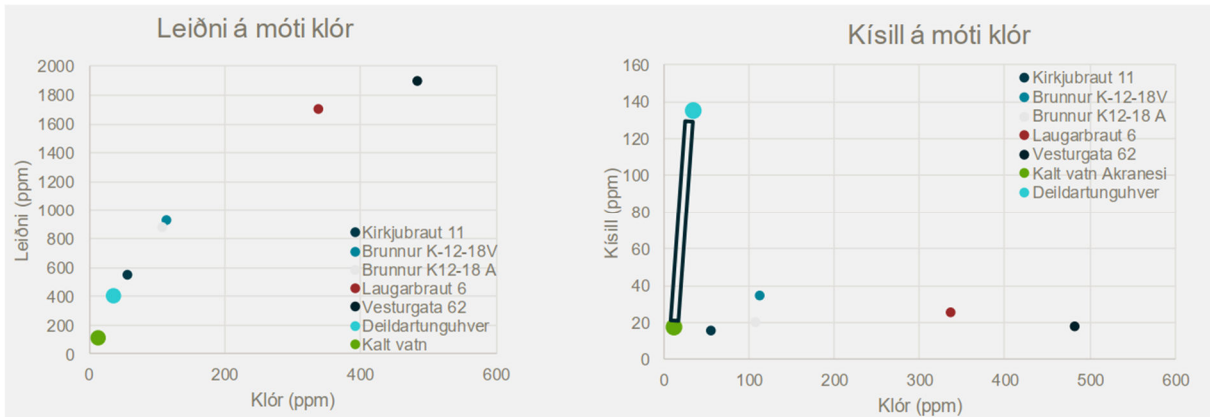
Mynd 14 Mæld úrkoma 2007 og 2023 ásamt dagsetningum þegar jarðkönnun fór fram.



5 Yfirferð á gögnum frá Veitum vegna lekaleitar

Verkís hefur farið yfir niðurstöður bilanaleitar sem framkvæmd var af Veitum á tímabilinu mars til maí 2023. Niðurstöður leitarinnar voru að ekki fannst merki um leka frá kaldavatns- né heitavatnslögnum á svæðinu. Rætt var um mögulegan leka úr fráveitulögn á tveimur stöðum en ekkert fannst varðandi hátt hitastig á grunnvatni við Kirkjubraut 11 og 12-18 en hitamælingar Veitna sýndu 11.7°C hita á vatni í dælubrunni við Kirkjubraut.

Framkvæmdar voru efnamælingar á grunnvatni úr þremur gryfjum og dælubrunni við Kirkjubraut 12-18. Mæld var leiðni og gildi klórs og kísils, en hátt hlutfall kísils getur bent til hitaveituvatns.



Mynd 15 Niðurstöður efnamælinga Veitna.

Niðurstöður mælinga sýna að gildi kísils er lágt og klórs nokkuð hátt sem bendir til þess að áhrif seltu sjávar gætir í mismiklu magni í þeim sýnum sem tekin eru úr gryfjunum. Há leiðni bendir einnig til þessa. Lágt kísilmagn bendir til þess að vatnið sem greint er sé ekki hitaveituvatn.

Það er álit Verkís að bilanaleitin var nokkuð umfangsmikil.

6 Aðstæður við ABK lögn við Krókalón

Vegna hárrar grunnvatnsstöðu í gryfjum við lóðarmörk Vesturgötu 81-93 og að Krókalóni var farið yfir ljósmyndir og önnur gögn frá jarðvinnu og niðurlögn á fráveitulögnum sem lagðar voru meðfram strandlengju Krókalóns sumar og haust 2016. Á suðvestur hluta lagnarinnar, frá Krókatúni að dælustöð var lögð $\varnothing 500$ mm steinlögn með sjálfrennsli með rennsliskóta í um 1,7 m.y.s. vestast niður í 0,9 m y.s. við dælustöðina. Grennri steinlögn ($\varnothing 250$ mm) liggur ofar og samhliða með rennsliskóta 4,8 m.y.s. við Krókatún 8 í átt að dælustöð. Norðaustan við stöðina liggur $\varnothing 400$ mm steinlögn með rennsliskóta í 4,2 – 3,35 m.y.s. frá göngustíg frá Merkurgerði með sjálfrennsli í átt að dælustöð við Ægisbraut. Landhæð á núverandi göngustíg er um 6,0 m.y.s. Sjálf dælustöðin við Krókalón er grafin niður undir sjávarmál.



Mynd 16 Staðsetning $\varnothing 40$ mm og $\varnothing 500$ mm frárennslislagar sem lögð var 2016, unnin mynd frá lukor.or.is

Yfirferð á ljósmyndum frá framkvæmdatíma sýnir að lögnin er lögð í hvarfleir frá Krókatúni og að dælustöðinni aftan við Vesturgötu 69 (Mynd 17). Frá dælustöð og að göngustíg við Merkurgerði eru jarðlög misleitari og er lögnin lögð í hvarfleir, klöpp eða jarðveg (Mynd 18). Umhverfis lögnina og undir var lagður grófur sandur og fyllt upp að yfirborði (ofan á sandlag) með efni sem er að álíka að eiginleikum og efni sem er í bökkum lagnaskurðarins, þ.e. efni sem grafið var upp. Fyllingin var þjöppuð í nokkrum lögum.

Miðað við yfirferð á ljósmyndum virðist sem framkvæmd hafi verið samkvæmt verklýsingu, eins og lýst hér fyrir neðan.

Að pípulagningu lokinni og söndun umhverfis pípur samkvæmt lagnateikningum og verklýsingu, hluta 2, kafla 1.2, skal fylla og þjappa varlega yfir pípur upp í fyrri landhæð með samsvarandi efni og grafið var upp. Fylla skal og handþjappa varlega en vandlega næst pípum og fylla síðan og þjappa vandlega í 0,2 m lögum t.d. með 120 kg titurþjöppu í minnst 4 yfirferðum við hæfilegt rakastig. Fjarlægja skal stóra steina úr fyllingarefninu.

Fylling í skurði, þar sem eru götur, stígar og plön, skal vera frostöruggt og þjappanlegt efni, sjá gr. 1.2.7.



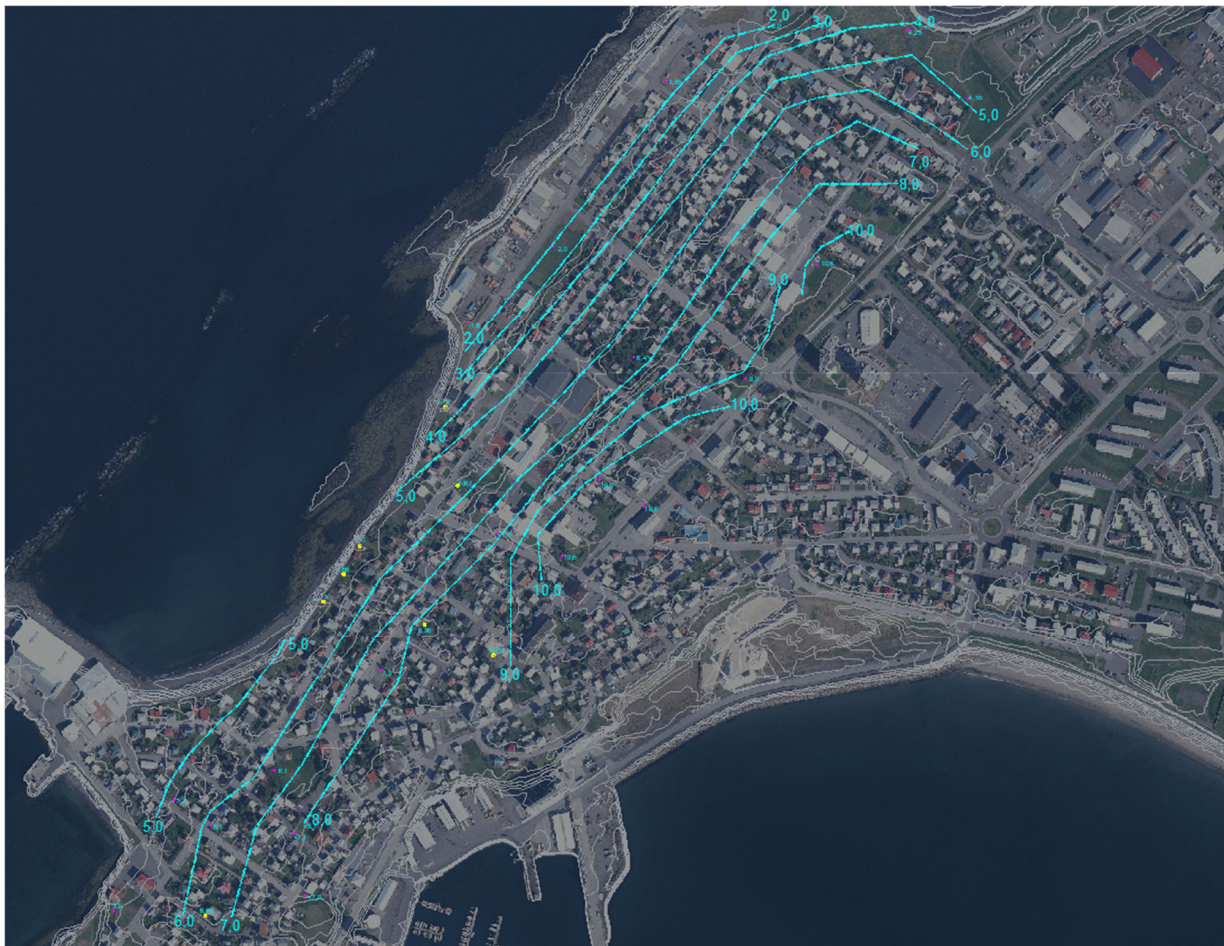
Mynd 17 Frá jarðvinnu við lögn frá Krókalóni að dælustöð, leirlag sést neðst í skurði til vinstri.



Mynd 18 Frá jarðvinnu við lögn aftan við Vesturgötu 83, klöpp neðst í skurði, áætlað 1-1,5 m á klöpp frá yfirborði.

7 Túlkun á niðurstöðum

Eftir innmælingu á grunnvatnshæð hefur verið útbúið grunnvatnshæðarkort af Neðri Skaga. Mælingarnar sýna, eins og búist var við, að grunnvatnshæð lækkar samhliða lækkandi landslagi. Efsti hluti Akranes er í um 13 m hæð yfir sjó og er neðsti hluti við varnargarða Krókalóns í um 6 m hæð yfir sjó. Hæst mælist grunnvatn framan við Kirkjubraut 40, í 10,46 m hæð en lægst við Ægisbraut 1 í 1,9 m y.s. Grunnvatnskortið má sjá á Mynd 19 og í Viðauka 1. Grunnvatnshæðakortið er nálgun á mögulegum hæðarkótum grunnvatns, útbúið með hliðsjón af þeim grunnvatnshæðum sem mældar voru sumarið 2023.



Mynd 19 Grunnvatnskort af Neðri Skaga.

Grunnvatnið á Skaganum streymir aðallega um lekt sand og malarlag sem liggur undir jarðveginum og ofan á annað hvort leir eða klöpp. Grunnvatnsrennsli telst bæði geta fylgt landslagi til suðvesturs og norðausturs milli hryggja, en einnig þvert í norðvestur í átt til Krókalóns í gegnum opnur eða skorninga á milli hryggjanna.

Grunnvatnshæð í gryfjum grafnar 2023 er ekki ólík því sem sést í borholum á Akranesi en frábrugðin mælingum í gryfjum sem teknar voru árin 2007 vegna jarðkönnunar fyrir ABK og dælustöðvarnar á norðanverðu nesinu. Mun á grunnvatnshæð frá 2007 og 2023 er þó hægt að skýra með úrkomugögnum. Miðað við grunnvatnshæð í borholum á Akranesi, þykkt efstu jarðlaga og frá jarðkönnun sem framkvæmd var árin 2007 og 2008 vegna ABK mætti telja að dýpi á grunnvatn á Akranesi sé almennt um 2 m. Hærrí grunnvatnsstöðu er hægt að útskýra með því að klöpp eða önnur þétt lög liggja grunnt og vatn liggur einfaldlega ofar vegna lítillar lektar. Lega sandlagsins undir yfirborðslögum hefur þar einnig áhrif.

Við framkvæmdir meðfram Krókalóni var fyllt upp, meðfram nýjum lögnum, með sambærilegu efni og var grafið burt og ættu því aðstæður að vera svipaðar og fyrir framkvæmdir. Grunnvatn er þó fremur



hátt í gryfjum við nyrðri lóðarmörk Vesturgötu 81, 87 og 93 en það gæti útskýrst af einhverju leiti vegna þess hversu ofarlega þétt klöppin liggur á svæðinu, (1,0-2,0 m undir yfirborði) eins og sjá má á ljósmyndum frá framkvæmdatíma. Það hafa verið uppi vangaveltur meðal íbúa á Skaganum um að lögnin og fylling meðfram lögninni valdi því að grunnvatn nái ekki að renna til sjávar. Hægt væri að kanna þetta betur með rannsóknum á fyllingunni og lekt jarðlaga milli lóða og varnargarðs.

Miðað við hitastig almennt á grunnvatni á Íslandi má telja að 5-10° gæti talist eðlilegt hitastig á grunnvatni en þó í hærri kantinum. Segja má að hitastig yfir 10°C þyki hátt. Við rannsóknir fannst ekki nein útskýring á því af hverju hitastigið er í hærri lagi en hár hitastigull, dýpra undir skaganum gæti haft eitthvað að segja þó svo háhitavatn streymi ekki upp úr berggrunni. Því er ekki hægt að útiloka einhver jarðhitaáhrif þó svo rannsóknir sem framkvæmdar voru af Orkustofnun 2004 – 2006 sýni annað. Þetta þyrfti að kanna betur.

Háa leiðni á grunnvatni má færa rök fyrir með nálægð við sjó og að laus jarðlög undir jarðvegi eru mynduð undir sjávarmáli. Há selta gefur hærri leiðni. Leiðni hitaveituvatns frá Deildartungu er mun lægri en hæstu mældu gildi.

Þau gögn sem sótt hafa verið úr sírita, eftir stuttan mælitíma, sýna nokkuð mismunandi svörun við úrkomu 26. ágúst. Efst við Kirkjubraut (K-1) hækkaði grunnvatn um 3-4 sentímetra en við Ægisbraut (G-02) var svörun nokkuð góð og hækkaði grunnvatnsstaðan um 0,8 m en seig fljótt eilítið niður en þó ekki í upphaflega hæð. Í holu á leiksvæðinu milli Heiðarbrautar og Brekkubrautar (G-09) hækkaði grunnvatnsborðið hægt en stöðugt og var um 20 cm hærri þremur dögum eftir úrkomuna. Grunnvatnshæð virtist ekki hafa náð hámarki þegar gögn voru sótt úr síritanum þann 29. ágúst. Hægt er að túlka þessar niðurstöður þannig að vatn streymir tiltölulega fljótt gegnum jarðlög í efri hluta svæðisins og tregar í gegnum jarðlög neðar í átt til sjávar. Hæg hækkan í G-09 gæti bent til þess að grunnvatn safnist þar frá hærri yfirborði í dæld milli hryggja og mun því grunnvatn geta legið þar lengur og jafnvel hærri í jörðu vegna lítillar lektar. Álíka svæði gætu verið á fleiri stöðum á Skaganum. Þess ber þó að geta að þessi túlkun er aðeins byggð á einni úrkomu og er mælt með að fylgjast frekar með grunnvatnsstöðu á svæðinu.

Hefur grunnvatnsstaða hækkað á Neðri Skaga? Grunnvatnsstaða á Neðri Skaga hefur ekki verið kortlögð áður og því lítið til að bera niðurstöður rannsókna saman við. Það er þó merki um það á nokkrum stöðum að grunnvatn liggja tiltölulega hátt í sumar, samanber athuganir frá vettvangsferðum. Háa grunnvatnsstöðu má skýra með því að þétt jarðlög liggja hátt eða staðbundin tregða er í straumrennsli grunnvatns. Tveir þættir getu leitt til hærri grunnvatns, mikil úrkoma eða leki úr lagnakerfi bæjarins. Miðað við mæligögn og efnagreiningu, sem Veitur hafa framkvæmt, væri hægt að útiloka hitaveituvatn þar sem magn kísils í mældum sýnum er lágt. Fráveitulagnir á svæðinu er í misgóðu ástandi og fannst við bilanaleit Veitna nokkur minni frávik með heitu affalli frá einstaka húsum. En það þyrfti töluverðan leka til þess að hækka grunnvatn á svo stóru svæði og hafa ekki fundist merki um slíkt.

Með tilliti til þeirra rannsókna sem gerðar hafa verið á jarðlögum og grunnvatni á Akranesi, ásamt yfirferð á öðrum gögnum, meðal annars frá veðurfari og mælingum Veitna, finnst ekki önnur skýring á hárri grunnvatnsstöðu nema vegna mikillar úrkomu fyrrihluta árs. Síðast mældist meiri úrkoma á þessu tímabili árið 2017 og þar á undan 2012. Lekt og tregða í grunnvatnsrennsli leiðir það að verkum að grunnvatnsstaðan helst há út sumarið þó tíðarfar hafi verið þurrt.



8 Tillögur að frekari rannsóknum

Mælt er með að halda áfram mælingum fram í vetur með síritum til að öðlast meiri skilning á grunnvatnsstreymi á Neðri Skaga, hugsanlegum breytingum og fylgjast með hitastigi grunnvatns. Einnig að færa sírita til eða bæta ef þurfa þykir.

Megn lykt af skolpi kom upp við gröft á holu G-11, mælt er með að fara yfir skolplagnir í nágrenni við holuna og finna ástæðu.

Ekki er hægt að nota mælingar á leiðni eingöngu til að meta uppruna vatnsins, sökum nálægðar við sjó sem er með háa leiðni. Mælt er með að taka grunnvatnssýni úr fleiri holum og senda í efnagreiningu til að kanna betur uppruna vatnsins á stærra svæði og hvort það hafi einhverja tengingu við hitaveituvatn eða fráveitu. Hægt er að sækja vatn til greiningar úr öllum þeim gryfjum sem grafnar voru.

Mælt er með að kanna betur lekt jarðlaga og fyllingar í lagnaskurði milli lóða á Vesturgötu og Krókalóns.



9 Heimildir

- Almenna verkfræðistofan. (2007). *Fráveitukerfi Akranesi, Borgarnesi og Kjalarnesi - Jarðkönnun Akranesi*.
- Árni Hjartarson. (2006). *Hitastigull við Akrafjall: hitastigulsboranir 2004-2006*. 2006: Íslenskar orkurannsóknir.
- Árni Hjartarson og Kristján Sæmundsson. (2003). *Jarðhitalíkur í grennd við Akranes og Borgarnes*. Reykjavík: Orkustofnun.
- Hjartarson, Á. (1994). *Vatnafarskort og grunnvatnaskortlagning. MS-ritgerð við Háskóla Íslands*. Reykjavík.: Háskóli Íslands.
- Jóhannsson, M., & Jónsson, B. (2007). *Fiskrannsóknir á vatnasvæði Hróarholtslækjar (VMST/07029)*. Selfoss: Veiðimálastofnun Suðurlandsdeild.
- Kristján Sæmundsson, Jón Jónsson, Jens T'omasson og Guðmundur Pálsson. (1968). *Jarðhitaleit og djúpbörun á Akranesi*. Reykjavík: Orkustofnun.
- Orkustofnun. (15. Ágúst 2023). *Borholuskrá*. Sótt frá Orkustofnun: <https://www.map.is/os/#>



Viðaukar

Viðauki A - Yfirlitskort

Viðauki B - Grunnvatnsmælingar

Viðauki C - Gryfjulýsingar 2023

Viðauki D - Gryfjulýsingar 2007