

Til: Guðmundar Elíassonar
Umhverfis- og veitustjóra Umhverfis- og skipulagssviðs Hafnarfjarðar

Frá: Eric M. Myer og Sveini Óla Pálmarssyni

Efni: Vatnsstaða í Hvaleyrarvatni sumarið 2021

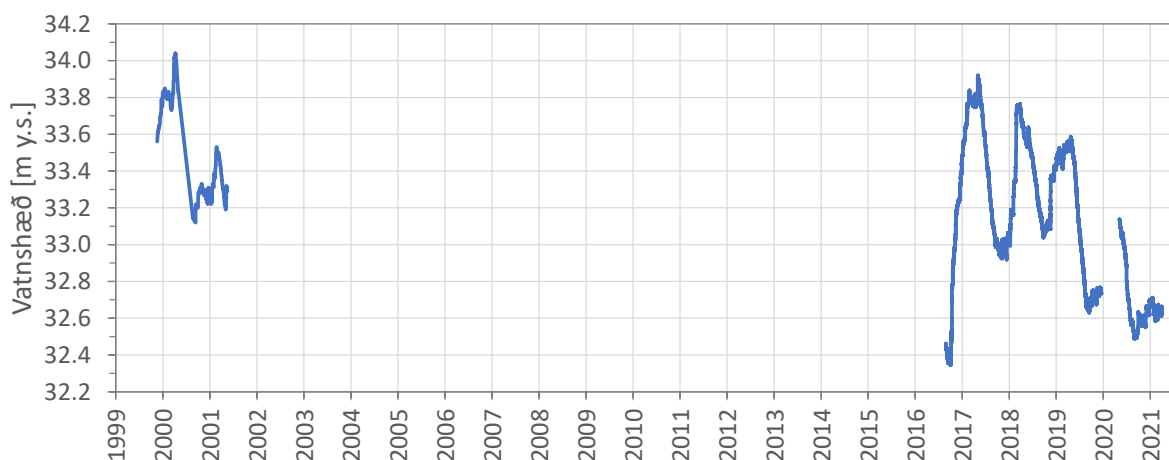
Inngangur

Vatnsstaða í Hvaleyrarvatni hefur verið óvenju lág í sumar. Hafnarfjarðarbær hefur reynt að bæta ástandið með því að dæla vatni í Hvaleyrarvatn en með litlum árangri. Hafnarfjarðarbær hefur óskað eftir að Vatnaskil leggi mat á hvað skýri ástandið og svari nokkrum spurningum bæjarins vegna þessa.

Vatnafarseiginleikar Hvaleyrarvatns

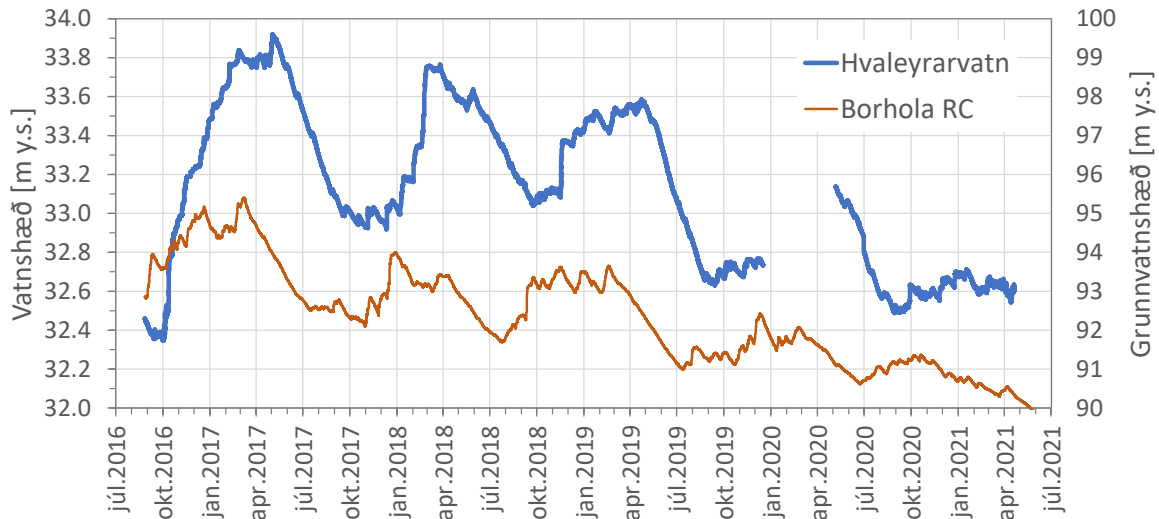
Hvaleyrarvatn liggur í um 33 metra hæð yfir sjó í kvos umkringdri grágrýtishryggjum nema vestan megin vatnsins þar sem nútímahraun (Selhraun) liggur að vatninu. Ekkert sírennandi yfirborðsvatn rennur að eða frá Hvaleyrarvatni. Vatnið fær lítilsháttar afrennsli af yfirborði í úrkomuatburðum, mest á veturna þegar jörð er frosin. Yfirborðsvatnasvið vatnsins er mjög lítið, ekki nema u.þ.b. 1,5 km², sem takmarkar verulega afrennslið. Hvaleyrarvatn er í beinum tengslum við nærliggjandi grunnvatnsborð og stjórnar því svæðisbundið grunnvatnskerfi að mestu leyti inn- og útrennsli vatnsins (Orkustofnun, 2001). Vatnshæð í vatninu sveiflast því í takti við sveiflur grunnvatnsborðsins.

Vatnshæð í Hvaleyrarvatni var mæld af Vatnamælingum Orkustofnunar frá 1999-2001. Verkefni Mannvit hefur mælt vatnshæð í vatninu síðan í ágúst 2016, og tiltækar mælingar frá þeim ná til loka apríl 2021. Mælingarnar eru sýndar á mynd 1. Hæsta mæld vatnshæð var rúmlega 34 m y.s. í apríl 2000 og lægsta vatnshæð var tæplega 32,4 m y.s. í lok sumars 2016. Vatnsstaða í apríl 2021 (rúmlega 32,6 m y.s.) er lág miðað við vatnsstöðuna 5 árin á undan, og miðað við þróun ástands síðan í apríl er talið líklegt að núverandi vatnshæð í vatninu sé komin niður fyrir lægsta melda gildi (32,4 m y.s.).



Mynd 1. Mæld vatnshæð í Hvaleyrarvatni.

Mæld grunnvatnshæð í nærliggjandi borholu RC við Kaldárbotna er sýnd á mynd 2 með samanburði við vatnshæð í Hvaleyrarvatni á tímabilinu 2016-2021. Eins og sést á myndinni er góð fylgni milli vatnshæðar og grunnvatnsborðs vegna vatnafræðilegra tengsla milli Hvaleyrarvatns og grunnvatnskerfisins. Reglulegar árstíðarsveiflur á grunnvatnsborði (hástaða á veturna og lágstaða á sumrin) endurspeglast vel í vatnshæð Hvaleyrarvatns. Myndin sýnir einnig að vatnshæðin í Hvaleyrarvatni hefur farið almennt lækkandi s.l. 4 ár (vor 2017 – vor 2021) í takti við lækkun grunnvatnsborðs.



Mynd 2. Mæld vatnshæð í Hvaleyrarvatni og mæld grunnvatnshæð í borholu RC við Kaldárbotna yfir tímabilið 2016-2021.

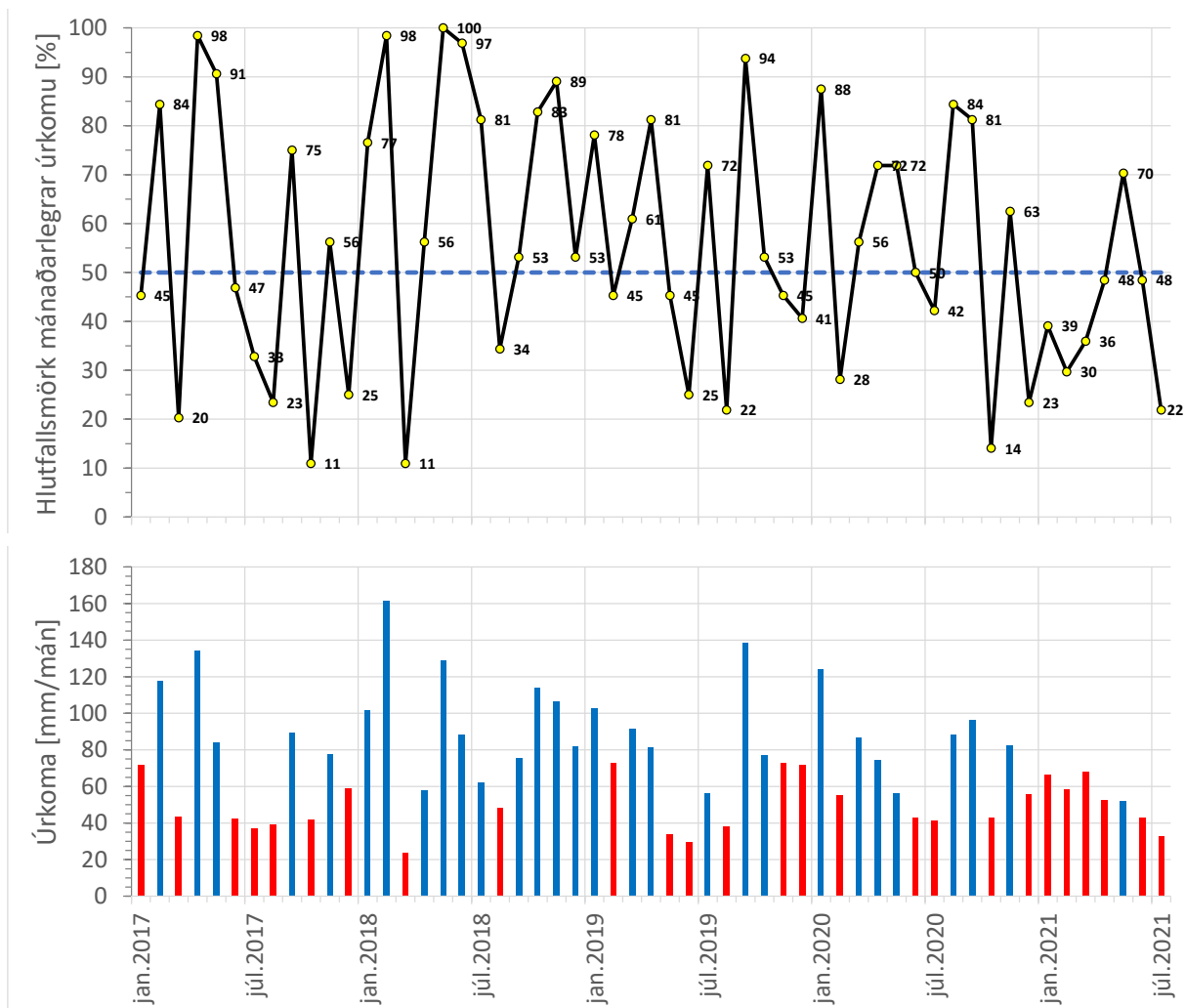
Mat á núverandi ástandi vatnafars við Hvaleyrarvatn

Ýmsar spurningar hafa vaknað hjá Hafnarfjarðarbæ um orsök lágrar vatnsstöðu í Hvaleyrarvatni. Eftirfarandi eru svör við helstu spurningum Hafnarfjarðarbæjar byggt á mati Vatnaskila:

▪ Hvað veldur lágri vatnsstöðu í Hvaleyrarvatni í sumar?

Óvenjulág vatnsstaða í Hvaleyrarvatni í sumar er að öllum líkindum vegna lágrar grunnvatnsstöðu á svæðinu. Eins og lýst var að ofan er vatnið í beinum tengslum við undirliggjandi grunnvatnskerfi. Þegar grunnvatnsborðið við Hvaleyrarvatn hækkar upp fyrir vatnsborð, þá lekur grunnvatn inn í vatnið. En þegar grunnvatnsborðið fellur niður fyrir vatnsborðið, þá lekur vatn úr vatninu að grunnvatnsborðinu. Hæðarsveiflur vatnsborðs stjórnast af þessu sambandi milli vatnshæðar í vatninu og grunnvatnsborðs. Það sem hefur líklega gerst í sumar er að grunnvatnsborðið við Hvaleyrarvatn hefur lækkað niður fyrir botn vatnsins, a.m.k. ysta hluta vatnsins þar sem það er grynnt. Vatnið hefur svo lekið í gegnum botn vatnsins á þeim stöðum og sigið niður að grunnvatnsborði.

Helsta orsök óvenjulágs grunnvatnsborðs í nágrenni Hvaleyrarvatns í sumar er líklega tengd veðurfari á höfuðborgarsvæðinu. Eins og fram hefur komið í fréttum í sumar er Hvaleyrarvatn ekki eina stöðuvatnið á höfuðborgarsvæðinu með lága vatnsstöðu. Vatnsborð í öðrum stöðuvötnum, t.d. Rauðavatni, er einnig óvenju lágt og grunnvatnshæð hefur mælst mjög lág í sögulegu samhengi í borholum í Heiðmörk. Samkvæmt Veðurstofunni (2021) var s.l. vetur (desember 2020 til mars 2021) þurr og óvenju snjóléttur á höfuðborgarsvæðinu. Úrkomumælingar sýna að mæld mánaðarúrkoma í Reykjavík hefur verið undir meðallagi m.v. meðalmánaðarúrkomu síðustu 64 ára (tímabilið 1957-2021) í 7 af síðustu 8 mánuðum (tímabilið desember 2020 – júlí 2021) eins og sýnt er á mynd 3. Enn fremur, með tveimur undantekningum hefur úrkoma síðustu 10 mánaða verið undir miðgildi tilsvareandi mánaða ársins síðustu 64 ár (mynd 3). Þannig hefur t.a.m. úrkoma í júlí s.l. 64 ár einungis í 22% tilfella verið jöfn eða minni en mældist í júlí 2021. Sem meira er þá var úrkoman s.l. vetur mjög lág í sögulegum samanburði sem leiddi af sér lítinn forða fyrir grunnvatnsstöðu sumarsins.



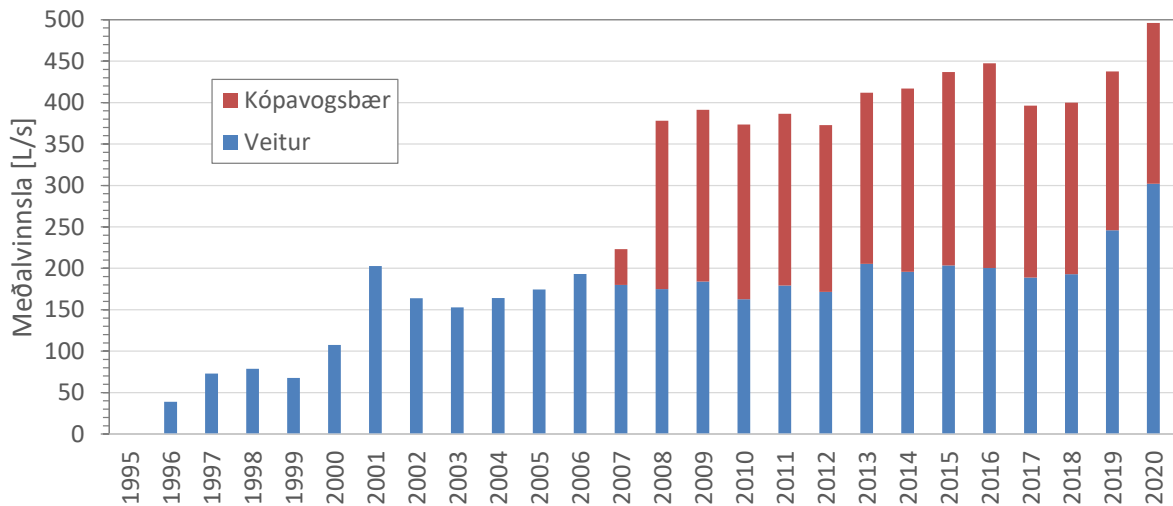
Mynd 3. Neðra grafið sýnir mælda mánaðarúrkomu í Reykjavík frá janúar 2017 til júlí 2021. Súlutitir segja til um hvort mánuður er hlutfallslega undir (rauður) eða yfir (blár) meðalmánaðarúrkomu s.l. 64 ár. Efra grafið sýnir hlutfallsmörk úrkomunnar miðað við tilsvareandi mánuði ársins yfir síðustu 64 ár.

▪ **Hefur aukin vinnsla úr Vatnsendakrikum haft áhrif á núverandi ástand í Hvaleyrarvatni?**

Eins og nefnt var hér að ofan er núverandi grunnvatnsstaða lág á öllu höfuðborgarsvæðinu, og hefur farið almennt lækkandi síðan vorið 2017. Mæld grunnvatnshæð í flestum holum fer lækkandi yfir þetta tímabil. Ætla má því að lækkandi grunnvatnsstaða s.l. 4 ár sé mestmegnis tengd veðurfari á svæðinu.

Frumgreining á tiltækum gögnum gefur þó ekki endanlegt mat á mögulegri tengingu milli vinnslu úr Vatnsendakrikum og vatnsstöðu í Hvaleyrarvatni, þannig að ekki er hægt að útiloka þann möguleika að vinnsla úr Vatnsendakrikum hafi einhver áhrif á vatnsstöðu í Hvaleyrarvatni. Ársmeðalvinnsla úr vatnsbólum við Vatnsendakrika frá 1996 þegar vinnsla Veitna hófst er sýnd á mynd 4. Vinnslan úr vatnsbólunum jókst verulega árið 2008 þegar Kópavogsbær hóf vinnslu af fullum krafti úr vinnsluholum sínum. Því miður eru ekki til vatnshæðarmælingar í Hvaleyrarvatni frá þessum tíma til að geta greint hvort vinnsluaukningin hafði áhrif á vatnshæðina. Vatnshæðin á tímabilinu 1999-2001 virðist að jafnaði vera aðeins hærrí en á tímabilinu 2016-2021 (mynd 1), en sá munur gæti verið tengdur öðrum þáttum, t.d. veðurfari. Töluverð vinnsluaukning átti sér stað í Vatnsendakrikum árin 2019 og 2020 frá því sem var 2017 og 2018, þ.e. á þeim tíma sem vatnshæðarlækkunin á sér stað í vatninu. En eins og bent var á að ofan er líklegt að veðurfar hafi spilað stóran þátt í almennri lækkandi grunnvatnsstöðu á svæðinu.

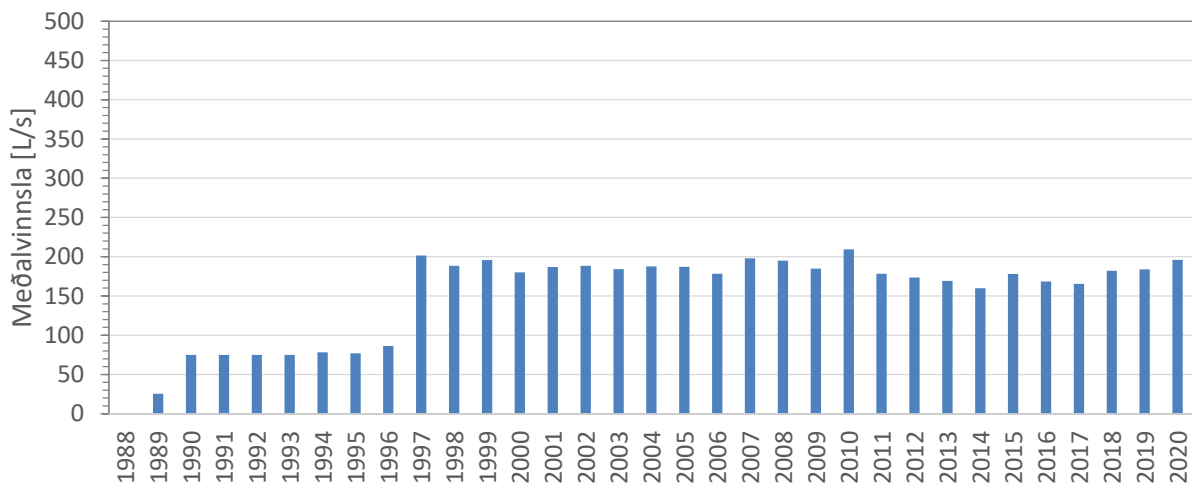
Möguleiki er á að hvoru tveggja (veðurfar og vinnsla úr Vatnsendakrikum) hafi haft áhrif á þróun vatnsstöðunnar í Hvaleyrarvatni undanfarin ár, en ekki er hægt að fullyrða um það án frekari greiningar.



Mynd 4. Ársmeðalvinnsla úr vatnsbólum við Vatnsendakrika.

Rétt er að benda á fyrri greiningar Vatnaskila (2013a og 2013b) þar sem grunnvatnslíkan Vatnaskila var notað til að meta áhrif vinnsluaukninga í Vatnsendakrika. Niðurstöður reikninganna gáfu til kynna að með um 1000 L/s heildarvinnslu úr Vatnsendakrika (sem er u.þ.b. tvöfalt meira en raunvinnsla árið 2020) er möguleiki á 10-20 cm niðurdreymi við Hvaleyrarvatni. Niðurstöður gáfu einnig til kynna að áhrif vinnsluaukningar í Vatnsendakrikum eru meiri þegar grunnvatnsstaða er lág. Slíkar aðstæður eru að jafnaði ráðandi gagnvart áhrifum á vatnsvinnslu og rennsli til linda. Hafa ber í huga að síðan þessi greining fór fram hafa verið framkvæmdar ítarlegar mælingar tengdar vöktun á vinnslunni í Vatnsendakrikum. Ekki hefur verið tekið tillit til þessara mælinga við uppfærslu líkansins né til að uppfæra mat á mögulegum áhrifum vinnslunnar í Vatnsendakrikum.

Vinnsla Hafnarfjarðarbæjar úr vatnsbóli í Kaldárbotnum, sem er nær Hvaleyrarvatni en Vatnsendakrikar, hefur verið frekar stöðug síðan 1997, um 185 L/s að meðaltali (mynd 5). Vinnsluaukning hefur þó átt sér stað síðan 2017 án þess að ársmeðalvinnslan hafi farið yfir sögulegt hámark. Ekki er hægt að útiloka án frekari greiningar að vinnsluaukning Hafnarfjarðarbæjar s.l. 3 ár hafi haft einhver áhrif á vatnsstöðu í Hvaleyrarvatni, en ætla má engu að síður að veðurfarið vegi þyngst gagnvart þeirri þróun.



Mynd 5. Ársmeðalvinnsla úr vatnsbólum í Kaldárbotnum.

▪ *Af hverju hefur dæling vatns í Hvaleyrarvatn í sumar haft lítil sem engin áhrif?*

Samkvæmt Hafnarfjarðarbæ hefur vatni áður verið dælt í Hvaleyrarvatn, en engar upplýsingar liggja fyrir hjá bænum um þetta (t.d. dagsetningar, vatnsmagn og árangur). Í skýrslu Orkustofnunar (2001) kemur fram að Vatnsveita Hafnarfjarðar dældi í vatnið sumarið 2001 um 60.000 m³ yfir viku tímabilið 17.-23. júlí (115 L/s meðaldæling) og við það hækkaði vatnshæð í vatninu um 15 cm. Svo var dælingin minnkuð og framlengd fram á haust til þess að halda vatnshæð í vatninu nokkuð stöðugu. Vatnshæðarmælingar í Hvaleyrarvatni sumarið 2001 liggja ekki fyrir í gagnagrunni Vatnaskila, en tiltækar mælingar sem ná fram í miðjan maí 2001 (mynd 1) sýna að vatnsborð var hátt á þessum tíma (um 33,3 m y.s.) miðað við vorið 2021 (32,6 m y.s.). Það er því hugsanlegt að hærri vatnsstaða þegar farið er inn í sumarið hjálpi til við að halda vatnsborð uppi þegar um þurrkatímabil er að ræða.

Eins og fram kemur að ofan er Hvaleyrarvatn í beinu sambandi við grunnvatnskerfið. Botn vatnsins er ekki þéttur og því flæðir vatn inn eða út úr vatninu eftir því hversu há grunnvatnshæð er við vatnið á hverju tíma. Gert er ráð fyrir að núverandi grunnvatnshæð við Hvaleyrarvatn liggja að miklu leyti undir botni vatnsins. Í svona aðstæðum er mjög erfitt að hækka vatnsborð með því að dæla vatni út í, því vatnið mun að mestu leyti leka beint niður að grunnvatnsborðinu. Til þess að hafa veruleg áhrif á vatnshæð í vatninu myndi þurfa að dæla umtalsverðu magni af vatni yfir tiltölulega langan tíma, því það sem þarf í rauninni að gera er að reyna að lyfta grunnvatnsborðinu upp fyrir botn vatnsins.

Líklega hefur dælingin í sumar ekki staðið yfir nógu lengi og rennslið ekki nægjanlegt til þess að skapa þessar aðstæður og hafa þannig nægjanleg áhrif á vatnshæðina. Einnig má telja að grunnvatnshæðin hafi verið það lág og farið stöðugt lækkandi að óraunhæft hafi verið að vinna það upp með dælingu. Þótt grunnvatnshæðin hefði ekki lækkað þetta mikið má einnig telja óraunhæft að halda uppi vatnshæð með dælingu. Flatarmál Hvaleyrarvatns er nærri 16 ha. Fyrir hverja 10 L/s sem væru látnir renna vatnið (um 5% af vinnsluvatni úr Kaldárbotnum) tæki um 20 daga að lyfta vatnsborði þess um 10 cm að því gefnu að ekkert renni inn eða út úr vatninu að öðru leyti. Að sama skapi tæki um 200 daga að lyfta vatnsborðinu um 1 m undir sömu kringumstæðum. Slíkar aðstæður eru eðli málsins samkvæmt ekki raunhæfar þar sem búast má við innrennsli grunnvatns þegar það liggur herra en vatnsborð Hvaleyrarvatns og útrennsli vatns til grunnvatns þegar það liggur lægra en vatnsborðið. Má því ætla að dæling vatns í Hvaleyrarvatn við aðstæður eins og í sumar stoði lítið.

▪ *Mun þetta lagast?*

Fastlega má gera ráð fyrir að vatnshæð í Hvaleyrarvatni muni hækka aftur þegar líður fram á haust og vetur, í takti við hækkun grunnvatnsborðs á svæðinu samtíma aukinni úrkomu. Eins og sést á mynd 2 eru reglulegar árstíðarsveiflur í grunnvatnsborði (og þar með í vatnshæð í Hvaleyrarvatni) sem stjórnað er af úrkomumunstri svæðisins. Úrkomun er minnst á sumrin og eykst svo með haustinu og er mest á tímabilinu október-mars. Þannig að vatnshæð í Hvaleyrarvatni mun hækka aftur, en hversu hratt og hversu mikið hún hækkar er óvíst og fer eftir úrkomu og leysingu næstu mánaða.

▪ *Er eitthvað hægt að gera til að sporna við að þetta gerist aftur?*

Líklegt er að svipaður atburður geti átt sér stað í framtíðinni, en endurkomutíminn er ekki þekktur. Ef vatnsstaðan stjórnast mestmegnis af veðurfari þá er lítið hægt að gera til að koma í veg fyrir það. Ef hins vegar mannlegir þættir hafa einnig áhrif, þá eru möguleikar til inngríps. Eins og nefnt var að ofan er ekki útilokað að vinnsla úr vatnsbólum ofanstreymis við Hvaleyrarvatn (Vatnsendakrikar og Kaldárbotnar) hafi áhrif, en aðrir þættir eins og framkvæmdir og uppbygging íbúða- og iðnaðarhverfis neðanstreymis (t.d. á Völlunum og í Skarðshlíð) gætu einnig hugsanlega haft áhrif.

Nauðsynlegt er að fá skýra mynd af orsakasamhengi sem ræður vatnshæð í vatninu, og hvaða þættir hafa mest áhrif. Til þess er þörf á heildstæðri vatnafarsgreiningu byggða á sem ítarlegustu veður- og vatnafarsgögnum. Núverandi frumgreining er byggð á takmörkuðum gögnum. T.a.m. eru veður-mælingarnar fyrir 2021 sem fengnar voru frá Veðurstofu Íslands óyfirfarnar, en verða hugsanlega

uppfærðar á næstunni. Mælt er með að þessum gögnum verði safnað ásamt vatnafarsgögnum (m.a. vatnshæð í Hvaleyrarvatni og grunnvatnshæð í nærliggjandi borholum) í lok árs eftir að vatnshæð í vatninu hefur hækkað aftur. Þá verður hægt að framkvæma ítarlega greiningu byggða á mælingum sem ná yfir lága vatnsstöðu í sumar og hækkun hennar í haust. Grunnvatnslíkan Vatnaskila er öflugt tól í slíkum vatnafarsgreiningum og nýtist við greiningu á vatnsbúskap Hvaleyrarvatns. Töluvert magn af upplýsingum hefur verið safnað síðan líkanið var síðast notað til mats á áhrifum vinnsluaukningar í Vatnsendakrikum, sér í lagi í tengslum við vöktun á vinnslunni þar. Fá má því mun betra mat á áhrifum vinnslunnar í Vatnsendakrikum og leggja má sérstakt mat á mögulegum áhrifum við Hvaleyrarvatn, en það hefur ekki verið gert áður.

Til viðbótar væri ráðlegt að mæla grunnvatnshæð í næsta nágrenni Hvaleyrarvatns til þess að fá betri skilning á vatnafari svæðisins, sér í lagi tengingu vatnsins við grunnvatnskerfið. Næsti starfandi grunnvatnsmælir við Hvaleyrarvatn er við Kaldárbotna rúmlega 3 km í burtu. Samkvæmt borholugrunni Orkustofnunar eru engar borholur í nágrenni Hvaleyrarvatns, en mælt er með að athuga hvort einhverjar óskráðar borholur séu til staðar. Ef núverandi borhola finnst ekki, þá er ráðlegt að bora 1-2 eftirlitsholur nærri vatninu til að geta mælt grunnvatnsborð með sírita. Einnig væri gagnlegt að mæla grunnvatnshæð í núverandi holu HN-01 við Ásvallabraut, um 2 km vestan af Hvaleyrarvatni til að fylgjast með hegðun grunnvatnsborðs neðanstreymis við vatnið. Framangreind gagnaöflun myndi bæta og styrkja þekkingu á vatnafarinu í nágrenni Hvaleyrarvatns, og hjálpa Hafnarfjarðarbæ að taka vel upplýstar ákvarðarnir í tengslum við rekstur vatnsins og grunnvatnsauðlindarinnar.

Samantekt

Helstu niðurstöður framangreindrar greiningar á vatnsstöðu í Hvaleyrarvatni eru eftirfarandi:

1. Hvaleyrarvatn er í beinum tengslum við grunnvatnsborð og stjórnar því svæðisbundið grunnvatnskerfi að mestu leyti vatnshæð Hvaleyrarvatns.
2. Óvenju lág vatnsstaða í Hvaleyrarvatni í sumar er að öllum líkindum vegna lágrar grunnvatnsstöðu á svæðinu.
3. Helsta orsök óvenju lágs grunnvatnsborðs í nágrenni Hvaleyrarvatns í sumar er tengd veðurfari á höfuðborgarsvæðinu s.l. ár (lítill úrkoma og óvenju snjóléttur vetur).
4. Möguleg tenging milli vinnslu úr vatnsbólum ofan Hvaleyrarvatns (Kaldárbotnum og Vatnsendakrikum) og vatnsstöðu í Hvaleyrarvatni er óviss, en ekki er hægt að útiloka þann möguleika að vinnsla hafi einhver áhrif á vatnsstöðu í Hvaleyrarvatni.
5. Ekki liggja fyrir gögn til að styðja við mat á mögulegum áhrifum uppbyggingar í bæjarlandinu neðan Hvaleyrarvatns á vatnsstöðu þess.
6. Ætla má að núverandi grunnvatnshæð við Hvaleyrarvatn liggi undir botni vatnsins. Við slíkar aðstæður er nánast ómögulegt að hækka vatnsborð með því að dæla vatni út í.
7. Má því ætla að dæling vatns í Hvaleyrarvatn við núverandi aðstæður geti ekki borið árangur gagnvart því að lyfta vatnshæðinni að einhverju marki.
8. Gera má ráð fyrir að vatnshæð í Hvaleyrarvatni muni hækka aftur þegar líður fram á haust og vetur, í takti við hækkun grunnvatnsborðs á svæðinu. Hversu hratt og hversu mikið hún hækkar er óvíst og fer eftir úrkomu næstu mánaða.
9. Nauðsynlegt er að fá skýra mynd af orsakasamhengi sem ræður vatnshæð í vatninu. Þótt ekki sé hægt að stjórna veðurfari má hafa áhrif á mannlega orsakabættir ef þeir kunna að hafa einnig áhrif.
10. Þörf er á heildstæðri vatnafarsgreiningu byggða á sem ítarlegustu veður- og vatnafarsgögnum til þess að komast að orsakasamhengi sem ræður vatnshæð í vatninu. Til stuðnings þess og til eftirlits með vatnshæð í vatninu, er mælt með að Hafnarfjarðarbær byrji sem fyrst að mæla

grunnvatnshæð í borholum á nærsvæði Hvaleyrarvatns. Bora þarf viðbótarholur til að standa að þeirri vöktun.

Heimildir

Orkustofnun, 2001; Náttúrufar á vatnasvæðum í landi Hafnarfjarðar. Umhverfisúttekt. Unnið fyrir Hafnarfjarðarbæ af Náttúrufræðistofnun Íslands, Náttúrufræðistofu Kópavogs og Orkustofnun. Desember 2001. OS-2001/064.

Verkfræðistofan Vatnaskil, 2013a. Líkanreikningar til mats á áhrifum aukinnar vinnslu í Vatnsendakrika. Unnið fyrir Orkuveitu Reykjavíkur og Kópavogsbæ. Apríl 2013. Skýrsla 13.04.

Verkfræðistofan Vatnaskil, 2013b. Líkanreikningar til mats á áhrifum mismunandi rekstrartilfella vatnstöku í Vatnsendakrika. Unnið fyrir Kópavogsbæ og Orkuveitu Reykjavíkur. Október 2013. Skýrsla nr. 13.12.

Veðurstofa Íslands, 2021; Tíðarfar í mars 2021 - Stutt yfirlit. Birt á vefsíðu Veðurstofunnar 2.4.2021 (<https://www.vedur.is/um-vi/frettir/tidarfar-i-mars-2021#veturinn>).