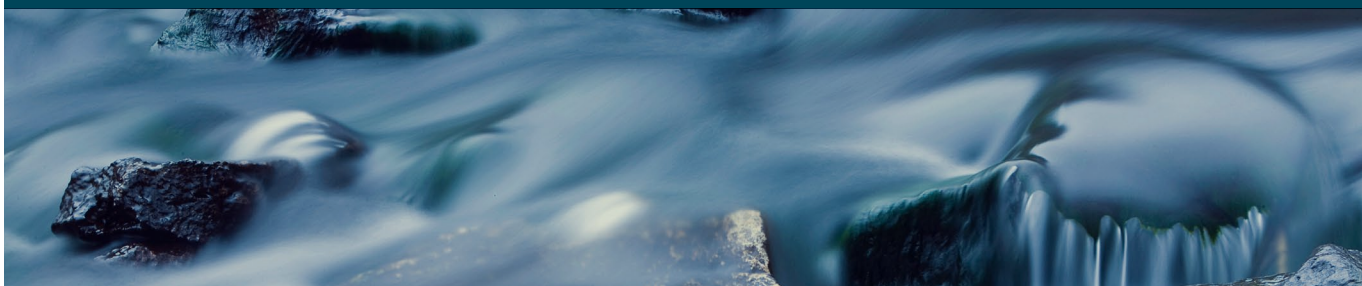


LV-2014-086



Landsvirkjun



Grunnvatns-
og vatnsborðsmælingar
við neðri hluta Þjórsár
árin 2001–2013

Lykilsíða



Skýrsla LV nr: 2014-086

Dags: september 2014

Fjöldi síðna: 21

Upplag: 20

Dreifing:

- Birt á vef LV
 Opin
 Takmörkuð til

Titill: Grunnvatns- og vatnsborðsmælingar við neðri hluta Þjórsár árin 2001–2013

Höfundar/fyrirtæki: Egill Axelsson

Verkefnisstjóri: Andri Gunnarsson

Unnið fyrir: Landsvirkjun

Samvinnuaðilar: _____

Útdráttur: Skýrslan fjallar um grunnvatns- og vatnsborðsmælingar frá árunum 2001–2013 sem framkvæmdar hafa verið af Landsvirkjun vegna virkjanaáforma í neðri hluta Þjórsár. Grunnvatnsstaða austan við inntakslón Hvammsvirkjunar stendur lægra en vatnsborðshæð árinna. Þrátt fyrir það er ekki hægt að greina áhrif árinna á grunnvatnsstöðu. Flæði grunnvatns á svæðinu er að mestu úr austri og síðan til suðurs með Skarðsfjalli. Grunnvatnsstaða í Hjallanesi við inntakslón Holtavirkjunar virðist standa nokkuð hærra en fyrirhugað rekstrarvatnsborð Holtavirkjunar og leitar grunnvatnið líklegast í átt til Þjórsár. Á Skeiðum við fyrirhugað inntakslón Urriðafossvirkjunar flæðir grunnvatnið samhliða Þjórsá og Hvítá en leitar einnig út til ána beggja megin. Grunnvatnsstaða ræðst fyrst og fremst af veðurfari, úrkomu og hláku. Ekki virðast vera nán tengsl milli Þjórsár og grunnvatnsstöðu á Skeiðum.

Lykilorð: Hvammsvirkjun, Holtavirkjun, Urriðafossvirkjun, Hagalón, Árneslón, Heiðarlón, Þjórsá, Hvítá, Skarðsfjall, Hjallanes, Skeið, grunnvatn, grunnvatnsstaða, grunnvatns-mælingar, vatnsborð, borholur

ISBN nr:

Samþykki verkefnisstjóra
Landsvirkjunar

Andri Gunnarsson

Efnisyfirlit

1 Inngangur	1
2 Mælibúnaður.....	2
3 Grunnvatnsmælingar.....	2
3.1 Grunnvatnsmælingar í nágrenni Hvammsvirkjunar	2
3.2 Grunnvatnsmælingar í nágrenni Holtavirkjunar	7
3.3 Grunnvatnsmælingar í nágrenni Urriðafossvirkjunar.....	9
3.4 Samband grunnvatnsstöðu við rennsli Þjórsár og úrkomu	13
3.5 Vatnsborðsmælingar í Þjórsá neðan Urriðafoss.....	16
Samantekt	17
Heimildaskrá.....	19
Viðauki.....	20

Myndaskrá

Mynd 1. Síritandi grunnvatnsmælir í Hjallanesi. (Landsvirkjun Egill Axelsson, september 2013). ...	2
Mynd 2. Yfirlitskort af lónstæði Hvammsvirkjunar og grunnvatnsmælum Landsvirkjunar.	3
Mynd 3. Jafngildislínur grunnvatns í grennd við Skarðsfjall (Guðjón Helgi Eggertsson, 2012).	4
Mynd 4. Grunnvatnsstaða í sniði frá Þjórsá að Skarði.	5
Mynd 5. Grunnvatnsferlar úr holum LV við Skarðsfjall árin 2007-2013.....	5
Mynd 6. Rennsli Þjórsár, grunnvatnsstaða í NK01 og úrkoma og hiti við Hæl árin 2008-2013.	6
Mynd 7. Yfirlitskort af lónstæði Holtavirkjunar og grunnvatnsmælum Landsvirkjunar.....	7
Mynd 8. Grunnvatnsferlar úr holum Landsvirkjunar við Hjallanes.	8
Mynd 9. Grunnvatnsstaða í sniði frá Þjórsá um Hjallanes	8
Mynd 10. Yfirlitskort af lónstæði Urriðafossvirkjunar og grunnvatnsmælum Landsvirkjunar.....	9
Mynd 11. Jafngildislínur meðal grunnvatnshæðar á Skeiðum.	10
Mynd 12. Grunnvatnssnið A-A' á mynd 10.....	11
Mynd 13. Grunnvatnssnið B-B' á mynd 10.....	12
Mynd 14. Grunnvatnssnið C-C' á mynd 10.....	12
Mynd 15. Flóð í Þjórsá 19. - 26. desember. Gögn fyrir ULO39 og ULO40 eru ekki tiltæk við þennan atburð.....	13
Mynd 16. Flóð í Þjórsá 26. apríl – 7. maí 2007. Gögn fyrir ULO39 eru ekki tiltæk við þennan atburð.....	14
Mynd 17. Flóð í Þjórsá 19. – 22. desember 2007. Gögn fyrir ULO39 eru ekki tiltæk við þennan atburð.....	14
Mynd 18. Flóð í Þjórsá 21. – 26. janúar 2011.....	15

Mynd 19. Flóð í Þjórsá 8. – 18. maí 2011.	15
Mynd 20. Flóð í Þjórsá 25. febrúar – 28. febrúar 2013.	16
Mynd 21. Vatnsborðsferlar úr vatnsborðsmælum Landsvirkjunar neðan Urriðafoss. Birt í staðbundnu hæðarkerfi.	17

1 Inngangur

Í þessari samantekt er að finna yfirlit grunnvatns- og vatnsborðsmælinga á tímabilinu 2001-2013 sem framkvæmdar hafa verið af rannsóknardeild Landsvirkjunar vegna virkjanaáforma í neðri hluta Þjórsár. Um er að ræða mælingar í nágrenni fyrirhugaðrar Urriðafossvirkjunar, Holtavirkjunar og Hvammsvirkjunar ásamt mælingum á grunnvatnsstöðu á Skeiðum yfir að Hvítá. Tilgangur mælinganna er að þekkja grunnvatnsstöðu í grennd við lónstæði virkjananna og gera grein fyrir stefnu grunnvatnsstrauma og legu vatnaskila á rannsóknasvæðinu. Eins nýtast mælingarnar til að leggja mat á hvort greina megi breytingar á rennslisáttum Þjórsár í grunnvatnsstöðu við fyrirhuguð lónstæði eða hvort áhrif úrkomu og leysinga spili þar megin hlutverk. Ásamt grunnvatnsmælingunum hefur Landsvirkjun rekið þrjá vatnsborðsmæla í Þjórsá neðan Urriðafoss en þau gögn hafa nýst til að meta stærð íshrannar sem myndast á veturna neðan og við fossinn. Eins hafa gögnin verið notuð í samanburði og til kvarðana á líkönum til að spá fyrir um ísmyndun í farvegi Þjórsár. Staðsetningu grunnvatns- og vatnsborðsmæla sem til umfjöllunar eru í þessari skýrslu má sjá á korti í viðauka. Ítarlegri kort af hverju virkjanasvæði er að finna í umfjöllun um grunnvatnsmælingar í kafla 3.

Grunnvatnsmælingar vegna Urriðafossvirkjunar hófust efst í Flóahreppi árið 2001 þegar komið var fyrir fjórum mælum í grunnvatnsholum við bakka Þjórsár í landi Þjótanda (ULO37, ULO39, ULO40, UF03). Síðar sama ár var bætt við fjórum grunnvatnsmælum í sniði vestur að Hvítá (ULO55, ULO54, ULO53, ULO52) og árið 2003 var komið fyrir í sama sniði vatnshæðarmæli í Hvítá við Hestfjall en rekstri hans lauk árið 2012. Enn var bætt í mælakerfið á sama landsvæði árið 2007 þegar mælar voru settir í fimm holur (SV18, SV17, SV09, SV10 og SV11). Hið sama ár var bætt við tveimur mælisniðum á neðanverðum Skeiðum (SV16, SV08, SV01, SV02, SV03, SV04, SV05, SV06, SV07). Mælingar á vatnsborði Þjórsár neðan Urriðafoss hafa farið fram á þremur stöðum frá árinu 2000 (URR 1, URR2, Egilsstaðir) en þessum mælingum lauk á árinu 2013 og hafa mælarnir verið teknir niður.

Árið 2008 var ráðist í gerð grunnvatns- og rennslismælinga vegna Holtavirkjunar á svæðinu neðan við bæinn Hjallanes. Þar var Hjallaneslækur mældur á fjórum stöðum (Hjallanes 1-4) og grunnvatnsborð á tveimur stöðum (Hjallanes 5 og 6).

Grunnvatnsmælingar vegna Hvammsvirkjunar hófust árið 2001 með mælingum í holu austan við Skarðsfjall (NK10). Á árunum 2007 og 2008 var bætt við tveimur mælum við norðanvert Skarðsfjall (SV15, NK10) og þremur mælum í sniði suður með fjallinu (SV14, SV13, SV12).

Í tengslum við virkjanarannsóknir í Þjórsá neðan Búrfells var gerð úttekt á vatnafari svæðisins ásamt því að reynt var að meta áhrif fyrirhugaðra lónstæða á grunnvatnsstöðuna (Árni Hjartarson, 2001). Við þá úttekt var m.a. notast við grunnvatnsmælingar Landsvirkjunar. Helstu niðurstöður voru þær að búast mætti við staðbundnum hækkunum á grunnvatnsstöðu í grennd við lónstæðin og gera mætti ráð fyrir auknu innrennsli í jarðlög í nágrenni þeirra. Þetta gæti þýtt aukið lindarrennsli sem hugsanlega kæmi fram neðar í farvegi Þjórsár eða í lindum í grennd við lónstæðin.

Viðamiklar jarðfræðirannsóknir voru gerðar á árunum 2001-2007 á ofangreindum virkjanasvæðum (Landsvirkjun 2007a, 2007b, 2007c). Vegna þeirra rannsókna voru boraðar fjölmargar rannsóknarholur og borkjarnar notaðir til að útbúa jarðlagasnið ásamt því að brotþolsprófa bergið. Lektarprófanir voru gerðar í flestum holum og grunnvatnsstaða handmæld.

2 Mælibúnaður

Til síritandi mælinga á grunnvatnsstöðu við neðri Þjórsá var valinn staðlaður mælibúnaður sem samanstendur af skráningartæki og þrýstiskynjara. Sérsmíðuðum holutoppi er komið fyrir á holuna og á hann hengdur kassi með skráningartækjum og síma (mynd 1). Þrýstiskynjari tengdur skráningartækinu er leiddur niður í holuna og niður fyrir lægsta vænt vatnsborð. Við endurnýjun mælibúnaðar hafa verið settir einfaldir holumælur sem hafa innbyggt gagnasöfnunartæki og krefjast ekki annars en spotta sem festur er við holutopp og neminn látinn síga niður fyrir vatnsborð.



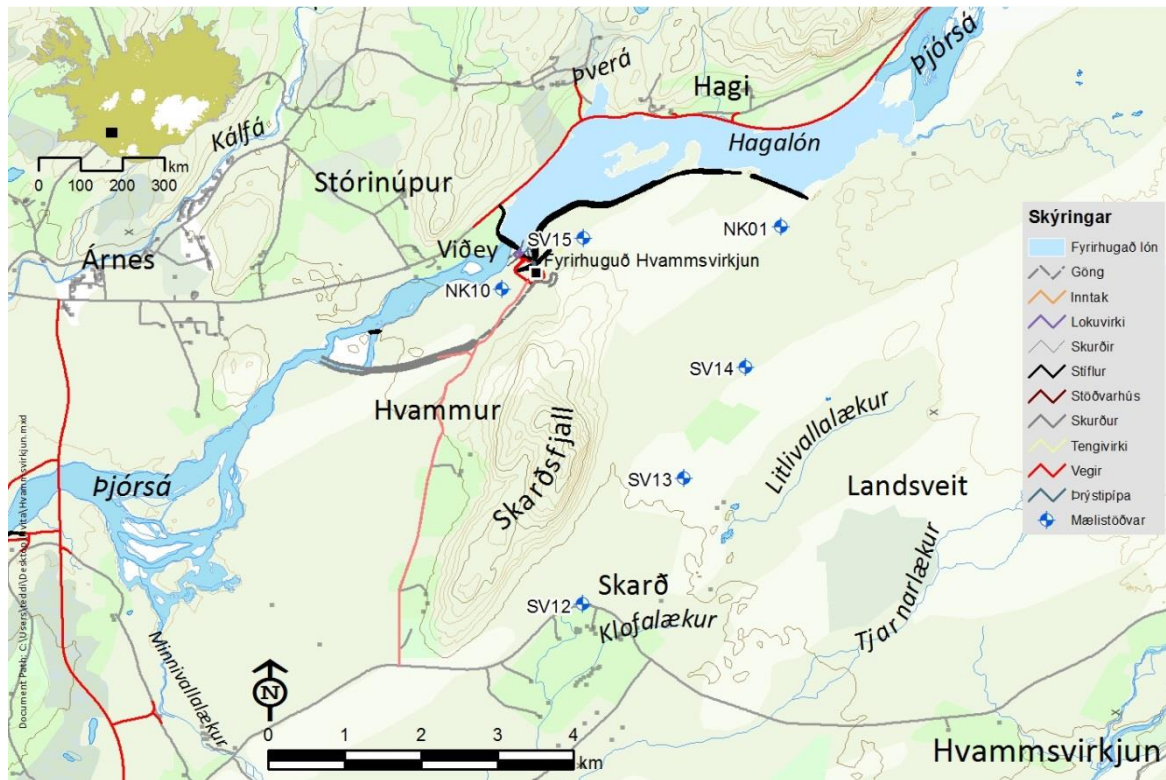
Mynd 1. Síritandi grunnvatnsmælir í Hjallanesi. (Landsvirkjun Egill Axelsson, september 2013).

3 Grunnvatnsmælingar

3.1 Grunnvatnsmælingar í nágrenni Hvammsvirkjunar

Gert er ráð fyrir að inntakslón Hvammsvirkjunar, Hagalón, verði myndað með stíflu í Þjórsá ofan við Viðey og stíflugörðum á austurbakka árinna. Rekstrarvatnsborð verður í 116 m y.s. og flatarmál lóns við þá hæð 4,6 km² (mynd 2).

Mælakerfi á vegum Landsvirkjunar sem sett var upp vegna rannsókna á grunnvatnsstöðu í nágrenni fyrirhugaðrar Hvammsvirkjunar teygir sig frá Þjórsá, austan við Skarðsfjall að bænum Skarði (mynd 2). Þjórsárhraunið þekur allan hluta mælisvæðisins og er þykkt hraunsins á þessum slóðum um 30 m (Árni Hjartarson, 2001). Mikill grunnvatnsstraumur flæðir um Rangárbotna þar



Mynd 2. Yfirlitskort af lónstæði Hvammsvirkjunar og grunnvatnsmælum Landsvirkjunar.

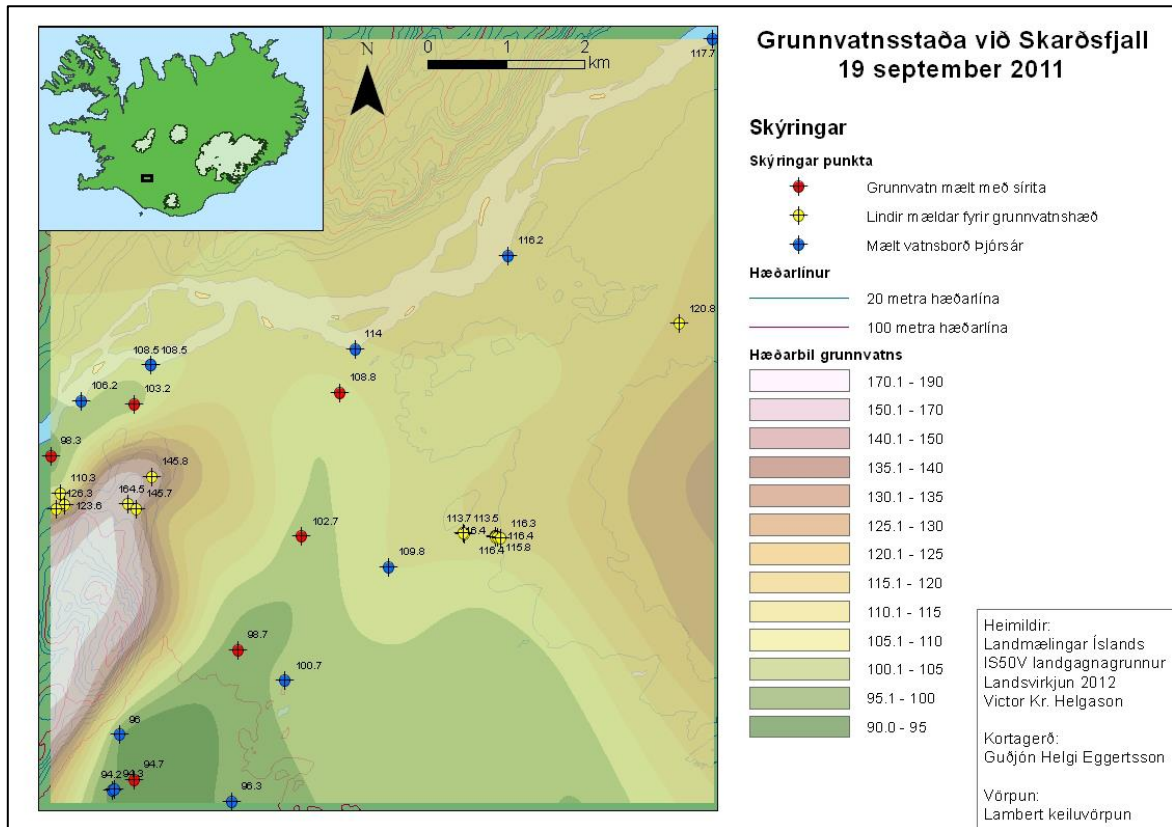
sem hraunin ofan af Tungnársvæðinu hafa runnið fram í gegnum tíðina, þar á meðal Þjórsáhraunið, og verður Ytri Rangá til úr þessum grunnvatnsflaumi. Ekki kemur þó allt grunnvatnið fram í Rangárbotnum heldur flæðir áfram um hraunin í Landsveit og kemur hluti þess fram í lindum austan og sunnan Skarðsfjalls.

Síritandi mælingar á grunnvatni hafa farið fram í 6 grunnvatnsholum norðan og austan við Skarðsfjall (mynd 2), lengst í holu NK10 eða frá 2002 en í holum SV15, NK01, SV14, SV13 og SV12 frá árunum 2007 og 2008. Fyrri rannsóknir höfðu leitt í ljós að grunnvatnsstaða austan Þjórsár á þessu landsvæði sé lægri heldur en vatnsborðshæð árinna (Árni Hjartarson, 2001). Dregin var sú ályktun að vatn sígi frá ánni í hraunið og til grunnvatnsins en tengslin séu ekki mikil vegna jökulleirsins sem áin ber með sér og þétt hefur botninn í tímanna rás. Leirinn kemur þannig í veg fyrir stórvægilegan leka árinna til grunnvatnsins.

Ítarlegar jarðfræðirannsóknir voru gerðar á stíflustæði og nágrenni fyrirhugaðrar Hvammsvirkjunar árin 2001-2006 (Landsvirkjun, 2007b). Lektarprófanir ásamt handmælingum á grunnvatnshæð voru gerðar í fjölmörgum kjarnaholum. Helstu niðurstöður þeirra mælinga sýndu fram á að lekt hins eldri berggrunns sem Þjórsáhraunið hvílir á er almennt lítil. Þjórsáhraunið sem aftur á móti þekur stóran hluta rannsóknasvæðisins og er margfalt yngra hefur miðlungs til háa lekt, breytilega eftir hvort um karga eða þéttan hluta er að ræða. Handmælingar á grunnvatnsstöðu sýndu að sveiflur hennar væru svipaðar og ekki sérlega miklar enda lekt hraunsins miðlungs til há. Eins gáfu mælingarnar til kynna að grunnvatnsborðið á svæðinu væri frekar flatt sökum almennt hárrar lektar í hrauninu.

Úttekt var gerð á grunnvatnsmælingum í holum Landsvirkjunar við Skarðsfjall af Guðjóni H. Eggertssyni (2012). Helstu niðurstöður þeirra athugana voru að ekki er unnt að greina áhrif Þjórsár á grunnvatnsstöðuna og að einna helsti áhrifavaldur breytinga á henni séu árstíðabundnar sveiflur í veðurfari. Í ritgerðinni má finna einfaldað grunnvatnskort af svæðinu unnið út frá mælingum Landsvirkjunar (mynd 3). Samkvæmt myndinni virðist sem grunnvatnsstraumurinn

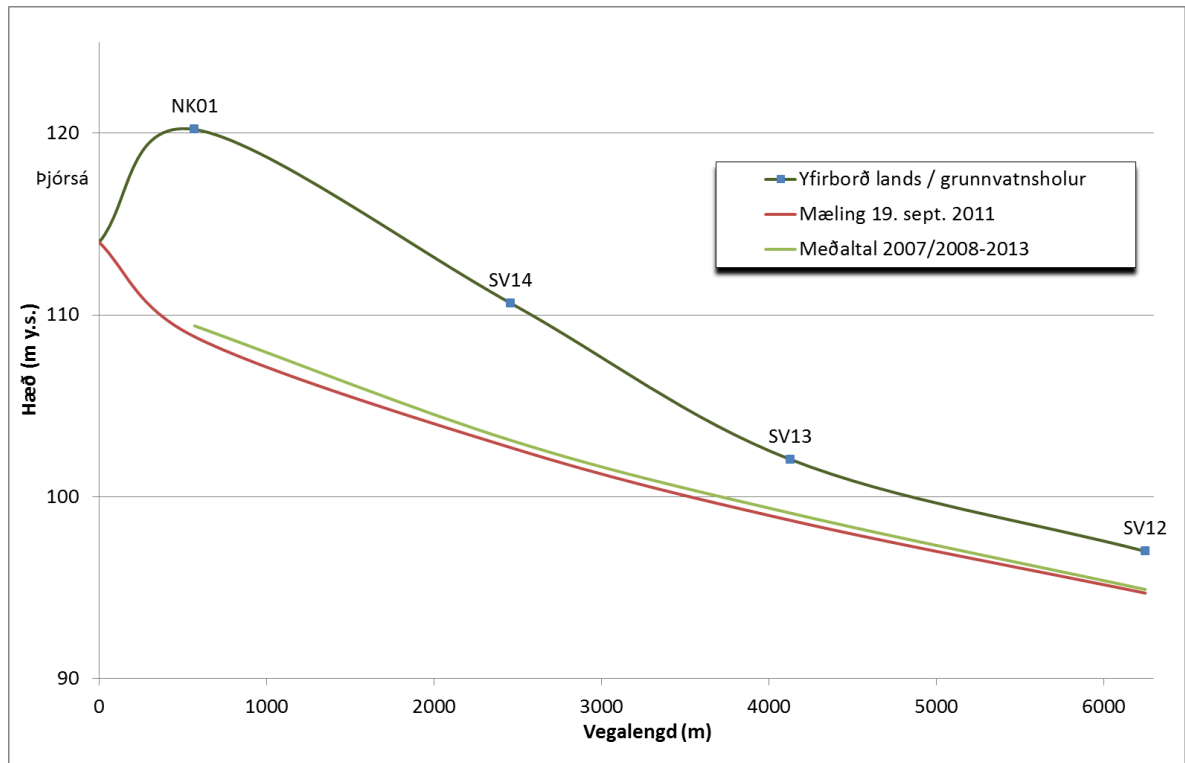
sem kemur niður Þjórsárhraunið vestan við Ytri-Rangá í Landsveit flæði að stóru leyti suðaustan við Skarðsfjall en víða má finna lindir sem spretta fram á þessum slóðum, m.a. Klofalæk, Litlavallalæk og Tjarnarlæk ásamt fleiri lindum (mynd2). Einhver hluti grunnvatnsins flæðir norðan og vestan við Skarðsfjall.



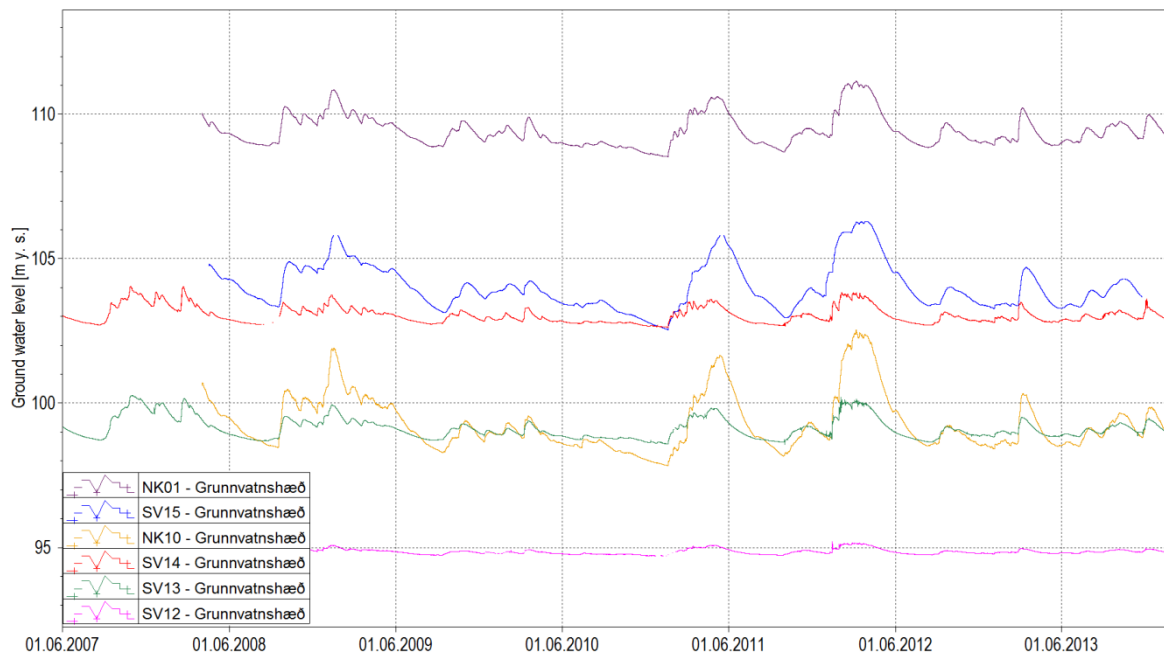
Mynd 3. Jafngildislínur grunnvatns í grennd við Skarðsfjall (Guðjón Helgi Eggertsson, 2012).

Á mynd 4 má sjá snið af grunnvatnsstöðu úr holum Landsvirkjunar austan við Skarðsfjall þann 19. september 2011 en þá var vatnsborð Þjórsár mælt með GPS hæðarmælingu. Myndin sýnir halla grunnvatnsborðsins frá Þjórsá suður með Skarðsfjalli en langtímameðaltöl grunnvatnsstöðu eru einnig sýnd. Dýpst er á grunnvatn við holu NK01 eða um 11 m. Þar er landhæð mest í sniðinu og gróðurþekja lítil. Grunnvatnsstaðan færir nær yfirborði suður með Skarðsfjalli og er einungis á um 2 m dýpi í holu SV12. Hluti vatnsins kemur svo fram í lindum tæpum 100 m sunnan við holuna eða rétt vestan við bæinn Skarð. Þær lindir sameinast öðrum lindum sem fram koma austan við Skarð og mynda Minnivallalæk. Rennsli hans hefur mælst 2510 l/s við Brúarlund vorið 2000 (Árni Hjartarson, 2001).

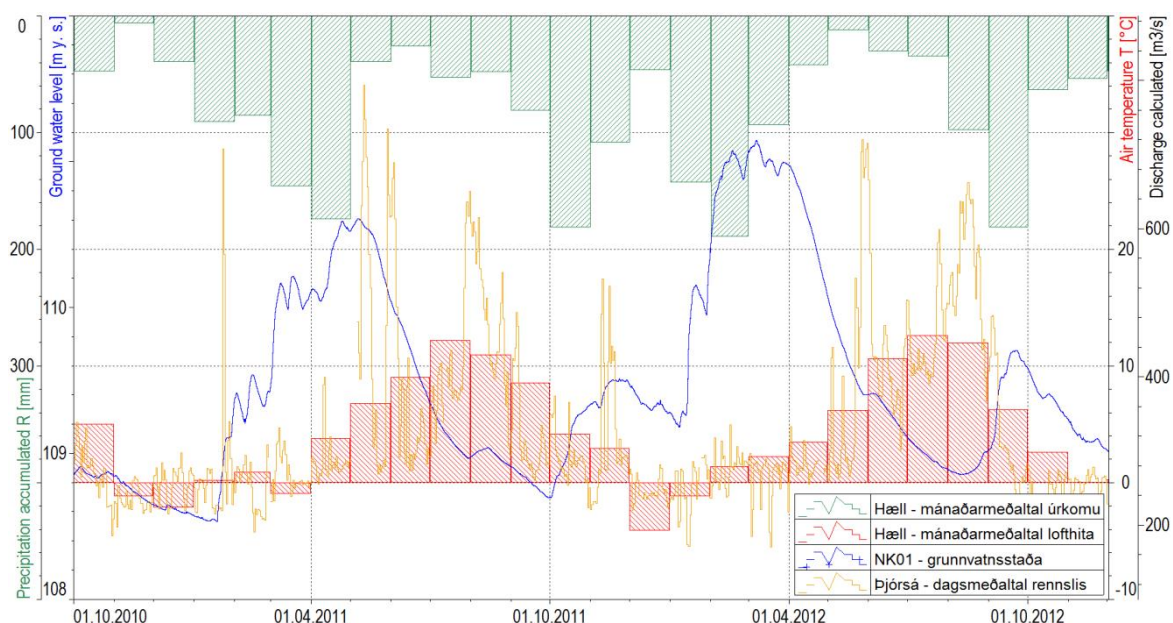
Á mynd 5 má sjá grunnvatnsstöður úr holum austan og norðan við Skarðsfjall frá árunum 2007/2008 og fram til 2013. Greina má sömu sveiflur grunnvatnsstöðu í öllum holunum en talsverður munur er á útslagi þeirra eftir staðsetningu holanna. Líkt og sjá má er sveifla grunnvatnsstöðu mest í holum næst Þjórsá (NK01, SV15, NK10) eða frá 2,6 m til 4,7 m en dregur úr henni í holum SV13 og SV14. Minnst er sveifla grunnvatnsstöðu í holu SV12, einungis um 0,4 m. Þar má gera ráð fyrir að flæði grunnvatns sé allmikið við holuna enda birtist vatnið í lindum rétt sunnan við hana. Meiri breytileiki í grunnvatnsstöðu í grennd við Þjórsá orsakast líklega af opnara yfirborðslagi og minna grunnvatnsflæði.



Mynd 4. Grunnvatnsstaða í sniði frá Þjórsá að Skarði.



Mynd 5. Grunnvatnsferlar úr holum LV við Skarðsfjall árin 2007-2013.



Mynd 6. Rennsli Þjórsár, grunnvatnsstaða í NK01 og úrkoma og hiti við Hæl á tímabilinu 2010-2012.

Á mynd 6 má sjá samanburð á rennsli Þjórsár mælt við Búrfell og grunnvatnsstöðu í holu NK01 á tímabilinu 1. október 2010 til 1. desember 2012. Á þeim tíma koma fram háir grunnvatnstoppar sem áhugavert er að skoða með tilliti til rennlis og veðurfars. Lengd farvegjar Þjórsár frá Búrfellsstöð að holu NK01 er um 15 km sem þýðir að tímamunur á rennsli milli staðanna er um 3 klst., miðað við hraða vatns 5 km/klst. Hóla NK01 er í um 600 m fjarlægð frá árfarvegi Þjórsár. Rennsli í Þjórsá er mun meira yfir sumartímamann en vetrartímamann en af mynd 6 má greina að yfir sumartímamann er grunnvatnsstaðan ýmist í lægstu stöðu eða á niðurleið, þ.e. þegar rennsli Þjórsár er hvað mest.

Úrkoma í mars 2011 var um 50% meiri en í sama meðalmánuði á árabílinu 1991-2013 og í apríl mánuðinn á eftir var hún ríflega 100% meiri. Mánaðar meðalhiti í apríl reyndist vel yfir frostmarki eða um 5°C en svo virðist sem þessir samverkandi þættir valdi hári grunnvatnsstöðu í holu NK01 í lok apríl og byrjun maí 2011. Svipaða sögu er að segja um háa grunnvatnstoppan sem fram kemur í febrúar og mars 2012 en úrkoma í janúar var um 40% meiri en í sama meðalmánuði og um 80 % meiri í febrúar. Til viðbótar kemur að mánaðar meðalhiti í febrúar var yfir frostmarki eða um 1,5°C.

Ekki er unnt að greina rennlissveiflur Þjórsár í grunnvatnsstöðu en það staðfestir fyrri niðurstöður að ekki er náið samband milli Þjórsár og grunnvatns á þessu svæði. Úrkoma á greiða leið niður í Þjórsáhraunið við holurnar næst ánni en þar er jarðvegur og gróður lífill og kargalag hraunsins opið. Suður með Skarðsfjalli eykst gróðurþekjan og aðgengi úrkomu að grunnvatni verður tregara.

Nánar er fjallað um samband grunnvatnsstöðu við rennsli Þjórsár og úrkomu í kafla 3.4.

3.2 Grunnvatnsmælingar í nágrenni Holtavirkjunar

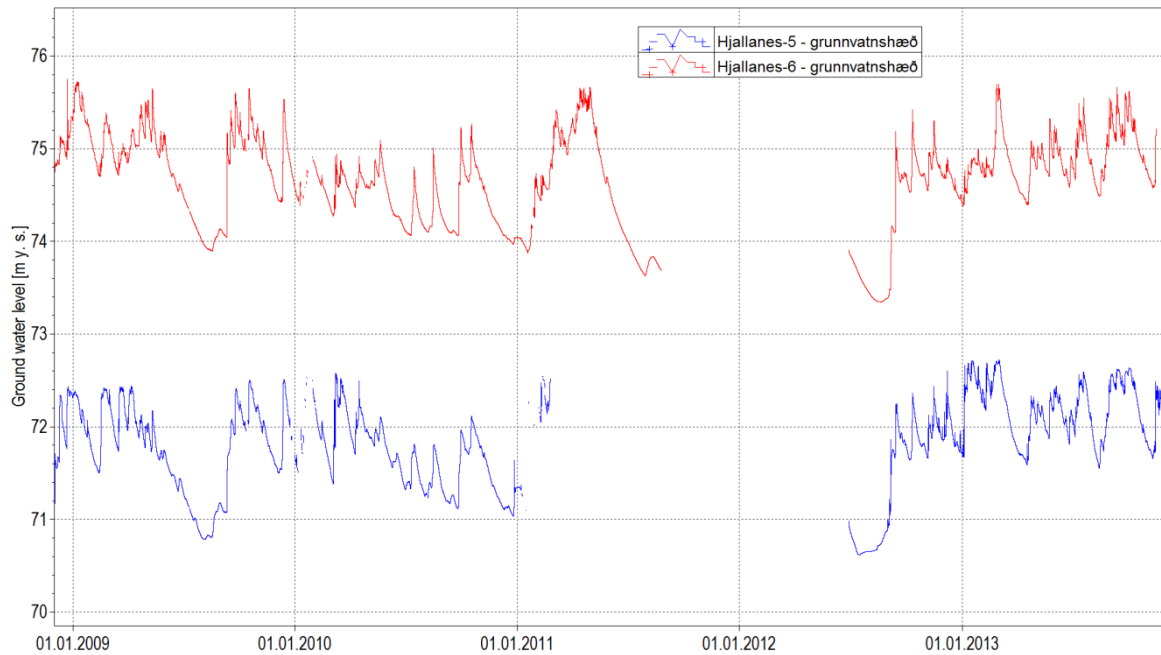
Inntakslón Holtavirkjunar verður myndað með hliðargörðum og stíflu við bæinn Akbraut í Holtum og Þjórsá veitt að stærstum hluta í Árnescvísl við Búðafoss (mynd 7). Gert er ráð fyrir að rekstarvatnsborð lóns verði 71 m y.s. og flatarmál lóns við þá hæð 4,8 km².

Landsvirkjun hefur stundað mælingar á vatnafari vegna fyrirhugaðrar Holtavirkjunar frá árinu 2008 (mynd 7). Mælitæki voru sett upp í tvennum tilgangi. Annars vegar til að athuga hvort að til greina kæmi að minnka bakvatnsáhrif Árnescvísls á Hjallaneslæk og nágrenni með garði og dælingu og hins vegar almenna vöktun á bakvatnsáhrifum lónsins. Um er að ræða fjóra mæla í læknum og tvo grunnvatnsmæla. Árið 2012 lauk gagnasöfnun í Hjallaneslæk enda tilgangurinn að afla gagna í nógu langan tíma til að kvarða líkan varðandi dælingu.



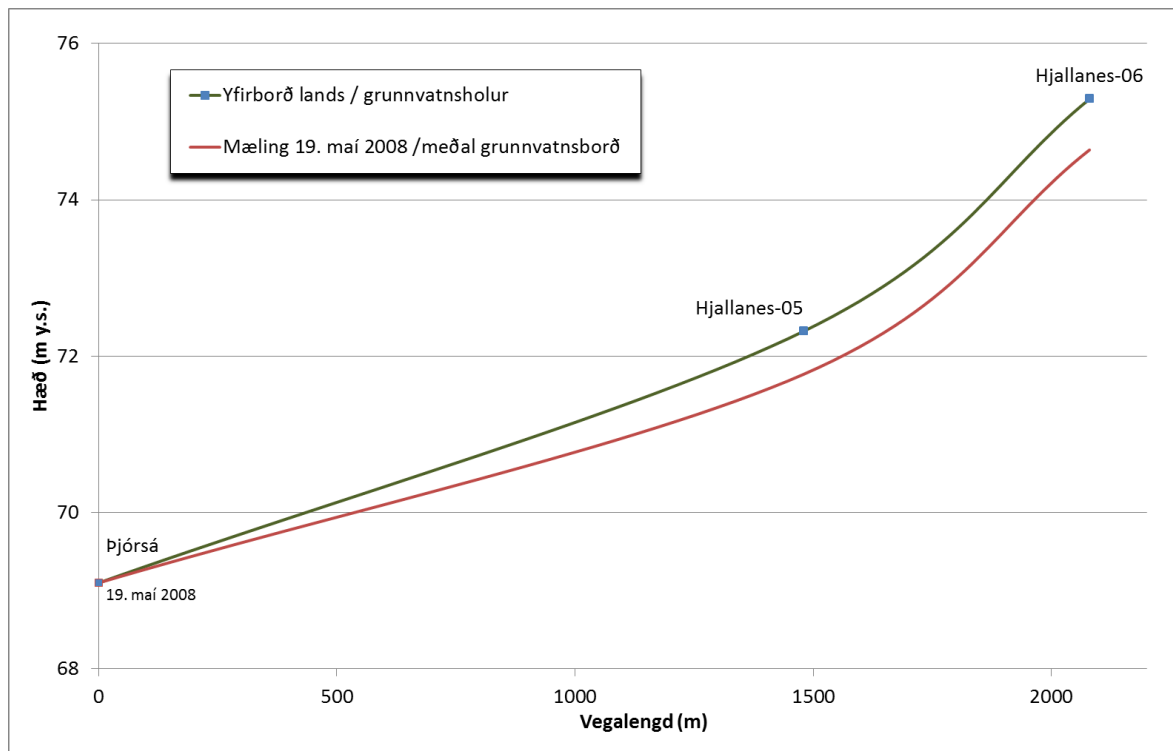
Mynd 7. Yfirlitskort af lónstæði Holtavirkjunar og grunnvatnsmælum Landsvirkjunar.

Grunnvatnsmælarnir tveir norðan Hjallanesbæjar eru enn starfræktir og má sjá grunnvatnsferla úr holunum á mynd 8. Grunnvatnsstaða í holu Hjallanes-6 er að jafnaði um 3 metrum hærrí en í holu Hjallanes-5. Svo virðist sem grunnvatnsstaðan fylgi landhæð en landi hallar niður frá Hjallanesi í átt til Þjórsár. Mælarnir eru staðsettir í þýftu og á tíðum talsvert blautu landi en víða í grennd eru framræstar mýrar og tún. Grunnvatnsflæðið leitar líklegast til norðurs í skurðakerfi samhliða Hjallaneslæk og til Þjórsár. Sömu sveiflur í grunnvatnsstöðu koma fram í holunum tveimur en hér má fastlega gera ráð fyrir að úrkoma og leysingar séu megin áhrifavaldur á grunnvatnsstöðu. Mjög stutt er niður á grunnvatn eða 0,5-1 m og er sveifla grunnvatns 1,5-2 m.



Mynd 8. Grunnvatnsferlar úr holum Landsvirkjunar við Hjallanes.

Á mynd 9 má sjá þversnið af grunnvatnsstöðu í landi Hjallanes ásamt mælingu á vatnshæð Þjórsár þann 19. maí 2008. Þann daginn mældist rennsli Þjórsár við Heiðartanga um $600 \text{ m}^3/\text{s}$ en meðalrennsli árinna er um $370 \text{ m}^3/\text{s}$. Því má gera ráð fyrir að vatnsborðshæð við Hjallanes sé töluvert yfir meðallagi þann 19. maí. Þrátt fyrir það er hún talsvert lægri en meðal grunnvatnsstaða í holunum tveimur.

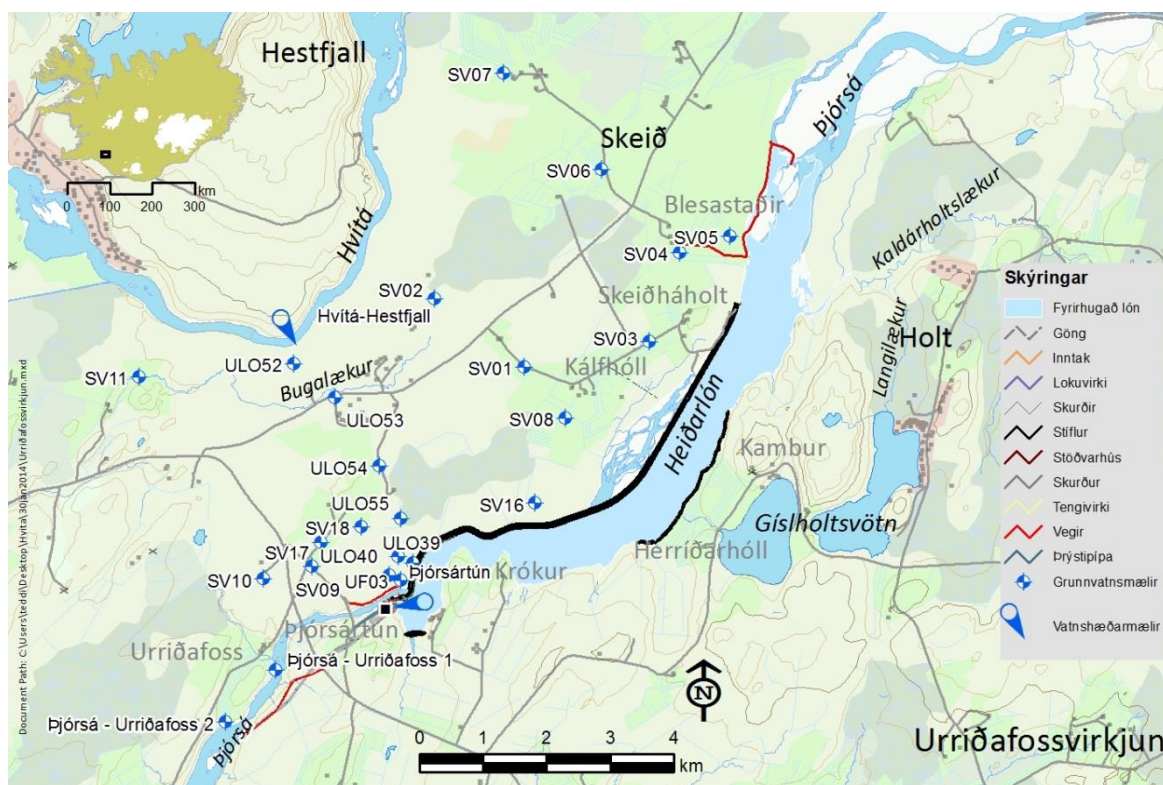


Mynd 9. Grunnvatnsstaða í sniði frá Þjórsá um Hjallanes

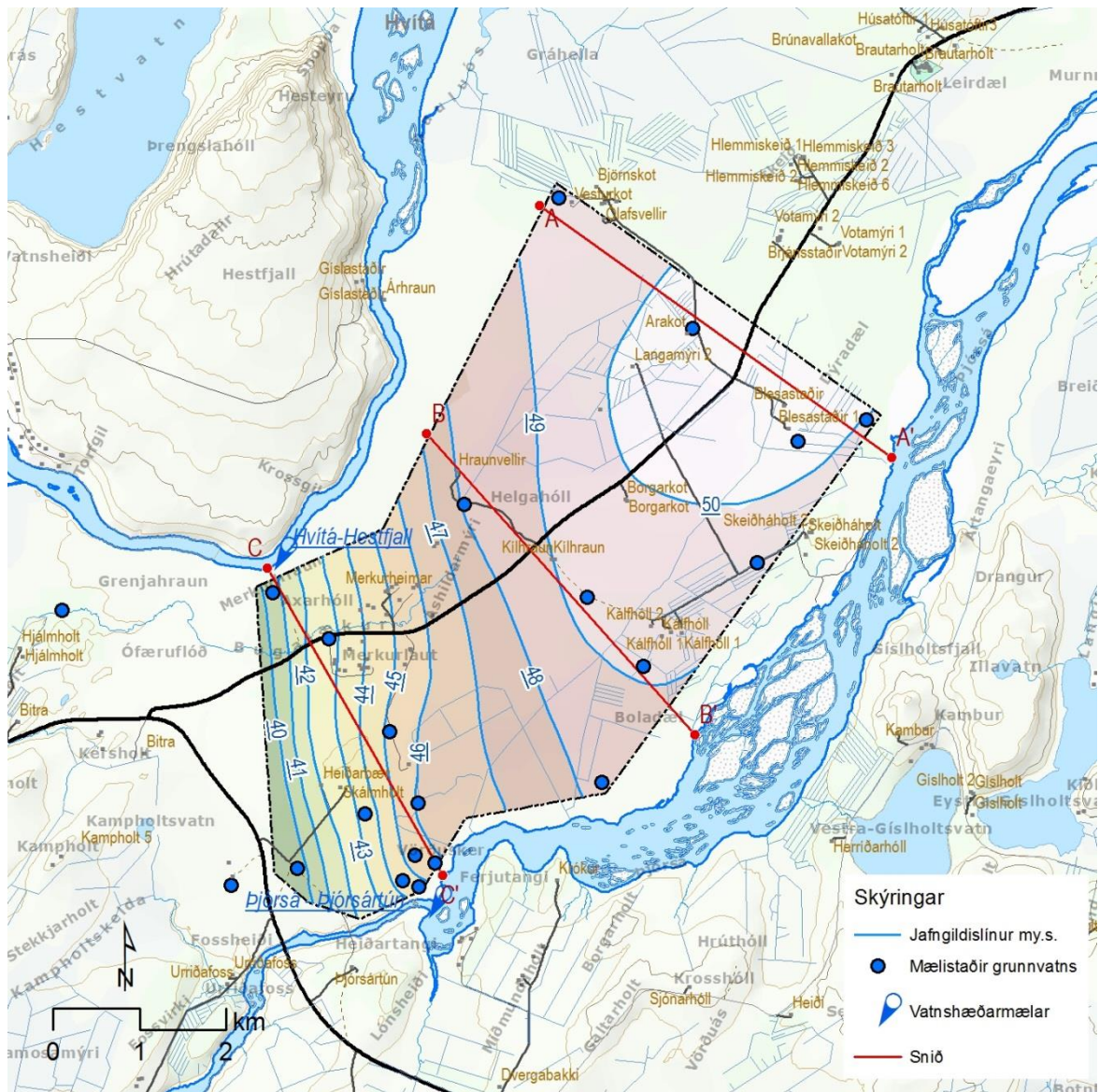
3.3 Grunnvatnsmælingar í nágrenni Urriðafossvirkjunar

Gert er ráð fyrir að inntakslón Urriðafossvirkjunar, Heiðarlón, verði myndað með stíflu í Þjórsá við Heiðartanga og stíflugörðum á vesturbakka árinna. Rekstarvatnsborð lóns verður 50 m y.s. og flatarmál lóns við þá hæð 9 km² (mynd 9).

Viðamiklu mælakerfi var komið fyrir á Skeiðum í grennd við fyrirhugaða Urriðafossvirkjun á árunum 2001-2007 (mynd 10). Tilgangur mælakerfisins er að þekkja grunnvatnsstöðu á svæðinu ásamt því að meta áhrif fyrirhugaðs inntakslóns Urriðafossvirkjunar á grunnvatnsstöðu. Mælakerfið samanstendur af nokkrum mælisniðum sem ná frá árbökkum Þjórsár út á Skeið og vestur að Hvítá. Grunnvatnsholurnar sem notaðar eru til að fylgjast með grunnvatnsstöðu eru allar staðsettar í Þjórsárhrauninu og er meðalþykkt hraunsins á þessum slóðum um 23 m (Árni Hjartarson, 2001). Grunnvatn á þessu svæði á uppruna sinn í grunnvatnsstraumi sem kemur fram Skeið en úrkoma hefur einnig áhrif á grunnvatnsstöðu á svæðinu. Fyrri rannsóknir bentu til þess að grunnvatniskil á svæðinu lægju í grennd við veginn upp Skeið og að grunnvatnið leitaði frá skilunum til Hvítar og Þjórsár (Árni Hjartarson, 2001, Landsvirkjun, 2007). Á mynd 11 má sjá jafngildislínur grunnvatnsborðs á Skeiðum út frá grunnvatnsmælingum í borholum frá árunum 2001 til 2013. Mælingarnar staðfesta fyrri ályktun að stóru leyti um legu grunnvatnsskila en líkt og sjá má flæðir grunnvatnsstraumurinn niður Skeiðin og leitar út til ána beggja vegna.



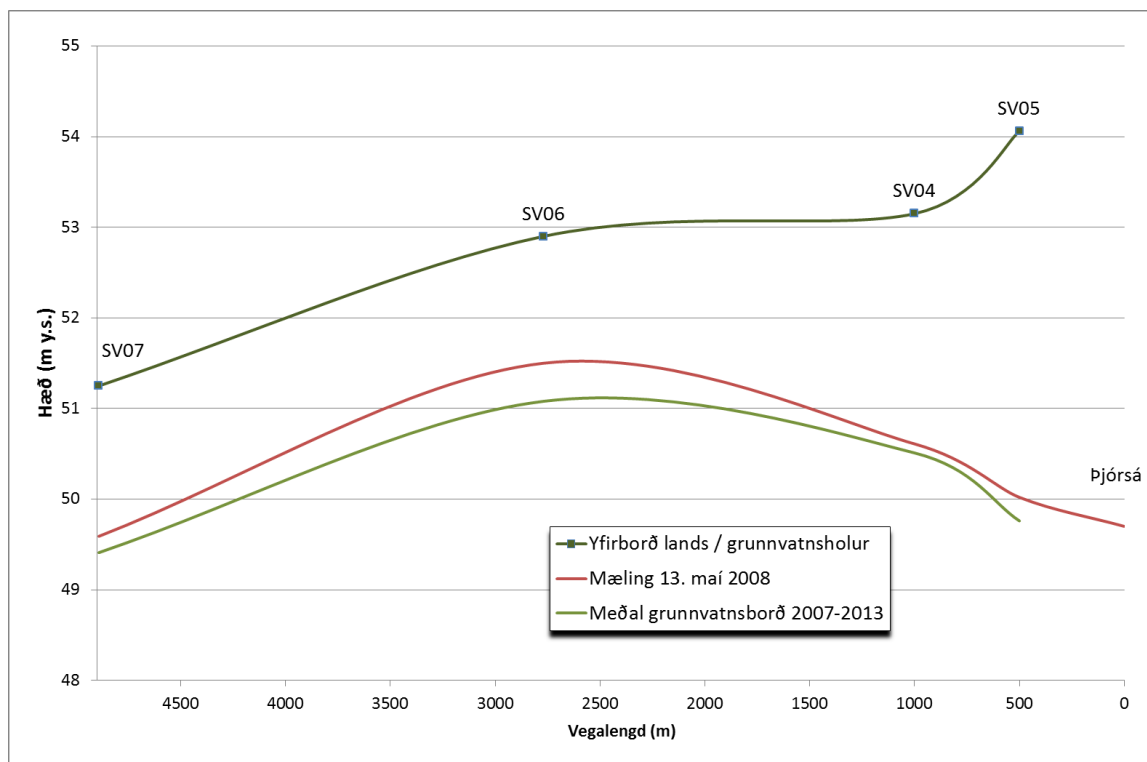
Mynd 10. Yfirlitskort af lónstæði Urriðafossvirkjunar og grunnvatnsmælum Landsvirkjunar.



Mynd 11. Jafngildislínur meðal grunnvatnshæðar á Skeiðum.

Á efri hluta rannsóknarsvæðisins, þ.e. frá Ólafsvöllum að Kálfhóli er grunnvatnsborð í 49–51 m y.s. og tiltölulega flatt á allstóru svæði. Kúfur grunnvatnsstraumsins efst á rannsóknarsvæðinu liggur við Arakot í um 51 m y.s. (mynd 12) en gengur niður til ána beggja megin. Sveifla grunnvatnsstöðu á þessum slóðum er um 2 m og er dýpi á grunnvatn að jafnaði um 2 m.

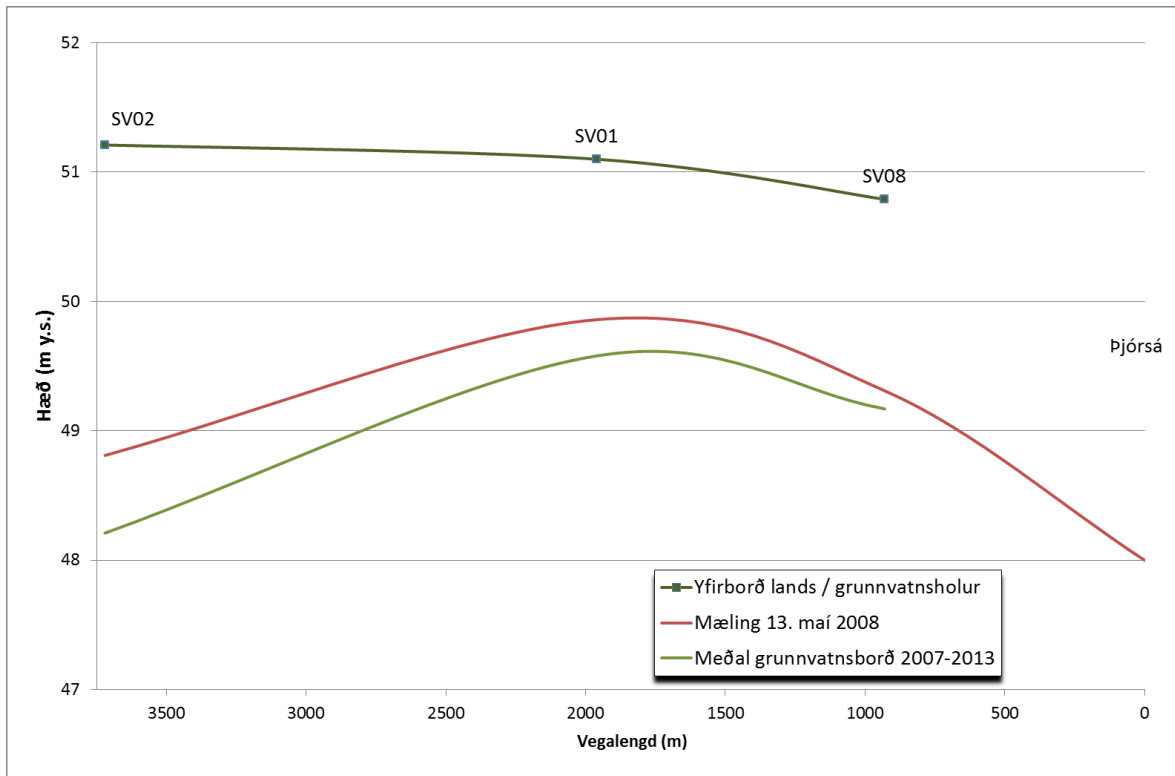
Farvegur Þjorsár var mældur með GPS mælingu 13. maí 2008 og var rennsli Þjorsár þann daginn nær þriðjungji meira en í meðalári eða um 460 m³/s. Vatnshæð var lesin úr gagnaskrárnun grunnvatnsholanna í sniðinu sama dag (mynd 12). Grunnvatnsstaðan er heldur hærri 13. maí 2008 en í meðalári eða um 10-40 cm en fylgir að öðru leyti meðaltalinu nokkuð vel. Erfitt er að segja til um hversu mikið lægri meðalvatnshæð Þjorsár er við árbakkann þar sem sniðið nær til árinna (A' á mynd 11) en mælingin 13. maí gefur afstöðumynd af vatnshæð Þjorsár og grunnvatnsstöðu þann daginn. Þar má sjá að grunnvatnsstaðan í holu SV05 stendur um 30 cm hærra en vatnsborð Þjorsár og fer hækkanði þaðan af inn til landsins. Samanburður á vatnshæðarferli úr vatnshæðarmæli vhm 30 við Heiðartanga og grunnvatnsferli úr holu SV05 gefur ekki til kynna að samband sé milli árinna og grunnvatnsins. Nánar er fjallað um samband grunnvatnsstöðu við rennsli Þjorsár og úrkomu í kafla 3.4.



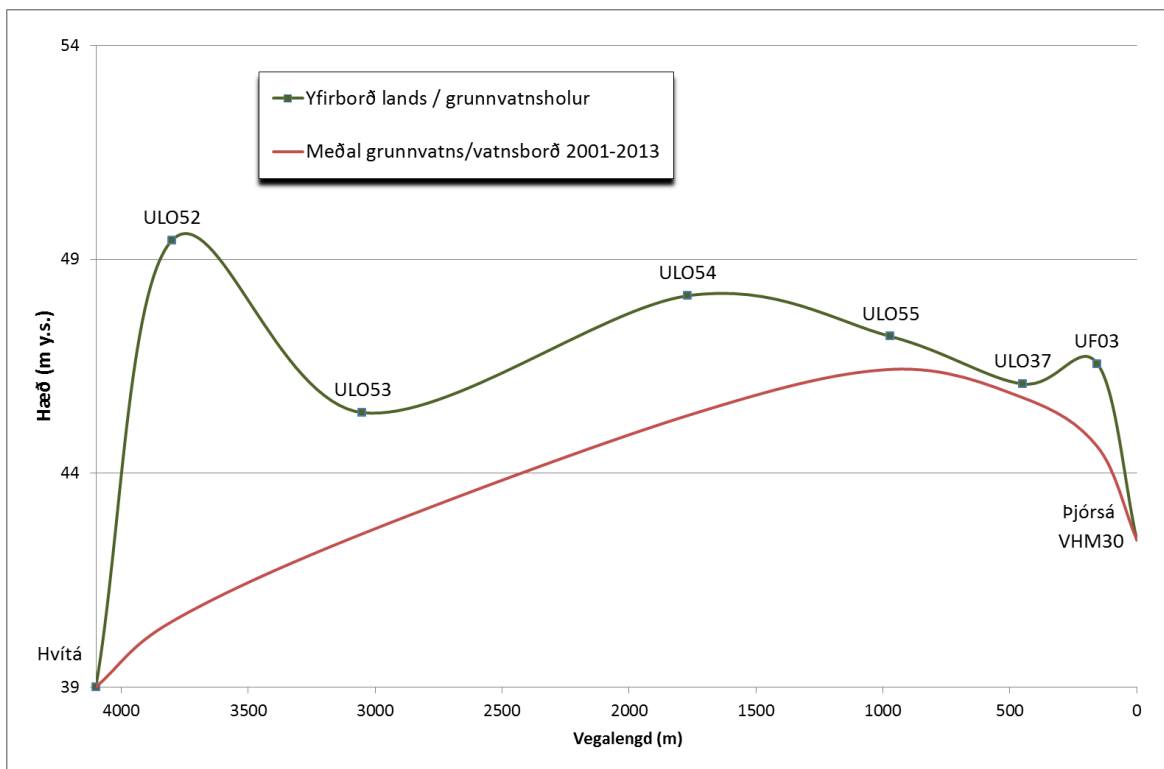
Mynd 12. Grunnvatnssnið A-A' á mynd 10.

Hæð grunnvatnsborðsins lækkar til SV með minnkandi landhæð og er frá Kálfhóli og um Áshildarmýri í 47–49 m y.s. Dýpi á grunnvatn er svipað og á svæðinu ofanverðu eða um 2 m en þó heldur meira að vestanverðu eða um 3 m (mynd 13). Hæsti hluti grunnvatnsstraumsins virðist liggja SV af Kálfhóli, talsvert nær Þjósá en á ofanverðu svæðinu. Grunnvatnsborðið hallar þ.a.l. meira til suðvesturs eða í átt til Hvítár á þessum hluta svæðisins. Sveifla grunnvatnsstöðu er svipuð og ofar á svæðinu eða 2 m. Líkt og áður segir var farvegur Þjósár GPS mældur 13. maí 2008 og er mælingin í sniðinu birt á mynd 13 ásamt grunnvatnsstöðu í holum á sama tíma. Ferillinn er heldur hærri þann 13. maí heldur en í meðalári en ferlarnir fylgjast vel að. Þrátt fyrir talsvert rennsli Þjósár þennan dag liggur vatnsborð árinna töluvert neðar en grunnvatnsstaða í næstu holu SV08 og munar þar um 1,3 m.

Þrátt fyrir litla breytingu á landhæð í landi Skálmholts og vestur að Hvítá fellur grunnvatnsstaðan einna mest á þessum hluta svæðisins (mynd 11). Vegalengdin á milli holu ULO55 og SV09 er einungis 1,5 km en á þeim kafla fellur grunnvatnsstaðan um rúma 7 m, úr rúmum 46 m y.s. niður í 39 m y.s. Á þessum sama kafla byrjar Þjósá að falla niður flúðirnar við Heiðartanga. Kúfur grunnvatnsstraumsins í sniði (C-C') frá Heiðartanga að Hvítá við Merkurhraun liggur við holu ULO55 (mynd 14) og hefur hann færst nær Þjósánni frá sniði B-B'. Grunnvatnsstaðan virðist haldast nokkuð há að holu UF03 sem er í um 140 m frá árbökkum Þjósár en líkt og sjá má er meðalvatnshæð Þjósár við vatnshæðarmæli á Heiðartanga talsvert lægri en grunnvatnsstaðan og munar þar rúmum 2 m. Sveifla grunnvatnsstöðu í holum á svæðinu er 2–3 m. Dýpi á grunnvatn er minnst austan megin þar sem kúfur grunnvatnsstraumsins liggur eða 1–2 m. Þegar vestar dregur eykst dýpið og er um 3 m í holum ULO54 og ULO53. Mest er dýpið í holu ULO52 eða um 9 m en holan er í um 300 m fjarlægð frá árbökkum Hvítár.



Mynd 13. Grunnvatnssnið B-B' á mynd 10.

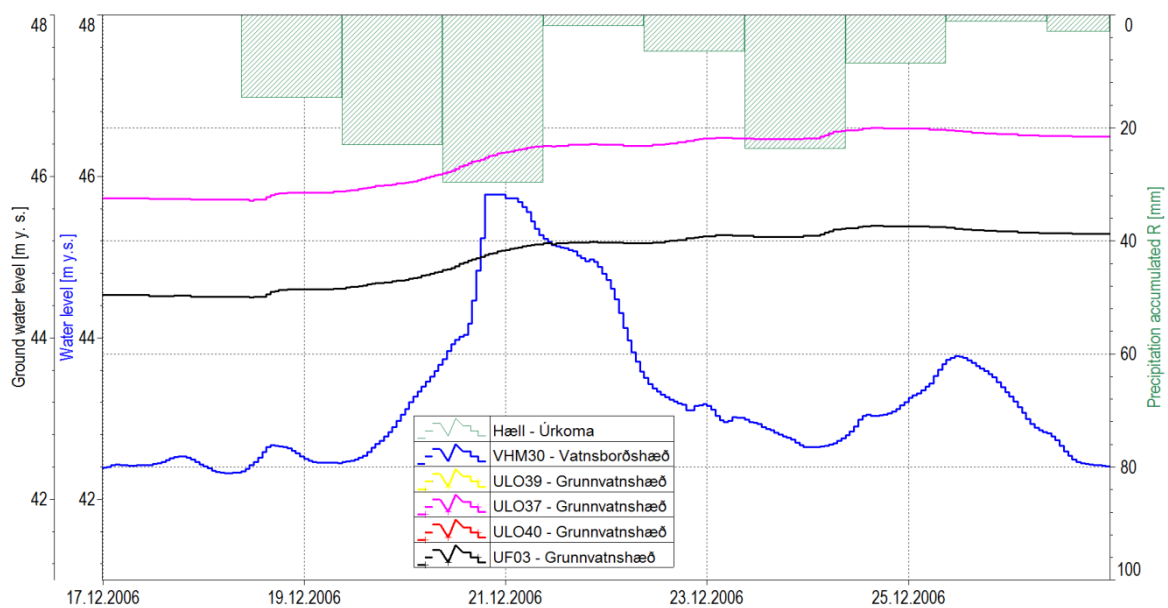


Mynd 14. Grunnvatnssnið C-C' á mynd 10.

Frá landi Skálmhólts og að nýju brúnni yfir Þjórsá virðist sem dragi úr falli grunnvatns en á þeim kafla er fall Þjórsár einnig fremur lítið. Grunnvatnsborð virðist á þessu svæði liggja í um 39 m y.s. Við bæinn Urriðafoss sker grunnvatnsflöturinn yfirborð og koma fram lindir sitt hvoru megin við bæinn. Hæð þeirra er í um 35 m y.s. (Árni Hjartarson, 2001).

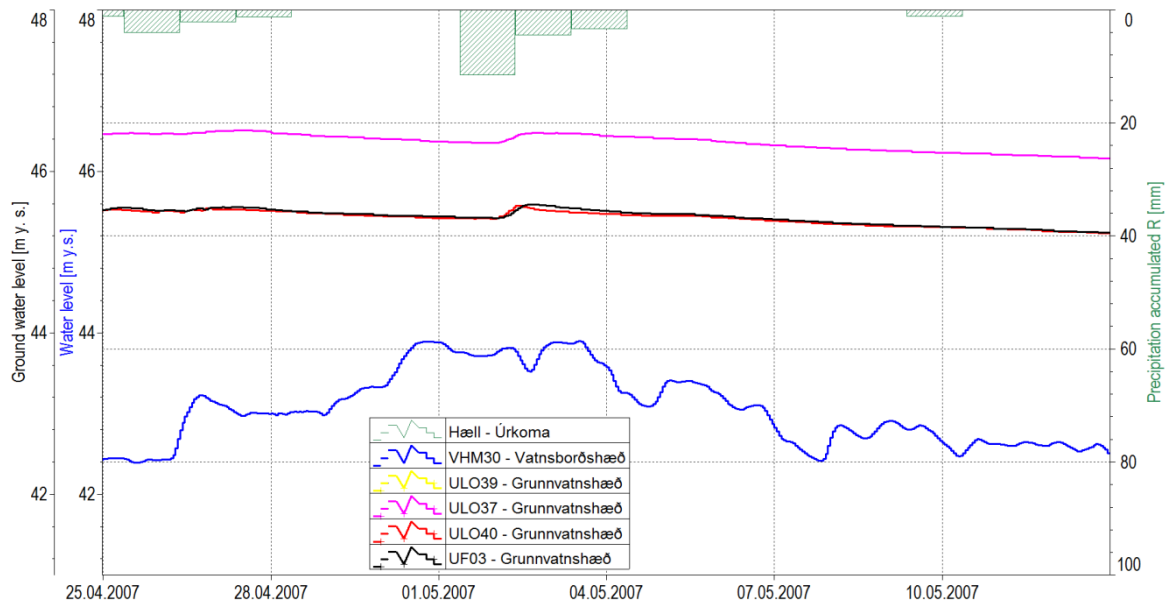
3.4 Samband grunnvatnsstöðu við rennsli Þjórsár og úrkomu

Til að greina hvort samband sé milli grunnvatnsstöðu og rennslisbreytinga í Þjórsá eða úrkomu á rannsóknarsvæðinu er nærtækast að notast við gögn úr vatnshæðarmæli Veðurstofunnar á Heiðartanga (vhm 30), vatnsborðsgögn úr grunnvatnsholum á vesturbakka árinna (ULO39, ULO37, ULO40, UF03) og úrkomugögn frá Hæli. Staðsetningu grunnvatnsholanna má sjá á mynd 10. Gögn úr vatnshæðarmælinum og grunnvatnsholum eru skráð á klukkustundar fresti en úrkomugögnin eru uppsöfnuð dagsgildi. Úrkomugildin ná frá 9 að morgni til klukkan 9 að morgni daginn eftir og er gildið skráð á þeim degi. Hér að neðan eru tekin saman nokkur tilfelli þar sem vatnsmagn Þjórsár hefur ýmist aukist vegna úrkomu og eða leysinga og lagt mat á áhrif þess á grunnvatnsbreytingar. Með auknu vatnsmagni Þjórsár er átt við flóðtoppa sem náð hafa rennsli um eða jafnvel yfir 1000 m³/s og fer þá vatnshæðin við Heiðartanga yfir 44 m y.s.



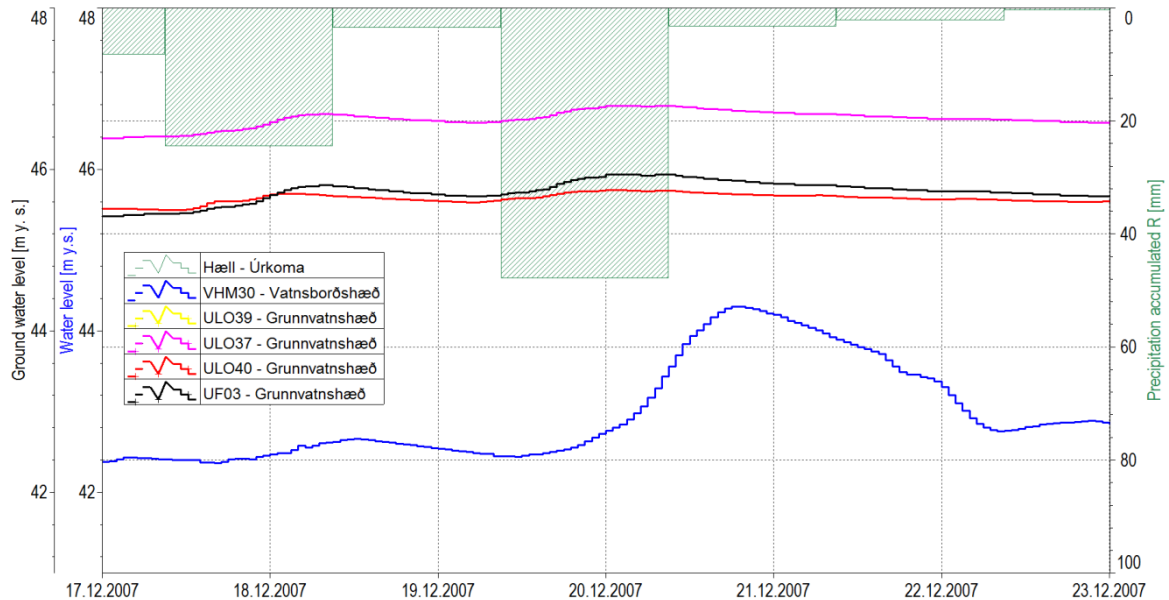
Mynd 15. Flóð í Þjórsá 19. - 26. desember. Gögn fyrir ULO39 og ULO40 eru ekki tiltæk við þennan atburð.

Flóð kemur fram við Heiðartanga um hádegi þann 19. desember 2006 í kjölfar úrkomu og hlýinda (mynd 15). Nær hámarki 21. desember en lækkar eftir það. Grunnvatnsstaða byrjar að hækka þann 18. desember um leið og úrkomun byrjar og heldur áfram að hækka fram til 25. desember samhliða úrkomu. Svo virðist sem úrkoma sé ráðandi áhrifaþáttur á grunnvatnsstöðu.



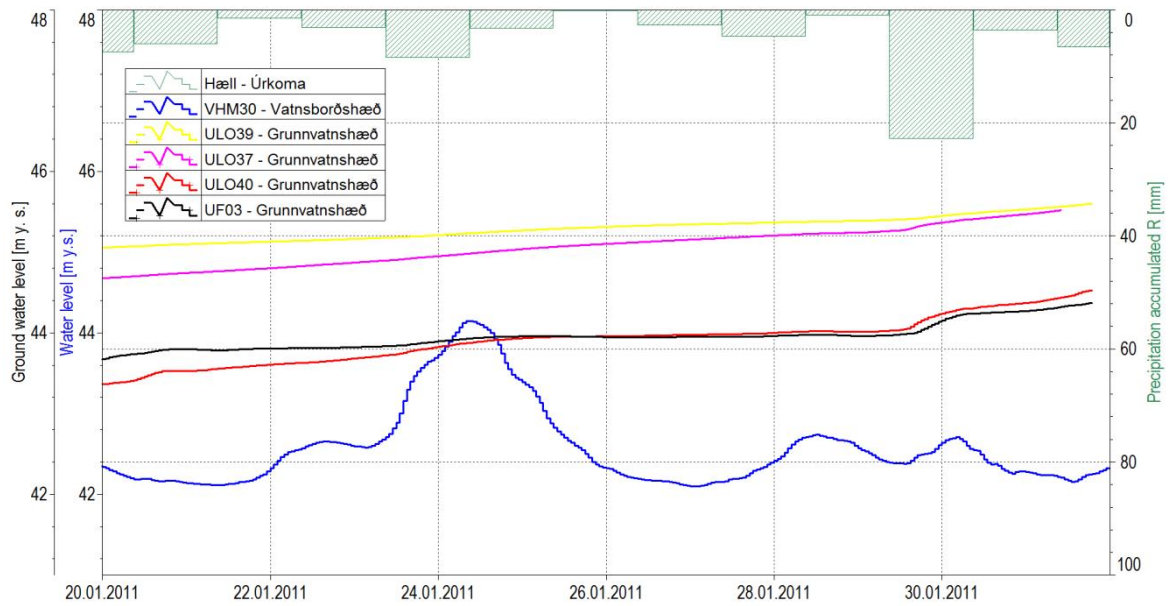
Mynd 16. Flóð í Þjórsá 26. apríl – 7. maí 2007. Gögn fyrir ULO39 eru ekki tiltæk við þennan atburð.

Flóð kemur fram við Heiðartanga upp úr snöggum hlýindum að vori 26. apríl 2007 og lýkur 7. maí (mynd 16). Grunnvatnsstaða við Heiðartanga er á sama tíma á niðurleið og heldur því áfram fyrir utan lítilla tímabundna hækkun í kjölfar úrkomu dagana 2.-4. maí. Úrkoma virðist vera ráðandi áhrifaþáttur á grunnvatnsstöðu.



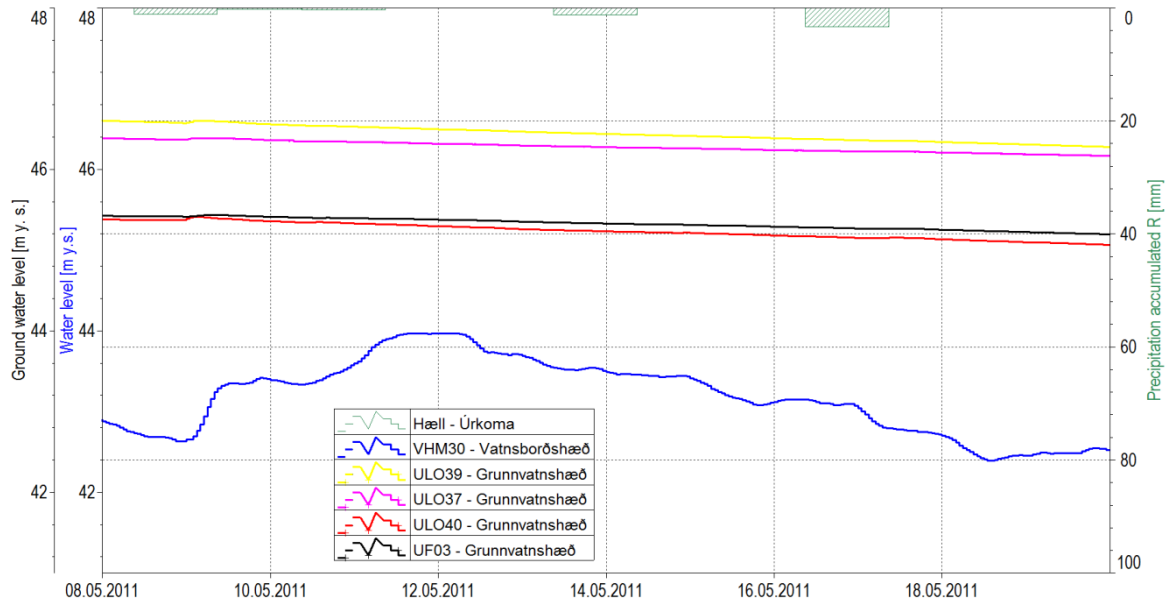
Mynd 17. Flóð í Þjórsá 19. – 22. desember 2007. Gögn fyrir ULO39 eru ekki tiltæk við þennan atburð.

Flóð kemur fram við Heiðartanga upp úr miðjum degi 19. desember 2007 í kjölfar mikillar úrkomu deginum áður og nær hámarki að kvöldi 20. desember en lækkar eftir það (mynd 17). Grunnvatnsstaða tekur að hækka samhliða úrkomunni og nær hámarki árla morguns 20. desember en lækkar þar á eftir. Úrkoma virðist vera ráðandi áhrifaþáttur á grunnvatnsstöðu.



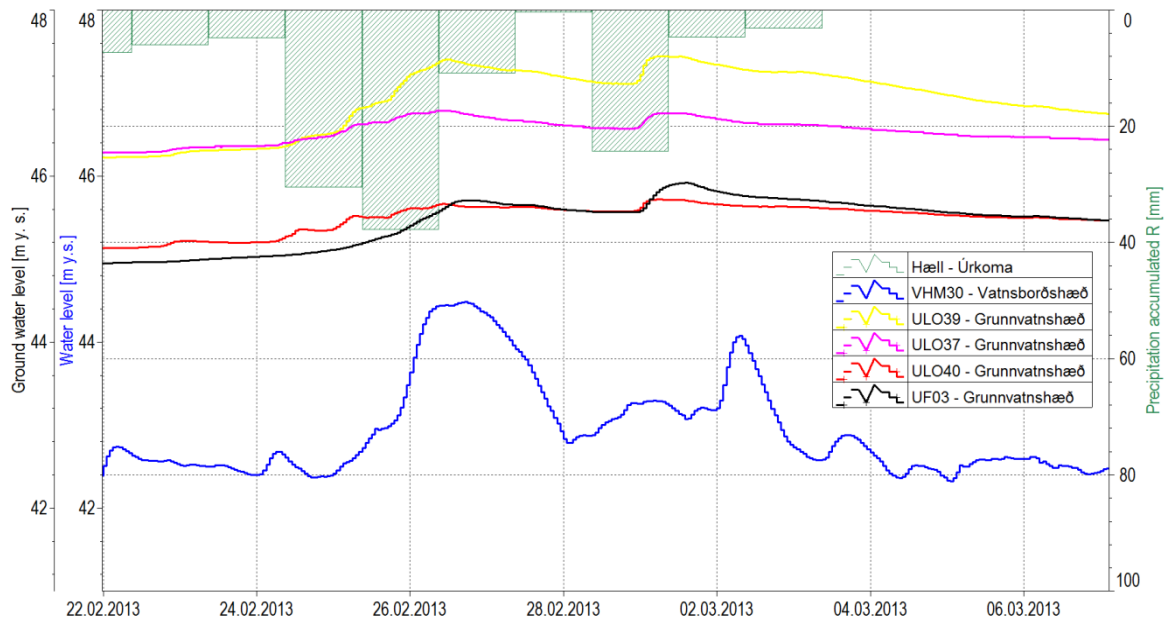
Mynd 18. Flóð í Þjórsá 21. – 26. janúar 2011.

Flóð kemur fram við Heiðartanga upp úr hlýndum og úrkomu þann 21. janúar 2011 og nær hámarki þann 24. janúar (mynd 18). Grunnvatnsstaða er á sama tíma á uppleið af völdum úrkomu og ekki sjást nein merki um að flóðið hafi áhrif á grunnvatnsstöðu. Svo virðist sem úrkoma sé ráðandi þáttur á grunnvatnsstöðu.



Mynd 19. Flóð í Þjórsá 8. – 18. maí 2011.

Vorflóð kemur fram við Heiðartanga upp úr hlýndum í lok dags 8. maí 2011 og nær hámarki 11. maí en fer svo lækkandi (mynd 19). Grunnvatn er á niðurlieið allan þennan atburð og ekki eru nein merki um að flóðið hafi áhrif á grunnvatnsstöðu.



Mynd 20. Flóð í Þjórsá 25. febrúar – 28. febrúar 2013.

Flóð kemur fram við Heiðartanga á miðnætti 25. febrúar 2013 í kjölfar mikillar úrkomu 24. til 26. febrúar (mynd 20). Flóðið nær hámarki að kvöldi 26. febrúar en fer svo minnkandi. Grunnvatnsstaða tekur strax að stíga samhliða úrkomunni að morgni 24. febrúar og helst há fram yfir stærsta flóðtöppinn. Úrkoma virðist vera ráðandi áhrifabáttur á grunnvatnsstöðu.

3.5 Vatnsborðsmælingar í Þjórsá neðan Urriðafoss

Síritandi vatnsborðsmælingar neðan Urriðafoss í Þjórsá hafa verið stundaðar síðan árið 2000. Mælt hefur verið á þremur stöðum, rétt neðan við Urriðafoss (URR1), um 1200 m neðan við Urriðafoss (URR2) og rétt neðan Egilsstaða (Egilsstaðir) (yfirlitskort í viðauka). Tilgangur mælinganna hefur verið að skrá vatnshæð Þjórsár með tilliti til ísmyndunar í farvegi. Á mynd 21 má sjá yfirlit yfir vatnsborðsmælingar sem stundaðar hafa verið neðan Urriðafoss. Nokkuð erfiðlega hefur gengið að reka síritana sökum þess hversu ísinn hefur oft náð tókum á rorum og skynjaraendum og eru fyrstu samfelldu mælingarnar því frá 2002.

Séu vissar veðurfarslegar aðstæður fyrir hendi myndast íshrönn í farvegi Þjórsár neðan Urriðafoss. Þannig getur í köldum norðanáttum að vetri safnast upp krapi í flötum farvegi árinna ofan við Villingaholt og vex þá ísþekjan upp með ánni að fossinum. Mælingar á vatnshæð árinna gefa þannig til kynna tímasetningu á myndun íshrannar og að einhverju leyti þykkt hennar. Á mynd 20 má sjá stóra vatnshæðartoppa sem sýna myndun íshrannar neðan Urriðafoss.

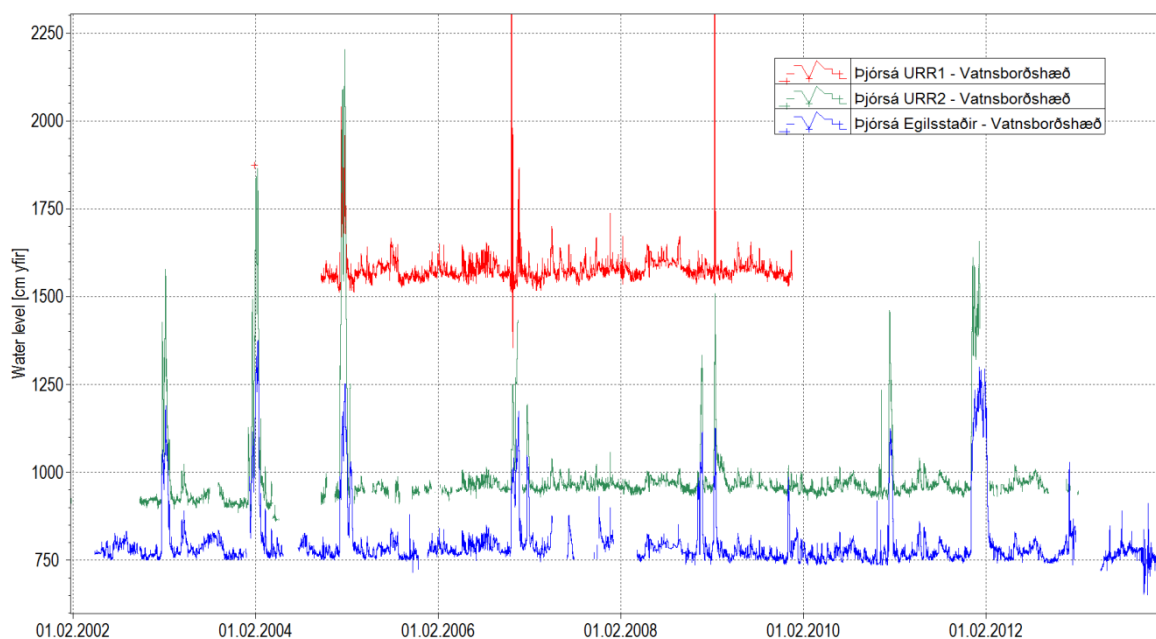
Landsvirkjun hefur fylgst ítarlega með ísmyndun í farvegi Þjórsár neðan Urriðafoss allt frá árinu 2000 (Landsvirkjun 2002a, 2002b, 2006a). Í reglulegum skoðunarferðum var fylgst með myndun íshrannar og ljósmyndir teknar. Til að fylgjast betur með ísmyndun í farveginum var komið fyrir sjálfvirkri myndavél ofan Urriðafoss og eru myndir úr þeim birtar í skýrslum Landsvirkjunar (Landsvirkjun 2006a, 2006b). Niðurstöður úr vettvangsferðum voru einnig notaðar til að áætla rúmmál og magn íss í hrönninni.

Gerð hefur verið grein fyrir þeim ferlum sem eiga þátt í myndun íshrannar við Urriðafoss (Gunnar Orri Gröndal, 2003). Eins var sýnt fram á að hægt er að spá fyrir um stærð og rúmmál íssins með tiltölulega einföldum varmataps og straumfræði líkönum. Árið 2006 var gerð tilraun til að bæta líkanreikningana með því að taka inn MM5 veðurlíkanögn í stað veðurgagna frá Hæli.

(Landsvirkjun, 2006b). Samanburður við ljósmyndir frá sjálfvirku myndavélinni við Urriðafoss sýndu að með þessari aðgerð batnaði líkanið til muna.

Árið 2009 var unnin skýrsla þar sem notast er við HEC-RAS til að gera líkan af myndun hugsanlegra ísstífla fyrir ofan inntakslón Hvamms- og Urriðafossvirkjunar (Landsvirkjun, 2009). Til kvörðunar á líkaninu var m.a. notast við vatnshæðargögn úr vatnsborðsmælunum neðan Urriðafoss. Samkvæmt líkaninu má reikna með myndun ísstífla ofan við lónstæðin en þær ættu ekki að valda vandkvæðum.

Vatnsborðsmælingum í Þjórsá neðan við Urriðafoss lauk endanlega á árinu 2013 og hafa mælarnir þrír verið teknir niður. Ekki var talin ástæða að safna fleiri gögnum enda komin nógu löng mælisyrpa til athugana á íshrönninni.



Mynd 21. Vatnsborðsferlar úr vatnsborðsmælum Landsvirkjunar neðan Urriðafoss. Birt í staðbundnu hæðarkerfi.

Samantekt

Af mælingum á grunnvatnsstöðu við fyrirhuguð stíflustæði og samanburði við rennsli Þjórsár og úrkomu má draga þá ályktun að megin áhrif breytinga á grunnvatnsstöðu séu veðurfarslegar og spila þar úrkoma og leysingar aðal hlutverk. Ekki er unnt að greina breytingar á rennsli Þjórsár í grunnvatnsstöðu í þeim grunnvatnsholum sem Landsvirkjun hefur vaktað undanfarin ár.

Grunnvatnsstaða sunnan við Hagalón, inntakslón Hvammsvirkjunar, er samkvæmt mælingum lægri heldur en vatnsborðshæð árinna. Þrátt fyrir það er ekki hægt að greina áhrif árinna á grunnvatnsstöðu þar sem leirpéttur farvegurinn kemur í veg fyrir að árvatnið leyti út í grunnvatnið. Flæði grunnvatns leitar að miklu leyti til suðurs frá lónstæðinu og kemur hluti grunnvatnsins fram í lindum við bæinn Skarð.

Grunnvatnsstaða hefur verið mæld á tveimur stöðum í Hjallanesi eða rétt sunnan þar sem fyrirhugað lón Holtavirkjunar, Árneslón, mun teygja sig inn á ræktað land. Grunnvatn virðist hér leita í átt til Þjórsár en grunnvatnsstaðan í holunum er hærri heldur en vatnsborðshæð árinna.

Niðurstöður grunnvatnsmælinga í grennd við fyrirhugaða Urriðafossvirkjun sýna að grunnvatnsstraumur sem fram kemur Skeið hefur suðvestlæga stefnu og leitar út til Þjórsár annars vegar og Hvítár hinsvegar. Grunnvatnsskilin efst á athugunarsvæðinu liggja við veginn upp Skeið en kúfurinn færast austar og nær Þjórsá því sem sunnar dregur. Í landi Skálmholts liggur grunnvatnsstaðan hæst í um 1 km fjarlægð frá Þjórsá en leitar nokkuð bratt niður beggja vegna og virðist sem halli grunnvatnsborðsins sé að stóru leyti suðvestlægur. Grunnvatnsstaðan á þessum hluta athugunarsvæðisins er allsstaðar hærri en vatnsborð ána beggja vegna. Athugun á flóðaviðburðum þegar vatnsborðshæð Þjórsár stígur til jafns eða yfir grunnvatnsstöðu í holum næst Þjórsá gefur til kynna að áin hafi ekki áhrif á grunnvatnsstöðu.

Mælingar á vatnsborðshæð Þjórsár neðan Urriðafoss ásamt ljósmyndum úr sjálfvirkri myndavél Landsvirkjunar hafa gefið greinargóða mynd af myndun íshrannar neðan Urriðafoss. Mælingarnar hafa nýst til að meta stærð hennar ásamt því að nýtast við líkangerð af ísmyndun í farvegi Þjórsár neðan Urriðafoss. Ekki er gert ráð fyrir að ísstíflur ofan inntakslóna valdi erfiðleikum við rekstur virkjananna.

Heimildaskrá

Árni Hjartarson, 2001. *Vatnafar við Neðri-Þjórsá. Athuganir vegna virkjanahugmynda.* Orkustofnun, OS-2001/075.

Guðjón Helgi Eggertsson, 2012. *Jarðfræði og grunnvatn við Skarðsfjall.* BS-ritgerð, Jarðvísindadeild, Háskóli Íslands.

Gunnar Orri Gröndal, 2003. Ice jams in the river Þjórsá at Urriðafoss. Meistaraverkefni, DTU og Háskóli Íslands.

Landsvirkjun, 2002a. Notes on ice gathering at and below Urriðafoss in Þjórsá the winter 2000-2001. Landsvirkjun, February 2002.

Landsvirkjun, 2002b. Notes on ice gathering at and below Urriðafoss in Þjórsá 2001-2002. LV-2002/094.

Landsvirkjun, 2006a. Ice conditions in Þjórsá River 2003-2005. LV-2006/065.

Landsvirkjun, 2006b. Modelling ice formation in Lower Þjórsá. LV-2006/104.

Landsvirkjun, 2007a. *Urriðafoss Hydroelectric Project, Geological Investigations 2001 to 2007, Dam and Tunnelling Area.* LV-2007/060.

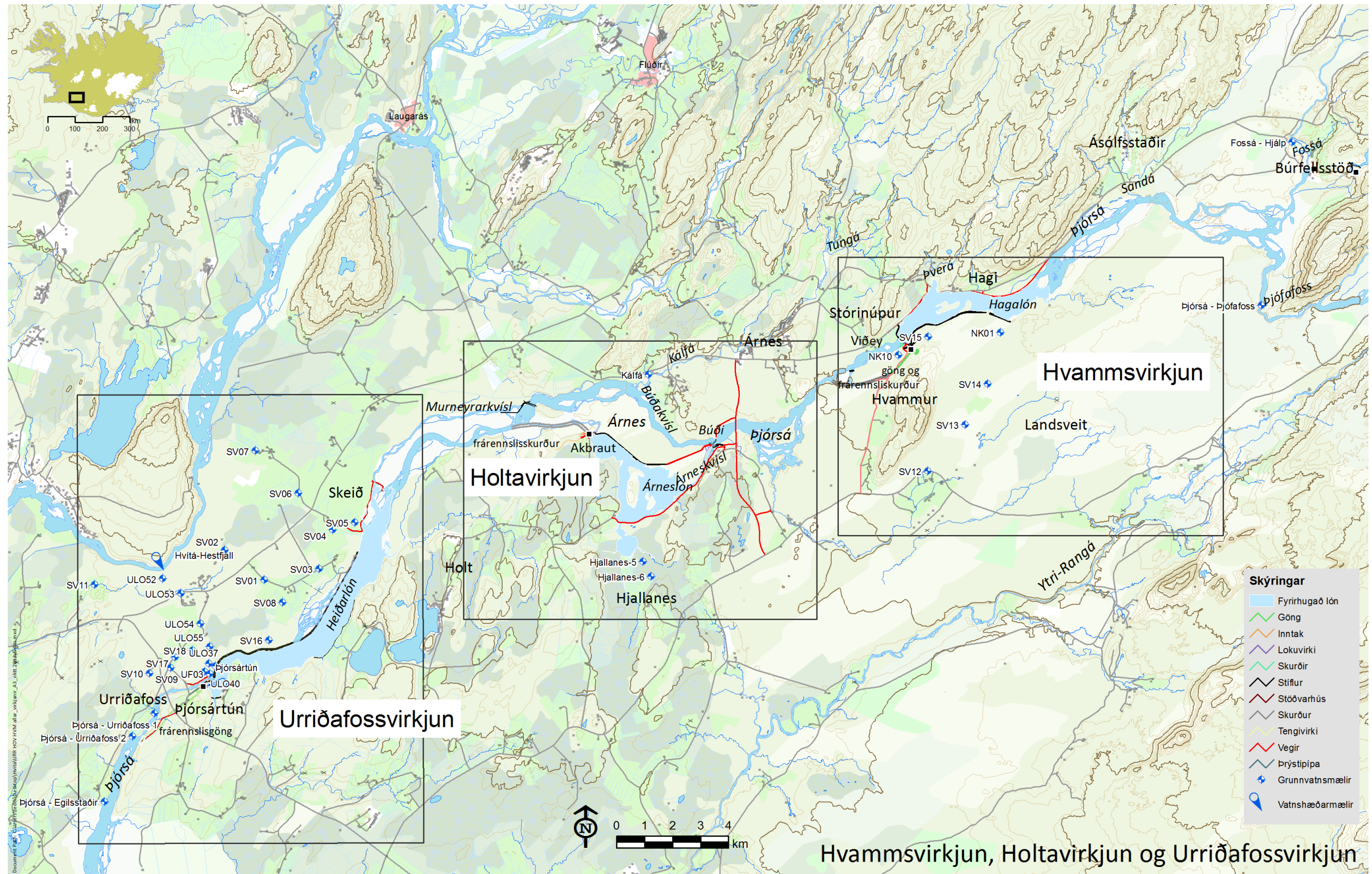
Landsvirkjun, 2007b. *Hvammsvirkjun Hydroelectric Project. Geological Investigations 2001-2006.* LV-2007/053.

Landsvirkjun, 2007c. *Holtavirkjun Geological Report – Geological Investigations 2001-2006.* LV-2007/054.

Landsvirkjun, 2007d. Grunnvatnsmælingar við Urriðafoss 2001-2006. LV-2007/034.

Landsvirkjun, 2009. *Þjórsá river South Iceland, Hvammur and Urriðafoss hydroelectric projects. Ice jam evaluation.* LV-2009/127.

Viðauki



Yfirlitskort af fyrirhuguðum virkjunum í neðri Þjórsá ásamt grunnvatns- og vatnsborðsmælum á svæðinu.



Landsvirkjun

Háaleitisbraut 68
103 Reykjavík
landsvirkjun.is

landsvirkjun@lv.is
Sími: 515 90 00

