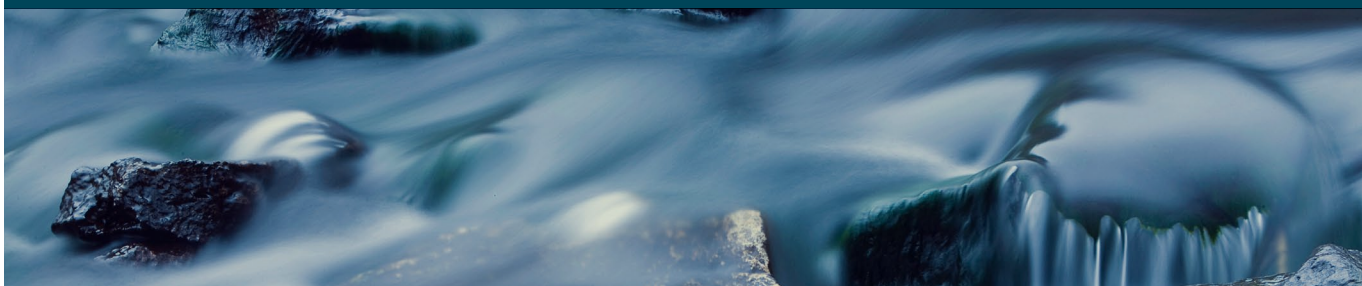


LV-2013-077



Landsvirkjun



Áhrif Kárahnjúkavirkjunar á grunnvatnsstöðu við Hálslón og á Fljótsdalsheiði

Lykilsíða



Skýrsla LV nr: LV-2013-077

Dags: júní 2013

Fjöldi síðna: 39

Upplag: 10

Dreifing:

- Birt á vef LV
 Opin
 Takmörkuð til

Titill: Áhrif Kárahnjúkavirkjunar á grunnvatnsstöðu við Háslón og á Fljótsdalsheiði

Höfundar/fyrirtæki: Egill Axelsson

Verkefnisstjóri: Andri Gunnarsson

Unnið fyrir: Landsvirkjun

Samvinnuaðilar: _____

Útdráttur: Grunnvatnsrannsóknir hafa verið stundaðar frá upphafi árs 1998 á áhrifasvæði Kárahnjúkavirkjunar, með áherslu á svæðið við Háslón og á gangaleið aðrennslisganga virkjunarinnar. Tilgangur verkefnisins er að meta varanleg og tímabundin áhrif mannvirkja og lóna á grunnvatnsstöðu og er jafnframt í samræmi við úrskurð Umhverfisstofnunar fyrir virkjanaleyfi til Landsvirkjunar vegna Kárahnjúkavirkjunar. Greina má hækkun á grunnvatnsstöðu í allra næsta nágrenni lónsins. Leki úr lóninu um jarðlög við stíflurnar er mjög lítil. Frá inntaki aðrennslisganga að Hölná má greina staðbundnar lækkunir á grunnvatnsstöðu. Á austan- og vestanverðri Fljótsdalsheiði eru breytingar á grunnvatnsstöðu litlar og að mestu óbreytt ástand frá því fyrir virkjanaframkvæmdir. Á gangaleið Jökulsárveitu má greina staðbundna lækkun ofan ganga rétt sunnan við Axará en að öðru leyti eru litlar eða engar breytingar.

Lykilorð: Kárahnjúkavirkjun, Kárahnjúkar, Háslón, aðrennslisgöng, Fljótsdalsheiði, Jökulsárveita, grunnvatn, grunnvatnsstaða, grunnvatnsmælingar, Teigsbjarg, borholur, rennslismælingar, lindir

ISBN nr:

Samþykki verkefnisstjóra
Landsvirkjunar

Andri Gunnarsson

Áhrif Kárahnjúkavirkjunar á
grunnvatnsstöðu við Háslón og
á Fljótsdalsheiði

Efnisyfirlit

1 Inngangur	1
2 Mælakerfi	2
3 Fyrri rannsóknir	3
3.1 Jarðfræði og jarðfræðirannsóknir	3
3.2 Grunnvatnsmælingar og mat á áhrifasvæði virkjunar á grunnvatn	4
3.3 Líkangerð af áhrifum Háslóns á grunnvatn	6
4 Fylling Háslóns og veita vatns um aðrennslisgöng	8
5 Grunnvatnsstaða fyrir og eftir veitu vatns úr Háslóni	9
5.1. Grunnvatnsholur vestan Háslóns	10
5.1.1 Grunnvatnsstaða í holum vestan Háslóns	10
5.1.2 Grunnvatnsbreytingar vestan Háslóns	11
5.2. Grunnvatnsholur austan Háslóns	11
5.2.1 Grunnvatnsstaða í holum austan Háslóns	12
5.2.2 Grunnvatnsbreytingar austan Háslóns	13
5.3 Grunnvatnsholur við norðanvert Háslón	13
5.3.1 Grunnvatnsstaða í holum við norðanvert Háslón	13
5.3.2 Grunnvatnsbreytingar við norðanvert Háslón	14
5.4 Grunnvatnsholur norðan við Sauðárdalsstíflu	16
5.4.1 Grunnvatnsstaða í holum norðan Sauðárdalsstíflu	16
5.4.2 Grunnvatnsbreytingar norðan við Sauðárdalsstíflu	16
5.5 Grunnvatnsholur norðan við Desjarárdalsstíflu	17
5.5.1 Grunnvatnsstaða í holum norðan við Desjarárdalsstíflu	17
5.5.2 Grunnvatnsbreytingar norðan við Desjarárdalsstíflu	18
5.6 Grunnvatn á gangaleið frá inntaki að Glúmsstaðadal	19
5.6.1 Grunnvatnsstaða á gangaleið frá inntaki að Glúmsstaðadal	19
5.6.2 Grunnvatnsbreytingar á gangaleið frá inntaki að Glúmsstaðadal	21
5.7 Grunnvatn á Tungu	23
5.7.1 Grunnvatnsstaða á Tungu	23
5.7.2 Grunnvatnsbreytingar á Tungu	24
5.8 Grunnvatn á vestanverðri Fljótsdalsheiði	25
5.8.1 Grunnvatnsstaða á vestanverðri Fljótsdalsheiði	25
5.8.2 Grunnvatnsbreytingar á vestanverðri Fljótsdalsheiði	26

5.9 Grunnvatn á gangaleið Jökulsárveitu	29
5.9.1 Grunnvatnsstaða á gangaleið Jökulsárveitu.....	29
5.9.2 Grunnvatnsbreytingar á gangaleið Jökulsárveitu.....	30
5.10 Grunnvatn á austanverðri Fljótsdalsheiði	30
5.10.1 Grunnvatnsstaða á austanverðri Fljótsdalsheiði.....	31
5.10.2 Grunnvatnsbreytingar á austanverðri Fljótsdalsheiði.....	32
5.11 Grunnvatn á Teigsbjargi	35
5.11.1 Grunnvatnsstaða á Teigsbjargi.....	35
5.11.2 Grunnvatnsbreytingar á Teigsbjargi	36
Samantekt	37
Heimildaskrá.....	39

Myndaskrá

Mynd 1. Háslón og umhverfi þess.....	2
Mynd 2 Jarðlagasnið og grunnvatnsborð við Kárahnjúka og á leið aðrennslisganga að Axará. Mynd úr skýrslu VST (2001).....	5
Mynd 3. Bergmyndanir í umhverfi Háslóns og lektarmat. Mynd úr skýrslu Landsvirkjunar (2007). 7	
Mynd 4. Vatnsborðssveifla Háslóns frá fyllingu til áramóta 2012/2013.....	8
Mynd 5. Aðrennslisgöng Kárahnjúkavirkjunar og hlutur hvers bors í km. Mynd úr skýrslu Landsvirkjunar (2009).....	9
Mynd 6. Niðurstöður mælinga úr grunnvatnsholum vestan Háslóns.....	11
Mynd 7. Niðurstöður mælinga úr grunnvatnsholum austan Háslóns.....	12
Mynd 8. Breytingar á grunnvatnsstöðu við norðanvert Háslón. Holur á myndinni sem ekki eru tilgreindar í skýrslunni fóru undir lón og mannvirki við gerð virkjunarinnar.	15
Mynd 9. Rennslismælingar við Hafrahvamma og Hnitasporð neðan Kárahnjúkastíflu ásamt lónhæð Háslóns.....	15
Mynd 10. Niðurstöður mælinga úr grunnvatnsholum norðan Sauðárdalsstíflu.....	17
Mynd 11. Breytingar á grunnvatnsstöðu neðan Desjarárstíflu.....	18
Mynd 12. Rennslismælingar í Desjará og lónhæð Háslóns.....	19
Mynd 13. Breytingar á grunnvatnshæð frá inntaki aðrennslisganga fram í Þuríðarstaðadal.....	22
Mynd 14. Rennslismælingar í Glúmsstaðadal og lónhæð Háslóns.....	24
Mynd 15. Niðurstöður mælinga úr grunnvatnsholum á vestanverðri Fljótsdalsheiði.....	27
Mynd 16. Breytingar á grunnvatnshæð frá Þuríðarstaðadal að Axará.....	28
Mynd 17. Niðurstöður mælinga úr grunnvatnsholum við göng Jökulsárveitu ásamt lónhæð Háslóns.....	30
Mynd 18. Niðurstöður mælinga úr grunnvatnsholum við Axará.....	33

Mynd 19. Breytingar á grunnvatnshæð frá Axará að Teigsbjargi.....	34
---	----

Töfluskra

Tafla 1. Samanburður á grunnvatnstöðu í holum vestan Háslóns fyrir og eftir virkjun	10
Tafla 2. Samanburður á grunnvatnstöðu í holum austan Háslóns fyrir og eftir virkjun	12
Tafla 3. Samanburður á grunnvatnstöðu í holum við norðanvert Háslón.....	14
Tafla 4. Samanburður á grunnvatnstöðu í holum norðan Sauðárdalsstíflu fyrir og eftir virkjun	16
Tafla 5. Samanburður á grunnvatnstöðu í holum norðan Desjarárstíflu fyrir og eftir virkjun	18
Tafla 6. Samanburður á grunnvatnstöðu á gangaleið frá inntaki að Glúmsstaðadal fyrir og eftir virkjun.....	21
Tafla 7. Samanburður á grunnvatnstöðu í holum á Tungu fyrir og eftir virkjun	24
Tafla 8. Samanburður á grunnvatnstöðu í holum á vestanverðri Fljótsdalsheiði	26
Tafla 9. Samanburður á grunnvatnstöðu í holum á gangaleið Jökulsárveitu fyrir og eftir virkjun..	29
Tafla 10. Samanburður á grunnvatnstöðu í holum á austanverðri Fljótsdalsheiði fyrir og eftir virkjun.....	32
Tafla 11. Samanburður á grunnvatnstöðu í holum á Teigsbjargi fyrir og eftir virkjun	36

1 Inngangur

Í þessari skýrslu er ætlunin að gera grein fyrir samantekt á grunnvatnsmælingum við Háslón og aðrennslisgöngum Fljótsdalsvirkjunar og um leið svara þeirri spurningu hvaða áhrif virkjanaframkvæmdir við Kárahnjúka hafa haft á grunnvatnsstöðu í nágrenni lónsins og ganganna. Fram kemur í skýrslu um mat á umhverfisáhrifum vegna Kárahnjúkavirkjunar (Landsvirkjun, 2001) að mikilvægt sé að fylgjast með breytingum á grunnvatni umhverfis stíflur og út frá Háslóni. Eins þurfi að fylgjast með grunnvatni á Fljótsdalsheiði og áhrifum gangagerðar á grunnvatnsstöðuna. Rannsóknir sem þessar hafi vísindalegt gildi og muni nýtast í framtíðinni við svipaðar framkvæmdir.

Umhverfisráðuneytið¹ féllst á virkjanaframkvæmdina með ákveðnum skilyrðum í árslok 2001. Í kafla 3.2.3 um skilyrði vegna áhrifa gangagerðar á grunnvatnsstöðu segir: „*Framkvæmdaraðili skal tryggja að göng séu vöktuð meðan á byggingu þeirra stendur til að finna og stöðva leka um sprungur, sem leiða umtalsvert vatn. Slíkar sprungur skal einangra til að koma í veg fyrir lekann, svo framkvæmdirnar valdi ekki marktækum áhrifum á núverandi grunnvatnsstöðu*“.

Í tengslum við vöktunina voru síritandi mælar settir í grunnvatnsholur á gangaleiðinni. Við gangagerðina voru lekasprungur þéttar og göngin fóðruð með sprautusteypu. Í þessari skýrslu er m.a. fjallað um niðurstöður vöktunar á gangaleiðinni.

Umfangsmiklar jarðfræðirannsóknir fóru fram á 10. áratugnum við fyrirhuguð stíflustæði og aðrennslisgöng Kárahnjúkavirkjunar. Rannsóknarholur voru boraðar til að kanna m.a. gerð jarðlaga, eðlisleiginleika bergsins og stöðu grunnvatns á áhrifasvæði virkjunarinnar (Ágúst Guðmundsson o.fl., 1999). Holurnar hafa margar hverjar síðan verið notaðar til mælinga á grunnvatnsstöðu og síritandi skráningartækjum og skynjurum komið fyrir í holunum. Borholur voru staðsettar með tilliti til mannvirkja og hurfu margar undir vatn að virkjanaframkvæmdum loknum. Því var bætt við holum á síðari stigum til að fylgjast með áhrifum lónsins og jarðganga á grunnvatnsstöðu.

Við gerð mats á umhverfisáhrifum var stuðst við niðurstöður rannsókna úr skýrslu Verkfræðistofu Sigurðar Thoroddsen hf (2001) en sú skýrsla fjallar um áhrif virkjunarinnar á vatnafar m.a. við Háslón og á jarðgangaleið. Þá hafði Landsvirkjun gert grunnúttekt á grunnvatnsstöðu fyrir virkjun á sömu svæðum (Landsvirkjun, 2000) og studdist skýrsla VST m.a. við niðurstöðu þeirrar úttektar. Frá því skýrsla um mat á umhverfisáhrifum kom út voru gerðar ýmsar viðbótarrannsóknir í tengslum við virkjunina fyrir fyllingu Háslóns. Þar á meðal má nefna ítarlega kortlagningu á misgengjum við stíflustæði en hætta var talin á leka úr lóni vegna þeirra (Landsvirkjun, 2005). Eins var ráðist í líkangerð til að meta áhrif Háslóns á grunnvatnsstöðu í nágrenni þess (Landsvirkjun, 2007).

Í tengslum við gerð aðrennslisganga virkjunarinnar hafa áhyggjur manna beinst að hugsanlegum niðurdrætti grunnvatns ofan ganganna og áhrifum þess á vatna- og gróðurfar. Talið var að land gæti þornað á ákveðnum stöðum færi svo að grunnvatnsstaðan yrði varanlega lægri eftir gangagerð. Í því skyni voru Landmælingar Íslands fengnar til að bera saman gervitunglamyndir sem teknar hafa verið af svæðinu fyrir og eftir framkvæmdir.

Grunnvatnsmælingar við Kárahnjúka hófust á árunum 1998 og 1999 þegar komið var fyrir fyrstu síritandi grunnvatnsmælum í borholum við stíflustæði og á gangaleið virkjunarinnar á Fljótsdalsheiði. Sá aðili sem átt hefur veg og vanda af mælingunum er Victor Helgason en hann lést fyrir aldur fram síðla árs 2012. Sinnti hann mælakerfinu af alúð og natni og byggja niðurstöður þessarar skýrslu að stóru leyti á vinnu hans.

¹ „Úrskurður“, Umhverfisráðuneytið, 20. desember 2001, (UMH01080004/10-02-0601), bls. 97.

2 Mælakerfi

Staðsetningu grunnvatnsmæla sem til umfjöllunar eru í þessari skýrslu má sjá á korti 1 í viðauka A. Í allt hefur grunnvatnsstaða verið mæld með síritandi mælitækjum í 54 holum fyrir og eftir virkjanaframkvæmdir. Á kortum 2-10 í viðauka A má fá ítarlegri sýn á þau rannsóknarsvæði sem til umfjöllunar eru í þessari skýrslu.

Til að meta svæðisbundin áhrif Háslóns á grunnvatnsstöðu hefur vatnsborð verið mælt í fjórum holum vestan lónsins (JBL25, JBL24, JBL23 og JBL19) og tveimur holum austan lónsins (JBL21, JBL22). Við norðanvert lónstæðið hefur grunnvatnsstaðan verið mæld í sex holum (JBL20, JBL26, JBL29, JBL30, JBL27, JB23). Til að meta áhrif lónsins á grunnvatnsstöðu neðan Sauðárdalsstíflu hefur vatnsborð verið mælt í fjórum holum (JBL01, JBL02, JBL03, JBL04) og í þremur holum neðan Desjarárstíflu (JBL05, JBL06, JBL07).

Frá inntaki aðrennslisganga að Glúmsstaðadal hefur grunnvatnsstaða verið mæld á gangaleiðinni í sjö holum (JBL18, JB03, JBL11, JB54, JBL12, JBL17). Um Tungu hefur grunnvatnsstaðan verið mæld í fjórum holum (JB02, JBL13, JB37, JB38). Á gangaleiðinni á vestanverðri Fljótsdalsheiði að Axará hefur grunnvatnsstaðan verið mæld í fimm holum (JBL15, JB42, JBL16, JB41, JB40). Á gangaleið Jökulsárveitu hefur grunnvatnsstaða verið mæld í þremur holum (FV50, FS34, FV57). Á austanverðri Fljótsdalsheiði hefur grunnvatnsstaðan verið mæld í níu holum (FS33, FV47, FVL01, FS30, FS32, FS37, FS31, FVL02, FS38).

Á Teigsbjargi hefur grunnvatnsstaðan verið mæld í átta holum (FV41, FV05, FVL03, FV54, FV40, FV05, FV01, FV46).



Mynd 1. Háslón og umhverfi þess.

3 Fyrri rannsóknir

3.1 Jarðfræði og jarðfræðirannsóknir

Ítarleg kortlagning og rannsóknir á jarðmyndunum á áhrifsvæði Kárahnjúkavirkjunar fóru fram fyrir og á framkvæmdatíma virkjunarinnar. Segja má að áhersla á berggrunnsrannsóknir vegna virkjanaáforma á Austurlandi hefjist í kringum 1990 og standi yfir næsta áratug. Ásamt almennri kortlagningu á yfirborði gáfu kjarnaborholur við stíflustæði og á gangaleiðum mikilvægar upplýsingar um berggrunninn og eðliseiginleika hans (Ágúst Guðmundsson o.fl., 1999). Ýmsar rannsóknir voru gerðar frá árinu 2000 og fram að gangsetningu virkjunarinnar og má þar nefna ítarlega kortlagningu á misgengjum og sprungusveimum sem og hugsanlegum lekaleiðum í kringum stíflur virkjunarinnar (Landsvirkjun, 2005). Í tengslum við þessar rannsóknir voru framkvæmdar viðamiklar mælingar á laugum, volgrum og grunnvatnsstöðu og standa þær mælingar yfir enn þann dag í dag (Landsvirkjun, 2006a og 2006b).

Ýmsir sérfræðingar hafa komið að kortlagningu berggrunnins á Austurlandi og á virkjanasvæðinu. Sá aðili sem einna helst hefur kortlagt svæðið með mannvirkjajarðfræði að leiðarljósi er Ágúst Guðmundsson hjá Jarðfræðistofu ÁGVST. Í þessari skýrslu er stuðst við nafngiftir á berglagasyrpum sem að mestu leyti hafa orðið til við kortlagningu Ágústar á jarðlagastaflanum (Ágúst Guðmundsson, 2001). Í viðauka B er að finna ítarleg jarðlagasnið af jarðgangaleiðinni og framgangi borverksins sem Ágúst tók saman að framkvæmdum loknum (Ágúst Guðmundsson, 2008). Í jarðlagasniðunum er að finna skammstafanir á jarðlagasyrpum sem nánar er gerð grein fyrir hér að neðan og stuðst við skýrslu Ágústar Guðmundssonar (2001).

Jarðlagastaflinn þar sem finna má mannvirki Kárahnjúkavirkjunar, ofan jarðar sem neðan, myndaðist á síðustu 6-7 milljónum ára og eru yngstu jarðmyndanirnar frá þar síðasta jökulskeiði. Þessi hluti staflans er 2,5-3 km þykkur og talið að upphleðsluhraðinn hafi verið tæpir 500 m á milljón árum.

Neðsta og elsta hluta þessa stafla má sjá við Hengifoss, í Bessastaðagljúfri og í Valþjófsstaðafjalli þar sem jarðlöggin birtast greinilega í fjallshlíðinni. Fljótsdalsstöð og fallgöng virkjunarinnar eru staðsett í þessum hluta jarðlagastaflans og samanstendur hann að mestu af basaltlögum og setlögum á víxl. Syrpuarnar sem þessi jarðlög tilheyra nefnast Marklækjar (ML) - og Teigsbjargssyrpa (TB) (teikning 1, viðauki B).

Jarðlögum hallar almennt til vesturs á svæðinu og er aldur jarðmyndana því yngri sem vestar dregur, þ.e. frá Teigsbjargi að Kárahnjúkum. Á jarðgangaleiðinni á Fljótsdalsheiði frá Teigsbjargi að Eyrarselsá taka við syrpu með þykkum basaltlögum og setbergslögum. Setlöggin eru mismunandi að þykkt en austan til er rauður sandsteinn algengur í millilögum. Jarðlagasyrpur í þessum hluta aðrennslisganganna nefnast Fossársyrpa (FA) og Þverfellssyrpa (ÞF) (teikning 1, viðauki B).

Frá Eyrarselsá og að Axará eða þar sem veitugöng Jökulsár í Fljótsdal sameinast aðrennslisgöngum Kárahnjúkavirkjunar liggja aðrennslisgöngin gegnum syrpu er nefnist Sníkilsársyrpa (SA) (teikning 2, viðauki B). Hún samanstendur af basaltlögum og mjög þykkum setbergslögum úr sandsteini og völubergi. Setfyllur þessar hafa verið túlkaðar sem fornir dalir sem fyllst hafa af seti í aldanna rás.

Frá Axará að Þrælahálsi skera göngin tvær syrpu. Sú neðri nefnist Heiðarársyrpa (HA) og sú efri Laugarársyrpa (LA) (teikning 2 og 3, viðauki B). Syrpuarnar eru nokkuð svipaðar að upplagi, fremur þykk basaltlög með setbergslögum. Setlöggin í Heiðarársyrpunni eru fremur þunn en í Laugarársyrpunni samanstanda þau af völubergi og jökulbergi. Syrpuarnar tvær HA og LA er einnig að finna á leið veituganga Jökulsár í Fljótsdal að Axará, þ.e. þar sem göngin sameinast aðrennslisgöngum Kárahnjúkavirkjunar.

Á leið aðrennslisganga frá Þrælahálsi að Þuríðarstaðadal liggja göngin um tvær ólíkar jarðlagasyrpur. Sú neðri nefnist Eyvindarársyrpa (EY) og er blönduð að gerð, samanstendur af setbergi, móbergi og basaltlögum af breytilegri þykkt (teikning 3 og 4, viðauki B). Efri syrpan nefnist Ranasyrpa (RA) og samanstendur af þykkum basaltlögum og setlögum af mismunandi þykkt.

Frá Þuríðarstaðadal og að inntaki aðrennslisganga við Kárahnjúka liggja göngin um yngstu jarðmyndanir á svæðinu. Neðsta myndunin er s.k. Hrafnkelsdalsmóberg (HM) sem finnst víða og er myndunin mikil (teikning 4 og 5, viðauki B). Þessari myndun hefur verið skipt upp í þrennt eftir berggerð (HdnS neðst, HdMb mið, HdeS efst). Þar á ofan leggst Urðarteigsbasaltið (UB) sem er syrpa af basaltlögum og þunnum setbergslögum. Næst má finna myndun sem samanstendur af móbergi, bólstrabergi og túffbreksíu, s.k. Neðri Vaðbrekkuhálsmyndun (VhnM). Því næst tekur við myndun er nefnist Farvegabasalt (FV) og samanstendur af basaltlögum sem m.a. má sjá í gljúfrinu við Fremri- og Ytri Kárahnjúka. Efst er svo að finna Kárahnjúkamóbergið (KM) sem liggur mislægt ofan á basaltlögunum.

Við Desjarárstíflu má finna sömu jarðlög og í efri hluta aðrennslisganganna, þ.e. Kárahnjúkamóbergið sem vesturendi stíflunnar hvílir á. Móbergið samanstendur af bólstrabergi og túffbreksíu og er lekt þess mjög breytileg. Neðan móbergsins má sjá basalt- og setbergslög sem tilheyra Farvegabasaltinu og Urðarteigsbasaltinu. Lekt basaltlaganna er breytileg en mest á lagmótunum.

Neðst í Hafrahvammagljúfri á stíflustæði Kárahnjúkastíflu má finna fyrir efsta hluta Urðarteigsbasaltsins, s.k. Dimmugljúfradyngju sem samanstendur af dyngjubasalti. Í efri hluta gljúfursins má greina Vaðbrekkuhálsmyndunina (VHM). Líkt og vesturendi Desjarárstíflu liggur austurendi Kárahnjúkastíflu að Kárahnjúkamóberginu.

Í Sauðárdal á stíflustæði Sauðárdalsstíflu og þar neðan má finna fyrir laus setlög niður á 15 m dýpi en þar taka við basaltlög. Lausu setlögin samstanda af malar- og sandlögum frá lokum síðasta jökulskeiðs.

3.2 Grunnvatnsmælingar og mat á áhrifasvæði virkjunar á grunnvatn

Viðamiklar mælingar á grunnvatnsstöðu voru gerðar umhverfis stíflustæði Kárahnjúkavirkjunar og á fyrirhuguðum gangaleiðum á árunum 1998 til 2000. Þessum mælingum voru gerð skil í skýrslu Landsvirkjunar (Landsvirkjun, 2000). Við gerð mats á umhverfisáhrifum vegna Kárahnjúkavirkjunar var Verkfræðistofa Sigurðar Thoroddsen (2001) fengin til að gera úttekt á breytingum vatnafars vegna virkjunarinnar og studdist hún við mælingar Landsvirkjunar (2000). Í verkinu fólst m.a. að meta áhrif Háslóns á grunnvatnsstöðu umhverfis lónið og í nágrenni við stíflur virkjunarinnar. Eins var lagt mat á áhrif veituganga á grunnvatnsstöðu á vinnslutíma og eftir fyllingu þeirra.

Samkvæmt mati VST (2001) var talið að áhrif Háslóns á grunnvatnsstöðu myndi einungis gæta í næsta nágrenni lónsins sunnan Sandfells en í botni lónsins væri víða að finna gamalt harðnað jökulættað set og jarðveg með þéttum leirlögum. Þar sem berggrunnur gengur upp úr setlögum sem þessum má gjarnan finna gömul basaltlög eða móbergsmýndanir.

Lambafellstögl skipta vatnasviði Sauðárdals og Jökulsár á Dal. Austan megin í Lambafellstöglum mátti greina talsverða sveiflu grunnvatnsstöðu í um 500 m fjarlægð frá Jökulsá á Dal í nágrenni við stíflustæði virkjunarinnar sem rakin var til leysingatoppa fyrri hluta sumars. Nær ánni mátti greina rennslissveiflur árinna í grunnvatnsstöðunni. Bent var á að vegna nokkurs halla grunnvatnsborðsins að ánni hefði áin líklegast ekki áhrif langt út frá bökkum sínum.

Austan megin árinna mátti við Kárahnjúka greina minni grunnvatnshalla allra næst ánni, þ.e. í um 120 m fjarlægð, og áhrif árinna á grunnvatnið merkjanleg. Þaðan af hækkaði grunnvatnið bratt og virtist haldast hátt í móberginu í Kárahnjúkum (mynd 2). Rannsóknir á vatnslekt berglaga við Kárahnjúkastíflu gáfu til kynna að móbergið leiðir vatn vel en önnur jarðlög séu þéttari. Þær rannsóknir bentu einnig til þess að með auknum grunnvatnsþrýstingi mætti gera ráð fyrir auknu grunnvatnsstreymi og hugsanlegum leka um jarðlögin. Sá leki myndi að stórum hluta birtast í gljúfrunum neðan Kárahnjúkastíflu.

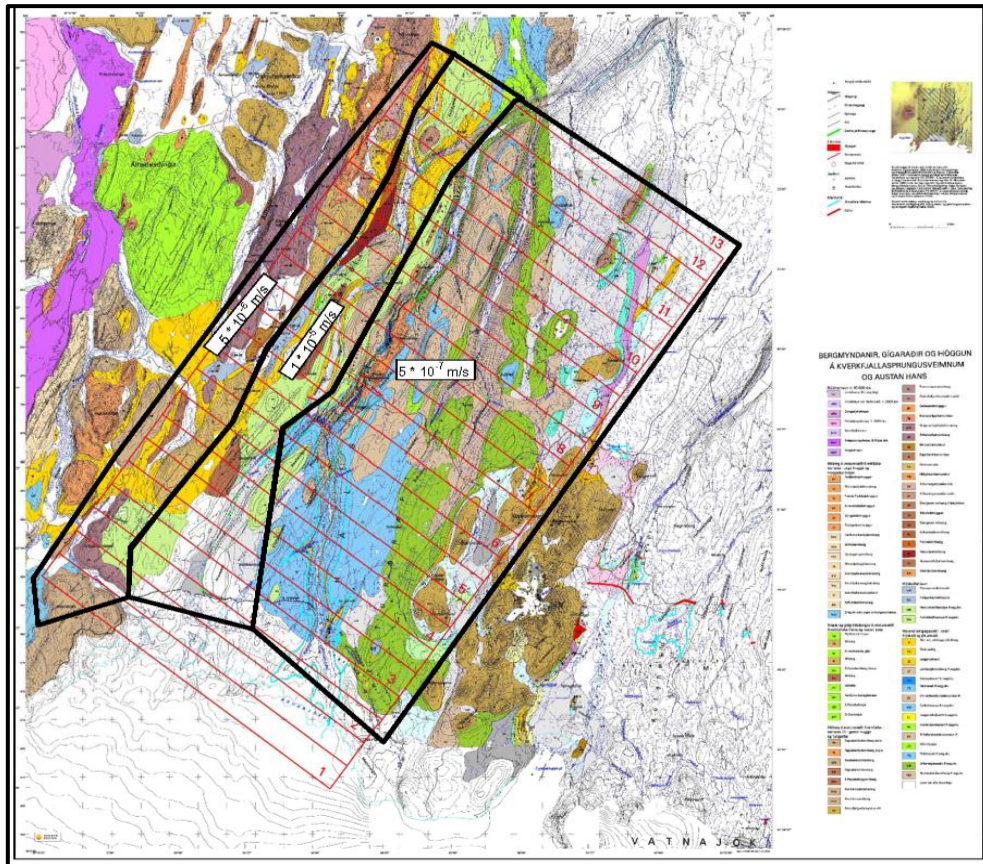
Við mat á áhrifum aðrennslisganga og vinnslu þeirra frá Háslóni að Teigsbjargi var stuðst við grunnvatnsmælingar Landsvirkjunar á fyrirhugaðri gangaleið. Þær rannsóknir sýndu fram á að grunnvatnsstaðan austan við Fremri Kárahnjúk fylgir almennt landslagi en víða væri stutt niður á grunnvatnsborð í lögðum (mynd 2). Þannig er grunnvatn í Desjarárdalsdrögum á 1-3 m dýpi undir yfirborði og í Glúmsstaðadal vellur vatn upp úr holu vegna yfirþrýstings. Frá Fremri Kárahnjúk austur að Hölná er að finna móbergsmýndanir ásamt basaltlögum og er lekt þeirra misjöfn. Sprungur og misgengi sem finnast á þessari leið virðast hafa mikla vatnsleiðni. Gróður er í samræmi við þessar aðstæður en finna má mýrarjarðveg á þéttu bergi með hárrí grunnvatnsstöðu en fokjarðveg á leku móbergi með lága grunnvatnsstöðu. Í skýrslu VST var gert ráð fyrir lækun grunnvatns á vinnslutíma ganganna þar sem grunnvatnsstaða er lág fyrir og hugsanlegum staðbundnum lækunum þar sem hún er há.

Á Fljótisdalsheiði er að finna gömul og þétt basaltlög sem viðhalda stöðugri grunnvatnsstöðu og er grunnvatnið víða við yfirborð. Allmargar brotalínur eru á gangaleið og talið var líklegt að þau gætu leitt vatn þannig að grunnvatnsstaða myndi falla í grennd við göngin. Á Teigsbjargi ofan við stöðvarhússtæði var grunnvatnsstaða há en rannsóknaboranir höfðu sýnt fram á nokkur aðskilin grunnvatnskerfi sem afmarkast af þéttum setlögum. Við þessar boranir féll grunnvatnsstaðan í kerfunum og því talið sennilegt að jarðgangagerð hefði sömu áhrif.

Árið 2006 var grunnvatnsmælingum Landsvirkjunar á gangaleið virkjunarinnar gerð ítarleg skil í skýrslu fyrir árin 1998 til 2005 (Landsvirkjun 2006a). Áhrif mannvirkjagerðar á grunnvatnsstöðu eru þá komin fram. Í þeirri skýrslu má finna ítarleg kort af stíflustæðum og gangaleiðum.

3.3 Líkangerð af áhrifum Háslóns á grunnvatn

Árið 2007 var gert grunnvatnslíkan af nágrenni Háslóns til að líkja eftir náttúrulegum aðstæðum en eins til að meta áhrif lónsins á grunnvatnsstöðu í nágrenni þess (Landsvirkjun, 2007). Til að auðvelda gerð líkansins voru Íslenskar Orkurannsóknir fengin til að útbúa vatnafræðileg þversnið af svæðinu (Árni Hjartarson, 2007). Staðsetning svæðisins og sniðanna kemur fram á mynd 3. Fram kemur í greinargerð ÍSOR að efstu jarðlögin í berglagastaflanum séu gjarnan ungar og lekar móbergsmýndanir líkt og Kárahnjúkarnir sjálfir.



Mynd 3. Bergmyndanir í umhverfi Hálslóns og lektarmat. Mynd úr skýrslu Landsvirkjunar (2007).

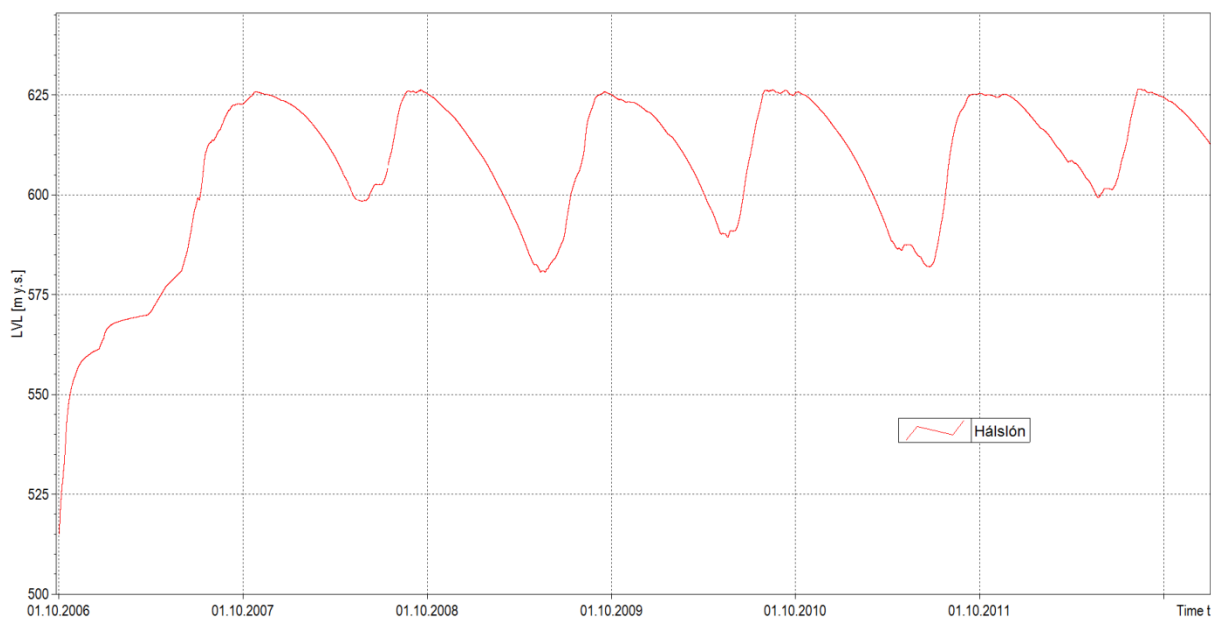
Neðar í jarðlagastaflanum þar sem við taka árkvartarar myndanir og víða er að finna við lónstæðið og á fyrri hluta gangaleiðar er lektin almennt lítil. Hér er átt við móbergsmýndanir eins og Vaðbrekkuháls- og Hrafnkelsdalsmýndanirnar sem hafa litla og jafnleitna lekt. Eins má nefna hraunlagasyrpur eins og Farvegabasaltið, Urðarteigsbasaltið og Ranasyrpuna sem hafa litla og misleitna lekt. Neðan þessara syrpa eru jarðlög almennt þétt og lekt lítil.

Við líkangerðina voru jarðfræðisniðin frá ÍSOR notuð til að ákvarða hvaða myndanir tilheyrðu hverju lagi og lögunum gefinn lektarstuðull í samræmi við bergmyndanirnar. Samkvæmt líkaninu eykst lekt jarðlaga frá austri til vesturs sem er í samræmi við aldur jarðlaga á svæðinu (mynd 3). Á svæðinu umhverfis Hálslón er lárétt lekt í efstu 300-500 m metin 5×10^{-7} m/s. Samkvæmt líkaninu er heildar grunnvatnsrennsli á líkansvæðinu $8,5 \text{ m}^3/\text{s}$. Heildarinnrennsli grunnvatns í Jökulsá á Dal neðan Kárahjúkastíflu reiknast $1 \text{ m}^3/\text{s}$ en ofan stíflustæðisins reiknast innrennsli grunnvatns í Jökulsá á Dal $2,9 \text{ m}^3/\text{s}$ (kort 11, viðauki A).

Líkanið var notað til að reikna leka úr Hálslóni og reiknaðist heildarlekin samkvæmt líkaninu 300 l/s, þar af koma 200 l/s inn í gljúfrið neðan Kárahjúkastíflu en 100 l/s neðan við Sauðárdalsstíflu. Þessir útreikningar gerðu ekki ráð fyrir grautun í gljúfrinu. Á korti 12 í viðauka A má sjá áhrifasvæði Hálslóns á grunnvatnsstöðuna, miðað við líkanið, þar sem búast mátti við hækkun meira en 1 m ef lónshæðin héldist í hæstu stöðu yfir nokkurn tíma.

4 Fylling Háslóns og veita vatns um aðrennslisgöng

Stíflurnar sem mynda Háslón eru Kárahnjúkastífla, Desjarárstífla og Sauðárdalsstífla (mynd 1). Á meðan byggingu Kárahnjúkastíflu stóð var Jökulsá á Dal veitt fram hjá stíflustæðinu um 835 m löng hjáveitugöng. Hjáveitugöngunum var lokað 28. september 2006 og Háslón byrjaði að myndast. Þann 18. október 2007 fylltist lónið í fyrsta sinn og vatn fór að renna á yfirfalli stíflunnar. Við lónhæð 625,0 m y.s er lónið 57 km², 25 km að lengd og með virka miðlun 2100 Gl. Lágmarks rekstarvatnsborð er 575 m y.s. Sveifla vatnsborðs hefur mest verið 45 m og minnst 25 m, þ.e. frá því lónið fylltist í fyrsta sinn og fram til 1. janúar 2013 (mynd 4).



Mynd 4. Vatnsborðssveifla Háslóns frá fyllingu til áramóta 2012/2013.

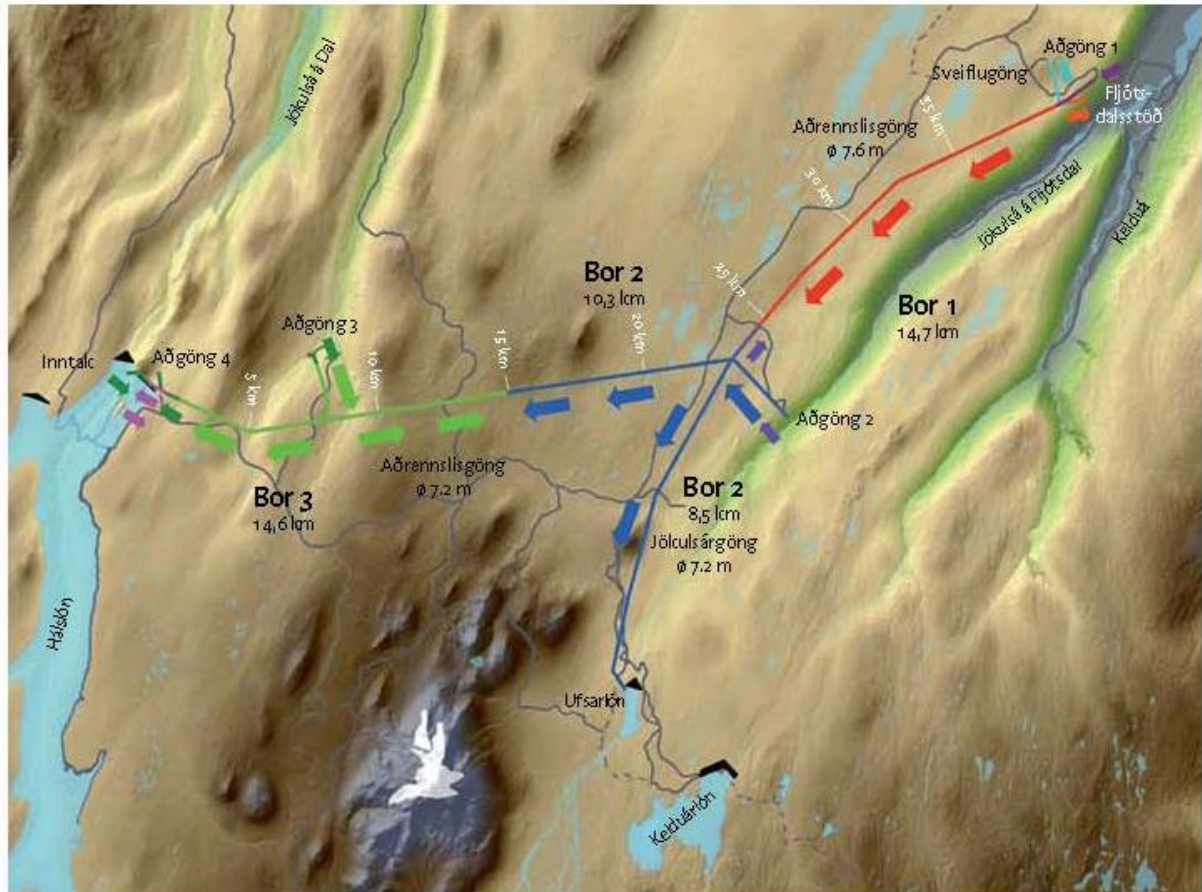
Megin markmið vöktunar á grunnvatnsstöðu í borholum á Fljótsdalsheiði var að fylgjast með áhrifum gangaboranna á grunnvatn í grennd við göngin og hegðun þess eftir fyllingu ganganna. Aðrennslisgöngin liggja í austur frá Háslóni og síðan í norðaustur um Fljótsdalsheiði að Teigsbjargi (mynd 5). Göngin eru 39,5 km löng en þar af eru 35,5 km boraðir með gangaborum með krónubreidd 7,2 m og 7,6 m. Um 4 km eru sprengd göng með þvermál frá 7,2 – 8,4 m. Inntak ganganna er í 530 m y.s. en á Teigsbjargi við fallgöng virkjunarinnar eru göngin í 430 m y.s.

Borarnir sem notaðir voru til verksins bárust til landsins árið 2004 og hófu verk sitt sama ár (Landsvirkjun, 2009). Bor 3 var gangsettur síðari hluta apríl í aðkomugöngum í Glúmsstaðadal. Bor 2 hóf boranir í júlí í aðkomugöngum við Axará og bor 1 í aðkomugöngum á Teigsbjargi síðla september. Á mynd 5 má sjá gangaleiðir og hlut hvers bors í kílómetrum.

Jarðfræðilegar aðstæður ollu talsverðum tögum á verkinu og ber þar fyrst að nefna mun meira vatnsinnrennsli en gert hafði verið ráð fyrir, einkum á gangaleiðinni frá inntaki að Glúmsstaðadal. Vegna innrennslisins varð að hætta borun ganga að Háslóni með bor 3 en honum var þá snúið við og látinn bora til móts við bor 2. Afgangur gangaleiðarinnar að Háslóni var boraður og sprengdur á hefðbundinn máta. Misgengi áttu einnig sinn þátt í tögum en sökum þeirra sat bor 2 nánast fastur við Þrælaháls í hálf t. Bor 1 sló í gegn í aðrennslisgöngunum þann 9. september 2006 en bor 3 sló í gegn þann 5. desember 2006. Bor 2 byrjaði að bora aðrennslisgöng Jökulsárveitu þann 29. mars 2007 og sló í gegn þann 9. apríl 2008.

Þann 17. október 2007 hófst fylling aðrennslisganga með veitu vatns úr Háslóni. Fyllingu ganganna lauk 31. október 2007. Sex tímum síðar var gert lekapróf með því að loka inntakinu og reyndist lekinn vera 1,1 m³/s (Kaeling ofl., 2009).

Þann 16. október 2008 var byrjað að veita vatni úr Kelduá og Jökulsá í Fljótsdal til Fljótsdalsstöðvar og Jökulsárveita þar með tekin í gagnið. Meðalrennsli Jökulsárveitu á þeim tíma sem hún hefur verið í keyrslu er 22,5 m³/s. Meðalrennsli um fallpípur Fljótsdalsstöðvar er 113 m³/s.



Mynd 5. Aðrennslisgöng Kárahnjúkavirkjunar og hlutur hvers bors í km. Mynd úr skýrslu Landsvirkjunar (2009).

5 Grunnvatnsstaða fyrir og eftir veitu vatns úr Háslóni

Í eftirfarandi köflum er gerð grein fyrir grunnvatnsstöðu í umhverfi Háslóns og við stíflustæði virkjunarinnar ásamt stöðu grunnvatns við gangaleiðir að Teigsbjargi. Í hverjum kafla er stöðu grunnvatns lýst fyrir virkjanaframkvæmdir og eftir að þeim lýkur. Í viðauka C er að finna línurit vatnsborðshæðar fyrir hverja holu ásamt yfirborði og hæð ganga þar sem við á. Á línuritunum má einnig sjá handmælingar sem gerðar hafa verið til að athuga áreiðanleika skynjarans. Tímaraðir eru mislangar eða í samræmi við upphaf mælinga í hverri holu. Aftari mörk tímaraðanna miðast við 1. janúar 2013 en í sumum tilfellum ná gögn þó ekki svo langt.

Í viðauka B er að finna langsnið jarðlaga úr aðrennslisgöngunum sem Ágúst Guðmundsson jarðfræðingur vann og teiknaði að gangagerð lokinni (Ágúst Guðmundsson, 2008). Sniðin er felld inn í fyrri vinnu Ágústar, þ.e. langsnið jarðlaga sem byggði á yfirborðskortlagningu og túlkunum á berglögum úr kjarnaborholum.

5.1. Grunnvatnsholur vestan Háslóns

Til að meta svæðisbundin áhrif Háslóns á grunnvatnsstöðu vestan við lónið hefur grunnvatnsstaðan verið mæld í fjórum holum, JBL25, JBL24, JBL23 og JBL19 (kort 2, viðauki A). Holurnar voru allar boraðar árið 2006. Auk þess sem holur JBL24 og JBL23 gefa upplýsingar um almenna grunnvatnsstöðu vestan lónsins nýtast þær einnig til að fylgjast með áhrifum lónsins á Sauðárdalsmísgengið. Niðurstöður mælinga má sjá í töflu 1 og mynd 6.

5.1.1 Grunnvatnsstaða í holum vestan Háslóns

JBL25 er við suðurenda Sauðafellsöldu austan megin. Fjarlægð holunnar frá hæstu stöðu Háslóns er 2400 m. Dýpi holunnar er ekki þekkt en stutt er niður á grunnvatn, rétt um 4 m. Meðal vatnsborðshæð er 681,6 m y.s. sem er vel yfir hæstu stöðu Háslóns eða um 57 m (línurit 1). Grunnvatn sveiflast lítið í holunni eða að meðaltali um 1,5–2 m og er óháð vatnsborðssveiflu Háslóns. Grunnvatnsstaða nær almennt lágmarki í apríl en hámarki í október.

JBL24 er við suðurenda Sauðafellsöldu vestan megin. Fjarlægð holunnar frá Háslóni í hæstu stöðu er 5000 m. Holan er 50,4 m djúp og meðaldýpi niður á grunnvatn um 7 m frá yfirborði. Meðal vatnsborðshæð er 654,9 m y.s. en grunnvatn sveiflast lítið líkt og í JBL25 eða 2,5 m (línurit 2). Grunnvatn er í lægstu stöðu í apríl en í hæstu stöðu í mánuðunum október og nóvember og er óháð vatnsborðssveiflum Háslóns.

JBL23 er í hálsinum norðan við Sauðafellsöldu þar sem Sauðá rennur út í Háslón. Holan er rétt við bakka lónsins í hæstu stöð og dýpi holunnar er 30,75 m. Frá því Háslón tók að fyllast í fyrsta skipti mátti sjá hækkun á grunnvatnsstöðu samhliða vatnsborðshækkun lónsins (línurit 3). Við vatnshæð ca. 615 m y.s. og ofar fylgir vatnsborð í holunni vatnshæð lónsins. Hækkun á grunnvatnsstöðu með tilkomu lónsins nemur að að meðaltali 3,5 m.

JBL19 er um 1400 m SV af vestur enda Desjarárstíflu. Dýpi holunnar er 150,8 m og er meðal vatnsborðshæð þó nokkuð yfir hæstu stöðu Háslóns eða 642,23 m y.s. Holan er í 1000 m fjarlægð frá hæstu stöðu lónsins og er vatnsborðssveifla hennar um 8 metrar (línurit 4). Þrátt fyrir þessa myndarlegu sveiflu er vatnsborðið ekki háð sveiflum í Háslóni, heldur stjórnast af úrkomu og leysingum. Holan er staðsett í ungrí hraunlagamyndun, s.k. Vesturdalsdílabasalti (vds) en lekt þess er allgóð og misleitinn.

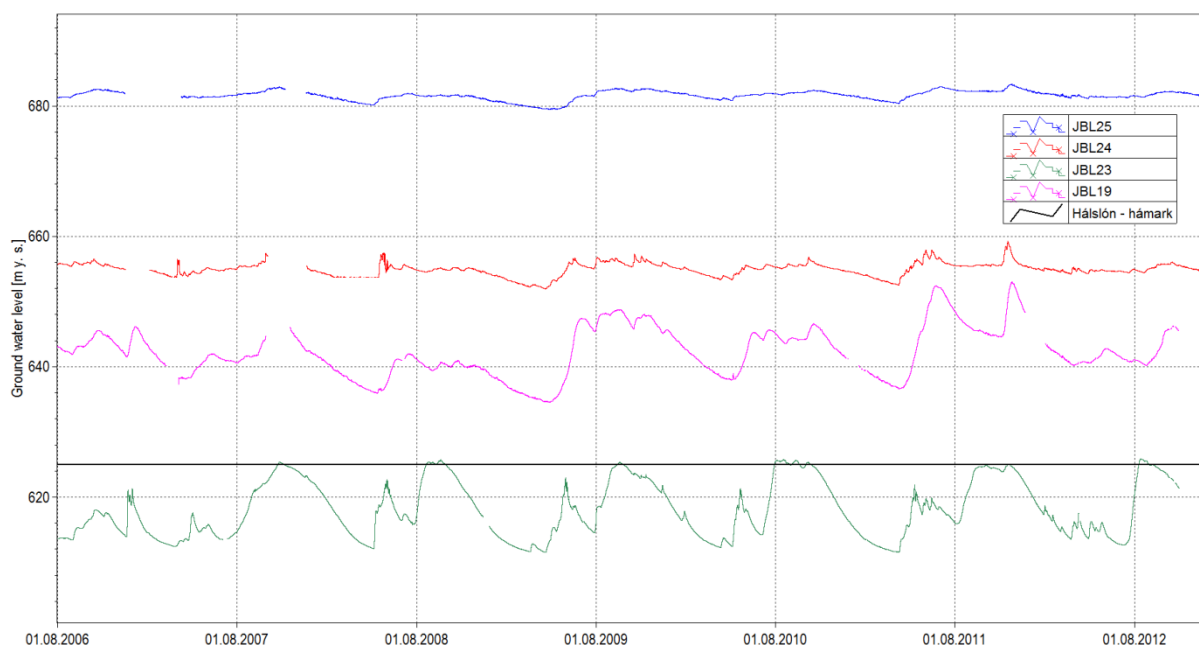
Tafla 1. Samanburður á grunnvatnstöðu í holum vestan Háslóns fyrir og eftir virkjun.

Hola	Fóðring <i>m y.s.</i>	Fyrir Háslón <i>Vatnsborð í m y.s. (sveifla vatnsborðs)</i>	Eftir Háslón <i>Vatnsborð í m y.s. (sveifla vatnsborðs)</i>	Breyting <i>Meðal vatnsborðsbreyting</i>
JBL25	685,87	681,6 (1,5-2 m)	óbreytt	0
JBL24	662,13	654,9 (2,5 m)	óbreytt	0
JBL23	626,61	615,10 (óþekkt)	618,64 (12 m)	+ 3,5 m
JBL19	673,99	642,23 (8 m)	óbreytt	0

5.1.2 Grunnvatnsbreytingar vestan Háslóns

Mælingar á grunnvatnsstöðu vestan Háslóns við sunnanverða Sauðafellsöldu sýna að grunnvatnsstaðan breytist ekkert með tilkomu Háslóns. Vatnsborðshæð í holunum er hærri en Háslón í hæstu stöðu og sveifla þess lítil (mynd 6). Leysing og úrkoma að vori og sumri hækka grunnvatnsstöðuna sem svo aftur fellur síðla árs. Holurnar eru staðsettar í þéttum berggrunni, s.k. Fjallkollssyrpu (FM) sem samanstendur af árkvarterum basalhraunlögum með litla og misleitna lekt (Árni Hjartarson, 2007). Hóla JBL23 er í sömu jarðmyndun en nálægð hennar við lónið veldur því að vatnsborð í henni hækka í takt við fyllingu lónsins síðsumars. Við vesturbakka lónsins frá Vesturdal að Sauðárdalsstíflu er grunnvatnsstaða vel yfir hæstu mörkum lónsins í 1 km fjarlægð frá bakkanum og ekki unnt að greina áhrif lónsins þar.

Á heildina litið má segja að fyrir svæðið vestan við Háslón hefur grunnvatnsstaða ekki breyst þar sem hún var fyrir tilkomu lónsins hærri en hæsta staða lónsins. Í allra næsta nágrenni við bakka lónsins þar sem grunnvatnsstaða var lægri má greina áhrif þess á grunnvatnsstöðuna (hóla JBL23). Samkvæmt mælingum í holu JBL24 er ekki að sjá að Sauðárdalsmisingið auki á grunnvatnsstreymi til suðurs með tilkomu lónsins.



Mynd 6. Niðurstöður mælinga úr grunnvatnsholum vestan Háslóns.

5.2. Grunnvatnsholur austan Háslóns

Tvær holur voru boraðar árið 2006 til að fylgjast með svæðisbundnum áhrifum Háslóns á grunnvatn austan við lónið. Holurnar eru JBL21 og JBL22 (kort 3, viðauki A). Niðurstöður mælinga má sjá í töflu 2 og mynd 7.

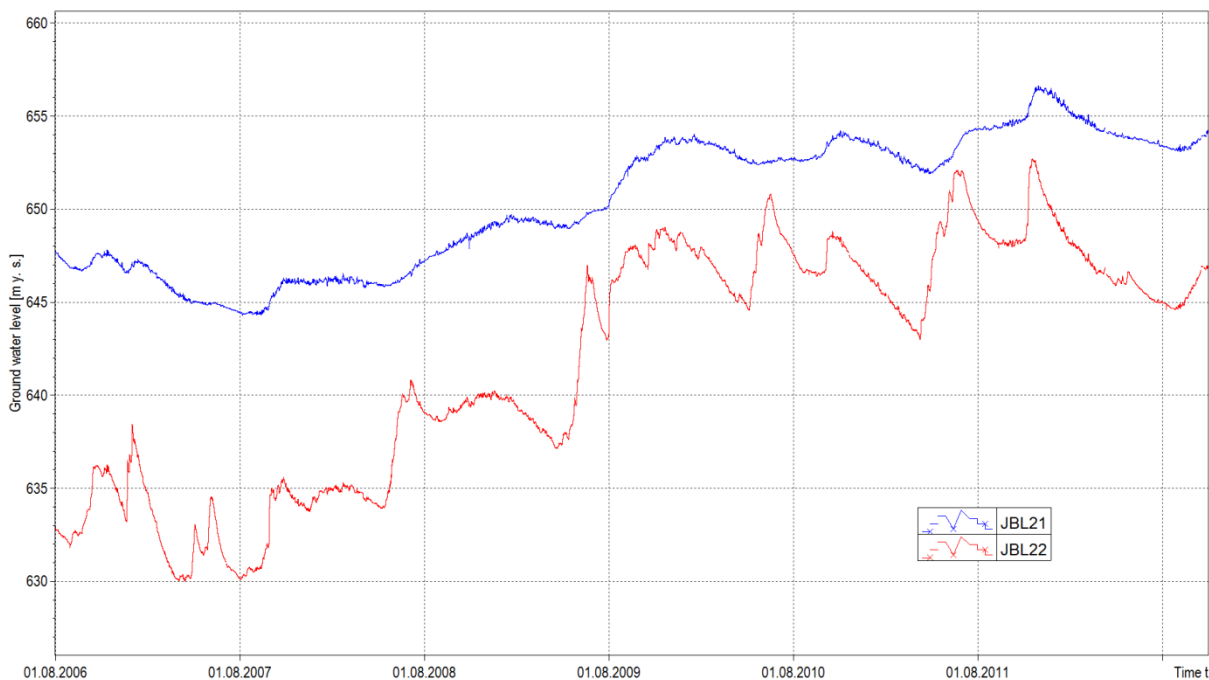
5.2.1 Grunnvatnsstaða í holum austan Háslóns

JBL21 er sunnan í Hálsöldu á Vesturöræfum, u.þ.b. 1600 m frá bökkum Háslóns í hæstu stöðu. Holan er 91,25 m djúp. Þó svo söfnunartími vatnsborðsgagna fyrir virkjun sé ekki langur má greina talsverða breytingu til hækkunar á grunnvatnsstöðu eftir tilkomu Háslóns (línurit 5). Samkvæmt gögnunum fer vatnsborðið í holunni að hækka í byrjun júní 2008, þ.e. tæpu ári eftir fyrstu fyllingu Háslóns. Vatnsborðið heldur svo áfram að hækka fram til loka árs 2009 og virðist þar ná nýju jafnvægi. Ekki er hægt að sjá bein áhrif vatnsborðsbreytinga í Háslóni í holunni, þ.e. sömu vatnsborðssveiflur og sjá má í lóninu. Samkvæmt mælingum hefur vatnsborðsstaða í holunni hækkað að meðaltali um 6 m.

JBL22 er norðan í Hálsöldu á Vesturöræfum, u.þ.b. 1100 m frá bökkum Háslóns í hæstu stöðu. Dýpi holunnar er 100 m. Svipaðar breytingar má sjá í þessari holu og í holu JBL21, þ.e. að grunnvatnsstaða hefur hækkað með tilkomu lónsins þó svo ekki megi greina eiginlegar vatnsborðssveiflur lónsins í holunni (línurit 6). Sé miðað við grunnvatnsstöðu fyrir og eftir áramótin 2009/2010 má sjá að grunnvatnsstaða hefur hækkað um 14 m. Þessi hola virðist svara breytingum í úrkomu og leysingu betur heldur en hola JBL21.

Tafla 2. Samanburður á grunnvatnsstöðu í holum austan Háslóns fyrir og eftir virkjun.

Hola	Fóðring <i>m y.s.</i>	Fyrir Háslón <i>Vatnsborð í m y.s. (sveifla vatnsborðs)</i>	Eftir Háslón <i>Vatnsborð í m y.s. (sveifla vatnsborðs)</i>	Breyting <i>Meðal vatnsborðsbreyting</i>
JBL21	672,35	646,06 (4 m)	653,66 (4 m)	+6 m
JBL22	663,25	633,41 (8 m)	647,36 (9 m)	+14 m



Mynd 7. Niðurstöður mælinga úr grunnvatnsholum austan Háslóns.

5.2.2 Grunnvatnsbreytingar austan Háslóns

Samkvæmt mælingum í holunum tveimur á austurbakka Háslóns hefur grunnvatnsstaðan hækkað á þessu svæði um 6–14 m en holurnar eru báðar staðsettar í Neðri Vaðbrekkuhálsmynduninni, móbergsmýndun sem mælst hefur með háa eða mjög háa lekt við stíflustæði Kárahnjúkavirkjunar (Ágúst Guðmundsson ofl., 1999). Mynduninni hallar líkt og öðrum jarðlögum til vesturs og má gera ráð fyrir að lónið muni halda uppi núverandi grunnvatnsstöðu á svæðinu við Hálsöldu, þ.e. grunnvatni sem leitar í átt að Háslóni. Þrátt fyrir þessa hækkun er dýpi á grunnvatn enn talsvert eða 16-19 m. Landið ber þess merki en yfirborð er gróðursnautt og fokjarðvegur algengur. Rétt sunnar á Vesturöræfum hverfur Vaðbrekkuhálsmyndunin og við tekur Urðarteigsbasaltmyndunin en þar er grunnvatn almennt við yfirborð og gróðurþekja meiri.

5.3 Grunnvatnsholur við norðanvert Háslón

Í framhaldi af kortlagningu á Sauðárdalsmisgenginu var ákveðið árið 2006 að bora nokkrar holur við vesturenda Kárahnjúkastíflu til að fá enn betri mynd af sprungukerfinu við stíflustæðið. Þessar holur nýttust einnig til mælinga á grunnvatnsstöðu fyrir og eftir fyllingu Háslóns. Holurnar sem nýttar hafa verið til grunnvatnsmælinga eru JBL20, JBL26, JBL29, JBL30 og JBL27 (kort 4, viðauki A). Hóla JB23 er kjarnahóla sem boruð var árið 1998 vegna grunnrannsóknna á virkjanasvæðinu en hefur verið notuð til að mæla grunnvatnsstöðuna í Fremri Kárahnjúk. Niðurstöður mælinga má sjá í töflu 3.

5.3.1 Grunnvatnsstaða í holum við norðanvert Háslón

JBL20 er um 500 m SA af Desjarárstíflu (eystri endanum). Dýpi holunnar er 51,55 m y.s. og fylgir vatnsborð holunnar vatnshæð lónsins að mestu enda holan rétt við bakka þess (línurit 7). Svo virðist sem vatnsborð holunnar fari neðst í um 597 m y.s. en þegar Háslón er í lægstu stöðu á vormánuðum nær vatnsborð holunnar sinni fyrri náttúrulegu stöðu. Hækkun grunnvatns í holunni nemur að meðaltali 17,5 m.

JBL26 er um 600 m austur af Desjarárstíflu (eystri endanum). Dýpi holunnar er óþekkt en skynjari er á 58 m dýpi. Líkt og í holu JBL20 fylgir vatnsborð holunnar vatnshæð lónsins en holan er í um 200 m fjarlægð frá lóni í fullri stöðu (línurit 8). Svo virðist sem vatnsborð fari ekki neðar en í 596 m y.s. en er þá líkt og í holu JBL20 óháð vatnsborði lónsins. Breyting á vatnsborðshæð er mjög svipuð og í holu JBL20.

JBL29 er um 1500 m SSV af vesturenda Kárahnjúkastíflu. Dýpi holunnar er óþekkt en skynjari er á um 53 m dýpi og fylgir grunnvatnsborðið vatnsborðsveiflum Háslóns (línurit 9). Holan er rétt við bakka Háslóns í fullri stöðu. Mælingar á vatnsborði gefa til kynna að grunnvatnsstaða hafi hækkað að meðaltali um 95 m og er sveifla þess sú sama og í Háslóni.

JBL30 er um 1300 m VSV af vesturenda Kárahnjúkastíflu. Dýpi holunnar er óþekkt. Holan er nokkuð lengra frá lóninu heldur en aðrar holur á þessu svæði eða 850 m, þ.e. þegar lónið er í hæstu stöðu. Skynjari er á 65 m dýpi og má sjá að vatnsborð holunnar eltir hæð lónsins þó svo sveiflan nái hvorki hæstu né lægstu stöðu þess (línurit 10). Samkvæmt mælingum hefur vatnsborðsstaðan í holunni hækkað að meðaltali um 13 m.

JBL27 er um 500 m SSV af vesturenda Kárahnjúkastíflu. Dýpi holunnar er óþekkt. Síritagögn sýna að vatnsborðið í holunni eltir hæð lónsins. Holan er rétt við bakka lónsins í hæstu stöðu og er

grunnvatnsstaða í holunni að meðaltali um 97 m hærri en fyrir virkjanaframkvæmdir (línurit 11). Sveifla vatnsborðsins er sú sama og í Háslóni.

JB23 er í austanverðri öxl fremri Kárahnúks. Holan er 213,65 m djúp. Fyrir virkjanaframkvæmdir var vatnsborðið í holunni stöðugt og sveifla þess lítil (línurit 12). Frá 3. apríl 2004 byrjar vatnsborð að falla í holunni vegna vinnu við inntak aðrennslisganga og nær það sinni lægstu stöðu í lok ágúst mánaðar 2005, þá í vatnsborðshæð um 537 m y.s. sem er efri hæð inntaksins. Grunnvatnsstaðan tekur þá að stíga hægt og bítandi á ný fram til 6. júní 2007 en þá verður ákveðinn vendipunktur í hæð 558,64 m y.s. Þegar grunnvatnið stígur bratt samhliða fyllingu Háslóns. Meðal vatnsborðsstaða í holunni hefur hækkað samkvæmt mælingum um 40 m.

Tafla 3. Samanburður á grunnvatnstöðu í holum við norðanvert Háslón.

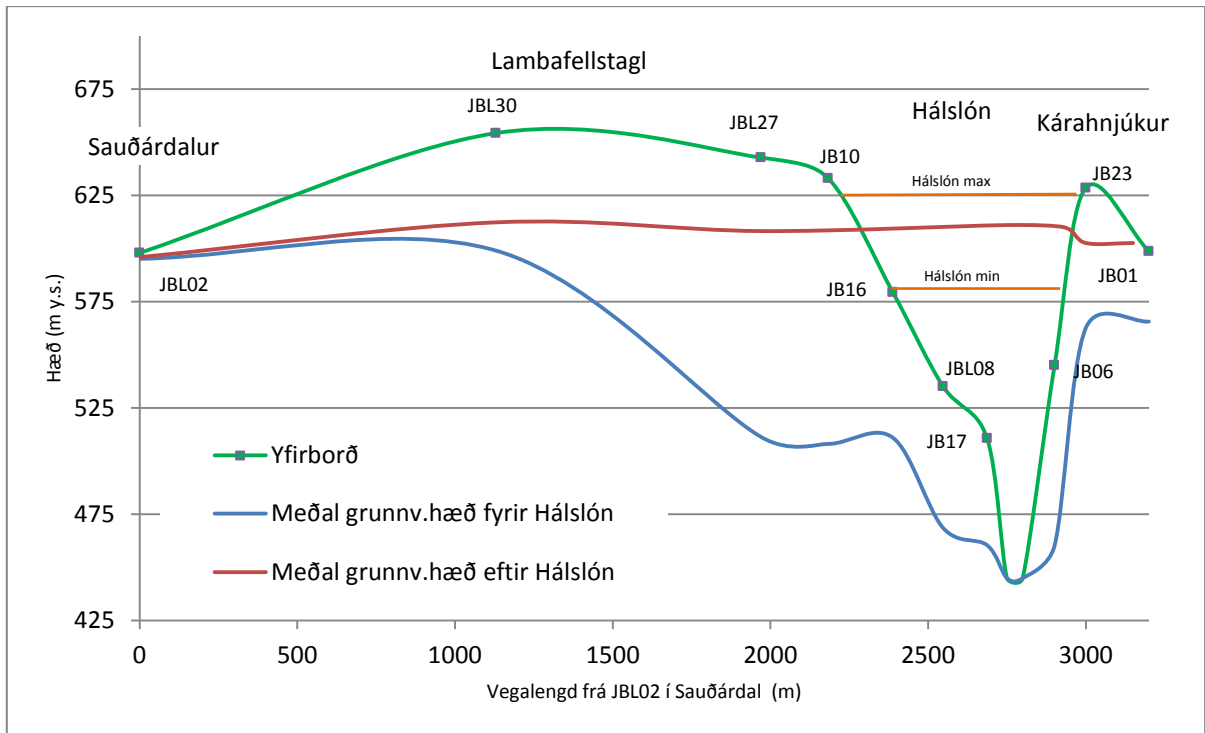
Hola	Fóðring <i>m y.s.</i>	Fyrir Háslón <i>Vatnsborð í m y.s. (sveifla vatnsborðs)</i>	Eftir Háslón <i>Vatnsborð í m y.s. (sveifla vatnsborðs)</i>	Breyting <i>Meðal vatnsborðsbreyting</i>
JBL20	630,47	595,02 (2,5 m)	612,15 (26 m)	+17,5 m
JBL26	647,68	595,00 (2,5 m)	613,20 (23 m)	+18 m
JBL29	627,55	516,00 (óþekkt)	610,89 (33 m)	+95 m
JBL30	654,25	599,00 (5 m)	612,29 (14 m)	+13 m
JBL27	642,74	511,40 (óþekkt)	608,18 (34 m)	+97 m
JB23	628,50	562,59 (3 m)	602,58 (15 m)	+40 m

5.3.2 Grunnvatnsbreytingar við norðanvert Háslón

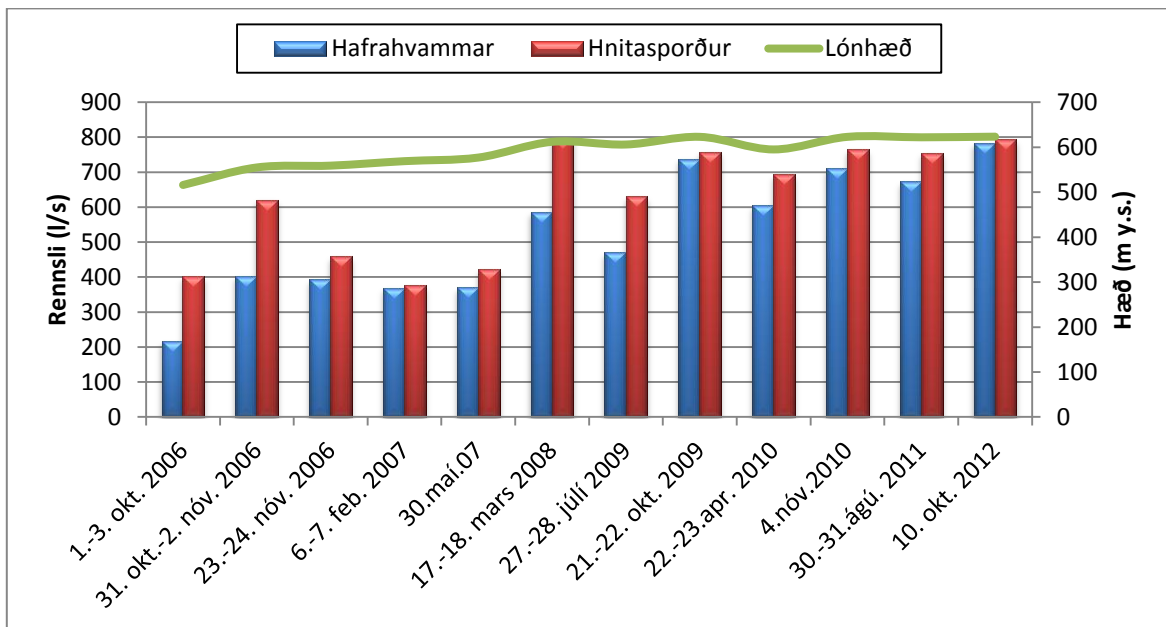
Holur á vestur bakka Háslóns frá Sauðárdalsstíflu að Kárahnjúkastíflu í Lambafellstagli eiga það sammerkt að vera staðsettar í lekum móbergsmýndunum í efri hluta jarðlagastafans á virkjanasvæði Kárahnjúkavirkjunar (Ágúst Guðmundsson ofl., 1999). Mælingar á grunnvatnstöðu fyrir virkjanaframkvæmdir sýndu fram á lága grunnvatnstöðu á þessu svæði sem orsakast m.a. af mikilli lekt í berginu. Einnig mátti rekja misgengi í Sauðárdal fram að aðalstíflunni (Landsvirkjun, 2005) og geta brotalínur þannig greitt leið grunnvatnsins. Með tilkomu lónsins hefur grunnvatnsstaðan hækkað að meðaltali frá 13-97 m, mest í holum næst lóninu (mynd 8). Áhrifin eru minnst í holu JBL30 en hún er í um 850 m fjarlægð frá lóninu í hæstu stöðu. Austan megin í Fremri Kárahnjúk hefur grunnvatnsstaða hækkað að meðaltali um 40 m en Kárahnjúkar eru ung móbergsmýndun og hefur lekt hennar mælst há eða mjög há (Ágúst Guðmundsson ofl., 1999).

Mælingar í lindum sem fram koma um 7,5 km neðan Kárahnjúkastíflu við Hnitasporð hófust árið 2006 og hafa þær mælingar verið gerðar árlega (Landsvirkjun, 2006b). Þær mælingar gefa ekki til kynna að aukning hafi orðið á lindarrennsli í kjölfar virkjanaframkvæmda.

Rennslismælingar í farvegi Jökulsár á Dal neðan Kárahnjúkastíflu við Hafrahvamma og Hnitasporð hófust einnig árið 2006 þegar lokað var fyrir hjáveitugöng Jökulsár á Dal. Rennsli hefur verið mælt árlega frá þeim tímapunkti og benda mælingarnar til mjög lítils leka um stífluna eða jarðlög í nágrenni hennar eða um 300 l/s (mynd 9). Náttúrulegur leki um jarðlögin fyrir virkjanaframkvæmdir virðist vera um 400 l/s.



Mynd 8. Breytingar á grunnvatnsstöðu við norðanvert Háslón. Holur á myndinni sem ekki eru tilgreindar í skýrslunni fóru undir lón og mannvirki við gerð virkjunarinnar.



Mynd 9. Rennslismælingar við Hafrahvamma og Hnitasporður neðan Kárahnjúkastíflu ásamt lónhæð Háslóns.

5.4 Grunnvatnsholur norðan við Sauðárdalsstíflu

Fjórar holur voru boraðar árið 2005 til að fylgjast með breytingum á grunnvatni á flatanum neðan Desjarárstíflu. Holurnar eru JBL01, JBL02, JBL03 og JBL04 (kort 4, viðauki A). Niðurstöður mælinga má sjá í töflu 4 og mynd 10.

5.4.1 Grunnvatnsstaða í holum norðan Sauðárdalsstíflu

JBL01 er um 700 m neðan við Sauðárdalsstíflu í Sauðárdal. Holan er 16,20 m djúp. Grunnvatnsstaða hefur hækkað um ca. 0,5 m eftir virkjun en sjá má að grunnvatnsborð fylgir greinilega vatnsborðssveiflum Háslóns þó svo sveiflan sé ekki meiri en 0,5-1 m (línurit 13). Meðalvatnshæð í holunni eftir tilkomu Háslóns er 603,40 m y.s., rétt rúmum metra neðan holutopps.

JBL02 er um 1800 m neðan við Sauðárdalsstíflu í Sauðárdal. Holan er 19,00 m djúp og er meðalvatnshæð í holunni eftir tilkomu Háslóns 595,92 m y.s. Grunnvatnsborðið er undir áhrifum vatnsborðssveiflu Háslóns og er sveiflan í holunni um 2 m (línurit 14). Þrátt fyrir tilkomu Háslóns hefur meðal grunnvatnsstaða ekki hækkað meira en sem nemur tæpum metra í holunni.

JBL03 er um 2700 m neðan við Sauðárdalsstíflu í Sauðárdal. Holan er 22,00 m djúp og er meðalvatnshæð í holunni eftir fyllingu Háslóns 595,31 m y.s. Vatnsborðssveifla grunnvatnsins nemur 2 m og hefur grunnvatnsstaðan hækkað sem nemur um hálfum metra og rennur vatn á stundum upp úr holunni (línurit 15).

JBL04 er um 4000 m neðan við Sauðárdalsstíflu í Sauðárdal. Holan er 18,00 m djúp og er meðalvatnshæð í holunni 590,54 m y.s. Vatnsborðssveiflan í holunni er rétt rúmur metri. Grunnvatnsstaðan hefur hækkað um 0,5 – 1,0 m frá því Háslón myndaðist og á vatn nú til með að renna upp úr holunni þegar mest er í lóninu (línurit 16).

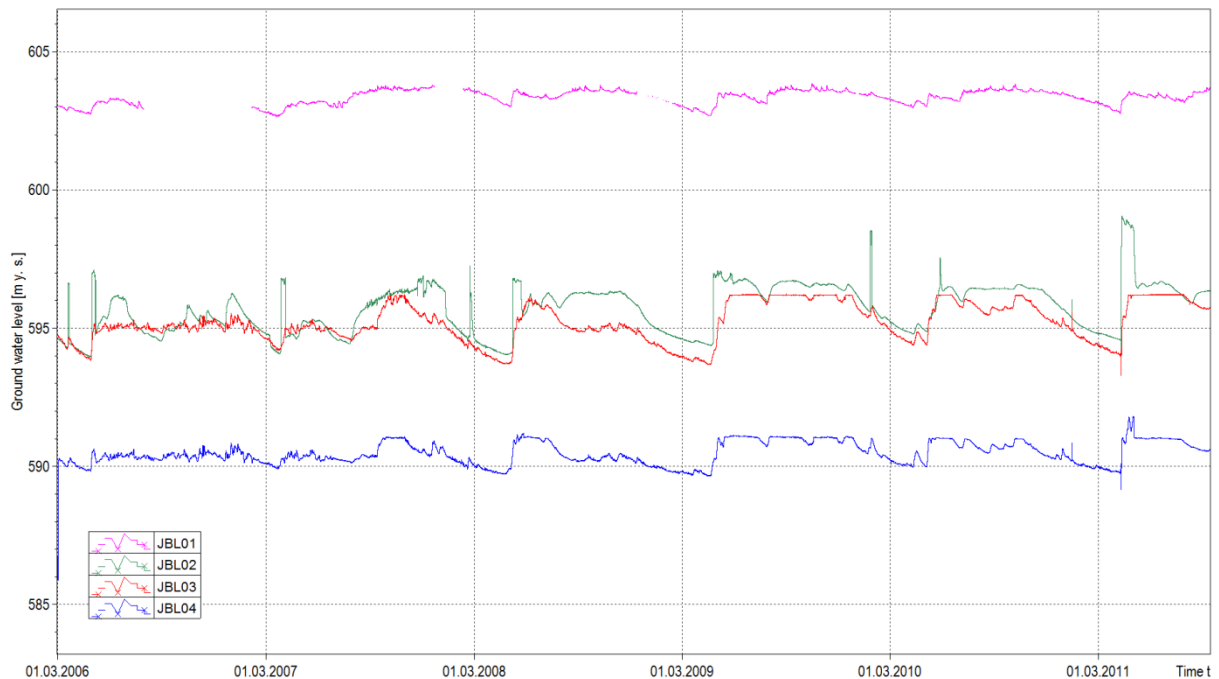
Tafla 4. Samanburður á grunnvatnsstöðu í holum norðan Sauðárdalsstíflu fyrir og eftir virkjun.

Hola	Fóðring <i>m y.s.</i>	Fyrir Háslón <i>Vatnsborð í m y.s. (sveifla vatnsborðs)</i>	Eftir Háslón <i>Vatnsborð í m y.s. (sveifla vatnsborðs)</i>	Breyting <i>Meðal vatnsborðsbreyting</i>
JBL01	604,55	603,03 (0,5-1 m)	603,40 (0,5-1 m)	+0,4 m
JBL02	598,50	595,11 (2,0 m)	595,92 (2 m)	+0,8 m
JBL03	596,18	594,89 (1-1,5 m)	595,29 (2 m)	+0,5 m
JBL04	591,06	590,30 (0,5-1 m)	590,54 (1-1,5 m)	+0,2 m

5.4.2 Grunnvatnsbreytingar norðan við Sauðárdalsstíflu

Almennt má segja að samkvæmt mælingum hefur grunnvatnsstaða norðan Sauðárdalsstíflu hækkað sem nemur 0,5-1,0 m eftir tilkomu Háslóns (mynd 10). Fyrir virkjun lá grunnvatn á um 2 m dýpi í malarfyllunni sem þekur dalinn en eftir virkjun á grunnvatn neðarlega í dalnum til með að

renna upp úr holunum. Mælingar á leka við yfirfall í Laugarvalladalsá sýna að lekinn um stífluna eltir vatnshæð lónsins og er mestur þegar hæst er í lóninu eða um 100 l/s.



Mynd 10. Niðurstöður mælinga úr grunnvatnsholum norðan Sauðárdalsstíflu.

5.5 Grunnvatnsholur norðan við Desjarárdalsstíflu

Þrjár holur voru boraðar árið 2005 til að fylgjast með breytingum á grunnvatni neðan Desjarárstíflu. Holurnar er JBL05, JBL06 og JBL07 (kort 5, viðauki A). Niðurstöður mælinga má sjá í töflu 5.

5.5.1 Grunnvatnsstaða í holum norðan við Desjarárstíflu

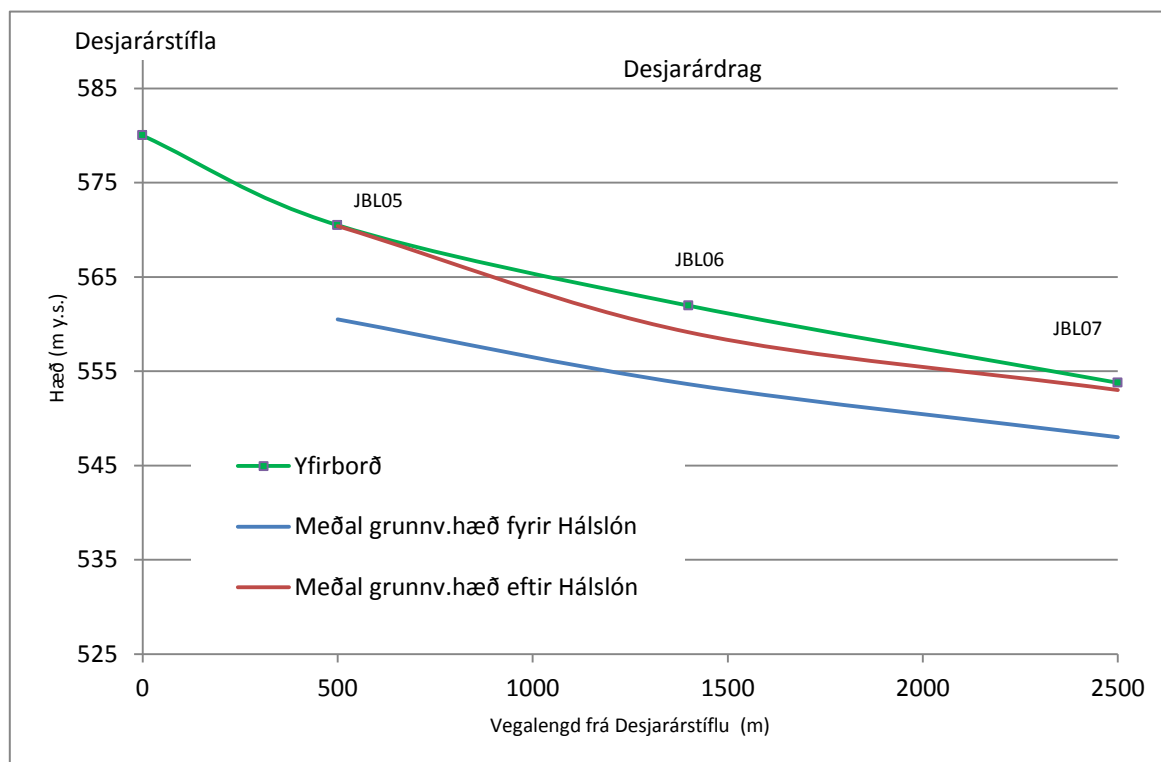
JBL05 er um 500 m neðan Desjarárstíflu í Desjarárdal. Holan er 33,0 m djúp. Gagnaheimtur eru lélegar en samkvæmt síritaskráningu hefur vatnsborð í holunni fyrir veitu vatns í Háslón verið á um 10 m dýpi (línurit 17). Eftir tilkomu Háslóns hefur grunnvatnsstaðan hækkað og er hún að meðaltali um 10 m hærri. Þetta svipar til hæðar fóðringu og vellur grunnvatn á stundum upp úr holunni.

JBL06 er um 1400 m neðan Desjarárstíflu í Desjarárdal. Holan er 30 m djúp. Gagnaheimtur eru ekki sérlega góðar en út frá gögnum sem til eru má sjá að dýpi á grunnvatn hefur verið um 8 m fyrir tilkomu Háslóns en eftir fyllingu þess á 2,5 m dýpi (línurit 18). Áhrifa vatnsborðsbreytinga í Háslóni má greina í holunni.

JBL07 er um 2500 m neðan Desjarárstíflu í Desjarárdal. Holan er 21,00 m djúp. Rekstur mælisins hefur gengið erfiðlega og gagnaheimtur lélegar en af því sem má ráða hefur meðal grunnvatnsstaða verið 5,5 m undir yfirborði en eftir tilkomu Háslóns er hún um hálfum metra undir yfirborði (línurit 19).

Tafla 5. Samanburður á grunnvatnstöðu í holum norðan Desjarárstíflu fyrir og eftir virkjun.

Hola	Fóðring <i>m y.s.</i>	Fyrir Háslón <i>Vatnsborð í m y.s. (sveifla vatnsborðs)</i>	Eftir Háslón <i>Vatnsborð í m y.s. (sveifla vatnsborðs)</i>	Breyting <i>Meðal vatnsborðsbreyting</i>
JBL05	570,49	560,50 (óþekkt)	570,40 (óþekkt)	+10 m
JBL06	561,95	553,62 (4 m)	559,13 (1,5 m)	+5,5 m
JBL07	553,77	548,00 (2,5 m)	553,00 (1 m)	+5 m



Mynd 11. Breytingar á grunnvatnsstöðu neðan Desjarárstíflu.

5.5.2 Grunnvatnsbreytingar norðan við Desjarárstíflu

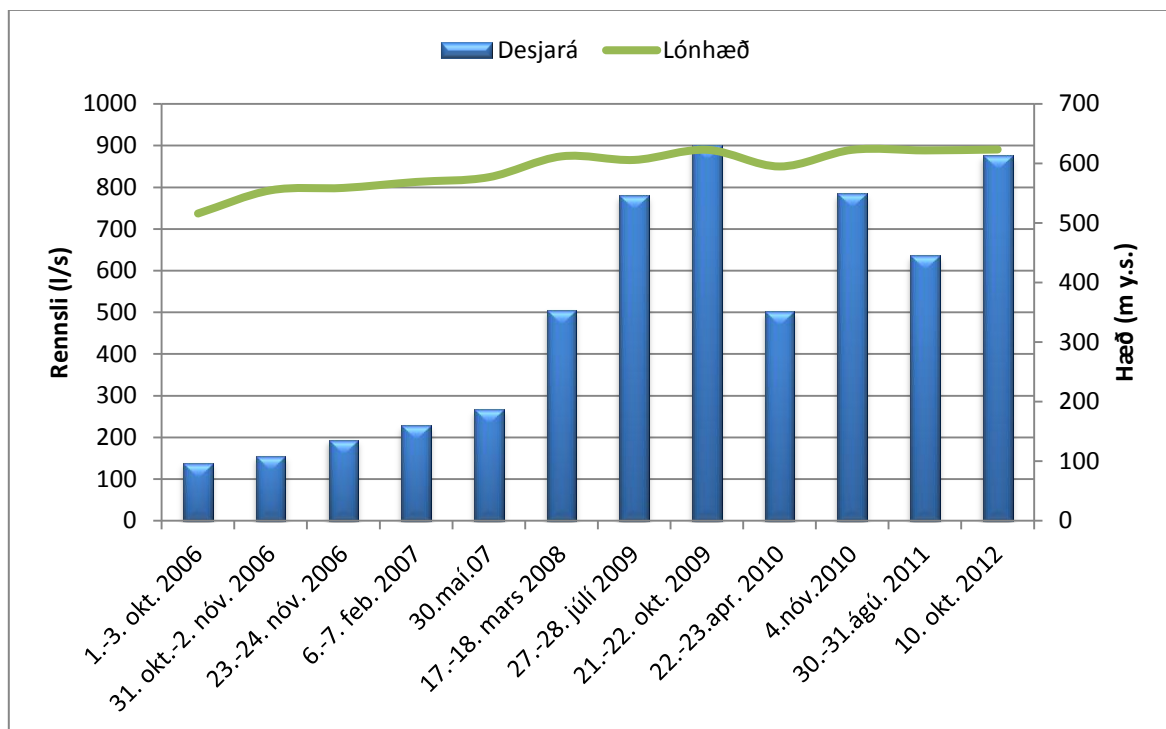
Mælingar gefa til kynna að grunnvatn hafi hækkað um 10 m næst Desjarárstíflu en neðar í dalnum um 5 m (mynd 11). Samkvæmt jarðfræðitúlkun Ágústar Guðmundssonar (2008) leggst Farvegabasalts-myndunin að Kárahnjúkamóberginu og eru mörk þessara myndana að finna í Desjarárdal. Holurnar þrjár neðan við Desjarárstíflu eru allar boraðar vestan megin í Desjarárdragi austan undir Fremri Kárahnjúk og tilheyra þannig Kárahnjúkamóberginu. Eins og fram hefur komið er bergið mjög ungt og lekt þess breytileg. Mælingar á grunnvatnsstöðu í Fremri Kárahnjúk benda til þess að grunnvatnsstaða þar hafi hækkað að meðaltali um 40 m með tilkomu Háslóns. Sjá má á yfirborði hvar vatn veitlar úr jarðlögum vestan megin í Desjarárdragi þegar vatnsborð er hátt í Háslóni og grunnvatnsstaða að sama skapi há í Fremri Kárahnjúk.

Eins má sjá hvar vatn rennur úr jarðlögum austan megin í Desjarárdragi en þar kemur líklegast fram lekavatn úr aðrennslisgöngum virkjunarinnar. Við gangagerð í þessum hluta svæðisins kom í ljós misgengisbelti og rann mikið vatn inn í göngin (Landsvirkjun, 2008a).

Við byggingu Desjarárstíflu fundust 1-3 m gliðunar sprungur í basaltinu austan megin en minni misgengis sprungur í móberginu vestan megin (Pálmi Ragnar Pálmason, 2006). Sprungurnar voru allar þéttar með sementsefju en hugsanlegt er að leki undir stífluna valdi einhverri hækkun á grunnvatnsstöðu í Desjarádragi.

Mælingar á safnmæliyfirfalli neðan Desjarárstíflu í Desjarádragi gefa til kynna að leki sem fram kemur neðan stíflunnar geti verið allt að 250-300 l/s þegar Háslón er í hæstu stöðu.

Rennsli hefur verið mælt árlega í Desjará við Hnitasporð frá því byrjað var að fylla Háslón. Þar hefur rennsli frá Búrfellsdragi bæst við rennsli úr Desjarádragi. Mælingarnar gefa til kynna að lekinn umfram náttúrulegan leka um jarðlög við Desjarárstíflu og á gangaleið að Búrfellsdragi geti verið allt að 500 l/s (mynd 12).



Mynd 12. Rennslismælingar í Desjará og lónhæð Háslóns.

5.6 Grunnvatn á gangaleið frá inntaki að Glúmsstaðadal

Grunnvatnsstaða hefur verið mæld í 7 holum á gangaleiðinni frá inntaki að Glúmsstaðadal (kort 5, viðauki A). Holur JB03, JB54 og JB02 eru rannsóknaholur sem boraðar voru á 9. áratugnum en holur JBL18, JBL11, JBL12 og JBL17 voru boraðar árið 2005 sérstaklega til að fylgjast með breytingum á grunnvatnsstöðu vegna gangaboranna. Niðurstöður mælinga má sjá í töflu 6.

5.6.1 Grunnvatnsstaða á gangaleið frá inntaki að Glúmsstaðadal

JB23 (sjá umfjöllun í kafla 5.3.1)

JBL18 er 370 m norðan ganga austan Desjarárdals. Holan er 85,00 m djúp. Stuttur tími eða tæpt ár gafst til mælinga áður en sprengt var fyrir göngum á svæðinu en samkvæmt gögnum var grunnvatn á 37 m dýpi. (línurit 20).

Frá 31. maí 2006 fellur grunnvatnsborðið í holunni vegna gangagerðar og nær það sinni lægstu stöðu í apríl byrjun 2007 eða 14 m ofan ganga. Grunnvatnsstaðan tekur þá að stíga jafnt og þétt á ný samhliða fyllingu Háslóns eða fram til 29. október 2007 en þá kemur meiri stígandi í hækkunina samhliða fyllingu ganganna. Meðal grunnvatnsstaða í holunni hefur hækkað samkvæmt mælingum um 21 m og fylgir grunnvatnsborðið vatnshæðarbreytingum í lóninu. Dýpi á grunnvatn eftir virkjanaframkvæmdir er að meðaltali 16 m.

JB03 er 330 m sunnan ganga í Búrfellsdragi. Holan er 166,0 m djúp. Vatnsborðshæð í holunni fram að 1. maí 2005 er um 3 m undir yfirborði en þá tekur vatnsborðið að falla vegna gangagerðar (línurit 21). Vatnsborðið nær lágmarki í lok mars 2007 um 10 m ofan ganga og hefur þá fallið um 54 m. Grunnvatnsstaða stígur hratt frá og með 24. október 2007 í kjölfar fyllingu ganganna og er meðalvatnshæð lítið eitt lægri en fyrir virkjun. Sveifla grunnvatnsborðsins fylgir þrýstingsbreytingum í göngum.

JBL11 er 330 m norðan ganga í Búrfelli. Dýpi holunnar er 74 m. Grunnvatnsstaða er ekki fyllilega þekkt fyrir borun ganga þar sem mælingar á grunnvatnsstöðu í holunni hefjast fyrst í lok september 2005 en bor 3 fór fram hjá holunni um miðjan febrúar 2005 (línurit 22). Grunnvatnsstaða virðist samkvæmt gögnum ekki hafa fallið viðlíka mikið og víða annarsstaðar á gangaleiðinni en þó má sjá greinilega hækkun á grunnvatnsstöðu eftir fyllingu ganganna. Meðal grunnvatnsstaða fram að þeim tíma er 615,35 m y.s. Mælingar eftir fyllingu ganganna gefa til kynna meðalvatnshæð 631,29 m y.s. (17 m dýpi) og eltir grunnvatnsborðið þrýstingsveiflur í göngum.

JB54 er 200 m sunnan ganga í Búrfelli. Dýpi holunnar er 231,00 m. Vatnsborð í holunni fram að 9. desember 2004 er um 43 m neðan yfirborðs (línurit 23). Athyglisvert er að bor 3 sem þá er á vesturleið vantar rúmlega 500 m að holunni en ástæða þess að grunnvatnið fellur á þessum tímapunkti er að borinn gengur inn í míglegt berg, bólstrabergsbreksíu sem tilheyrir efsta hluta Hrafnkeldalsmóbergisins (HdeS). Vatnsborðið fellur því sem næst niður að efri hæð ganganna eða í 542 m y.s. Hægist þá um leið á gangi borverksins sem fram að þessu hafði gengið vel.

Vatnshæðin tekur að stíga í kjölfar fyllingu ganga eða þann 22. október. Meðal vatnsborðshæð frá því grunnvatnið nær aftur jafnri stöðu er 69 m undir yfirborði. Vatnsborðið í holunni eltir vatnshæð Háslóns og nær því sem næst sömu hæðum og lægðum sem endurspeglar mikla lekt bergsins við holuna.

JBL12 er 840 m sunnan ganga í Búrfellstagli. Holan er 102, 00 m djúp. Mælingar á grunnvatnsstöðu í holunni hófust um miðjan maí 2005 en þá er borinn farinn fram hjá holunni og vatnsborð byrjað að falla (línurit 24). Vatnsborð fyrir gerð ganga er því ekki þekkt. Ekki er gott að segja hversu vatnsborðið fellur mikið en það fellur neðar en botn holunnar í um 584 m y.s. Ekki er ósennilegt að það falli niður að gangahæð líkt og í holu JB54 en það fer að stíga aftur í holunni þann 1. nóvember 2007 í kjölfar veitu vatns um göngin. Meðal vatnsborð frá því grunnvatnið nær aftur jafnvægi er 63 m neðan yfirborðs og sveiflast vatnsborðshæðin með þrýstingsbreytingum í göngum um 18 m, mun minna en í holu JB54 sem er nær göngunum.

JBL17 er 230 m norðan ganga ofan Glúmsstaðardals. Holan er 69,00 m djúp. Sama er upp á teningnum varðandi skráningu í holunni og í holu JBL12 en skráningin hófst í lok júlí 2005 þegar borinn er farinn fram hjá holunni og vatnsborð fallið (línurit 25) . Samkvæmt gögnunum nær vatnsborðið lágmarki síðari hluta september mánaðar, þá 49,5 m undir yfirborði, en tekur svo að stíga hratt samhliða fyllingu ganganna þann 1. október 2007. Frá því grunnvatnið nær jafnvægi hefur meðal grunnvatnsstaðan verið um 14,5 m undir yfirborði. Vatnsborðssveiflan fylgir þrýstingsbreytingum í göngunum.

Tafla 6. Samanburður á grunnvatnstöðu á gangaleið frá inntaki að Glúmsstaðadal fyrir og eftir virkjun.

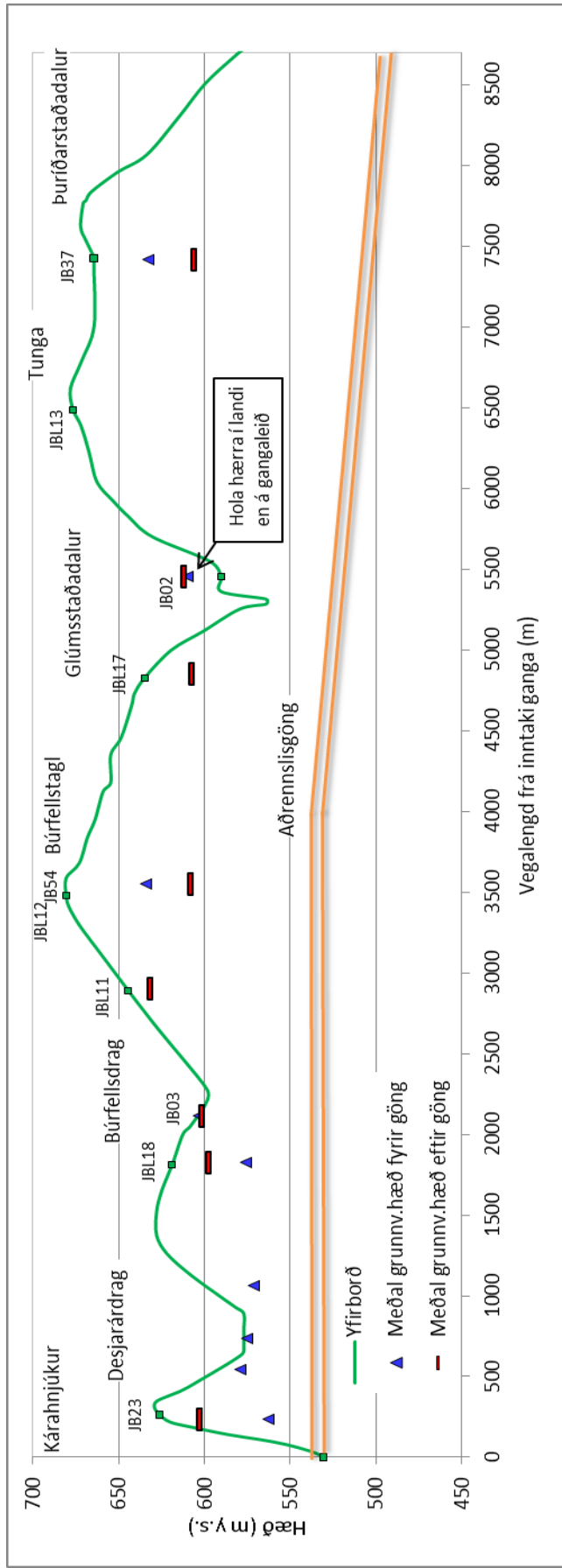
Hola	Fóðring <i>m y.s.</i>	Fyrir göng <i>Vatnsborð í m y.s. (sveifla vatnsborðs)</i>	Eftir göng <i>Vatnsborð í m y.s. (sveifla vatnsborðs)</i>	Breyting <i>Meðal vatnsborðsbreyting</i>
JBL18	613,33	575,84 (2 m)	597,14 (8 m)	+21 m
JB03	606,40	603,43 (4 m)	601,29 (2 m)	-2 m
JBL11	648,25	óþekkt (óþekkt)	631,29 (13 m)	óþekkt
JB54	677,12	634,17 (4 m)	607,94 (28 m)	-26 m
JBL12	682,14	óþekkt (óþekkt)	618,60 (18 m)	óþekkt
JBL17	621,91	óþekkt (óþekkt)	607,17 (19 m)	óþekkt

5.6.2 Grunnvatnsbreytingar á gangaleið frá inntaki að Glúmsstaðadal

Frá inntaksmunna og fram í Desjarádrag liggja göngin um Kárahnjúkamóbergið (KM) en eins og fram hefur komið hefur grunnvatnsstaða í Fremri Kárahnjúk hækkað að meðaltali um 40 m (mynd 13). Hækkunin kemur til vegna Háslóns sem virðist hafa bein áhrif á vatnshæð í hnjúknum þó svo sveifla vatnsborðsins sé ekki í líkingu við það sem sjá má á vesturbakka lónsstæðisins.

Neðan Kárahnjúkamóbergsins í Desjarádragi tekur við stuttur hluti Farvegabasaltsmyndunarinnar (FV) (teikning 5, viðauki B) en sökum misgengisbeltis í austanverðu Desjarádragi rann mikið vatn ofan í göngin á þeim kafla (Landsvirkjun, 2008a). Á ásnum milli Desjarádrags og Búrfellsdrags var innrennsli í göngin einnig mikið vegna misgengja og féll þá grunnvatnsstaða í vestanverðu Búrfellsdragi um tugi metra (hola JBL18). Grunnvatnsstaða í ásnum fyrir gangagerð var nokkuð lægri en sjá mátti í hæðunum austan við Búrfellsdrag en líklegt er að sprungubeltið sem liggur um ásinn greiði leið grunnvatnssins norður. Grunnvatnsstaðan hefur samkvæmt mælingum hækkað í holunni í takt við fyllingu Háslóns og aðrennslisganga og nemur hækkunin að meðaltali um 21 m frá því fyrir virkjanaf framkvæmdir (mynd 13).

Svipaða sögu er að segja um grunnvatn í holu JB03 í Búrfellsdragi en þar liggja göngin um efsta hluta Urðarteigsbasaltsins (UTB) (teikning 5, viðauki B). Innrennsli í göngin var mikið í þessum hluta einkum vegna sprungna og misgengja og féll grunnvatnsstaðan í holunni um tugi metra. Grunnvatnið hefur samkvæmt mælingum lækkað lítillga frá því fyrir gangagerð, frábrugðið því sem sjá má í holu JBL18 en þar hækkaði grunnvatn um 21 m og hefur grunnvatnsstaðan því jafnast út milli holanna. Sprunga sem fram kemur austan megin í Búrfellsdragi er talin vera einn megin orsakavaldur að leka úr göngunum en eftir að fyllt var á göngin birtust nýjar lindir í Búrfellsdragi með gruggugu jökulvatni (Landsvirkjun, 2008a). Mælingar á leka um mæliyfirfall og mælirör gefa til kynna að þegar Háslón er í hæstu stöðu geti leki frá göngum verið á bilinu 150-200 l/s í Búrfellsdragi.



Mynd 13. Breytingar á grunnvatnsstöðu frá inntaki aðrennslisganga fram í Þuríðarstaðadal. Punktur á mynd sem ekki eru tilgreindir sérstaklega í skýrslunni eru eldri holur sem fóru forgörðum við virkjanaframkvæmdir.

Frá Búrfellsdragi og að holu JB54 í Búrfellstagli reyndist innrennsli einnig mikið en lekt neðri hluta UTB er há ásamt því að nokkur fjöldi bergganga sker myndunina (teikning 5, viðauki B). Grunnvatnsstaða í holu JBL11 er líklegast svipuð fyrir og eftir framkvæmdir en hafa ber í huga að dýpi holunnar er tiltölulega lítið og nær hún rétt niður í efsta hluta UTB og hugsanlegt að grunnvatnið sé aðskilið.

Frá vestur hlíðum Búrfellstagls og fram í austur hlíðar Glúmsstaðadals hefur grunnvatnsstaðan fallið samkvæmt mælingum í holu JB54 (mynd 13). Grunnvatnsstaðan er að meðaltali á um 69 m dýpi en dýpi á grunnvatn fyrir gangagerð var um 43 m. Þarna liggja göngin um neðri hluta UTB og efsta hluta Hrafnkeldsdalsmóbergisins (HdeS) en innrennsli í göngin reyndist mjög mikið á þessum kafla (Landsvirkjun 2008a). Lektarmælingar í holu JB54 gefa almennt háa eða mjög háa lekt fyrir þessar myndanir en eins eru myndanirnar skornar af fjölda bergganga í þessum hluta ganganna. Í Glúmsstaðadal hefur grunnvatnsstaða ekki breyst frá því sem var fyrir gangagerð. Greina má áhrif gangagerðar í 840 m fjarlægð sunnan ganga í Búrfellstagli (hola JBL12) en þar er grunnvatnsstaða líklegast nokkuð lægri eftir gangagerð.

5.7 Grunnvatn á Tungu

Grunnvatnsstaða hefur verið mæld í fjórum holum á gangaleiðinni á Tungu (kort 6, viðauki A). Holur JB02, JB37 og JB38 voru boraðar á níunda áratugnum vegna rannsókna á bergmyndunum á gangaleiðinni en JBL13 var boruð árið 2005 sérstaklega með það að markmiði að fylgjast með grunnvatnsstöðu vegna gangaboranna. Niðurstöður mælinga má sjá í töflu 7.

5.7.1 Grunnvatnsstaða á Tungu

JB02 er 760 m sunnan ganga í Dragamótum. Holan er 148,60 m djúp. Grunnvatnsstaðan er ekki þekkt til hlítar fyrir borun ganga þar sem mælitæki voru ekki sett í holuna fyrr en í lok apríl 2005 (línurit 26). Ef ekki er gert ráð fyrir að grunnvatn hafi fallið við borun ganga hefur meðal vatnshæð fyrir veitu vatns um göngin verið um 1 m undir yfirborði. Eftir veitu má sjá hækkun og fylgni við þrýstingsbreytingar í göngum og rennur vatn upp úr holunni vegna yfirþrýstings.

JBL13 er 820 m sunnan ganga á Tungu. Holan er einungis 60,50 m djúp og botn hennar því tæpum 100 m ofan ganga. Grunnvatnsstaðan í holunni er óbreytt og óháð þrýstingsbreytingum í göngum (línurit 27). Grunnvatnsstaðan frá árinu 2005 er á 3 m dýpi og er vatnsborðssveiflan lítil eða rúmur metri. Grunnvatn er í lægstu stöðu í mars en í hæstu stöðu í mánuðunum september og október.

JB37 er 180 m norðan ganga á Tungu. Dýpi holunnar er 234,22 m. Grunnvatnsstaða fram að 24. maí 2004 er að meðaltali á 36 m dýpi en þá fellur vatnsborðið bratt næstu mánuðina vegna borunar aðkomuganga 3 (línurit 28). Vatnsborðið nær lágmarki í 540 m y.s. (93 m fall) í október mánuði 2007 en þann 17. október tekur vatnsborðið að stíga hratt samhliða fyllingu ganganna. Eftir að vatnsborðið nær jafnvægi hefur meðal hæð þess verið 63 m undir yfirborði. Sveifla vatnsborðsins fylgir þrýstingsbreytingum í göngunum.

JB38 er 460 m norðan ganga austast á Tungu ofan Þuríðarstaðadals. Dýpi holunnar er 135,65 m. Frá því holan er boruð árið 1998 og fram til ársloka 2002 stígur grunnvatnsstaðan um tæpa 6 metra (línurit 29). Ástæða þess er ekki kunn en hugsanlega hefur vatnsborðið fallið við borun holunnar og er að jafna sig á þessum tíma. Frá árslokum 2002 og fram til 21. febrúar 2006 er vatnshæðin stöðug á 9,5 m dýpi.

Vatnshæðin fellur um tæpa 22 metra við borun ganganna (548,50 m y.s.) en á þeim tímabili er borinn um 350 m vestan við holuna og gengur úr Hrafnkeldsdalsmóberginu (HdM) yfir í basaltlög

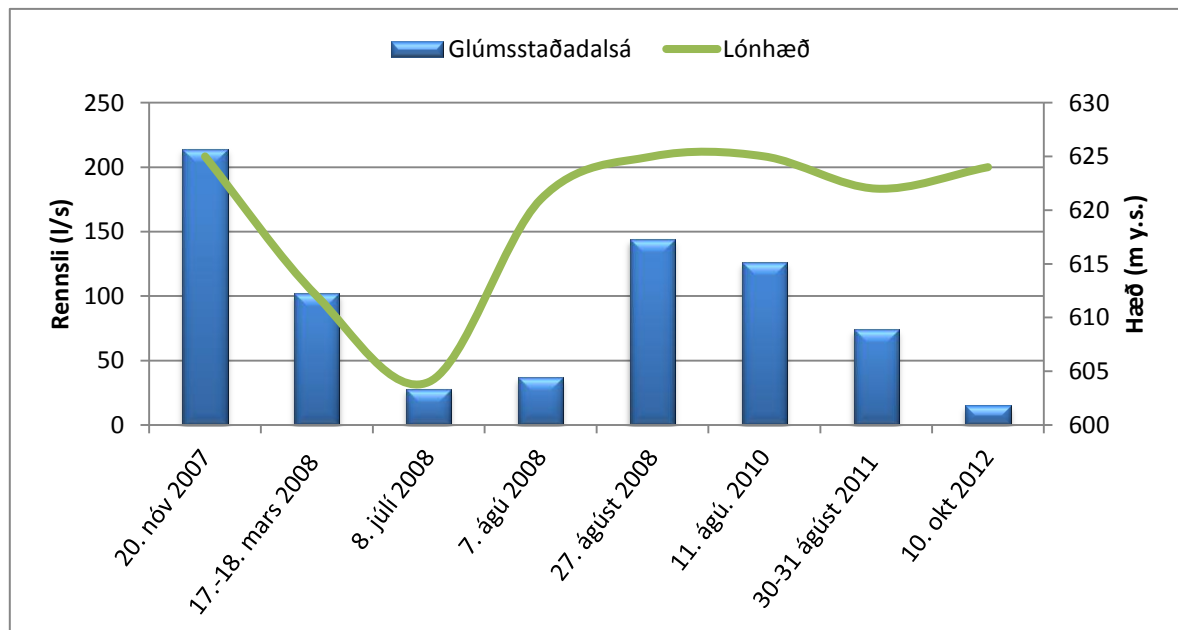
Ranasyrpunnar (RA). Grunnvatnið tekur að stíga hratt aftur þann 31. október 2007 samhliða veitu vatns um göngin. Vatnsborð í holunni er að meðaltali á 2 m dýpi eftir fyllingu ganganna og fylgir þrýsingubreytingum í göngunum en svo ber við að vatn fer að renna úr holunni þegar lónið nær vatnsborðshæð um 610 m y.s.

Tafla 7. Samanburður á grunnvatnstöðu í holum á Tungu fyrir og eftir virkjun.

Hola	Fóðring <i>m y.s.</i>	Fyrir göng <i>Vatnsborð í m y.s. (sveifla vatnsborðs)</i>	Eftir göng <i>Vatnsborð í m y.s. (sveifla vatnsborðs)</i>	Breyting <i>Meðal vatnsborðsbreyting</i>
JB02	611,50	609,94 m	611,59	+2 m
JBL13	678,58	675,67 (1 m)	Óbreytt	0
JB37	669,49	632,95 (3 m)	605,87 (20 m)	-27 m
JB38	579,94	570,10 (1,5 m)	577,72 (8 m)	+7,5 m

5.7.2 Grunnvatnsbreytingar á Tungu

Um Tungu liggja göngin um Hrafnkeldalsmóbergið (HdeS og HdM) en borun ganga gekk nokkuð vel í þessum hluta (teikning 5, viðauki B). Í Glúmsstaðadal hefur grunnvatnsstaða hækkað og rennur vatn úr holunni vegna yfirþrýstings. Mælingar í lindum neðan ganga í Glúmsstaðadal gefa ekki til kynna breytingar á lindarvatni. Einhver smávægilegur leki er úr göngum því gruggugt vatn sést renna af yfirborði og út í ána. Þó virðist sem lekinn hafi minnkað talsvert samkvæmt mælingum á rennsli í Glúmsstaðadalsá (mynd 14).



Mynd 14. Rennsli mælingar í Glúmsstaðadalsá og lónhæð Háslóns.

Grunnvatnsstaðan féll í holu JB37 við gerð aðkomuganga 3 en holan er rétt vestan við gangamótin (teikning 5, viðauki B). Talsvert innrennsli var í göngin við mörk HdeS og HdM en í efsta hluta HdM í gangahlutanum fór borinn gegnum vatnsleiðandi berggang og misgengi (Landsvirkjun, 2008a). Samkvæmt mælingum í holu JB37 hefur grunnvatnið fallið að meðaltali um 27 m en dýpi á vatnsborð í holunni fyrir gangagerð var um 36 m (mynd 13). Í holu JBL13 sem er 820 m sunnan ganga er ekki hægt að greina nokkrar breytingar á grunnvatnsstöðu, hvorki á framkvæmdatíma né að þeim loknum.

Í holu JB38 fellur grunnvatnið þegar borinn fer um lagmót HdM og RA en innrennsli í þessum hluta reyndist strjált og frekar lítið (Landsvirkjun, 2008a). Talsverður kargi er í efsta hluta RA og var reynt að þetta hann með sprautusteypu af fremsta megni. Við fyllingu ganganna birtust nýjar lindir ofan gangahlutans í Þuríðarstaðadal sem reyndist vera lekavatn úr göngunum. Lekinn hefur mælst nokkuð jafnt frá árinu 2008 tæpir 20 l/s. Samkvæmt mælingum hefur grunnvatnsstaðan hækkað í holu JB38 sem nemur tæpum 8 metrum eftir að göngin voru fyllt og vellur úr holunni þegar Háslón nær lónhæð 610 m y.s.

5.8 Grunnvatn á vestanverðri Fljótsdalsheiði

Holur JB42, JB41 og JB40 voru boraðar árið 1999 vegna rannsókna á bergmyndunum á fyrirhugaðri gangaleið en JBL15 og JBL16 voru boraðar árið 2005 til viðbótar vegna eftirlits á grunnvatni (kort 7, viðauki A). Niðurstöður grunnvatnsmælinga í holunum má sjá í töflu 8.

5.8.1 Grunnvatnsstaða á vestanverðri Fljótsdalsheiði

JBL15 er 310 m norðan ganga vestast á Fljótsdalsheiði við Kálffell. Dýpi holunnar er 222,00 m og er grunnvatn á um 3 m dýpi fyrir gangagerð (línurit 30). Þann 10. apríl 2006 fellur vatnsborð holunnar vegna gangagerðar en bor 3 er þá rétt vestan við holuna. Svo virðist sem gangagerðin hafi aðskilið grunnvatnið en tekin var ákvörðun um að steypa tappa í holuna og mæla grunnvatnsborðin aðskilin (Landsvirkjun, 2010). Neðra vatnsborðið sveiflast í takt við þrýstingsbreytingar í göngum og er að meðaltali 81 m lægra en fyrr. Sveifla þess er talsverð eða um 23 m. Efra vatnsborðið er óbreytt samkvæmt mælingum.

JB42 er 20 m sunnan ganga á Fljótsdalsheiði, við Hölná. Holan er 252,20 m djúp. Dýpi á grunnvatn fyrir borun var 1,5 m. Þann 30. júní 2006 fellur grunnvatnið í holunni vegna gangagerðar og er bor 3 þá 500 m vestan við holuna í lagmótum Ranasyrpu og Eyvindarársyrpu (línurit 31). Grunnvatnið fellur niður í 682 m y.s. (30 m fall) fram að 21. október 2007 en tekur þá að stíga að nýju samhliða fyllingu ganga. Meðal vatnsborðshæð eftir að grunnvatnið hefur jafnað sig er á 12 m dýpi. Sveiflur í grunnvatni fylgja þrýstingsbreytingum í göngum.

JBL16 er 1050 m sunnan ganga á Þrælaöldu. Dýpi holunnar er 49,00 m. Frá því mælingar hefjast og þar til áhrif boranna koma fram er grunnvatnið á um 17,5 m dýpi (línurit 32). Þann 18. ágúst 2006 fer grunnvatnið að falla vegna gangagerðar. Eyða er í gögnum frá september og fram í miðjan desember 2006 en svo virðist sem grunnvatnið nái jafnvægi í byrjun september 2009. Frá þeim tímapunkti er meðal grunnvatnsstaða á 21,5 m dýpi. Svo virðist sem vatnshæðarsveiflur í holunni séu að einhverju leyti háðar þrýstingsbreytingum í göngum.

JB41 er beint yfir göngunum á Þrælaöldu. Dýpi holunnar er 291,57 m. Mælingar á grunnvatnsstöðu hefjast árið 1999 og er vatnshæð að meðaltali á 1,5 m dýpi fram að áhrifum gangaboranna þann 18. ágúst 2006 (línurit 33). Grunnvatnið virðist ná aftur jafnvægi líkt og í holu

JBL16 í byrjun september 2009. Vatnshæð frá þeim tíma er að meðaltali á 5,5 m dýpi. Sveiflan í holunni er líklegast óháð þrýstingsbreytingu í göngum.

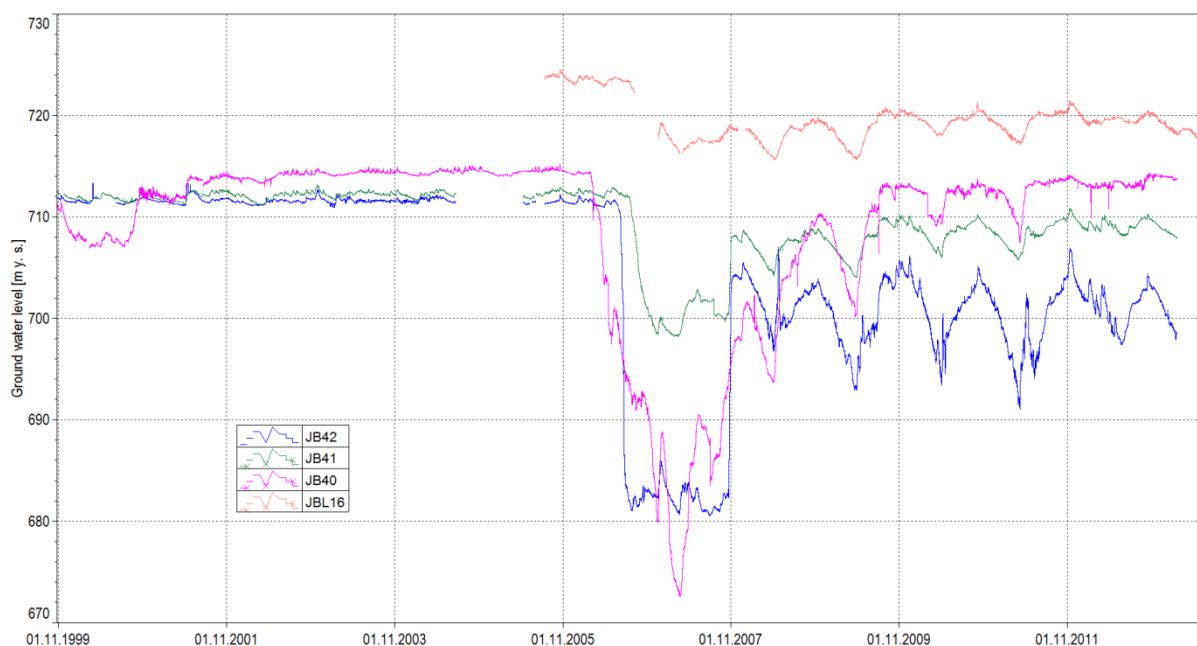
JB40 er 740 m norðan ganga á Þrælahálsi. Dýpi holunnar er 291,70 m. Samkvæmt gögnum virðist sem grunnvatnsborð hafi fallið við borun holunnar og er vatnsborðið að jafna sig fram í maí 2002 (línurit 34). Frá þeim tímapunkti og fram að 28. febrúar 2006 er meðal vatnsborð á 3 m dýpi en þá fellur vatnshæð vegna gangaborana. Nær hún lágmarki síðla mars mánaðar 2007 í 672,63 m y.s. (42 m fall) en tekur þá að stíga hægt og bítandi á ný. Handmælingar frá 2008 falla illa að vatnshæðarferlinum en líklegt er að annað vatnsborð sé ofar í holunni þar sem vatn seytlar inn. Svo virðist sem grunnvatnsferillinn nái fyrra jafnvægi, þ.e. efra vatnsborðinu um miðjan október 2012.

Tafla 8. Samanburður á grunnvatnstöðu í holum á vestanverðri Fljótsdalsheiði.

Hola	Fóðring <i>m y.s.</i>	Fyrir göng <i>Vatnsborð í m y.s. (sveifla vatnsborðs)</i>	Eftir göng <i>Vatnsborð í m y.s. (sveifla vatnsborðs)</i>	Breyting <i>Meðal vatnsborðsbreyting</i>
JBL15	717,88	714,86 (2,5-3 m)	633,00 (23 m)	-82 m (neðra vatnsb)
			óbreytt	0 (efra vatnsb)
JB42	713,22	711,57 (1 m)	700,72 (8 m)	-10,5 m
JBL16	741,22	723,58 (1,5 m)	719,58 (2,5 m)	-4 m
JB41	713,79	712,12 (1-1,5 m)	707,77 (4 m)	-3,5 m
JB40	717,40	714,38 (1,5-2 m)	óbreytt	0

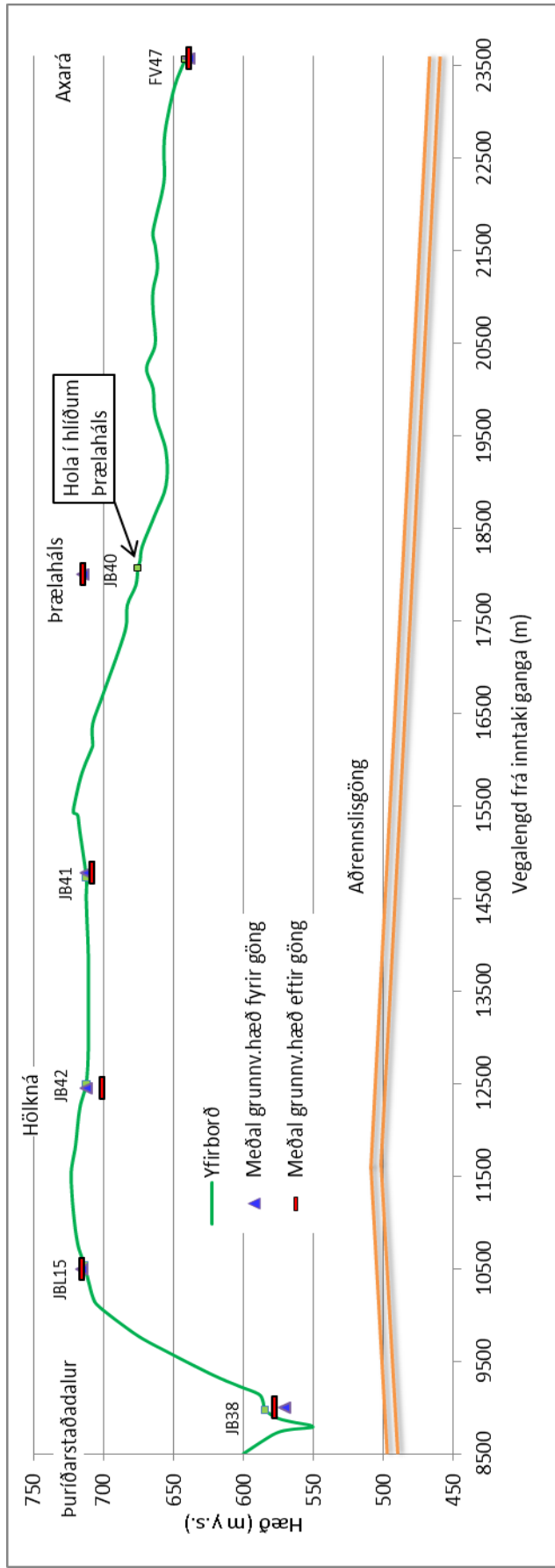
5.8.2 Grunnvatnsbreytingar á vestanverðri Fljótsdalsheiði

Frá Þuríðarstaðadal að Hölná liggja göngin um basaltlög Ranasyrpunnar (RA) og efsta hluta Eyvindarársyrpunnar (EYb) (teikning 4, viðauki B) Talsvert innrennsli var í göngin á þessum kafla en grunnvatn féll um tugi metra við gangagerðina (mynd 15). Eftir fyllingu ganga hefur grunnvatnsstaðan þó jafnað sig að mestu nema við Hölná þar sem grunnvatnsstaða ofan ganga er að meðaltali um 10 m lægri en fyrir framkvæmdir en vatnsborð var að meðaltali á 1-1,5 m dýpi (mynd 16). Frá Hölná að Þrælaöldu liggja göngin um andesít hluta Eyvindarársyrpunnar (EYa) og neðsta hluta sömu syrpu (Eys) sem er blanda af sandsteini, völu- og þursabergi (teikning 4, viðauki B). Innrennsli í göngin var fremur lítið á þessum kafla. Þetta er í samræmi við fall grunnvatns í holu JB41 en það er talsvert minna en í holu JB42 (mynd 15). Hola JBL16 sem staðsett er um 1 km sunnan ganga á Þrælaöldu virðist verða fyrir áhrifum af þrýstingsbreytingum í göngunum en þar er grunnvatnsstaða um 4 m lægri en fyrir framkvæmdir.



Mynd 15. Niðurstöður mælinga úr grunnvatnsholum á vestanverðri Fljótsdalsheiði.

Frá þrælaöldu að þrælahálsi liggja göngin um Eys og efri hluta Laugarársyrpunnar (LA) en á lagmótum þessara syrpa var að finna tvö vatnsleiðandi misgengi og rann talsvert mikið vatn inn í göngin í þessum hluta (teikning 3, viðauki B). Vestan lagmótanna og að holu JB40 var innrennsli einnig mikið en fyrst mátti sjá fall grunnvatns í holunni þegar borinn fór um brotsvæði rétt austan holunnar. Fall grunnvatns í holunni er í samræmi við þennan mikla leka inn í göngin. Á 2 km kafla austan við holu JB40 er berggerðin mjög breytileg, skiptast á basalt, sandsteins- og vöлубergslög með einstaka jökulbergslögum á milli. Mörg misgengi er að finna á þessum kafla og gekk borverkið hægt. Í þessum hluta ganganna sat bor 2 fastur í hálf ár vegna misgengisbeltis. Þrátt fyrir mikið innrennsli hefur grunnvatnsstaðan í holu JB40 jafnað sig til fyrra horfs. Austan við misgengin á gangaleiðinni að Axará gekk borverkið vel og innrennsli í göngin reyndist lítið.



Mynd 16. Breytingar á grunnvatnsstöðu frá Þuríðarstaðadal að Axará.

5.9 Grunnvatn á gangaleið Jökulsárveitu

Þrjár holur eru á gangaleið Jökulsárveitu þar sem fylgst hefur verið með breytingum á grunnvatnsstöðu í tengslum við gangagerð (kort 8, viðauki A). Hóla FV50 var boruð árið 2001 en hóla FS34 var boruð árið 1990. Ekki er ljóst hvenær hóla FV57 var boruð en mælingar í henni hafa verið stundaðar frá árinu 2005. Niðurstöður grunnvatnsmælinga í holunum má sjá í töflu 9.

5.9.1 Grunnvatnsstaða á gangaleið Jökulsárveitu

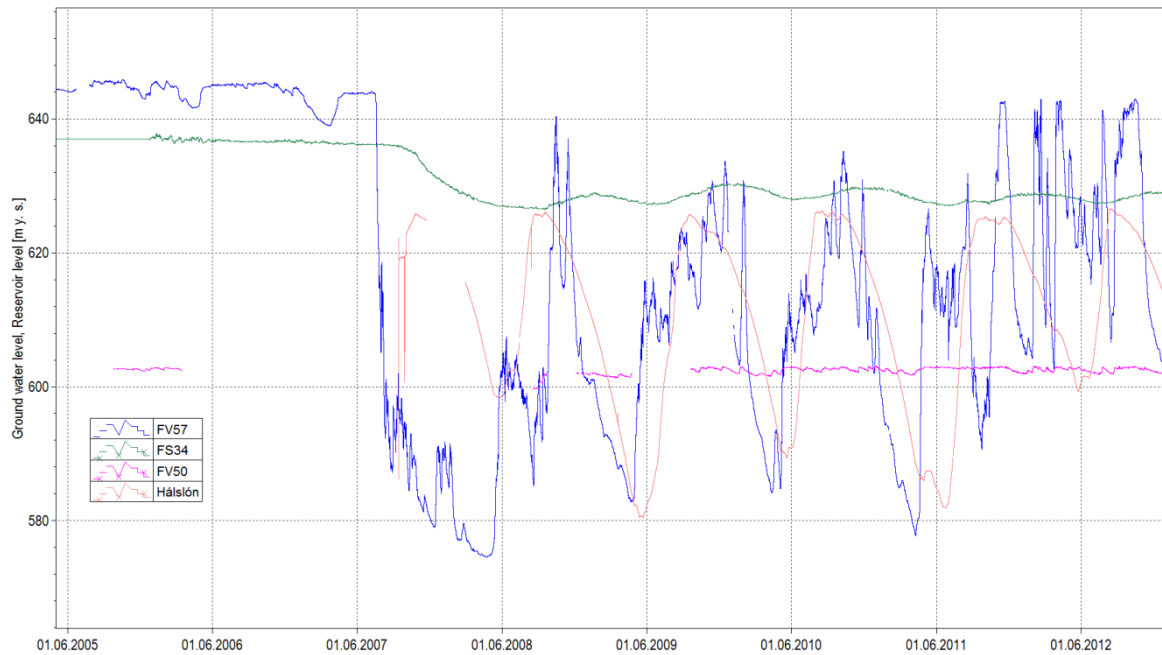
FV50 er á Hafursárufis. Dýpi holunnar er 51,65 m y.s. Grunnvatnsstaða er þekkt í stuttan tíma fyrir borun ganga og er hún 1 m undir yfirborði (línurit 35). Gagnaheimtur eru ekki góðar á þeim tíma sem göngin eru boruð og því ekki hægt að segja til um hversu mikið grunnvatnsstaðan hefur fallið. Eftir að virkjunin er komin í gang og byrjað að veita vatni um göngin er vatnsborðshæðin sú sama og fyrir gangagerð.

FS34 er 600 m norðan ganga á Fljótsdalsheiði, við Laugará. Dýpi holunnar er 202,40 m. Handmælingar í holunni frá 1999 og fram í byrjun árs 2005 gefa til kynna stöðuga grunnvatnsstöðu, þ.e. 14 m undir yfirborði en svo virðist sem grunnvatnsstaðan lækki rólega fram til 1. september 2007 og falli þá hratt (línurit 36). Grunnvatnsstaðan virðist ekki ná fyrri hæðum aftur og er meðal vatnsborðshæð eftir gerð ganga 23,5 m undir yfirborði. Sveifla vatnsborðs virðist fylgja þrýstingsbreytingum í aðrennslisgöngum en sveiflan kemur nokkuð seinna fram.

FV57 er 75 m norðan ganga á Fljótsdalsheiði. Meðal vatnshæð fram að 16. júlí 2007 þegar grunnvatnið fellur vegna gangagerðar er um 2 m undir yfirborði (línurit 37). Grunnvatnsstaðan nær lágmarki síðari hluta apríl mánaðar í 574,60 m y.s. (69 m fall) en virðist síðan fara hægt upp á við. Sveifla grunnvatnsins er mjög mikil (37 m) en meðal grunnvatnsstaða eftir framkvæmdir er 31 m undir yfirborði.

Tafla 9. Samanburður á grunnvatnstöðu í holum á gangaleið Jökulsárveitu fyrir og eftir virkjun.

Hóla	Fóðring <i>m y.s.</i>	Fyrir göng <i>Vatnsborð í m y.s. (sveifla vatnsborðs)</i>	Eftir göng <i>Vatnsborð í m y.s. (sveifla vatnsborðs)</i>	Breyting <i>Meðal vatnsborðsbreyting</i>
FV50	602,91	602,66 (1 m)	óbreytt	0
FS34	652,43	637,90 (1-1,5 m)	628,46 (2 m)	-9,5 m
FV57	646,49	644,01 (1,5 m)	610,99 (37 m)	-33 m



Mynd 17. Niðurstöður mælinga úr grunnvatnsholum við göng Jökulsárveitu ásamt lónhæð Háslóns.

5.9.2 Grunnvatnsbreytingar á gangaleið Jökulsárveitu

Göng Jökulsárveitu liggja um tvær jarðlagasýrpu, Laugarársýrpu (LA) og Heiðarársýrpu (HA). Við Hafursárufis er berggrunnur LA þéttur og virðist sem grunnvatnsstaðan sé svipuð og áður eða rétt við yfirborð (hola FV50, mynd 17). Norðan við Laugarfell hefur grunnvatnsstaða lækkað sem nemur tæpum 10 metrum í 600 m fjarlægð frá göngum. Grunnvatnsstaðan virðist falla um svipað leyti og borinn gengur gegnum misgengi nokkru sunnan við holuna þó svo innrennsli í göngin sé lítið sem ekkert (Landsvirkjun 2008b). Dýpi á grunnvatn norðan við Laugarfell fyrir framkvæmdir var um 14 m.

Mesta breyting á grunnvatnsstöðu á gangaleið Jökulsárveitu að Axará er við holu FV57. Þar liggja göngin um Heiðarársýrpuna og var grunnvatn í nágrenni ganganna nálægt yfirborði eða á um 1 m dýpi. Svo virðist sem grunnvatnsstaða falli um svipað leyti og borinn gengur fram hjá holunni en ekki er að sjá samkvæmt jarðfræðirannsóknum neinn sérstakan leka inn í göngin samhliða þessu (Landsvirkjun 2008b). Eftir gangagerð er almennt dýpi á grunnvatn talsvert meira og sveiflur þess miklar en svo virðist sem grunnvatnsstaðan elti lónhæð Háslóns að einhverju leyti (mynd 17).

5.10 Grunnvatn á austanverðri Fljótsdalsheiði

Grunnvatnsstaða hefur verið mæld í 9 holum á gangaleiðinni á austanverðri Fljótsdalsheiði. Holur FS33, FS30, FS32, FS37, FS31 og FS38 voru boraðar árið 1990 (kort 9, viðauki A). Holar FV47 var boruð árið 2001 og holur FVL01 og FVL02 voru boraðar árið 2005. Niðurstöður grunnvatnsmælinga í holunum má sjá í töflu 10.

5.10.1 Grunnvatnsstaða á austanverðri Fljótsdalsheiði

FS33 er við Axará á Fljótsdalsheiði um 230 m norðan ganga. Dýpi holunnar er 201,20 m. Meðal grunnvatnsstaða fram að gangaborun er 3 m neðan yfirborðs (línurit 38). Þann 5. júní 2004 tekur vatnsborð í holunni að falla vegna vinnu við aðkomugöng 2 og nær það lágmarki í byrjun júní 2007. Svo virðist sem grunnvatnsstaðan nái ekki fyrri stöðu eftir gangagerðina en ekki er hægt að greina sveiflur í vatnsborði vegna þrýstingsbreytinga frá aðrennslisgöngum. Frá því vatnsborð í holunni nær jafnvægi er meðal vatnsborðshæð um 61 m neðan yfirborðs.

FV47 er 130 m austan ganga á Fljótsdalsheiði, rétt þar sem göng Jökulsárveitu sameinast aðrennslisgöngum virkjunarinnar. Dýpi holunnar er 285,65 m. Grunnvatnsstaða er lítillega þekkt fyrir borun ganga og er hún samkvæmt handmælingum 3,5 m undir yfirborði (línurit 39). Síritandi mælingar hefjast í apríl 2005 þegar göngin hafa verið boruð. Fyrri athuganir gefa til að kynna að tvö aðskilin grunnvatnsborð séu í holunni (Landsvirkjun, 2010). Grunnvatnsstaða neðra lagsins nær lágmarki í október 2007 rétt ofan við þak ganganna. Grunnvatnið tekur svo að stíga hratt með fyllingu þeirra þann 18. október 2007. Meðal grunnvatnsstaða neðra lagsins eftir fyllingu ganga er 582,03 m y.s. og að meðaltali um 57 m lægra en fyrir virkjun. Sveifla grunnvatnsins er um 39 m. Handmælingar á hæð efra grunnvatnsborðsins gefa til kynna óbreytt ástand, þ.e. áhrif gangagerðar á hæð þess séu engin.

FVL01 er 870 m norðan ganga á Fljótsdalsheiði. Dýpi holunnar er 60 m. Samkvæmt gögnum hefur grunnvatnsstaðan ekkert breyst vegna borunar ganga og þrýstingur í aðrennslisgöngum hefur ekki áhrif á grunnvatnsstöðuna (línurit 40). Dýpi á grunnvatn í holunni frá árinu 2005 er um 8 m.

FS30 er 875 m norðan ganga á Svartöldu. Dýpi holunnar er 200,10 m. Dýpi á grunnvatn er tæpir tveir metrar en svo virðist sem grunnvatnsstaðan haldist há vegna innrennslis frá yfirborðsvatni í grennd við holuna (línurit 41). Á veturna má sjá þegar jörð frýs og lokast fyrir innrennslíð að grunnvatnsborðið fellur. Vatnsborð í holunni fellur greinilega við gangavinnu en virðist ná aftur fyrir stöðu. Þó virðist sem grunnvatnsstaðan falli meira en áður yfir vetrartímenn.

FS32 er 265 m austan við Svartöldu. Dýpi holunnar er 141,70 m. Svo virðist sem grunnvatnsstaða sé óbreytt frá því fyrir virkjanaframkvæmdir eða á um 1 m dýpi (línurit 42). Borun ganga hefur lítilleg áhrif til lækkunar á grunnvatnsstöðu en eftir fyllingu ganganna virðist sem grunnvatnsstaða nái fyrri stöðu. Eftir gangsetningu virkjunarinnar má sjá að þrýstingsbreytingar í göngunum hafa áhrif á vatnsborð holunnar.

FS37 er 150 m austan ganga á Fljótsdalsheiði. Dýpi holunnar er 138,70 m. Handmælingar fyrir borun ganga gefa til kynna að meðalvatnshæð hafi verið stöðug eða um 1,5 m neðan yfirborðs (línurit 43). Grunnvatnsstaða fellur þann 17. september við borun ganganna og er í um 520 m y.s. í byrjun september þegar vatni er hleypt á göngin. Vatnsborðshæðin eftir gangsetningu virkjunarinnar sveiflast með þrýstingsbreytingu í göngum. Vatnsborðið er að meðaltali um 15 m neðan yfirborðs eftir gangsetningu virkjunarinnar.

FS31 er 260 m norðan ganga á Fljótsdalsheiði. Dýpi holunnar er 244,90 m. Meðalvatnshæð fyrir framkvæmdir er um 2,5 m neðan yfirborðs (línurit 44). Þann 23. júlí 2005 fellur grunnvatnsstaðan vegna gangaborunar en nær sér aftur með fyllingu ganga og sveiflast með þrýstingsbreytingum í göngum. Meðal vatnsborðsstaða eftir tilkomu ganganna er 4,5 m neðan yfirborðs.

FVL02 er 670 m norðan ganga á Fljótsdalsheiði. Dýpi holunnar er 51,00 m. Samkvæmt gögnum virðist sem grunnvatnsstaðan sé óbreytt fyrir og eftir gangsetningu Kárahnjúkavirkjunar og er meðal grunnvatnsstaðan 6,5 m neðan yfirborðs (línurit 45).

FS38 er 110 m norðan ganga á Hólsbjargi, Fljótsdalsheiði. Dýpi holunnar er 183,00 m. Handmælingar í holunni fyrir borun ganga sýna nokkuð stöðuga mynd af grunnvatnsstöðunni (línurit 46). Grunnvatnsstaða er að meðaltali á um 42,5 m dýpi. Grunnvatnsstaða í holunni fellur í kringum 15. desember 2004 vegna gangaborunar og er að meðaltali frá byrjun maí 2005 og fram í

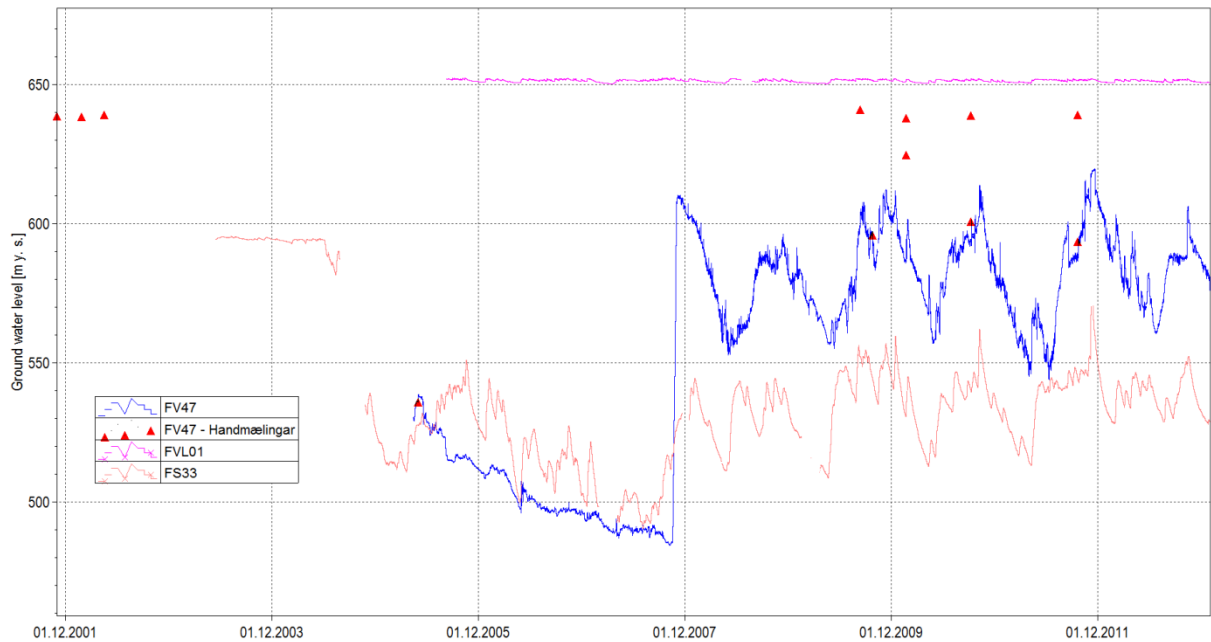
byrjun október 2007 í hæðinni 545 m y.s (52,5 m fall). Grunnvatnsstaðan tekur að stíga hratt þann 19. október samhliða fyllingu ganga og er grunnvatnsstaðan óbreytt frá fyrri tíma.

Tafla 10. Samanburður á grunnvatnstöðu í holum á austanverðri Fljótsdalsheiði fyrir og eftir virkjun.

Hola	Fóðring <i>m y.s.</i>	Fyrir göng <i>Vatnsborð í m y.s. (sveifla vatnsborðs)</i>	Eftir göng <i>Vatnsborð í m y.s. (sveifla vatnsborðs)</i>	Breyting <i>Meðal vatnsborðsbreyting</i>
FS33	597,69	594,45 (2 m)	536,12 (27 m)	-58 m
FV47	642,15	638,74 (óþekkt)	581,68 (41 m) óbreytt	-57 m (neðra vatnsb) óbreytt (efra vatnsb)
FVL01	659,90	651,40 (1-1,5 m)	óbreytt	0
FS30	658,00	656,00 (1,5 m)	óbreytt	0
FS32	601,81	600,24 (3 m)	óbreytt	0
FS37	602,46	600,50 (1 m)	587,07 (23 m)	-13,5
FS31	611,21	607,86 (1 m)	605,67 (4 m)	-2 m
FVL02	615,17	608,71 (2 m)	óbreytt	0
FS38	640,71	597,84 (5 m)	óbreytt	0

5.10.2 Grunnvatnsbreytingar á austanverðri Fljótsdalsheiði

Á gangaleiðinni frá Axará að Langavatni á Fljótsdalsheiði liggja göngin um Sníkilsársyrpuna en berggerð hennar er all breytileg, basaltlög ásamt þykkum setbergslögum (teikning 2, viðauki B). Við Axará mátti greina talsvert fall grunnvatnsstöðu við gangagerðina í holum FV47 og FS33 (mynd 18). Í holu FVL01 sem er um 1000 m norðan við FV47 var ekki unnt að greina nokkrar breytingar á grunnvatnsstöðu við framkvæmdirnar. Líklegast eru tvö grunnvatnskerfi á þessu svæði en hola FVL01 er einungis 60 m djúp og nær ekki niður í sama grunnvatnsgeymi og hinar holurnar. All mörg misgengi komu í ljós við gerð ganganna á þessu svæði (Landsvirkjun 2008a) en þrátt fyrir það reyndist innrennsli í göngin fremur lítið sem styður þá kenningu að um aðskilin grunnvatnsborð sé að ræða.



Mynd 18. Niðurstöður mælinga úr grunnvatnsholum við Axará.

Grunnvatnsstaðan er því óbreytt við yfirborð í holum FVL01 og FV47 en neðar við aðkomugöng 2 virðist grunnvatnsstaðan hafa fallið um 57 m.

Á gangaleiðinni frá Axará að Svartöldu gekk borverkið ágætlega en innrennsli við gangagerðina reyndist lítið á þessum kafla (Landsvirkjun, 2008a). Þó svo greina megi breytingar á sveiflu grunnvatnsstöðunnar er heildarbreyting engin, þ.e. grunnvatn er að meðaltali á 1-2 m dýpi fyrir og eftir framkvæmdir (mynd 19). Á gangaleiðinni frá Langavatni að Eyrarselsá (FS31) reyndist innrennsli einnig vera lítið nema við holu FS37 þar sem göngin skáru misgengi rétt norðan við holuna. Þetta sést á breytingu í grunnvatnsstöðu í holunni en hún fellur tæpa 14 m frá því sem var en grunnvatn var að meðaltali á 1,5 m dýpi fyrir gangagerð (línurit 43).

Á gangaleiðinni frá Eyrarselsá að Hólsufs (FS38) liggja göngin um Þverfellssyrpu (ÞF) og Fossársyrpu (FA), basaltlög með setlögum inn á milli. Innrennsli í göngin á þessum kafla var lítið enda er ekki að sjá neinar breytingar á grunnvatnsstöðu að ráði í holum FS31 og FVL02. Við holu FS38 féll grunnvatnsstaðan talsvert við gangaborunina en borinn fer þá gegnum mikil misgengi rétt sunnan við holuna (Landsvirkjun 2008a). Grunnvatnsstaðan jafnar sig að nýju eftir fyllingu ganga.



Mynd 19. Breytingar á grunnvatnsstöðu frá Axarál að Teigsbjargi.

5.11 Grunnvatn á Teigsbjargi

Miklar rannsóknir voru gerðar á grunnvatnsstöðu á níunda og tíunda áratugnum á Teigsbjargi vegna fyrirhugaðs stöðvarhúss og fallganga virkjunarinnar (Landsvirkjun, 2000). Við þær rannsóknir voru boraðar nokkrar misdjúpar holur og reyndist grunnvatn við upphaf borana vera við yfirborð. Þegar borað var lengra niður í gegnum stemma féll grunnvatnsstaðan í holunum og komu þá í ljós nokkur aðskilin grunnvatnskerfi. Í þessari skýrslu er megináhersla lögð á áhrif mannvirkjagerðar á grunnvatnsstöðu við yfirborð en breytingar á stöðu grunnvatns í neðri grunnvatnsgeymum á Teigsbjargi má sjá á línuritum í viðauka C.

Í tengslum við gangagerð og eftirlit með breytingum á grunnvatnsstöðu á Teigsbjargi hefur grunnvatn verið mælt í 8 holum (kort 10, viðauki A). Holur FV01, FV05, FV06 og FV40 voru boraðar árið 1980, hola FV41 var boruð árið 1999, holur FV46 og FV54 voru boraðar árið 2001 og hola FVL03 var boruð árið 2005. Niðurstöður grunnvatnsmælinga í holunum má sjá í töflu 11.

5.11.1 Grunnvatnsstaða á Teigsbjargi

FV41 er á Teigsbjargi. Dýpi holunnar er 162,67 m y.s. og er einn skynjari í holunni. Upp úr miðjum desember 2004 fellur grunnvatnsstaðan vegna gangagerðar og nær lágmarki kringum 28. október 2007 þegar vatnsborðið hækkar aftur í kjölfar fyllingu ganga (línurit 47). Grunnvatnsstaða hefur hækkað eftir virkjun og er að meðaltali á um 20 m dýpi. Sveiflur vatnsborðsins fylgja þrýstingsbreytingum í göngum.

FV05 er á Teigsbjargi og er dýpi holunnar 193,30 m. Einn skynjari er í holunni. Grunnvatnsstaða er að meðaltali á um 93,5 m dýpi. Við gangagerð fellur vatnshæðin og nær lágmarki í 470 m y.s í byrjun ágúst 2008 en tekur þá að stíga hratt með fyllingu ganga (línurit 48). Svo virðist sem grunnvatnsstaðan nái jafnvægi á árinu 2009 og er hún eftir gangsetningu virkjunarinnar að meðaltali á 41 m dýpi. Sveifla grunnvatnsstöðunnar er 34 m og fylgir hún náið þrýstingsbreytingum í göngum.

FVL03 er á Teigsbjargi og er dýpi holunnar 42 m. Einn skynjari er í holunni. Grunnvatnsstaða er lítt þekkt fyrir borun ganga en síritandi skráning á vatnshæð hófst í lok árs 2006. Sé tekið mið af holum í grenndinni er ekki að sjá að grunnvatnsstaða hafi fallið vegna boranna og að grunnvatnið í holunni hafi árstíðabundna sveiflu sem er óháð þrýstingsbreytingum í göngum (línurit 49). Meðal grunnvatnsstaðan er 584,69 m y.s. eða um 6 m neðan yfirborðs. Sveifla vatnsborðs er að jafnað lítil eða 2,5 m.

FV54 er á Teigsbjargi á Fljótsdalsheiði. Dýpi holunnar er 150,60 m og er einn skynjari í holunni. Ekki er að sjá að grunnvatnsstaða hafi breyst við borun ganganna og er hún mjög stöðug fram að fyllingu ganga (línurit 50). Meðal grunnvatnsstaða fram að þeim tíma er á 20,5 m dýpi. og vatnshæðarsveiflan um 1 m. Eftir fyllingu ganganna nær grunnvatnsstaðan í holunni nýju jafnvægi og er meðal grunnvatnsstaða 4 m undir yfirborði. Sveifla grunnvatnsstöðunnar er að meðaltali 4,5 m og fylgir þrýstingsbreytingum í göngum.

FV40 er á Teigsbjargi og er dýpi holunnar 513 m. Þrjár skynjarar eru í holunni og steypt á milli (línurit 51). Svo virðist sem grunnvatnsstaðan í efsta grunnvatnsborðinu hafi verið nokkuð stöðug eftir fallið við borun holunnar en samkvæmt mælingum hefur hún lítið sem ekkert breyst við framkvæmdirnar á Teigsbjargi. Meðal grunnvatnsstaða efsta grunnvatnsborðsins er 586,48 m y.s. eða 19 m undir yfirborði og er sveifla grunnvatnsstöðunnar um 4 m, óháð þrýstingsbreytingum í göngum.

FV01 er á Teigsbjargi og er dýpi holunnar 639 m. Þrír skynjarar eru í holunni og steyppt á milli (línurit 52). Mælingar efsta skynjarans eru óáreiðanlegar en handmælingar gefa til kynna að grunnvatnsstaðan sé um 23 m ofar en skynjarinn sýnir eða um 37,5 m neðan yfirborðs.

FV06 er á Teigsbjargi og er dýpi holunnar 492 m. Tveir skynjarar eru í holunni og steyppt á milli. Efra grunnvatnsborðið virðist stöðugt fram að fyllingu ganga á um 81 m dýpi neðan yfirborðs (línurit 53). Eitthvað verður þess valdandi að grunnvatnsstaðan rýkur upp eftir 6. febrúar 2009 og nær stöðugu ástandi rétt neðan yfirborðs. Sveifla grunnvatnsstöðunnar er um 1 m og óháð þrýstingsbreytingum í göngum.

FV46 er á Teigsbjargi og er dýpi holunnar 606,60 m. Þrír skynjarar eru í holunni og steyppt á milli. Grunnvatnsstaða efsta grunnvatnsborðsins fram að fyllingu ganga er að meðaltali á um 86 m dýpi og sveifla þess um 10 m (línurit 54). Eftir fyllingu ganga hækkar grunnvatnsstaðan og er að meðaltali á um 65 m dýpi. Sveifla grunnvatnsstöðunnar er áfram um 10 m.

Tafla 11. Samanburður á grunnvatnstöðu í holum á Teigsbjargi fyrir og eftir virkjun.

Hola	Fóðring <i>m y.s.</i>	Fyrir Háslón <i>Vatnsborð í m y.s. (sveifla vatnsborðs)</i>	Eftir Háslón <i>Vatnsborð í m y.s. (sveifla vatnsborðs)</i>	Breyting <i>Meðal vatnsborðsbreyting</i>
FV41	604,11	561,77 (1 m)	583,74 (3 m)	+22 m
FV05	607,38	513,66 (9,0 m)	566,09 (34 m)	+52,5 m
FVL03	590,64	584,69 (2,5 m)	óbreytt	0
FV54	561,76	541,25 (1 m)	557,73 (4,5 m)	+16,5 m
FV40	605,42	586,48 (4 m)	óbreytt	0
FV01	572,54	óþekkt	535,30 (óþekkt)	óþekkt
FV06	497,36	416,02 (6 m)	496,58 (1 m)	+80,5 m
FV46	511,50	425,09 (10 m)	446,14 (10 m)	+21 m

5.11.2 Grunnvatnsbreytingar á Teigsbjargi

Á Teigsbjargi liggja göngin um Farvegabasalítið (FA) og Teigsbjargssyrpuna (TB) (teikning 1, viðauki B). Samkvæmt mælingum hefur grunnvatnsstaða almennt hækkað í þeim holum sem mældar hafa verið fyrir og eftir virkjanaframkvæmdir nema í holu FVL03 sem er óbreytt. Dýpi hennar er talsvert minna en í hinum holunum eða 42 m. Eins og fyrr segir sýndu fyrri rannsóknir fram á aðskilin grunnvatnskerfi á Teigsbjargi og ná hinar holurnar niður í þessi djúpu kerfi. Við borun holanna féll grunnvatnsstaðan frá því að vera við yfirborð og niður í neðri grunnvatnsgeyma. Þrátt fyrir að steyppt hafi verið milli grunnvatnskerfanna hefur grunnvatnsstaðan í þessum holum ekki náð fyrri stöðu í efsta laginu nema í holu FV06. Breytingar sem verða á grunnvatnsstöðu eftir fyllingu ganga eiga sér stað að mestu leyti í neðri grunnvatnskerfum og hafa þannig ekki áhrif á efsta grunnvatnsslagið sem samkvæmt mælingum í holu FVL03 er óbreytt.

Samantekt

Á kortum 2-10 í viðauka A má sjá þær breytingar sem átt hafa sér stað á grunnvatnsstöðu í nágrenni Háslóns og aðrennslisganga eftir að lónið fylltist fyrsta sinni haustið 2007 og vatni var veitt um aðrennslisgöngin.

Samkvæmt mælingum hefur grunnvatnsstaða vestan Háslóns við Sauðafellsöldu og frá Vesturdal að Sauðárdalsstíflu lítið sem ekkert breyst nema í allra næsta nágrenni lónsins. Grunnvatnsstaða á svæðinu er almennt hærri en hæsta staða lónsins og stjórnast breytingar í grunnvatnsstöðu af veðurfari. Þar sem grunnvatnsstaða við bakkana er lægri en sveiflur í vatnsborði lónsins virðist sem áhrifa gæti á grunnvatnsstöðu.

Við austanvert lónið virðist grunnvatnsstaða hafa hækkað á afmörkuðu svæði, þ.e. á melunum í grennd við Háslöldu austan við lónstæði Desjarárstíflu. Mælingar gefa til kynna hækkun upp á 6-14 m en þrátt fyrir það er dýpi á grunnvatn enn talsvert eða 16-19 m. Holurnar eru staðsettar í lekri móbergsmýndun og virðist sem Háslón haldi upp hærri grunnvatnsstöðu eftir tilkomu þess. Sunnar á Vesturöræfum tekur við viðamikil basaltmýndun og er grunnvatn þar líkt og áður almennt við yfirborð.

Mestu breytingar á grunnvatnsstöðu í nágrenni Háslóns hafa átt sér stað í Lambafellstagli vestan við stíflustæði Kárahnjúkastíflu. Bergið hefur háa eða mjög háa lekt en við rannsóknir á berggrunninum fundust þar misgengi sem hreyfst hafa á nútíma. Rannsóknarholur voru nýttar til mælinga á grunnvatnsstöðu. Mælingar gefa til kynna að grunnvatnsstaða hafi hækkað að meðaltali frá 13 til 97 m, mest í holum næst lóninu. Áhrifasvæði lónsins á grunnvatnið í Lambafellstagli virðist ná um 1000 m frá bökkum þess og fylgir vatnsborðssveiflan í holunum breytingum í vatnsborðshæð lónsins. Í Fremri Kárahnjúk hefur grunnvatnsstaðan hækkað um 40 m en bergið er jarðfræðilega ungt og lekt þess há. Þrátt fyrir hækkun grunnvatns vestan og austan við stíflustæði Kárahnjúkastíflu virðist sem leki sé sáralítill eða um 300 l/s. Líkanreikningar höfðu gert ráð fyrir leka upp á 200 l/s (Landsvirkjun, 2007).

Litlar breytingar hafa orðið á grunnvatnsstöðu neðan Sauðárdalsstíflu en greina má samkvæmt mælingum hækkun sem nemur 0,5-1,0 m. Grunnvatn fyrir virkjun var að meðaltali á 2 m dýpi en eftir virkjun liggur það nær yfirborði og rennur á stundum upp úr holum neðarlega í dalnum. Líklegast má rekja hækkun á grunnvatnsstöðu til leka undir stífluna en þykk malarfylla frá lokum ísaldar þekur dalinn.

Neðan Desjarárstíflu hefur grunnvatnsstaða hækkað nokkuð og þá einna mest næst stíflunni eða um 10 m. Neðar í dalnum hefur hún hækkað um 5 m. Fyrir virkjun lá grunnvatnsstaðan að meðaltali á 10 m dýpi næst stíflunni en liggur núna nærri yfirborði og rennur á stundum upp úr holu næst stíflunni. Neðar í dalnum liggur grunnvatn að meðaltali á um 1 m dýpi eftir virkjanaframkvæmdir. Mælingar á rennsli í Desjarárdal gefa til kynna að leki um stífluna geti verið allt að 500 l/s.

Sökum hárrar lektar í Kárahnjúkamóberginu féll grunnvatnsstaða mikið við gangagerðina í Fremri Kárahnjúk en eftir fyllingu Háslóns er það að meðaltali um 40 m hærra en fyrir gerð ganga. Frá Desjarárdragi og um ásinn að Búrfellsdragi féll grunnvatnsstaða einnig mikið en eftir fyllingu Háslóns og aðrennslisganga hefur grunnvatnsstaðan hækkað um ásinn sem nemur 21 m. Dýpi á grunnvatn fyrir gangagerð var um 37 m. Innrennsli í göngin var mikið á gangaleiðinni um Búrfellstagl en lekt bergsins á fyrri hluta leiðarinnar er há. Grunnvatnsstaða fellur í samræmi við þessa miklu lekt eða um 26 m. Dýpi á grunnvatn fyrir göng var 43 m. Áhrif gangagerðar má greina 800 m sunnan ganganna við Búrfellstagl.

Í Glúmsstaðadal hefur grunnvatnsstaða hækkað lítillega frá því sem var fyrir gangagerð eða um 2 m og rennur vatn úr mæliholu. Lindarrennsli við Glúmsstaðasel hefur ekki breyst frá því fyrir gangagerð en einhver smávægilegur leki rennur í Glúmsstaðaselsá og gefur ánni lit. Um Tungu

hefur grunnvatnsstaðan lækkað ofan ganga sem nemur 27 m, svipað og í Búrfellstagli. Dýpi á grunnvatn fyrir gangagerð var 36 m. Ekki er unnt að greina áhrif gangagerðar um 800 m sunnan við göngin. Í Þuríðarstaðadal hefur grunnvatnsstaða hækkað sem nemur 8 m og vellur úr holu við lónhæð 610 m y.s. og ofar. Lindarrennsli í Þuríðarstaðadal er mjög lítið og stöðugt. Leki úr göngum í Þuríðarstaðadal hefur mælst tæpir 20 l/s.

Á vestanverðri Fljótsdalsheiði frá Þuríðarstaðadal að Axará hækkar hin almenna grunnvatnsstaða vegna breyttra bergmyndana en þar taka við þéttar basaltsyrpur. Þrátt fyrir talsvert innrennsli við gangagerð og fall grunnvatns samhliða henni hefur grunnvatnsstaða almennt haldist óbreytt eða þá lækkað lítillega, þá einna helst við Hölkná en þar virðist sem gangagerðin valdi lækkun upp á rúma 10 m. Grunnvatn fyrir gangagerð var að meðaltali á 1,5-3 m dýpi. Greina má áhrif gangagerðarinnar í um 1 km fjarlægð sunnan við göngin.

Á gangaleið Jökulsárveitu hefur grunnvatnsstaða samkvæmt mælingum haldist óbreytt við Hafursárufs en þar er grunnvatn rétt við yfirborð. Norðan við Laugarfell hefur grunnvatnsstaðan fallið um 10 m en þar var grunnvatn fyrir gangagerð á 14 m dýpi. Mesta breytingin er við holu FV57 en þar hefur vatnsborð holunnar fallið um 30 m. Grunnvatn fyrir gangagerð var að meðaltali á um 2 m dýpi.

Á austanverðri Fljótsdalsheiðinni, frá Axará þar sem Jökulsárveita sameinast aðrennslisgöngum Kárahnjúkavirkjunar, og að Teigsbjargi virðist sem áhrif gangaboranna á grunnvatnsstöðu í efri jarðlögum séu lítil sem engin þó svo greina megja þrýstingsáhrif ganganna á grunnvatnið. Grunnvatnsstaða er þar að meðaltali á 1-2 m dýpi og var innrennsli í þessum gangahluta lítið. Þó virðist sem grunnvatnsstaða í grennd við holu FS37 hafi fallið um tæpa 14 m en að öðru leyti sé hún óbreytt.

Við Teigsbjarg hafa virkjanaframkvæmdir almennt orðið til þess að grunnvatnsstaða hefur hækkað í neðri grunnvatnsgeymum en í efstu jarðlögum hafa framkvæmdirnar haft lítil áhrif. Fyrri rannsóknir á grunnvatnsstöðu á Teigsbjargi gáfu til kynna að nokkur aðskilin grunnvatnsborð væri þar að finna (Landsvirkjun, 2000). Efsta grunnvatnsborðið virðist ekki verða fyrir áhrifum af gangagerð. Stjórnast hæð þess af úrkomu og má þar sjá árstíðabundnar sveiflur.

Almennt má segja að fram hefur komið flest það sem fyrir var spáð varðandi breytingar á grunnvatnsstöðu í nágrenni Háslóns og við aðrennslisgöng virkjunarinnar. Greina má hækkan á grunnvatnsstöðu í allra næsta nágrenni lónsins vestan og austan megin og þá einna helst í grennd við aðal stíflustæðið. Leki um jarðlög við Kárahnjúkastíflu er svipaður niðurstöðum úr reiknilíkani og líklega er leki svipaður um Sauðárdalsstíflu og fram kemur í líkaninu (Landsvirkjun, 2007).

Ekki var gert ráð fyrir leka um Desjarástíflu en mælingar á rennsli neðan stíflunnar gefa til kynna að svo sé. Eins hefur leka orðið vart úr göngum í Glúmsstaðadal.

Frá inntaki aðrennslisganga að Hölkná er dýpi á grunnvatn almennt nokkuð á ásum og hæðum en í dalverpum og drögum er grunnvatn oftast við yfirborð. Líkt og spáð var fyrir hafa orðið staðbundnar lækkanir á grunnvatnsstöðu þar sem grunnvatnsstaða var há en grunnvatnsstaða svipuð þar sem hún var lág. Á þessum hluta gangaleiðarinnar er bergið lekt ásamt því að þar er að finna fjölda vatnsleiðandi misgengja og bergganga og því var grunnvatnsstaða á ásum og hæðum nokkuð fyrir neðan yfirborð. Jarðvegur ber þess merki, fokjarðvegur algengur en gróðursælla í lægðum þar sem grunnvatn er nær yfirborði.

Á Fljótsdalsheiði er berggerðin önnur en þar eru þéttar basaltsyrpur ríkjandi og er grunnvatnsborð frekar stöðugt og nálægt yfirborði. Vegna þéttleika bergsins og vegna aðskildra grunnvatnsflata er efsta grunnvatnsborðið óháð þeim neðri og að mestu óbreytt frá því fyrir virkjanaframkvæmdir.

Heimildaskrá

Ágúst Guðmundsson, Winkler G., Haraldur Hallsteinsson and Pálmi R. Pálmason. Kárahnúkar Hydro Project. Geology of the Fljótsdalur –Jökuldalur area east Iceland. Jarðfræðistofa ÁGVST, Geological report JFS-2-1999, prepared for Landsvirkjun.

Ágúst Guðmundsson, 2001. Kárahnjúkavirkjun. Yfirlit yfir almenna jarðfræði og mannvirkjarjarðfræði. Jarðfræðistofan. 16 bls. og kort.

Ágúst Guðmundsson, 2008. Óútgefin jarðlagasnið af aðrennslisgöngum Kárahnjúkavirkjunar, unnin 2008. Unnið fyrir Landsvirkjun.

Árni Hjartarson, 2007. Vatnajarðfræðileg þversnið á ofanverðu vatnasviði Jöklu. Unnið fyrir Landsvirkjun. ÍSOR-07065. 14. bls.

Kaelin J. Joseph, Ólafsson I. Sveinn, Leifsson S. Þorbergur, 2009. Filling and pressurizing of the headrace tunnel for the Kárahnjúkar HEP in Iceland. Kynnt á International hydro power conference í Lyon, Frakklandi, október 2009.

Landsvirkjun, 2000. Grunnvatnsmælingar við Kárahnúka. Skýrsla um grunnvatnsmælingar Landsvirkjunar vegna Kárahnjúkavirkjunar árin 1998 til 2000. Landsvirkjun, 2000. 34 bls., töflur, kort og línurit.

Landsvirkjun, 2001. Kárahnjúkavirkjun allt að 750 MW. Fyrri áfangi allt að 625 MW. Síðari áfangi allt að 125 MW. Mat á umhverfisáhrifum. Landsvirkjun, LV-2001/002. 168 bls.

Landsvirkjun, 2005. Inspection of faults at Kárahnjúkar carried out in July and August 2005. Landsvirkjun, LV-2005/071. 15 bls., ljósmyndir og kort.

Landsvirkjun, 2006a. Groundwater monitoring on dam sites at Kárahnjúkar and along the Headrace Tunnel 1998 to 2005. Landsvirkjun, LV-2006/095. 72 bls., töflur, kort og línurit.

Landsvirkjun, 2006b. Rennslismælingar í laugum og volgrum norðan Háslóns 27.-29. júlí 2006. Landsvirkjun, LV-2006/097. 17 bls.

Landsvirkjun, 2007. Háslón. Natural state groundwater model for Háslón reservoir. Landsvirkjun, LV-2007/092. 41 bls.

Landsvirkjun, 2008a. KAR-14 Headrace tunnel : as built geological mapping and profiles : 14-C-1.91.501 / KEJV ; VIJV ; Landsvirkjun.

Landsvirkjun, 2008b. KAR-21 Jökulsá tunnel : as built geological mapping and profiles : 14-C-7.91.501 / KEJV ; VIJV ; Landsvirkjun.

Landsvirkjun, 2009. Orkubrunnur á Austurlandi. Svipmyndir úr sögu Kárahnjúkavirkjunar. Landsvirkjun, LV-2009/084. 138 bls.

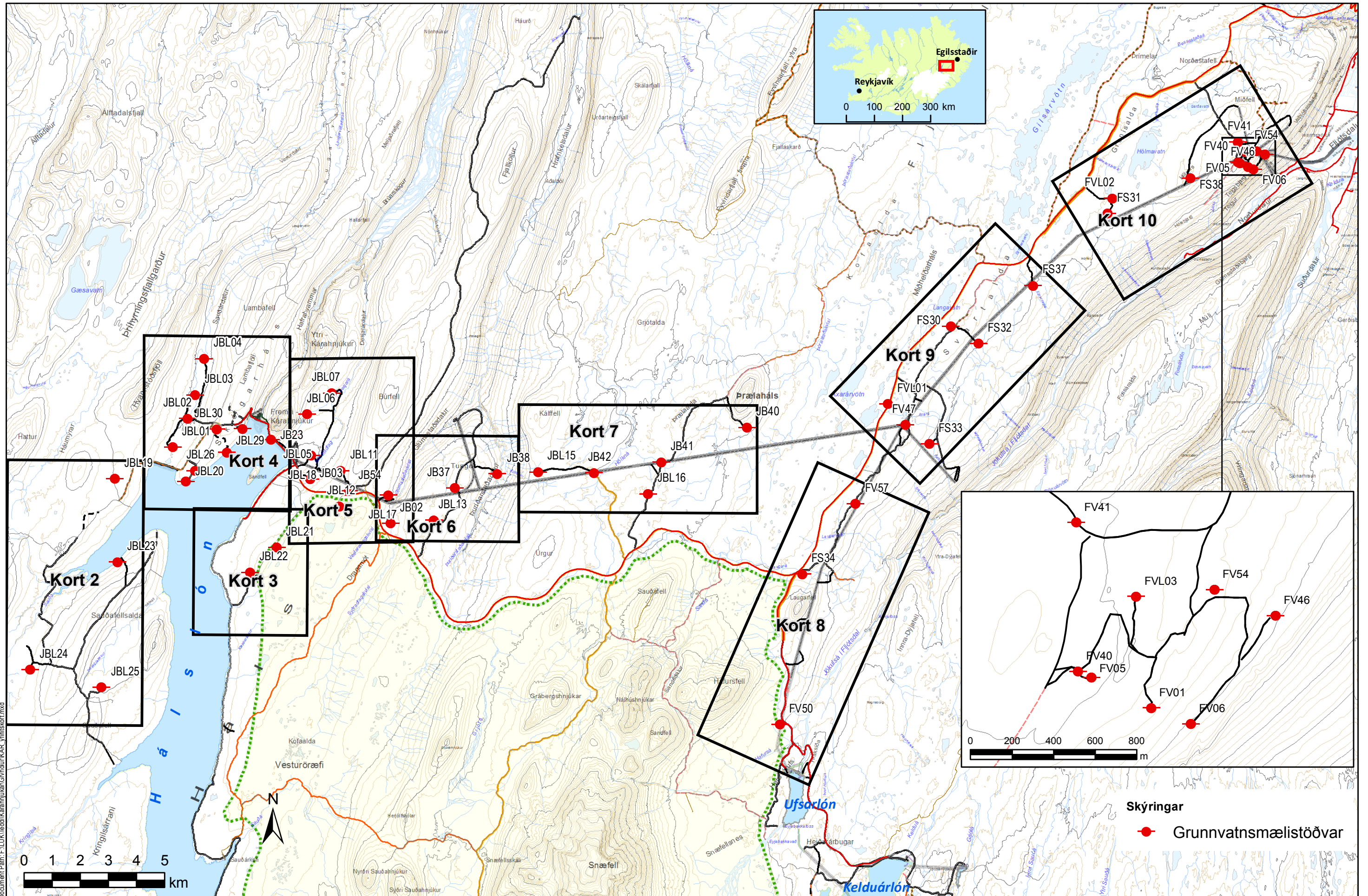
Pálmi Ragnar Pálmason, 2006. Kárahnjúkavirkjun – Desjarárstífla. Aðsend grein í Morgunblaðið, 5. september 2006.

VST, 2001. Kárahnjúkavirkjun. Áhrif á vatnafar. Reykjavík, Unnið fyrir Landsvirkjun. LV-2001/004. 74 bls. og viðaukaskýrsla.

Viðauki A

Kort

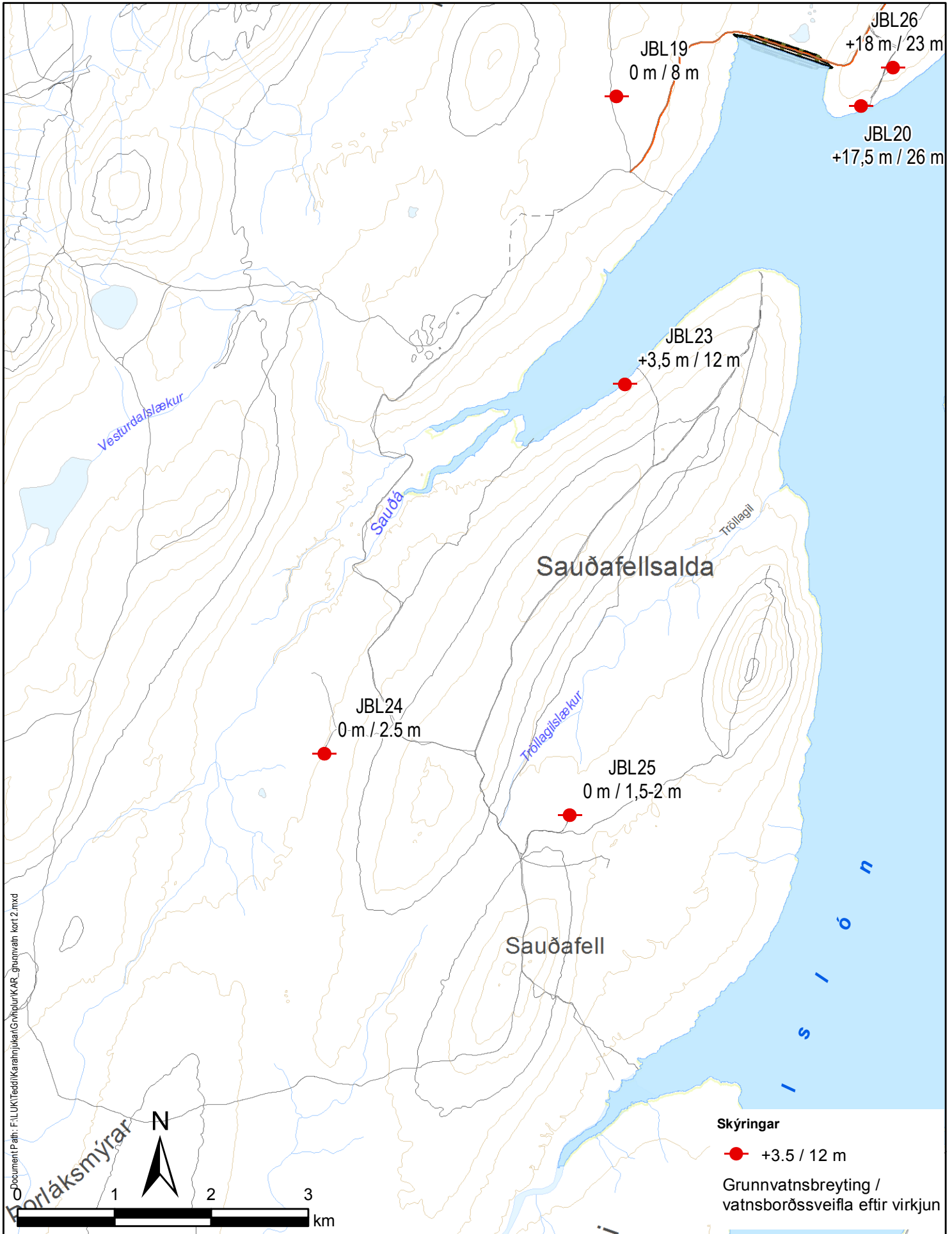
Grunnvatnsmælistöðvar við Kárahnjúka



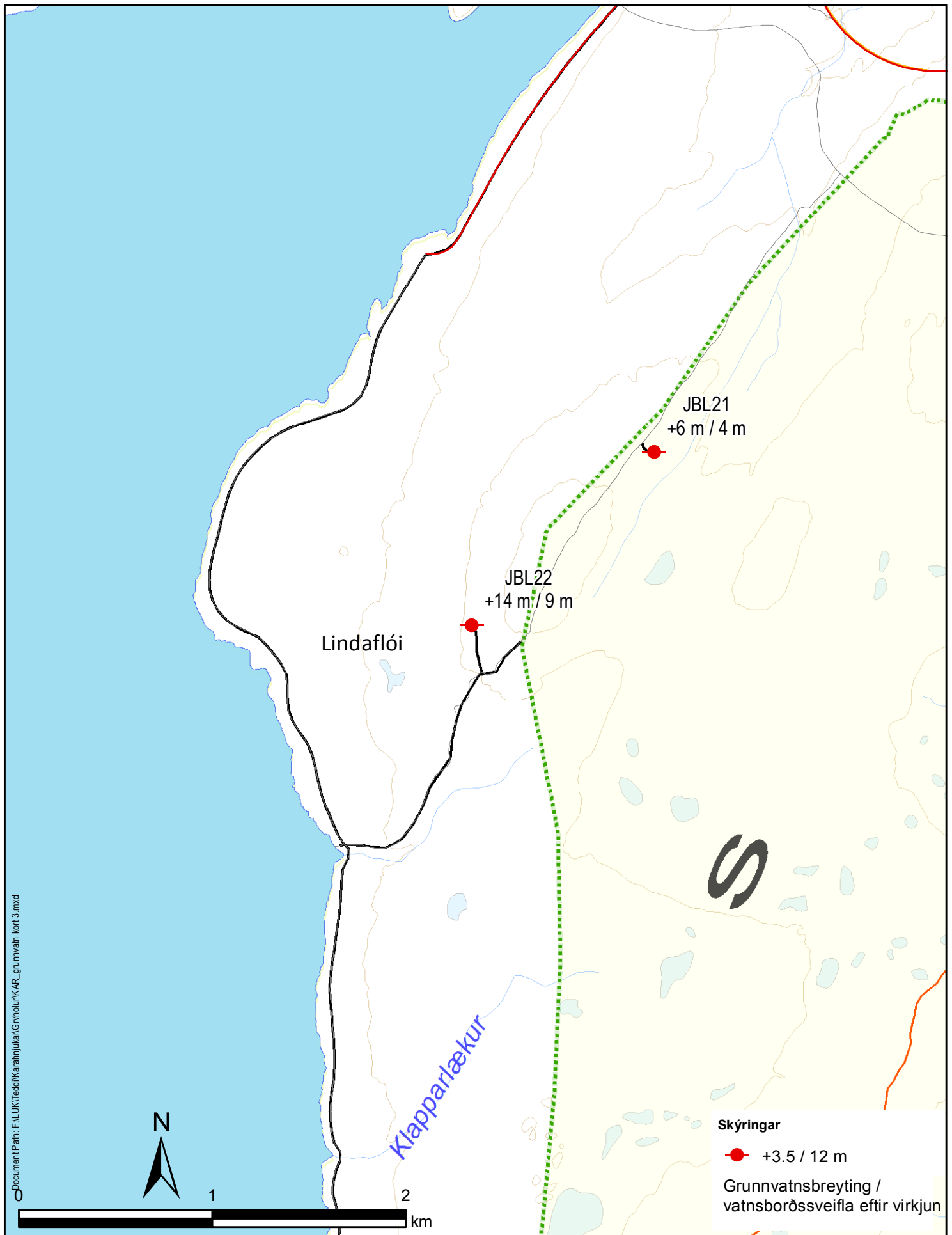
Document Path: F:\LUK\Tiedit\Kara\hju\kav\Grunnvatnsm\KAR_vifirlitskort.mxd

Grunnkortagögn Landmælinga Íslands IS50V
Vega- og mannvirkjagögn LV

Grunnvatnsmælistöðvar við Kárahnjúka

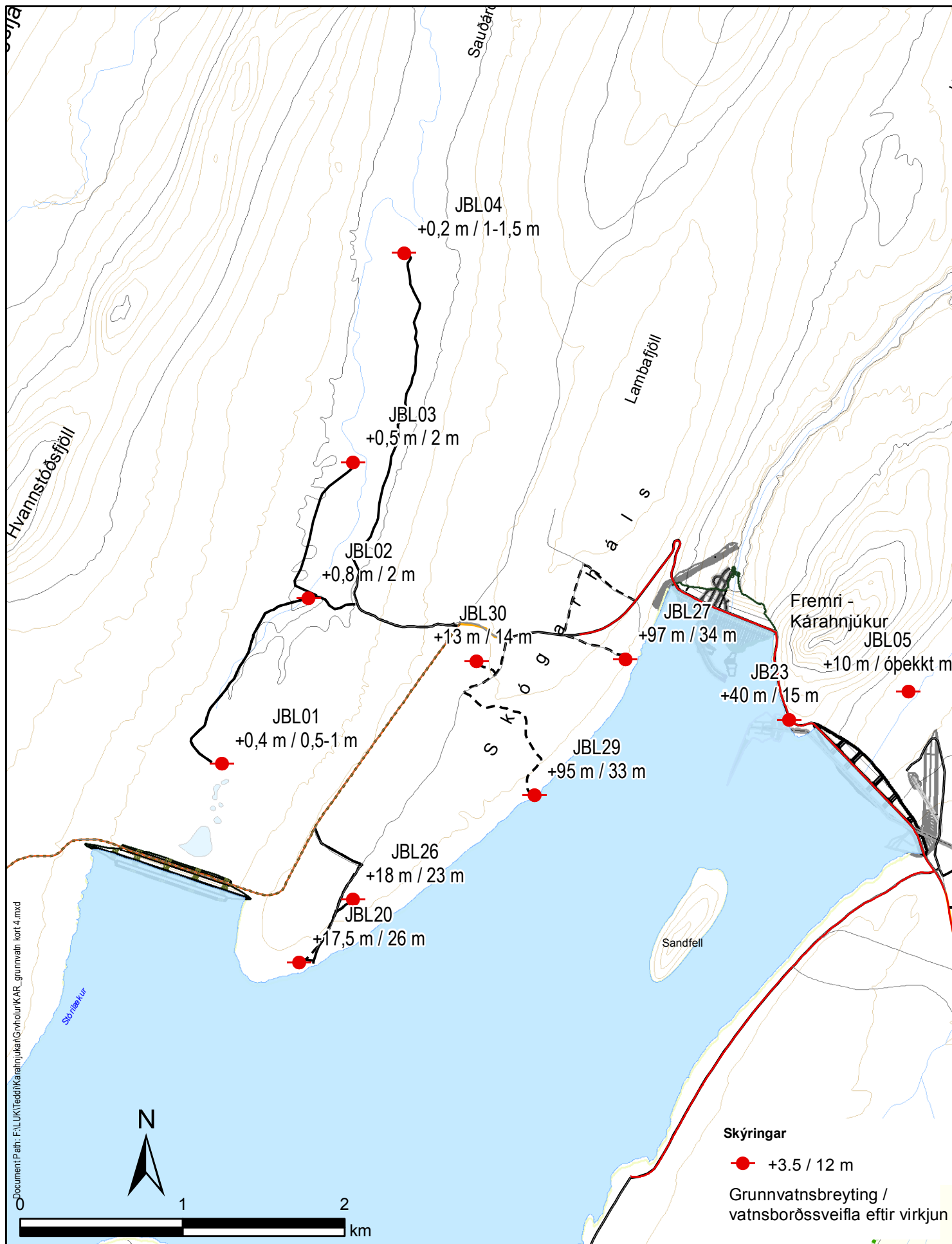


Grunnvatnsmælistöðvar við Kárahnjúka

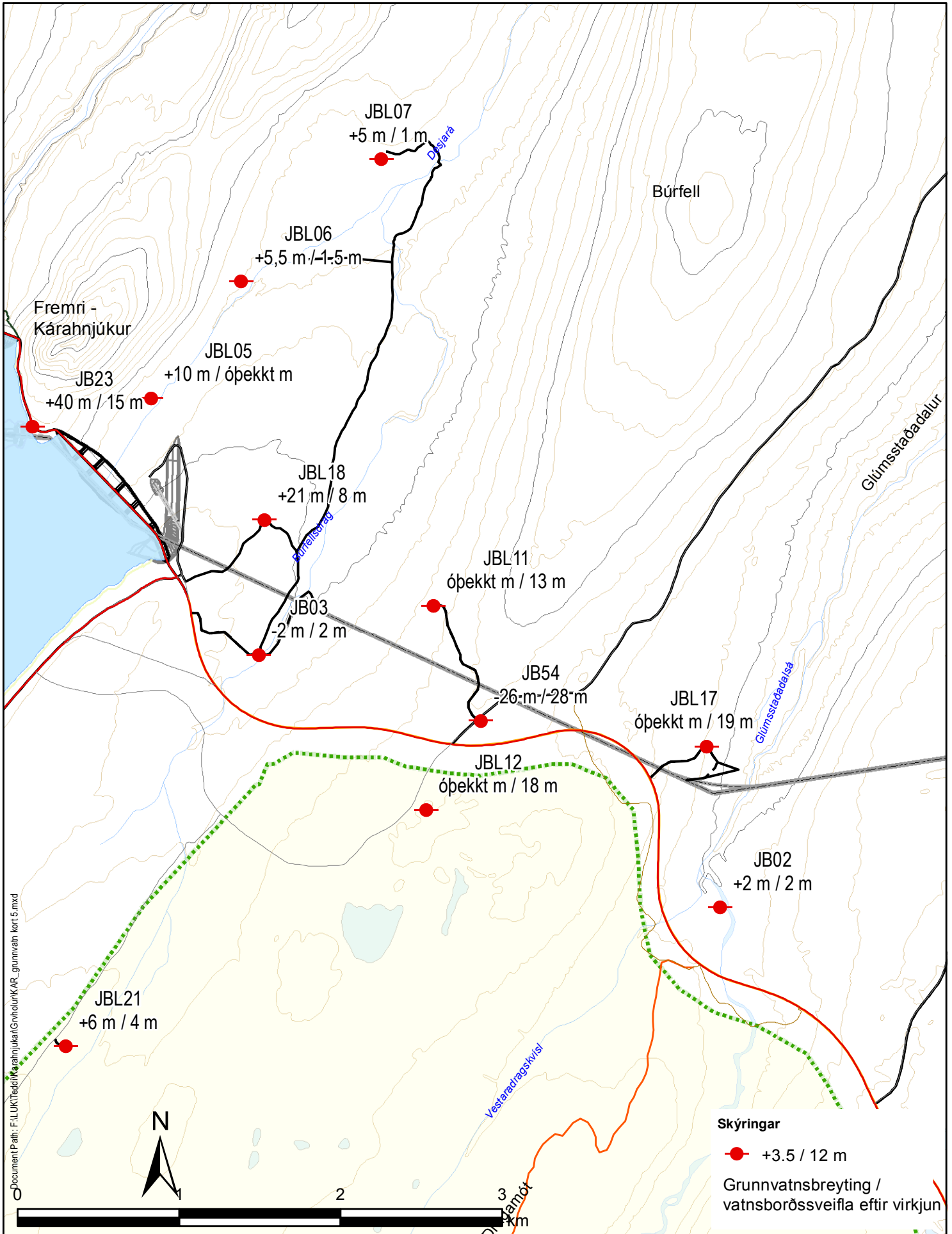


DocumentPath: F:\LUKT\Teddil\Kárahnjúka\Grunnvatn\KAR_grunnvatn_kort3.mxd

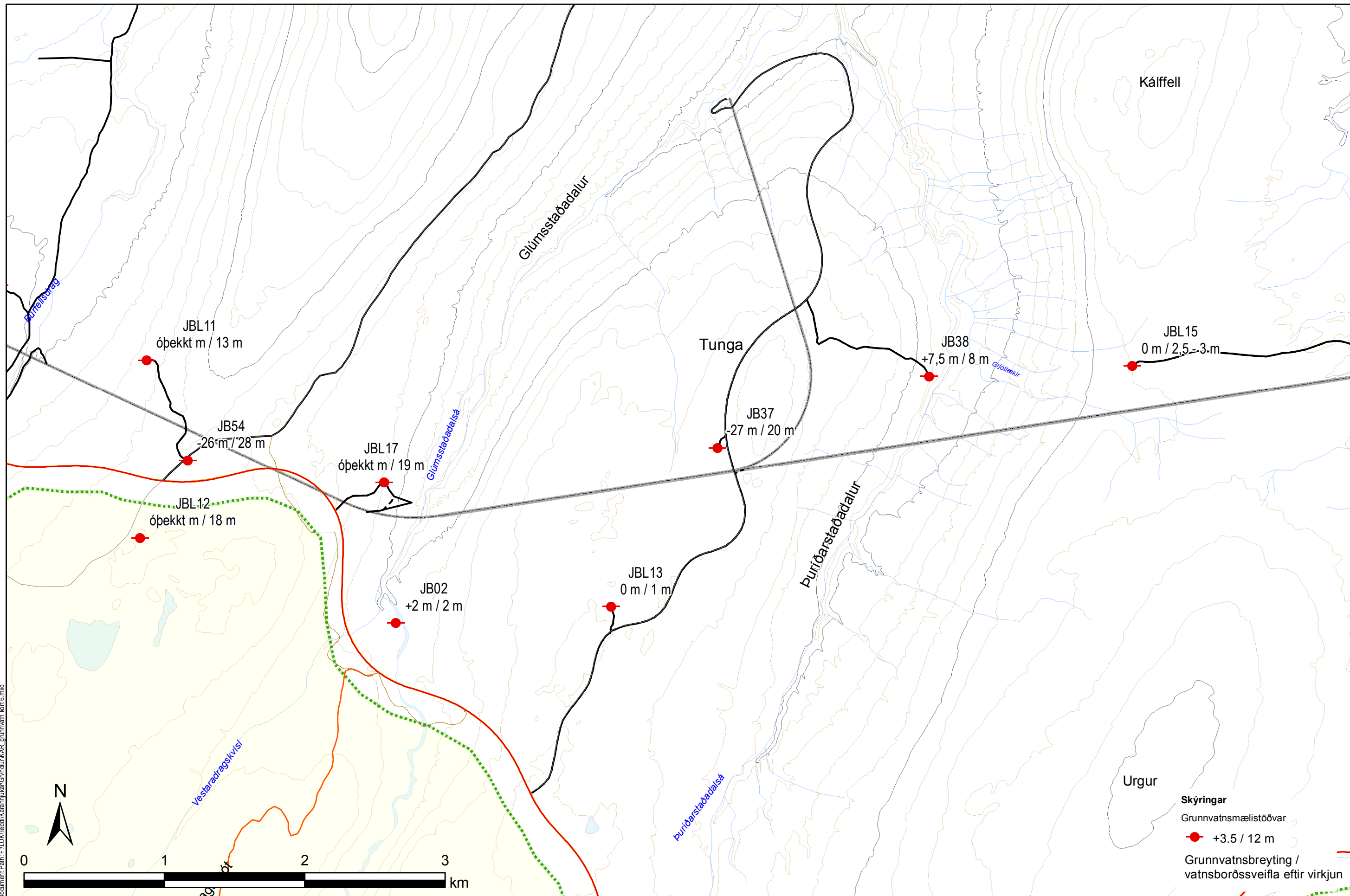
Grunnvatnsmælistöðvar við Kárahnjúka



Grunnvatnsmælistöðvar við Kárahnjúka



Grunnvatnsmælistöðvar við Kárahnjúka



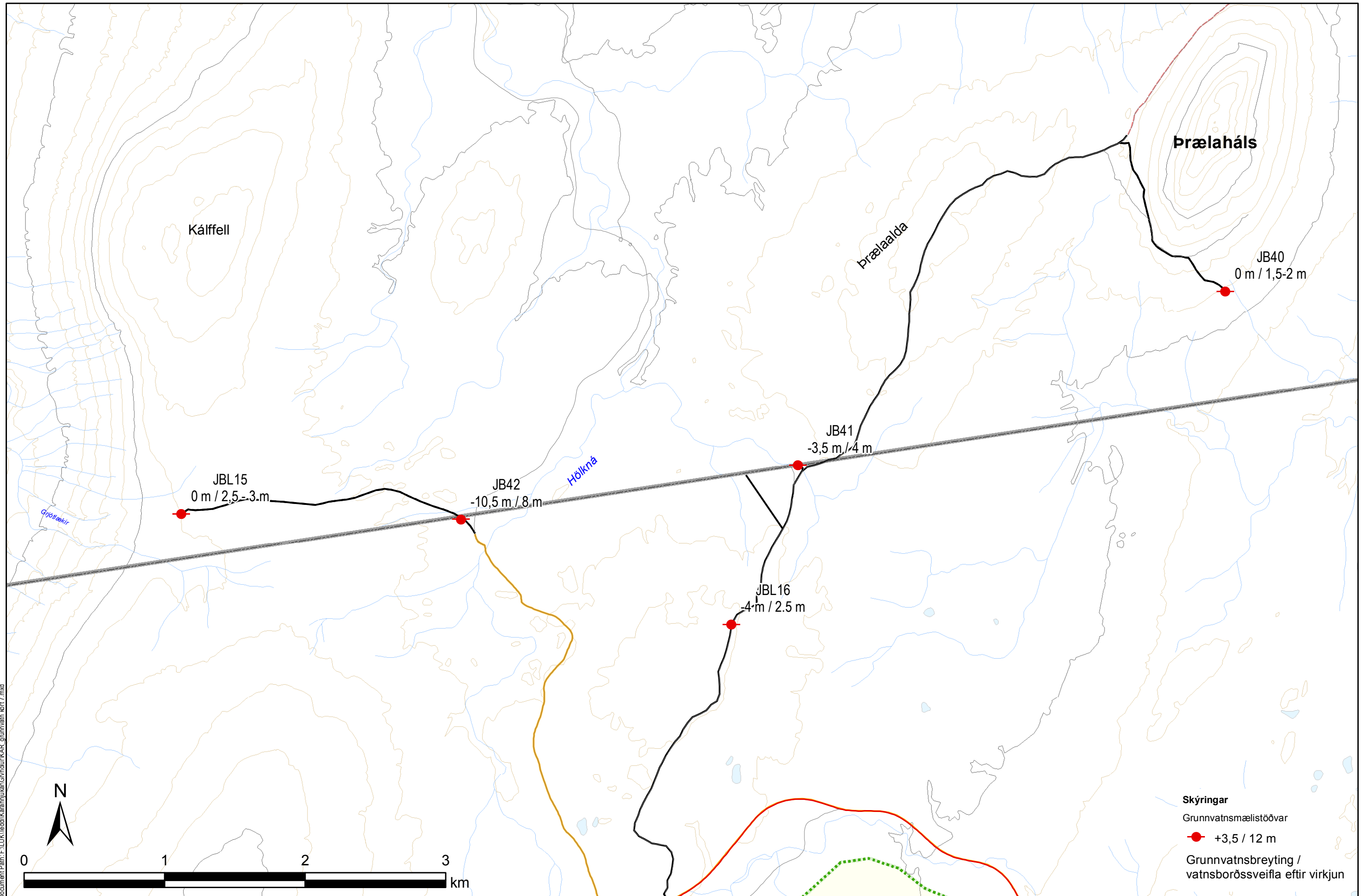
Document Path: F:\LUK\Teiddi\Karaahnjúka\Grunnvatn\KAR_grunnvatn_kort 6.mxd

Grunnkortagögn Landmælinga Íslands IS50V
Vega- og mannvirkjagögn LV

Skýringar
 Grunnvatnsmælistöðvar
 ● +3.5 / 12 m
 Grunnvatnsbreyting /
 vatnsborðsveifla eftir virkjun

Kort 6 - Tungu

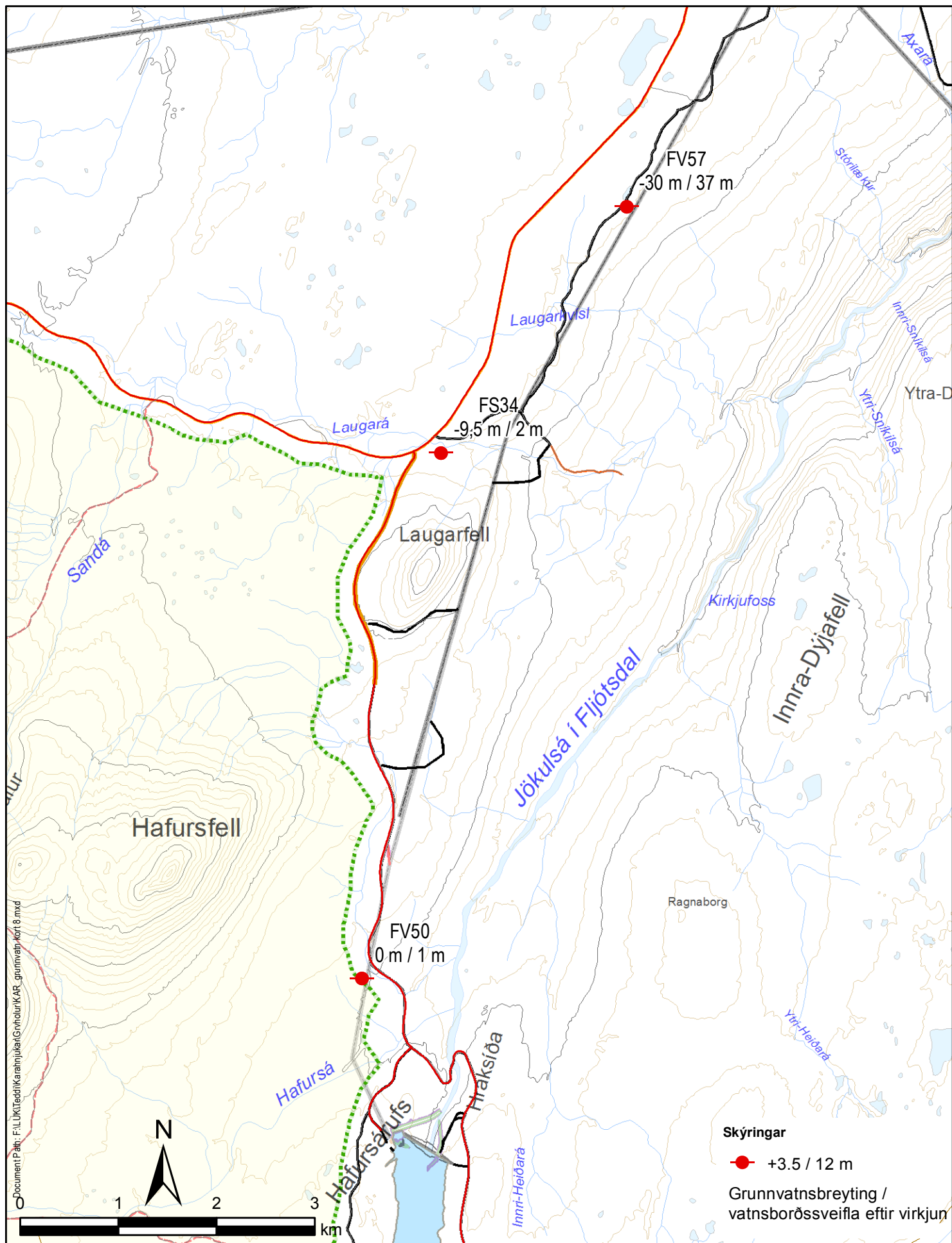
Grunnvatnsmælistöðvar við Kárahnjúka



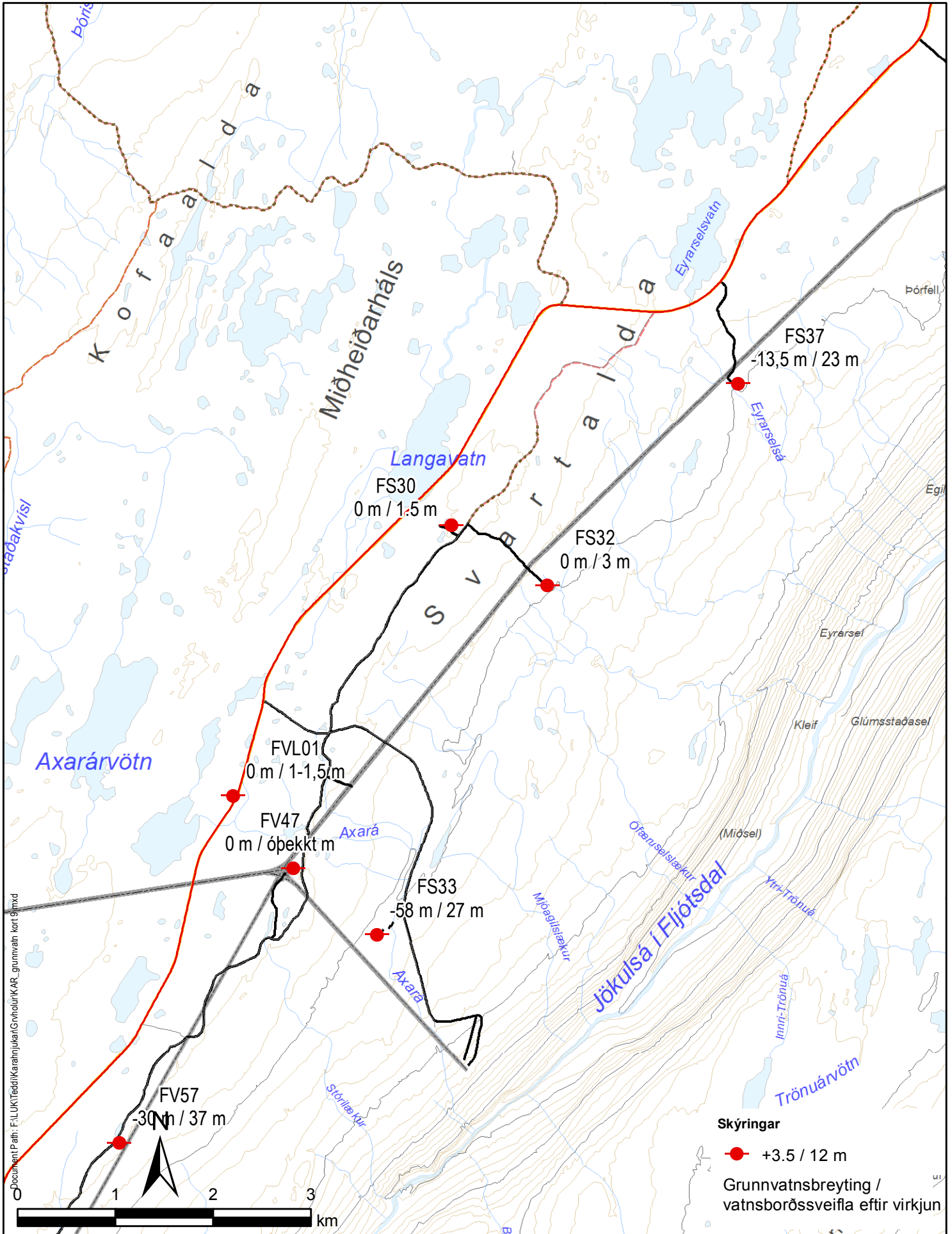
Document Path: F:\LUK\Tæðil\Kárahnjúka\Grunnvatn\Kort 7.mxd

Grunnkortagögn Landmælinga Íslands IS50V
Vega- og mannvirkjagögn LV

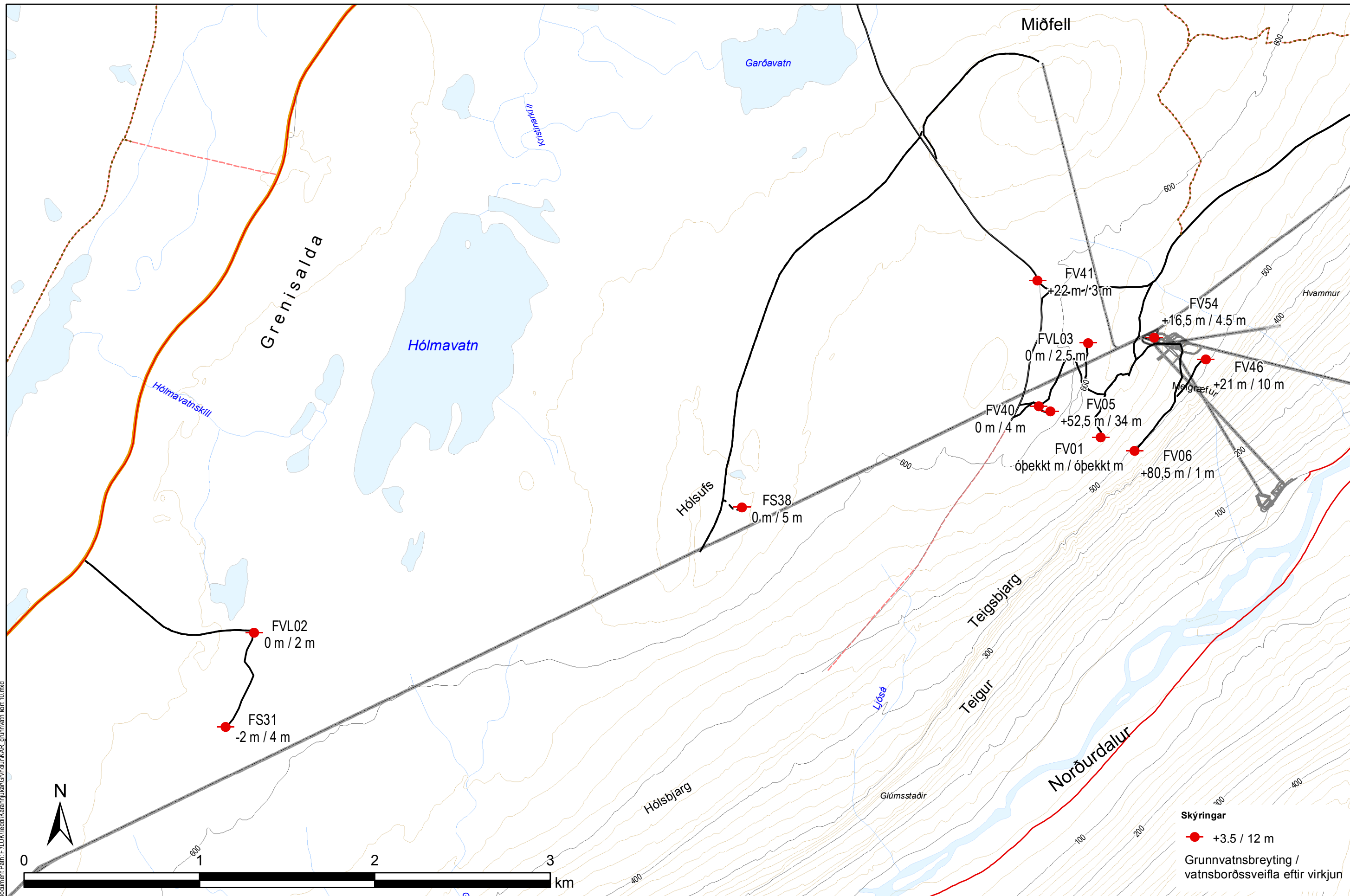
Grunnvatnsmælistöðvar við Kárahnjúka



Grunnvatnsmælistöðvar við Kárahnjúka



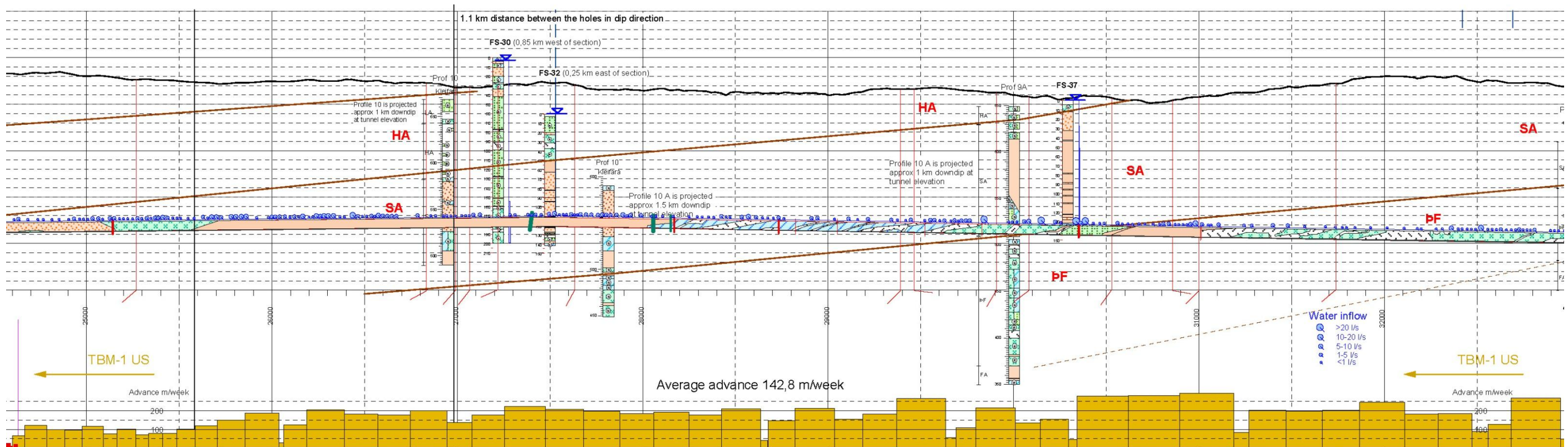
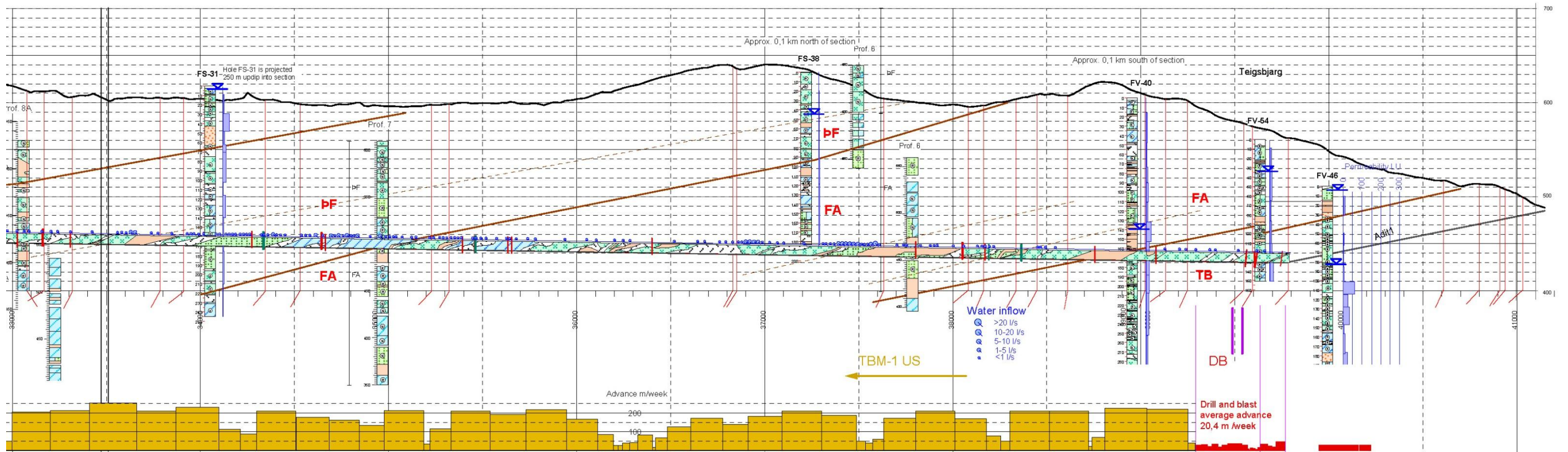
Grunnvatnsmælistöðvar við Kárahnjúka

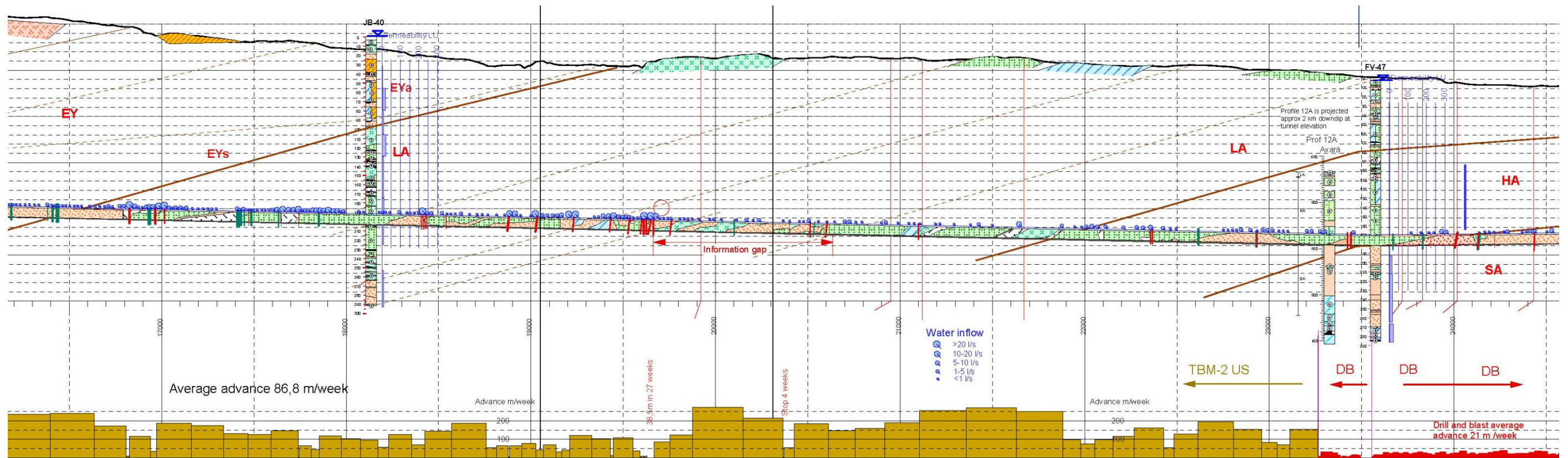


Document Path: F:\LUK\Teiddik\Karaahnjúka\Grunnvatn\Kort 10.mxd

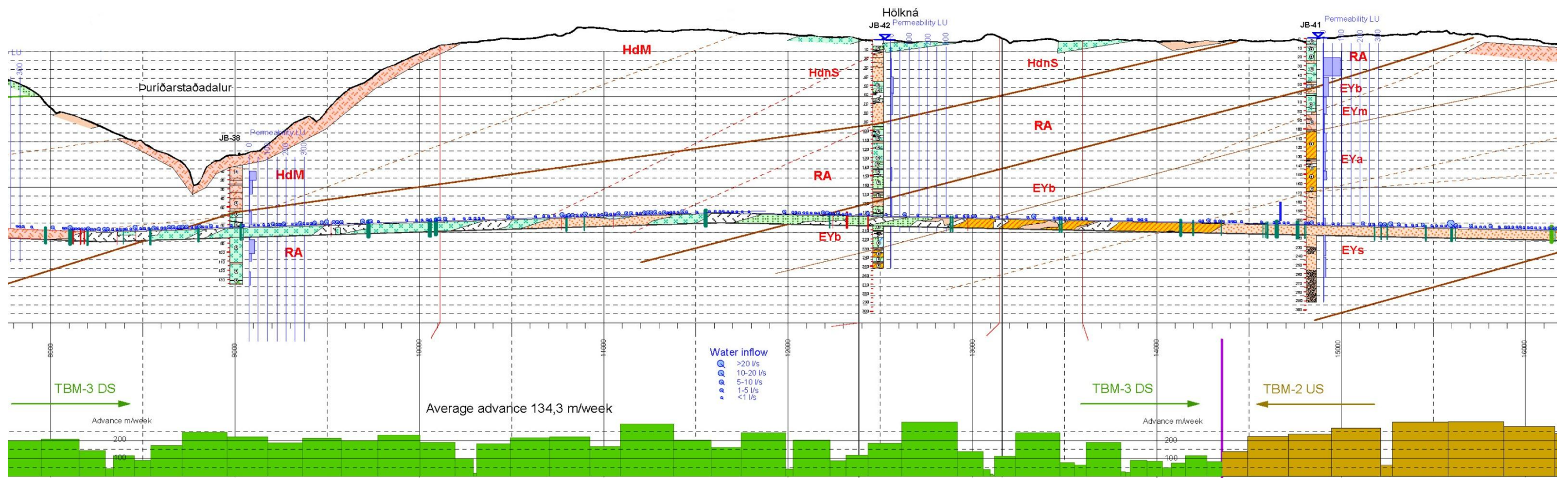
Viðauki B

Jarðlagasnið

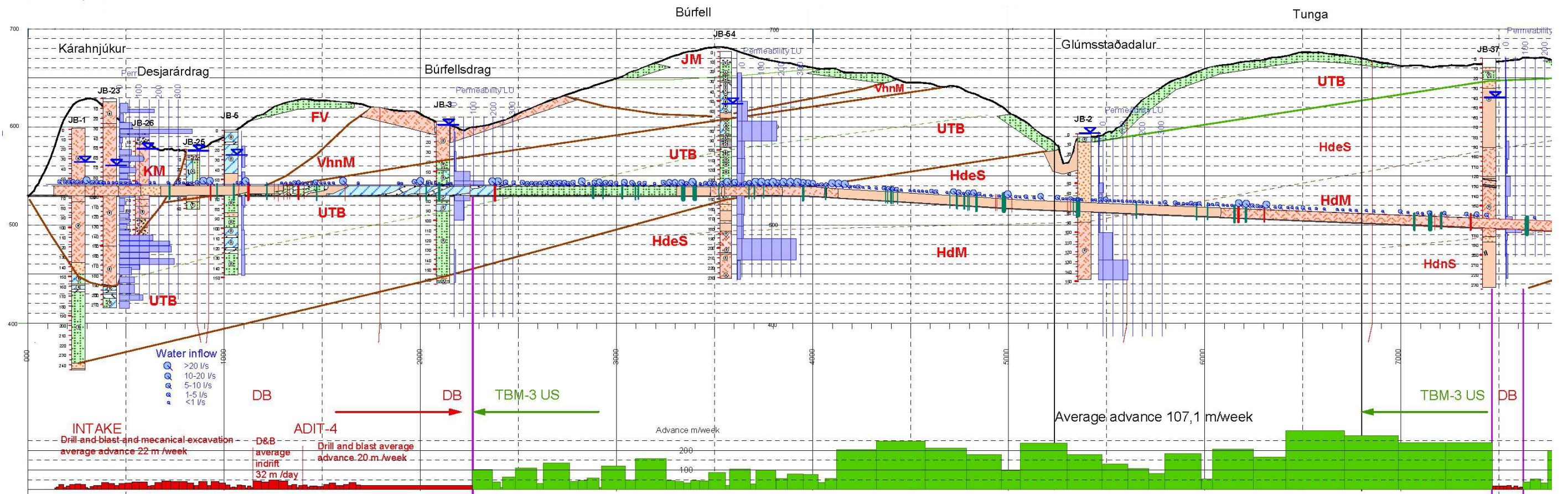




Teikning 3. Snikilsársyrpa (SA), Heiðarársyrpa (HA), Laugarársyrpa (LA) og Eyvindarsyrpa (EY). Snið frá (Ágúst Guðmundsson, 2009).



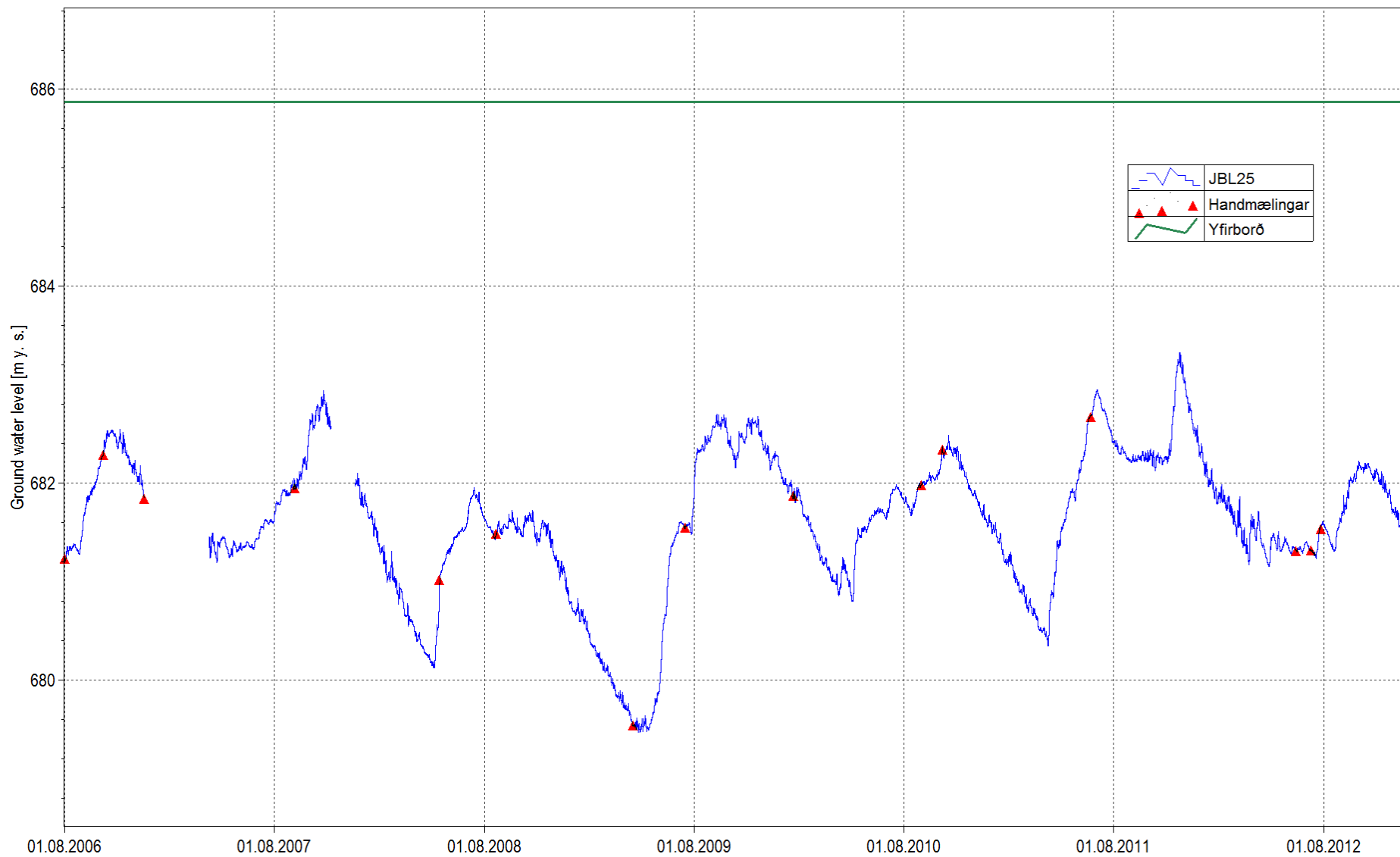
Teikning 4. Eyvindarársyrpa (EY), Ranasyrpa (RA) og Hrafnkeldalsmyndun (HM). Snið frá (Ágúst Guðmundsson, 2009).



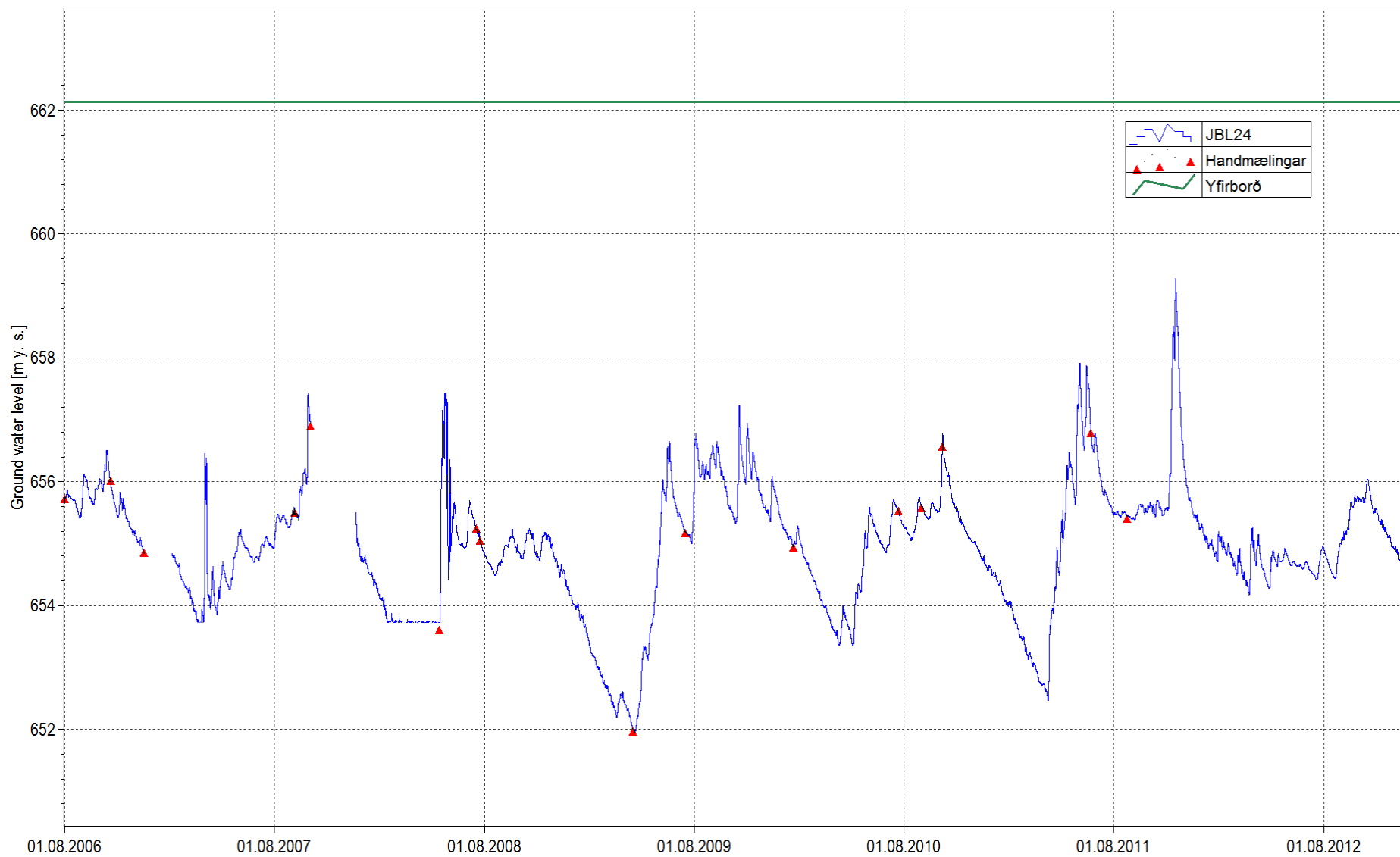
Teikning 5. Hrafnkeldalsmyndun (HM), Urðarteigsbasalt (UTB), Neðri Vaðbrekkuhálsmyndun (VhnM), Jaramillo myndun (JM), Farvegabasaltmyndun (FV) og Karahnjúkamyndun (KM). Snið frá (Ágúst Guðmundsson, 2009).

Viðauki C

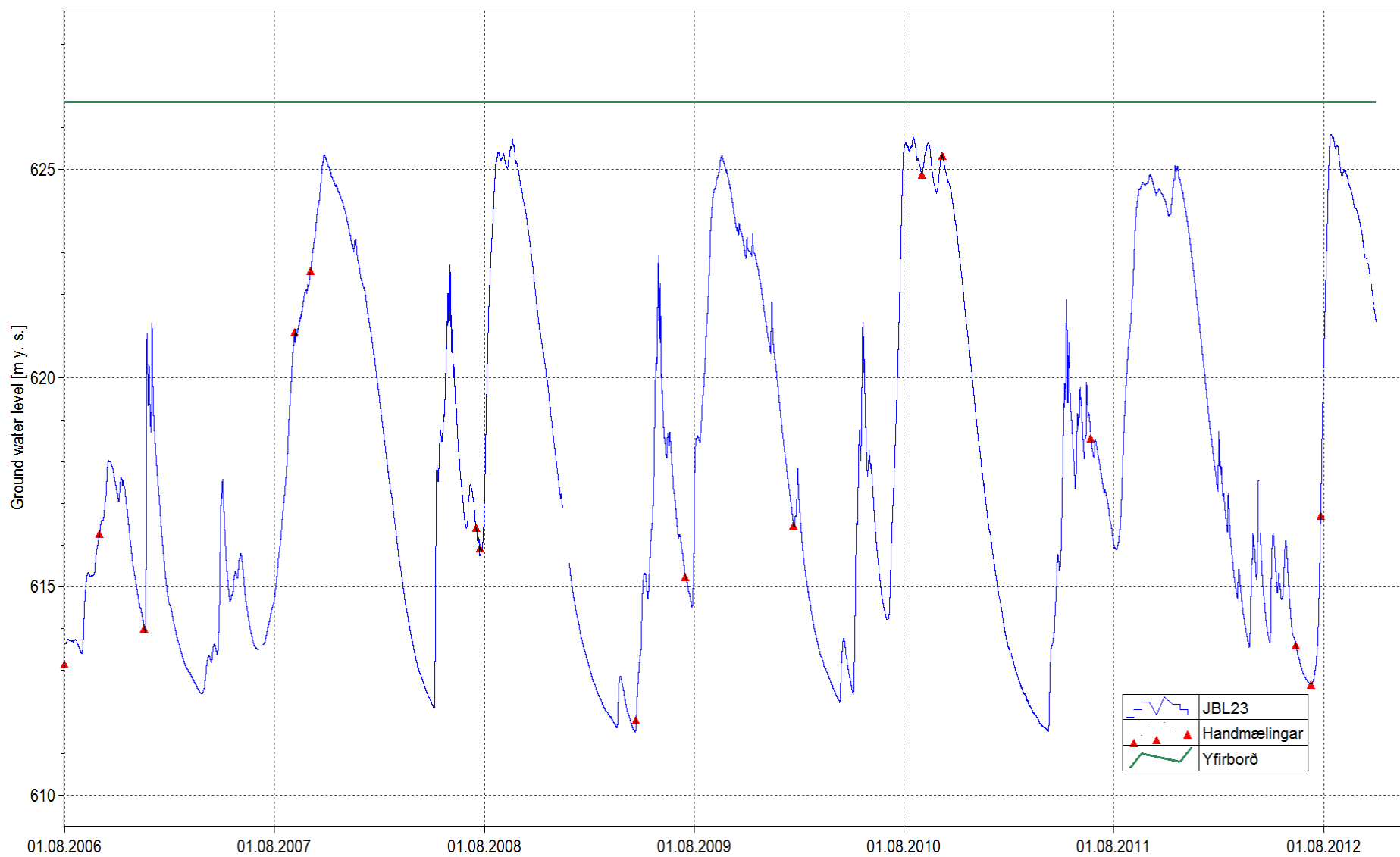
Línurit grunnvatnsstöðu í holum



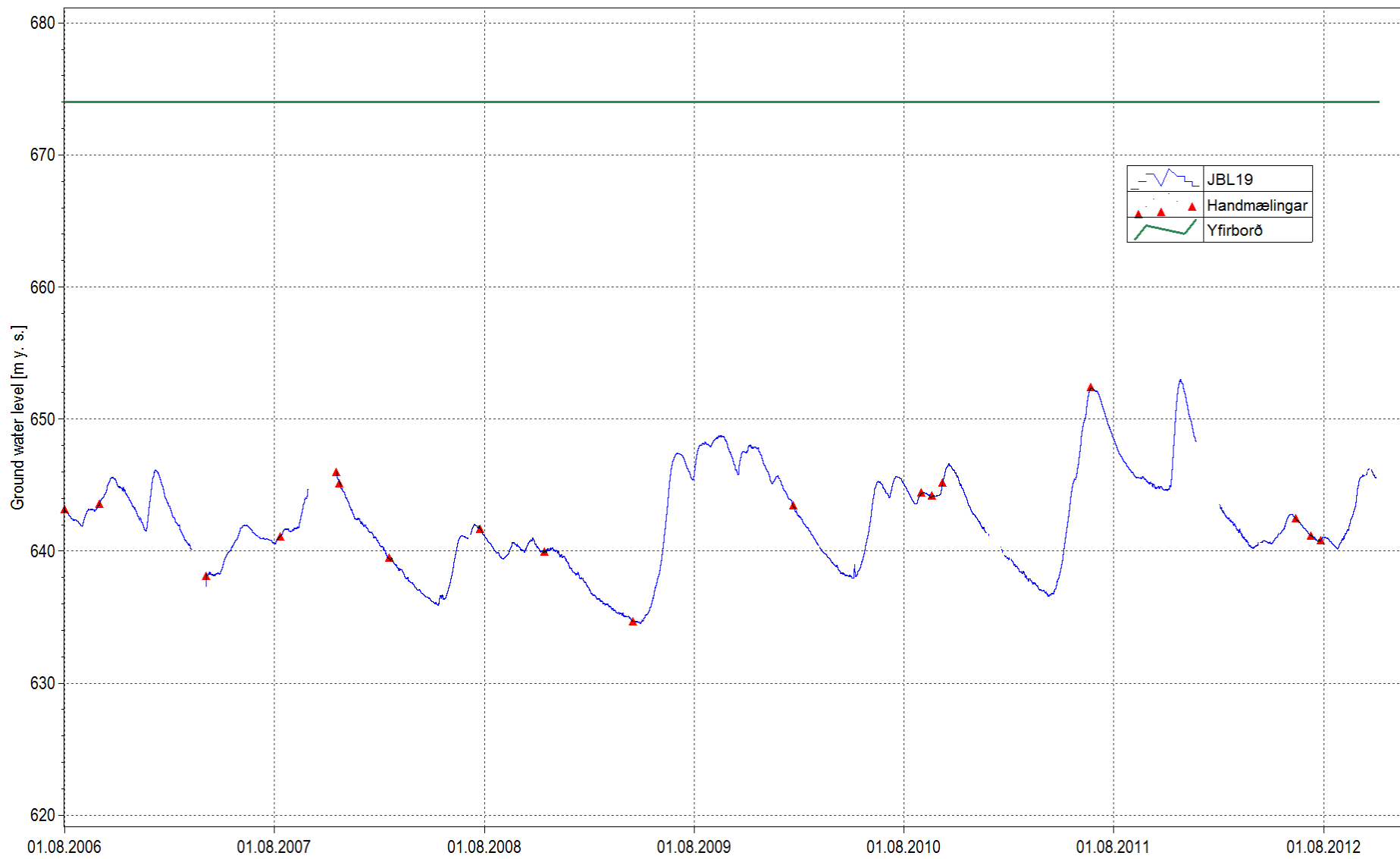
Línurit 1. Grunnvatn í JBL25



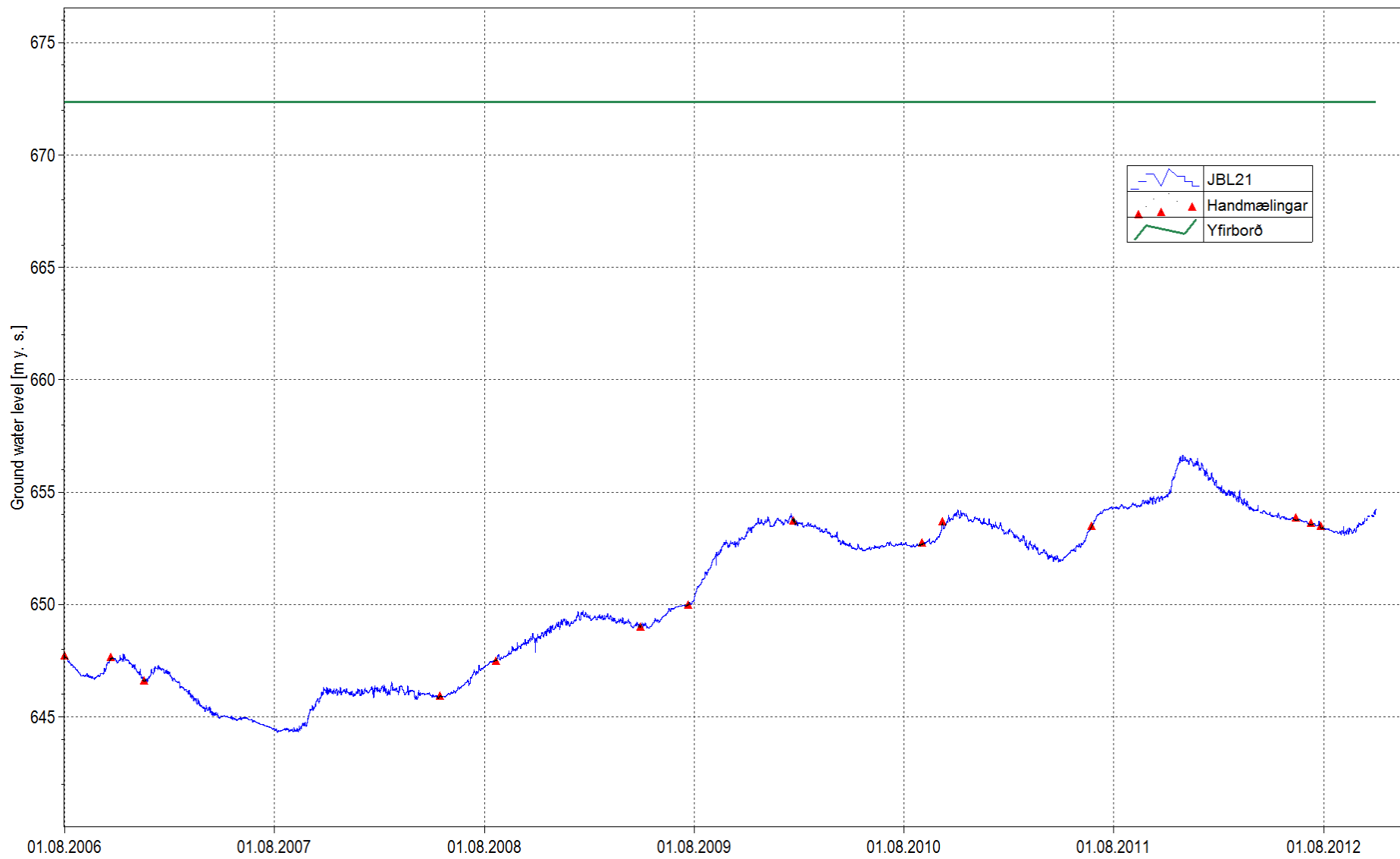
Línurit 2. Grunnvatn í JBL24



Línurit 3. Grunnvatn í JBL23



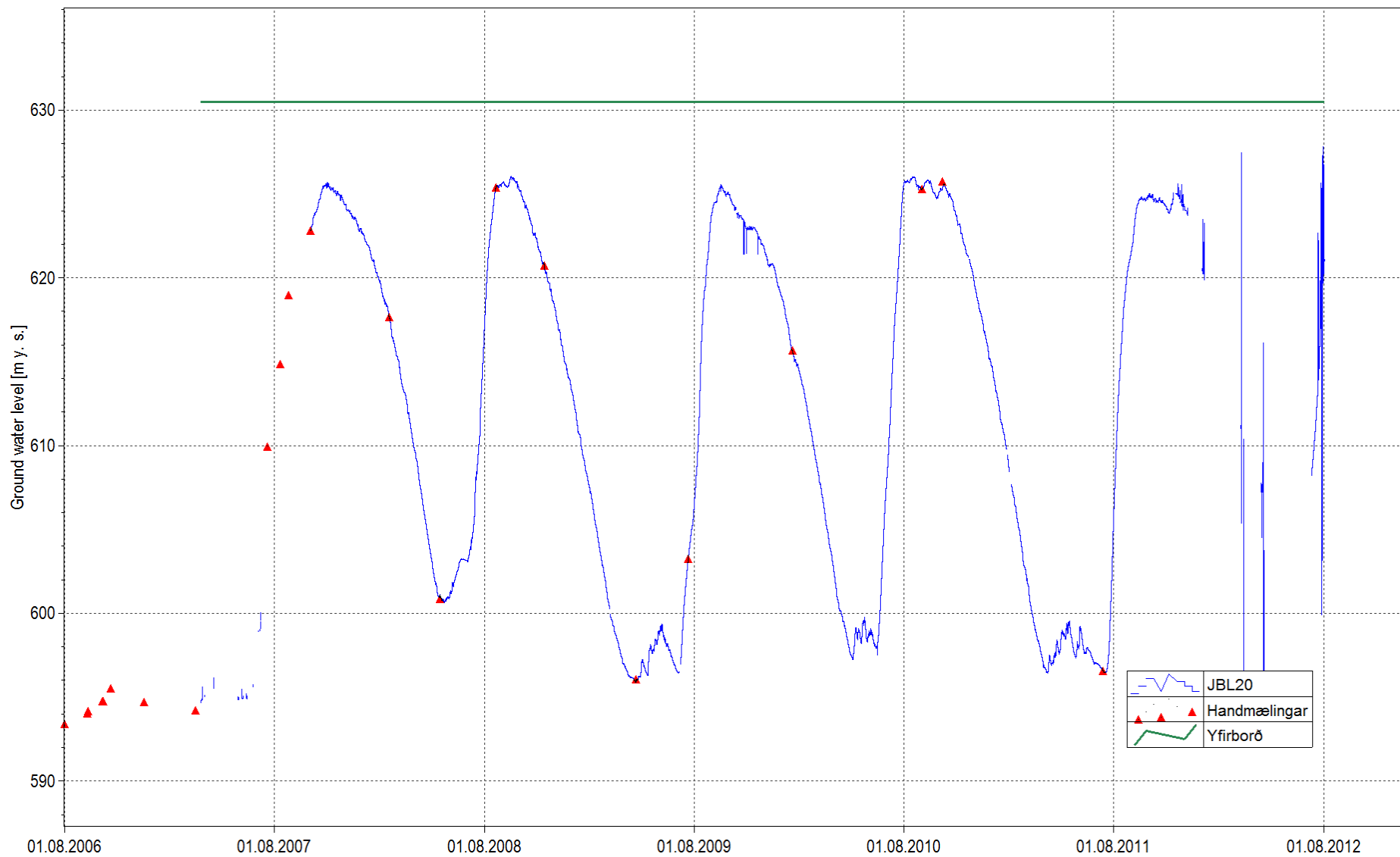
Línurit 4. Grunnvatn í JBL19



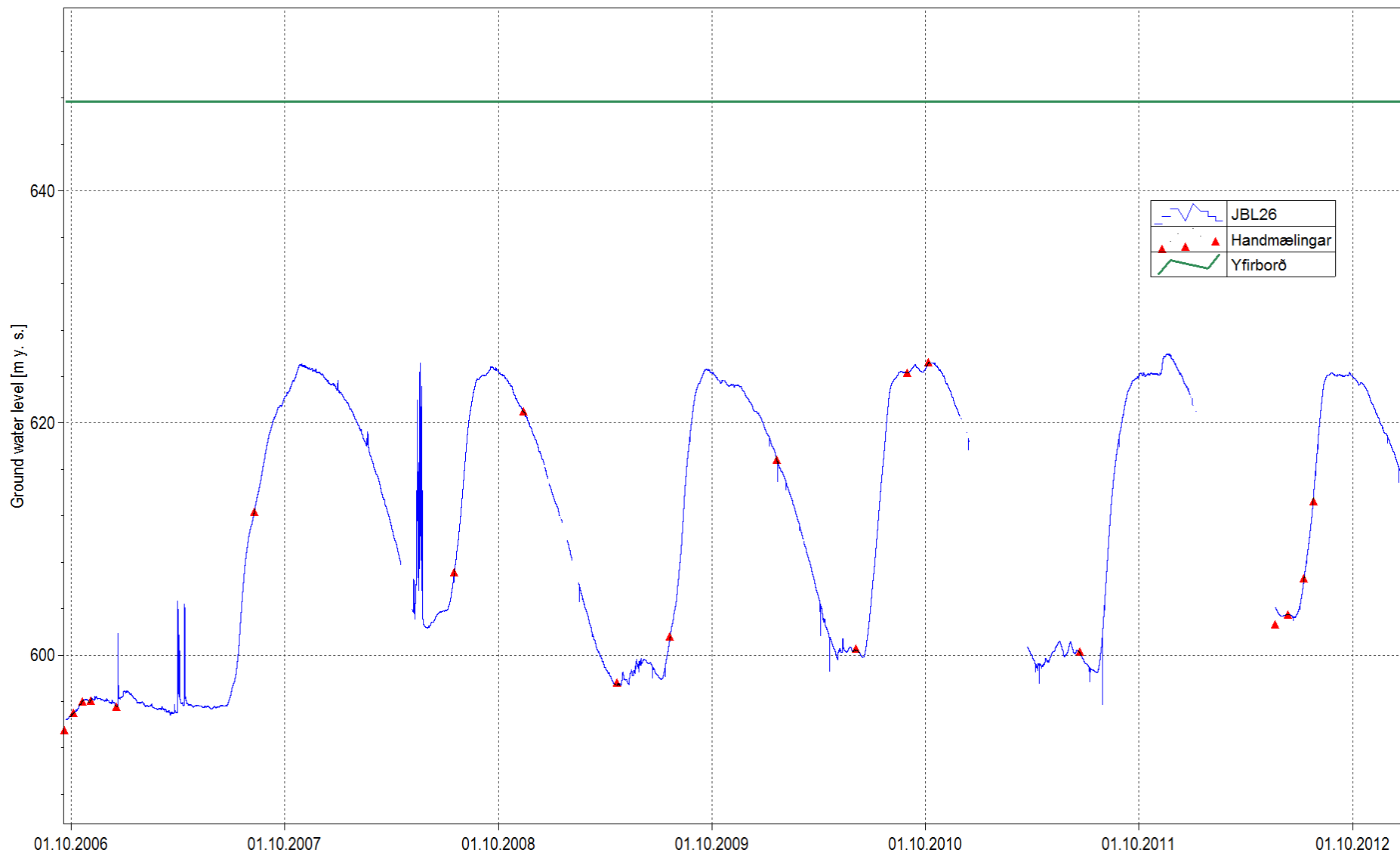
Línurit 5. Grunnvatn í JBL21



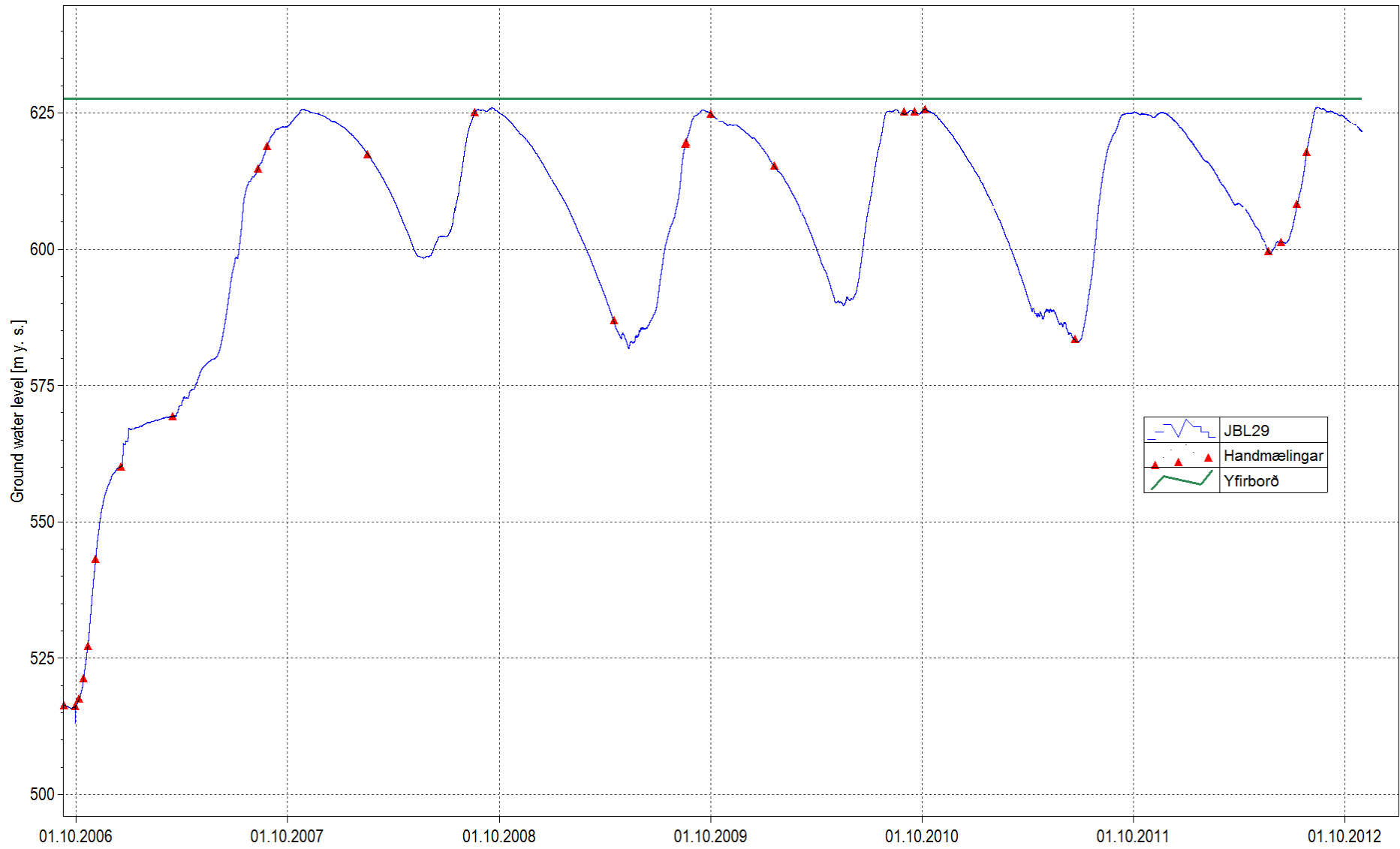
Línurit 6. Grunnvatn í JBL22



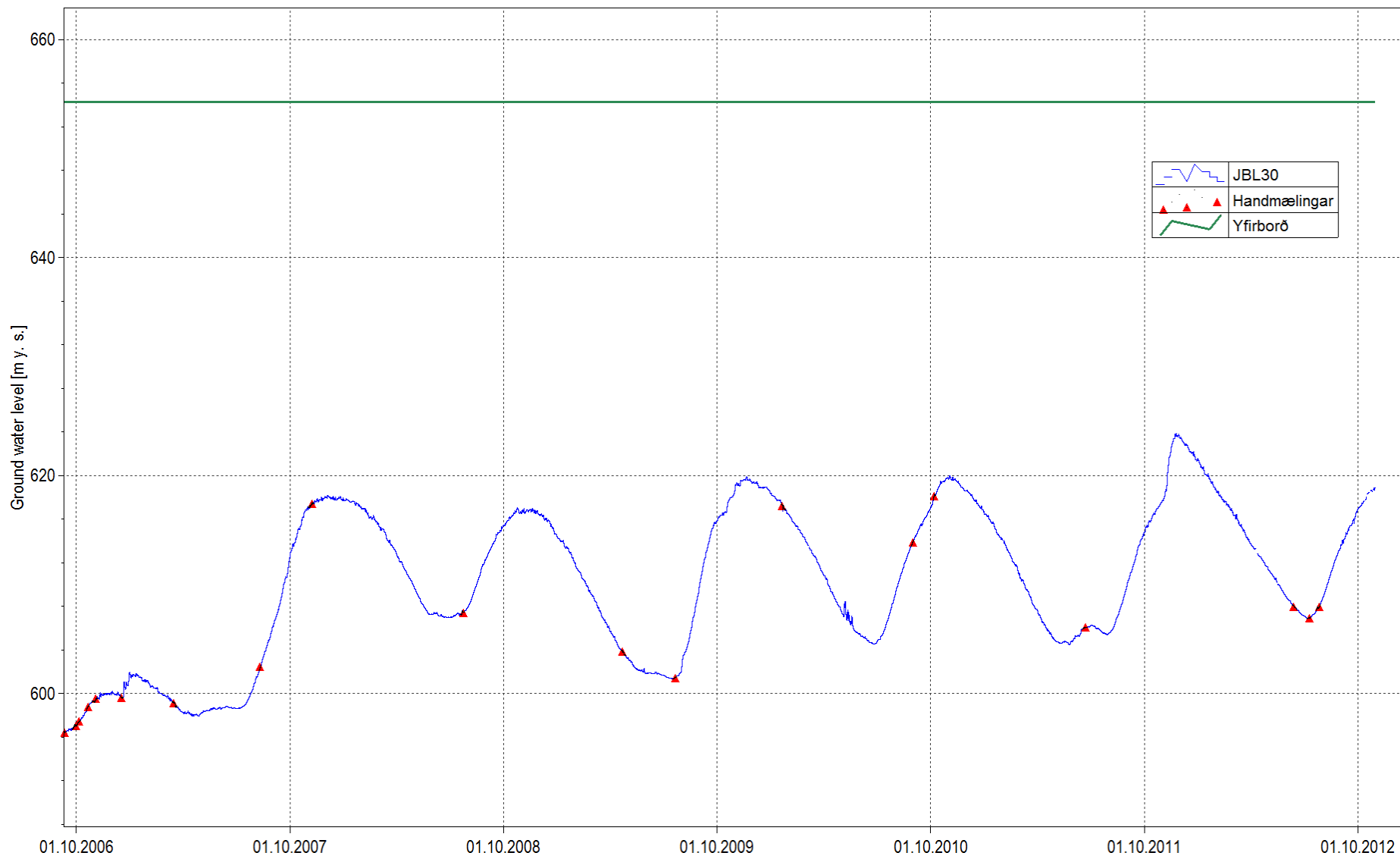
Línurit 7. Grunnvatn í JBL20



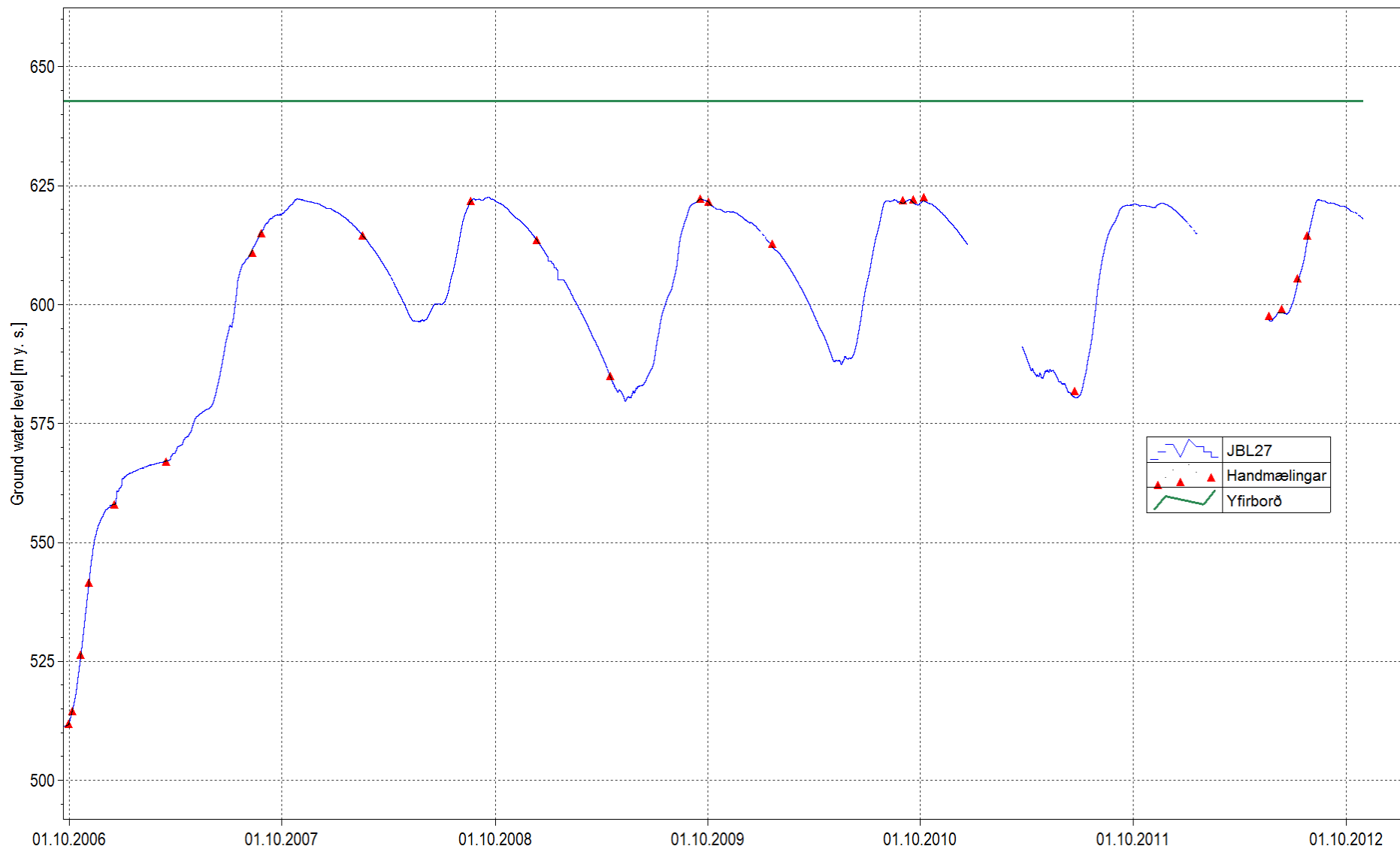
Línurit 8. Grunnvatn í JBL26



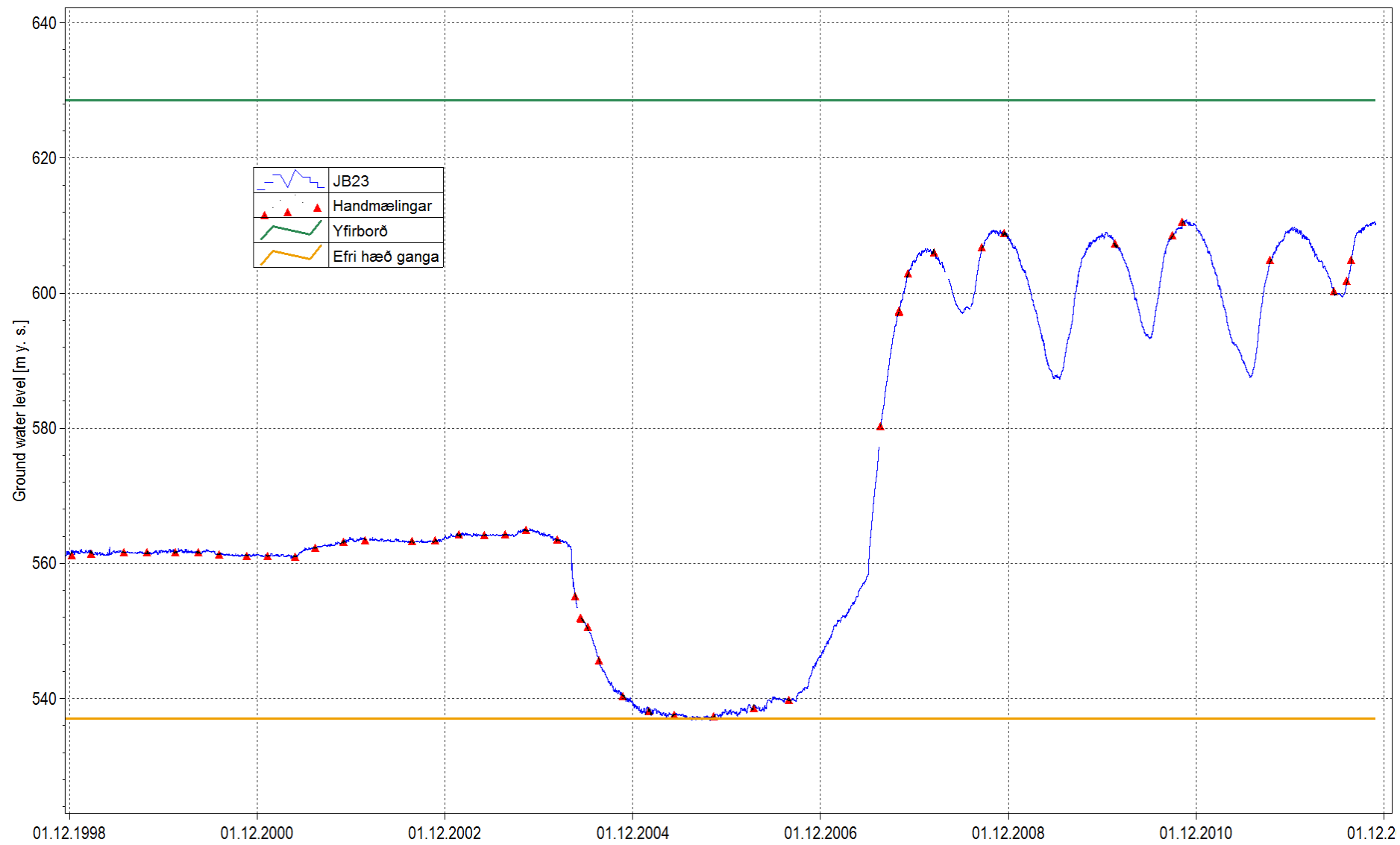
Línurit 9. Grunnvatn í JBL29



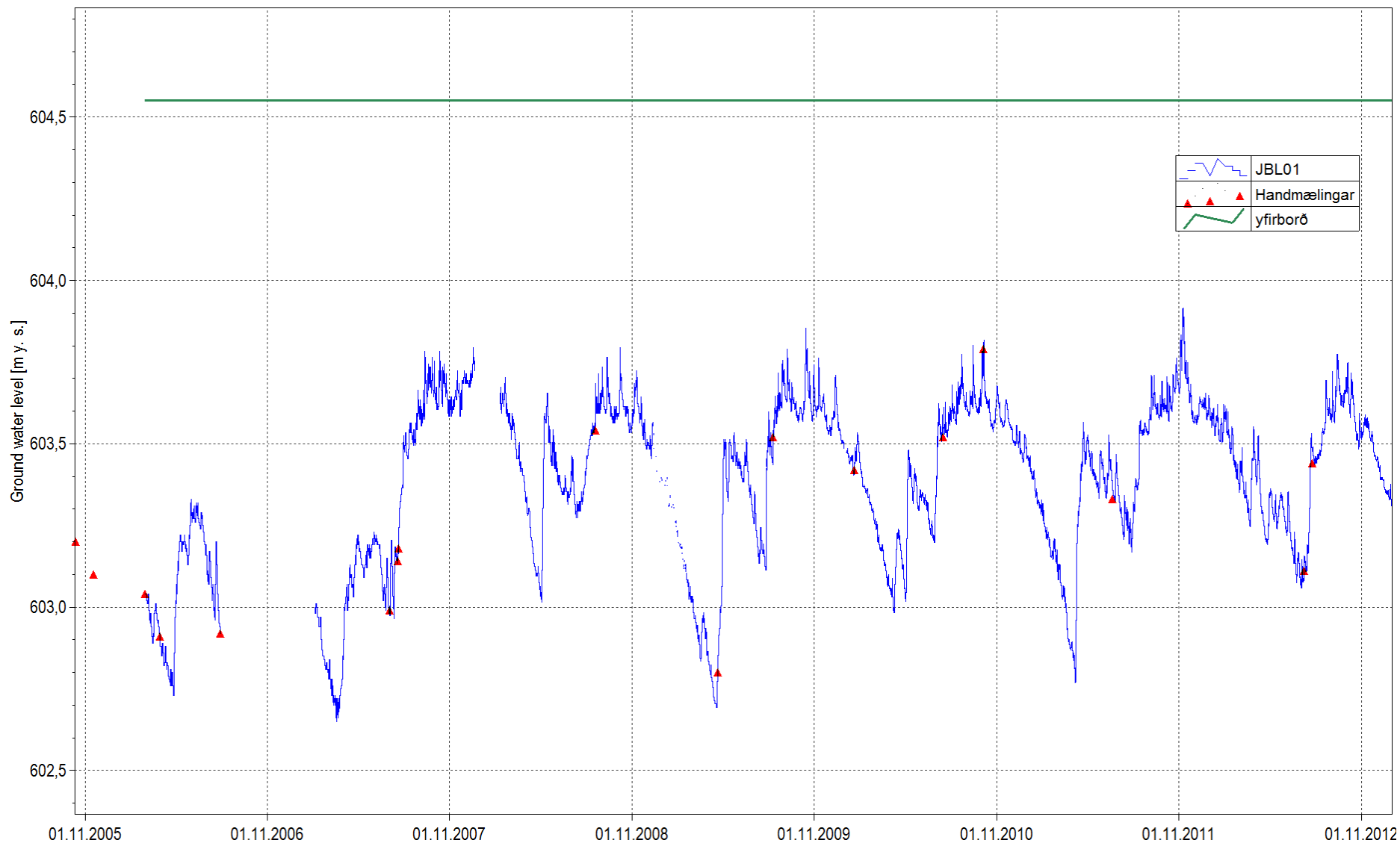
Línurit 10. Grunnvatn í JBL30



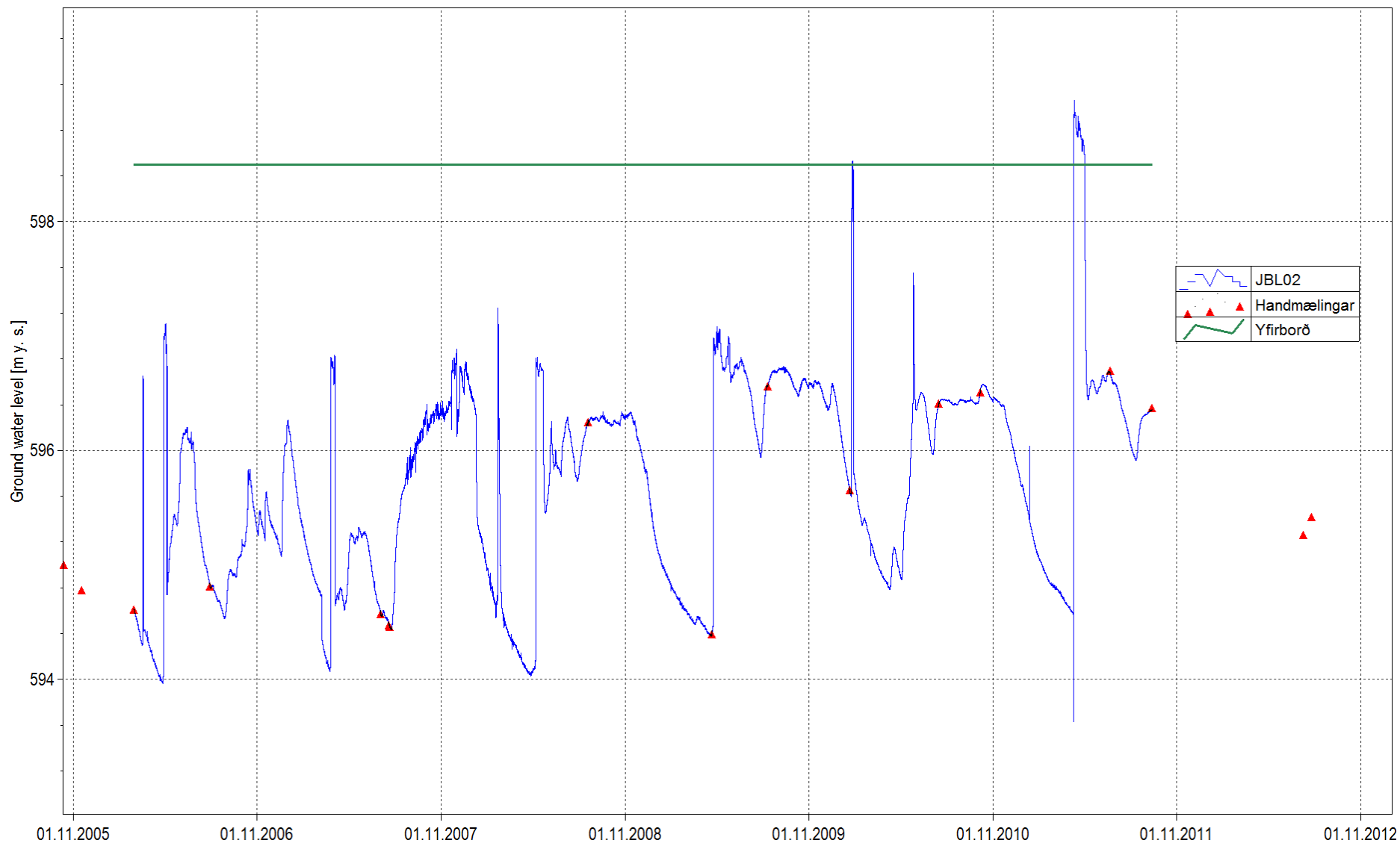
Línurit 11. Grunnvatn í JBL27



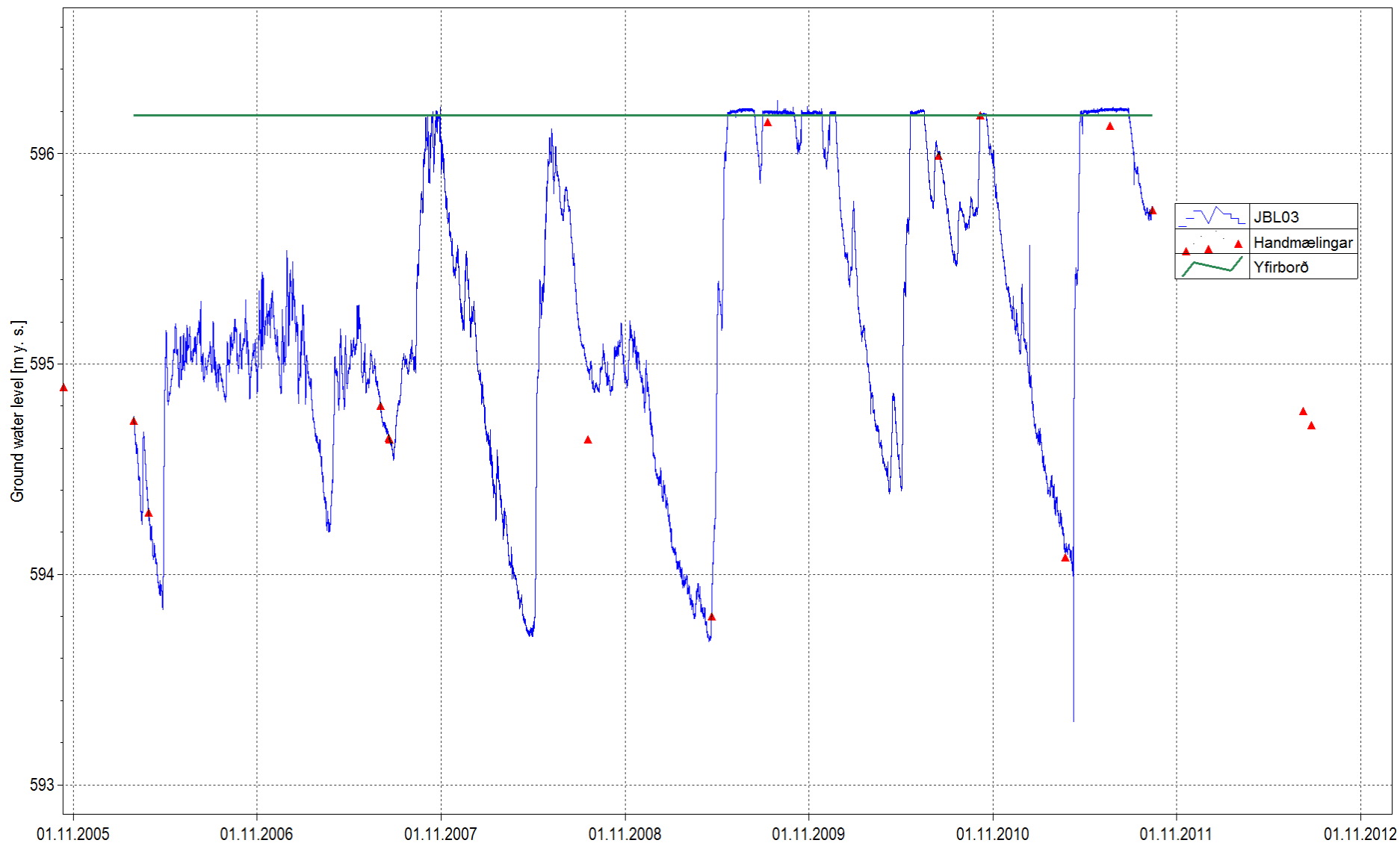
Línurit 12. Grunnvatn í JB23



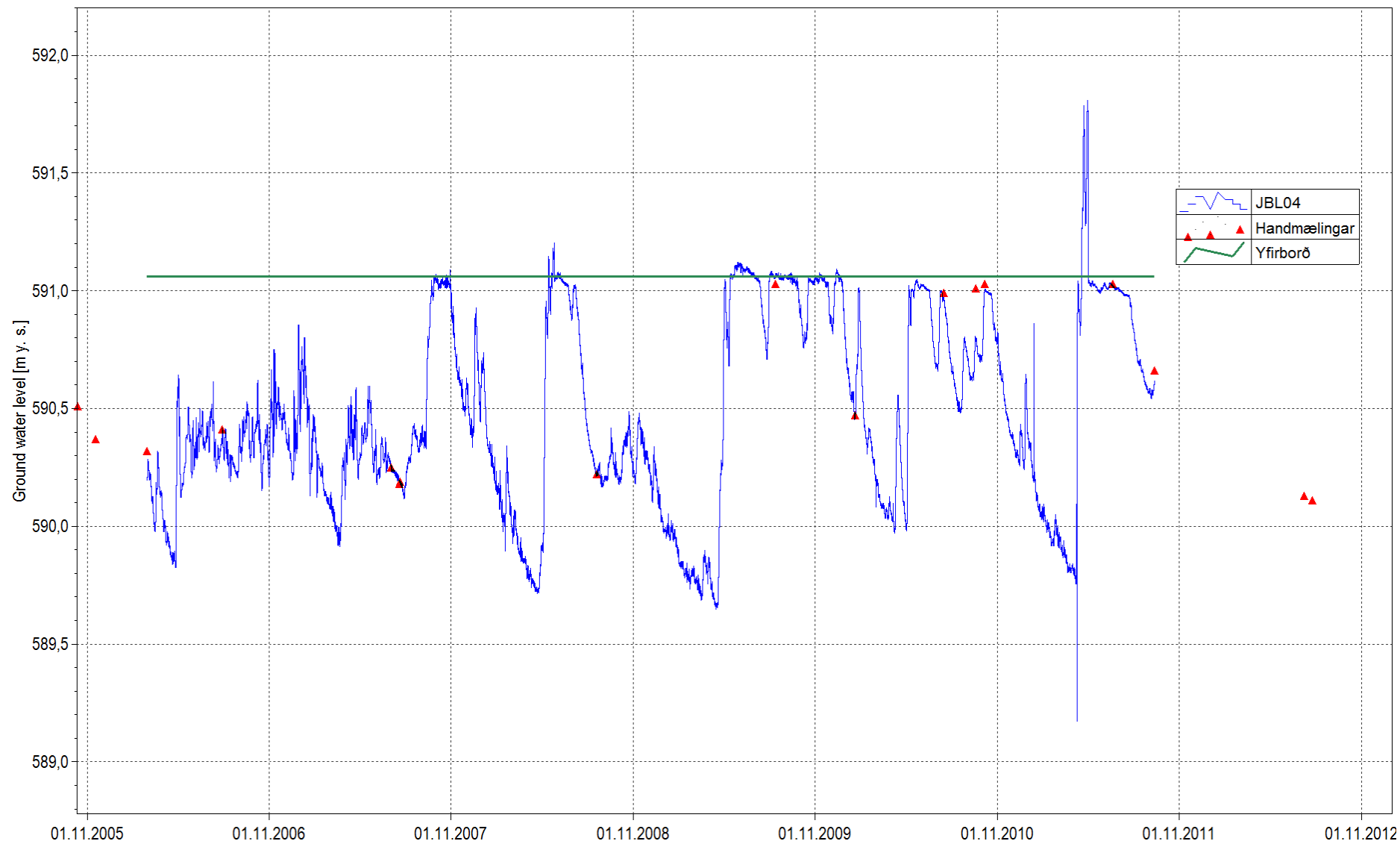
Línurit 13. Grunnvatn í JBL01



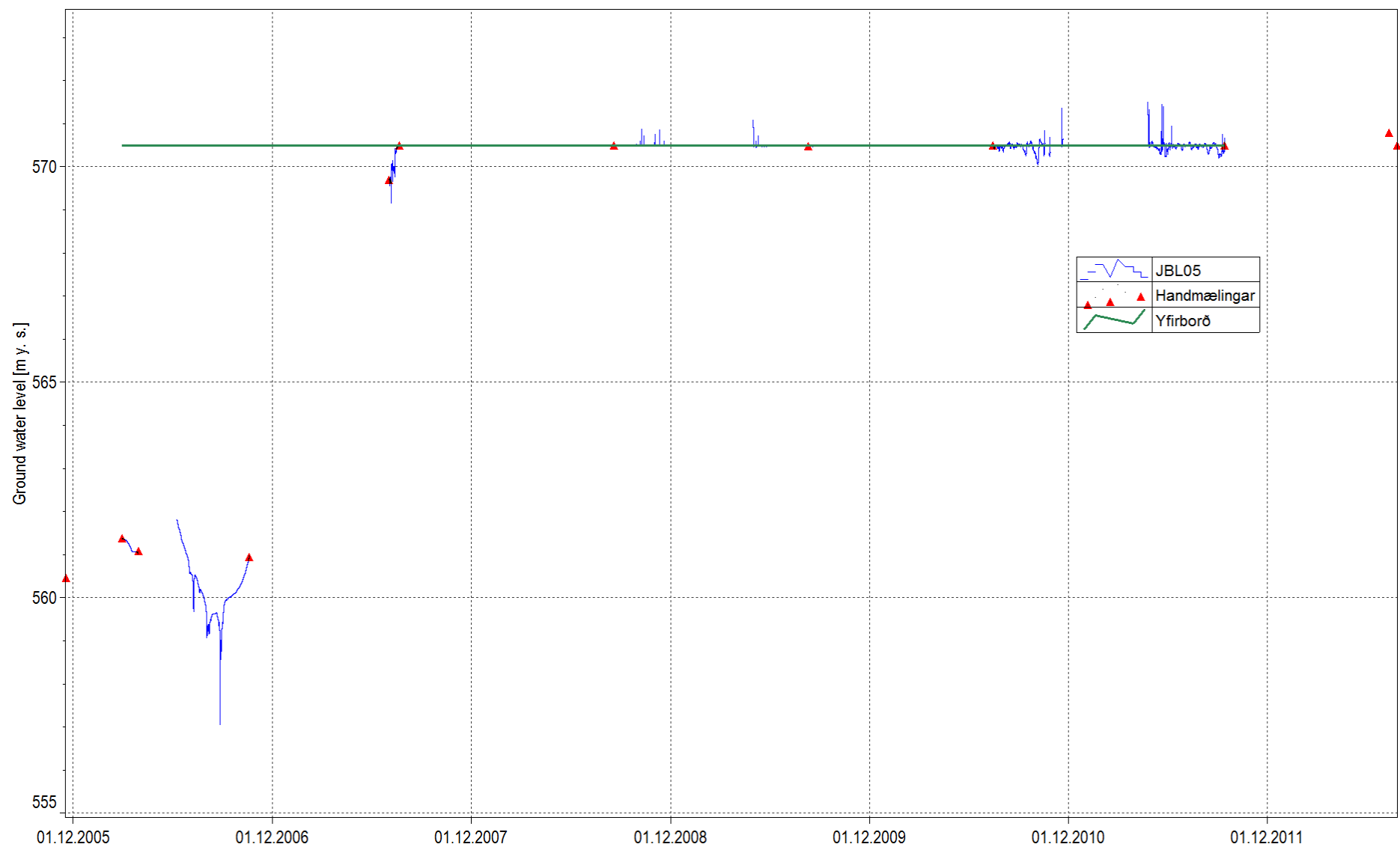
Línurit 14. Grunnvatn í JBL02



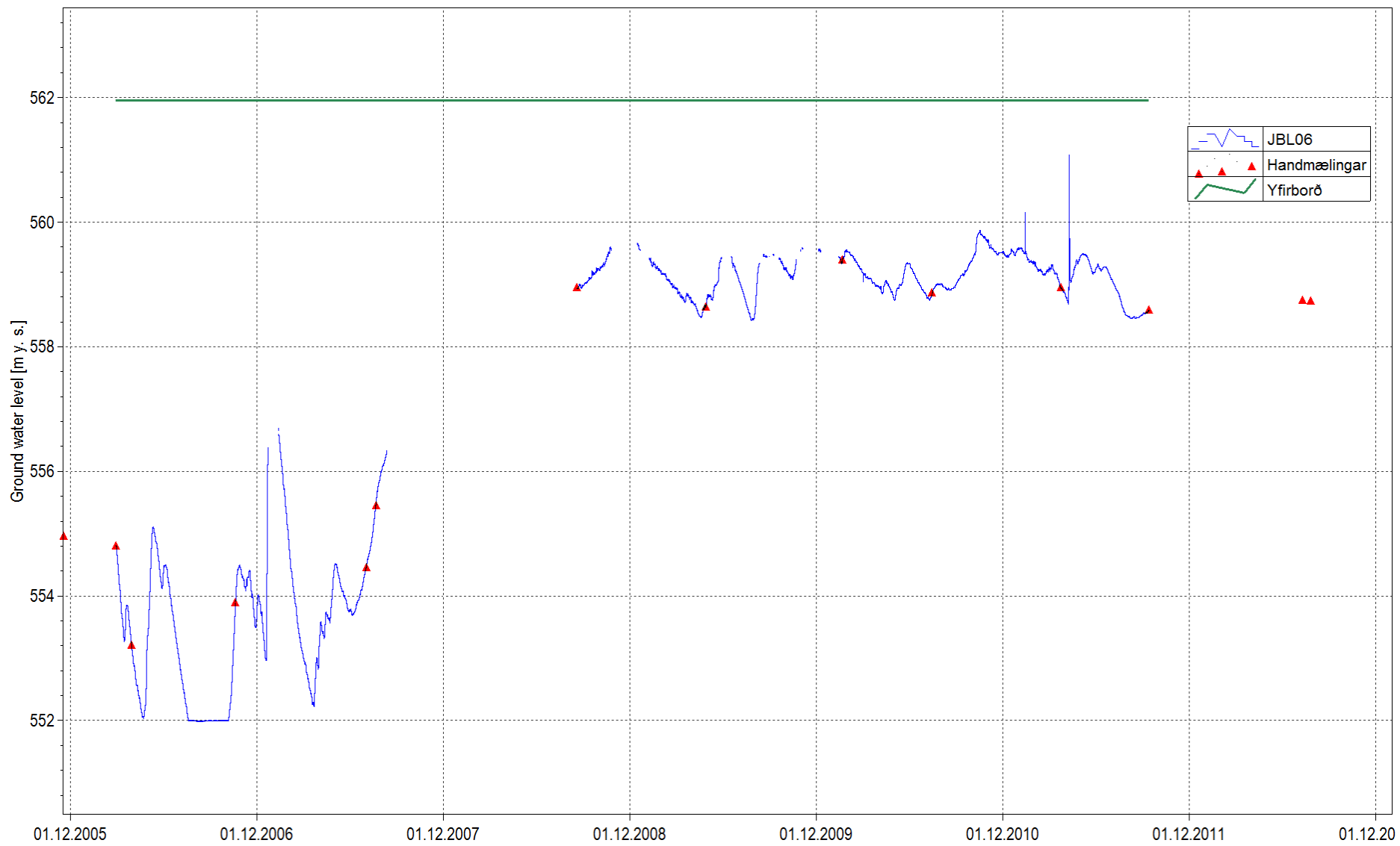
Línurit 15. Grunnvatn í JBL03



Línurit 16. Grunnvatn í JBL04



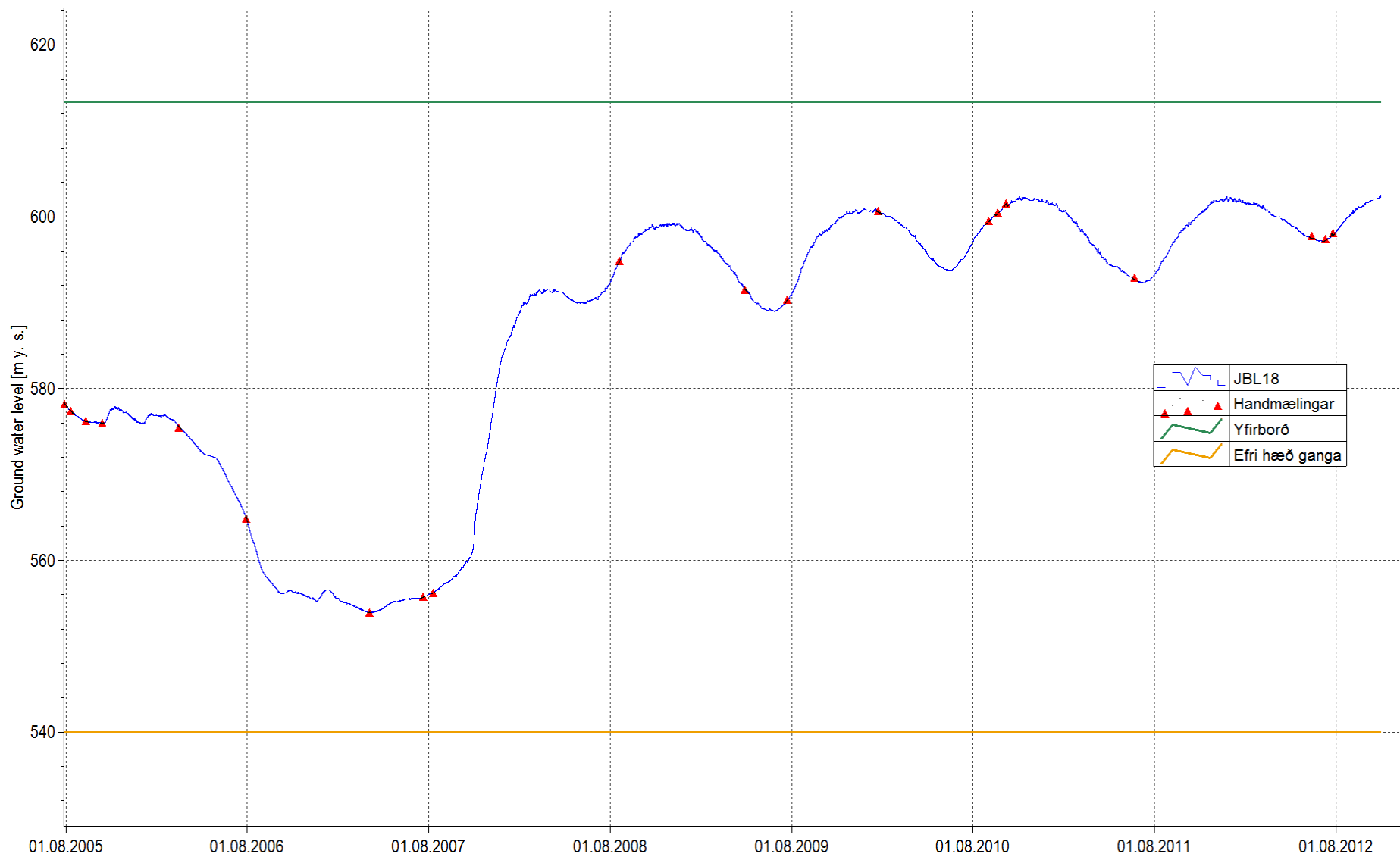
Línurit 17. Grunnvatn í JBL05



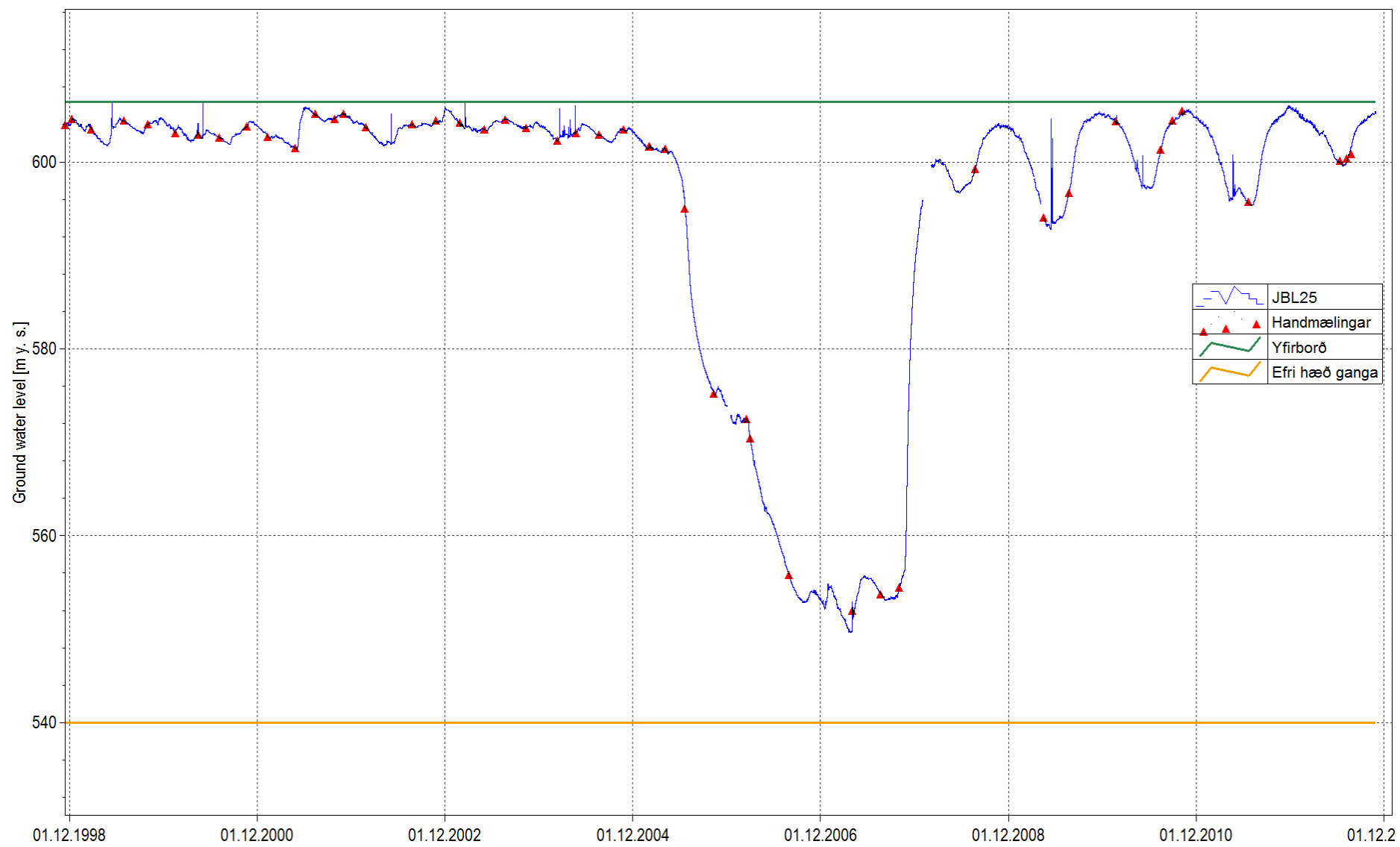
Línurit 18. Grunnvatn í JBL06



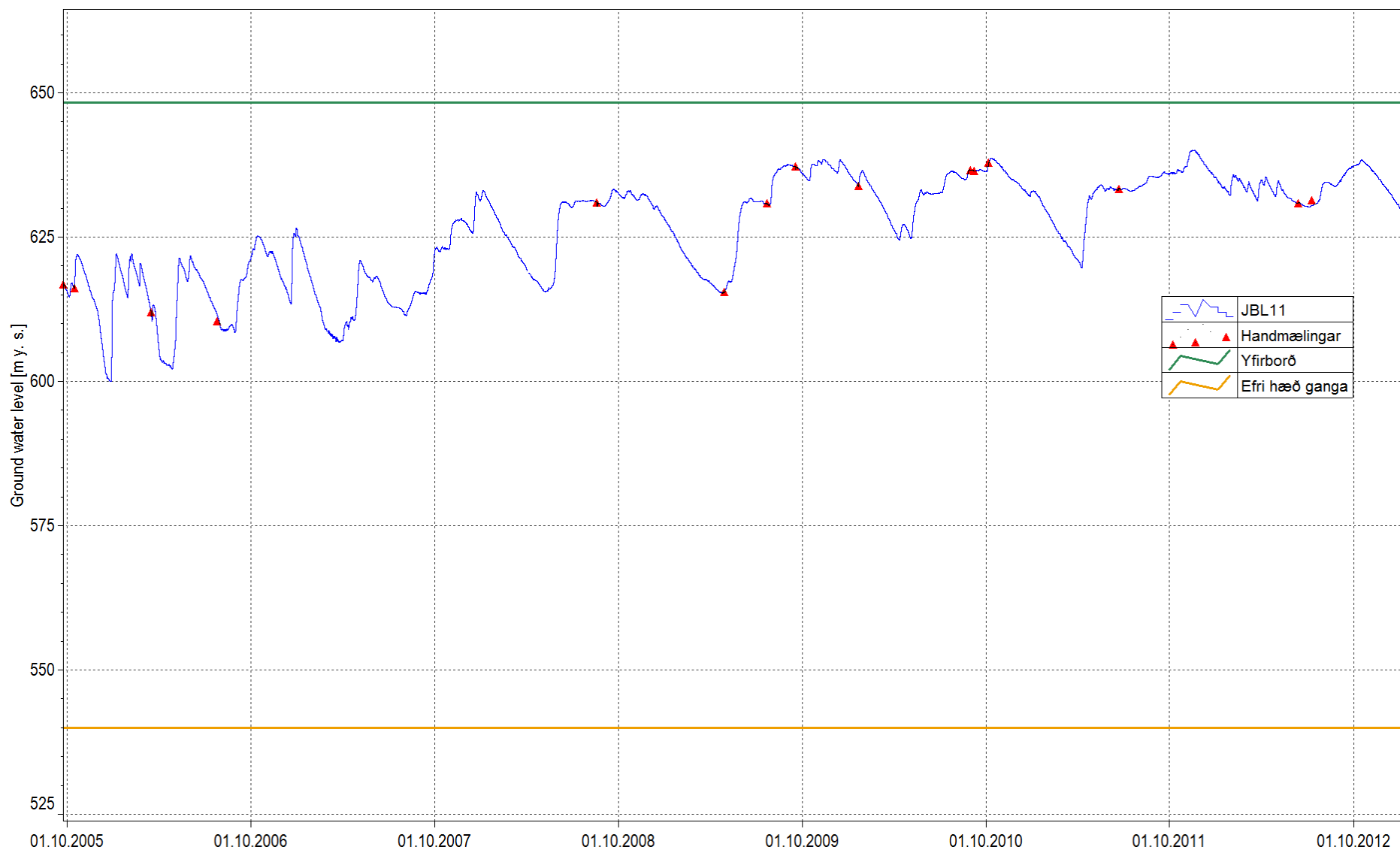
Línurit 19. Grunnvatn í JBL07



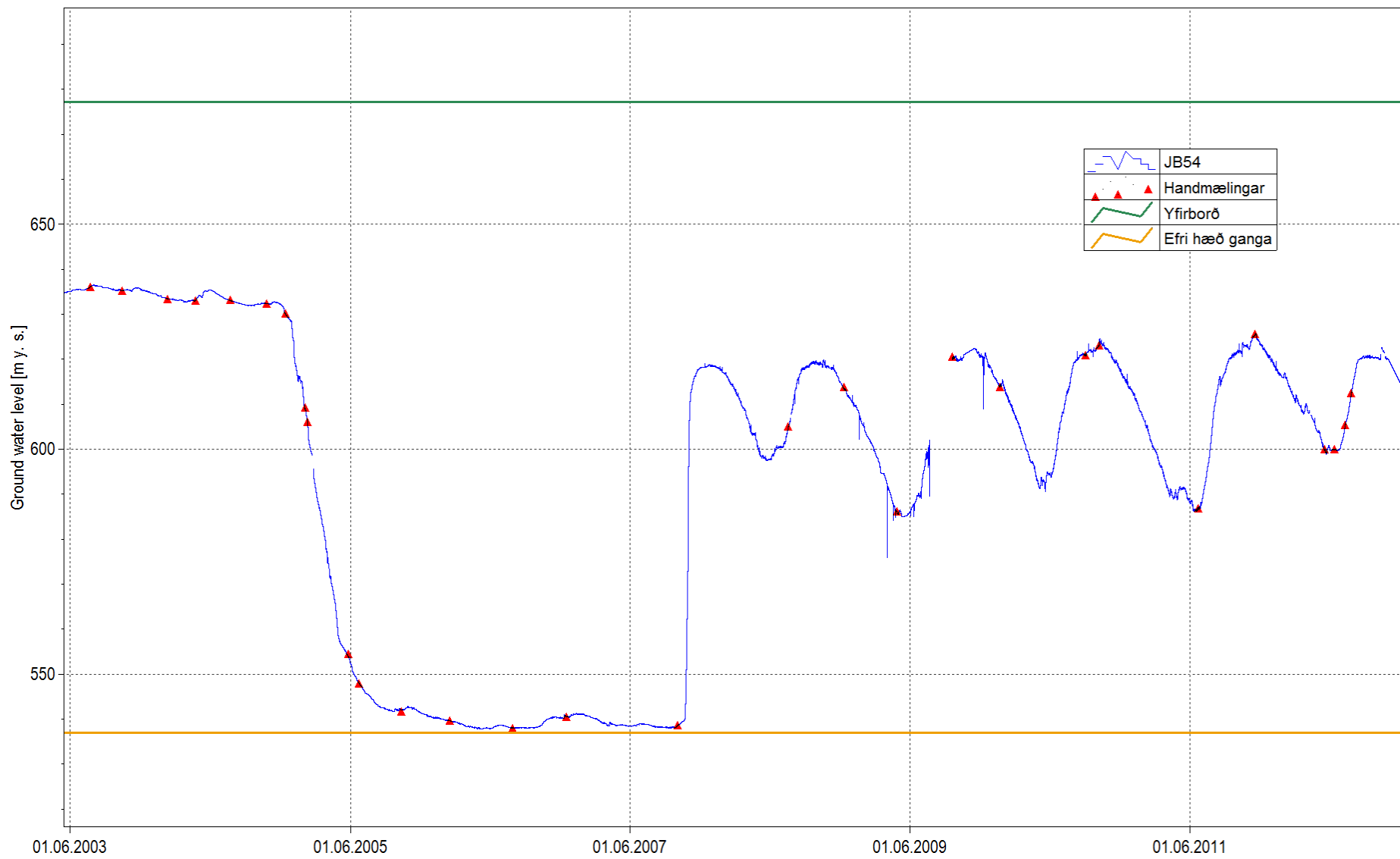
Línurit 20. Grunnvatn í JBL18



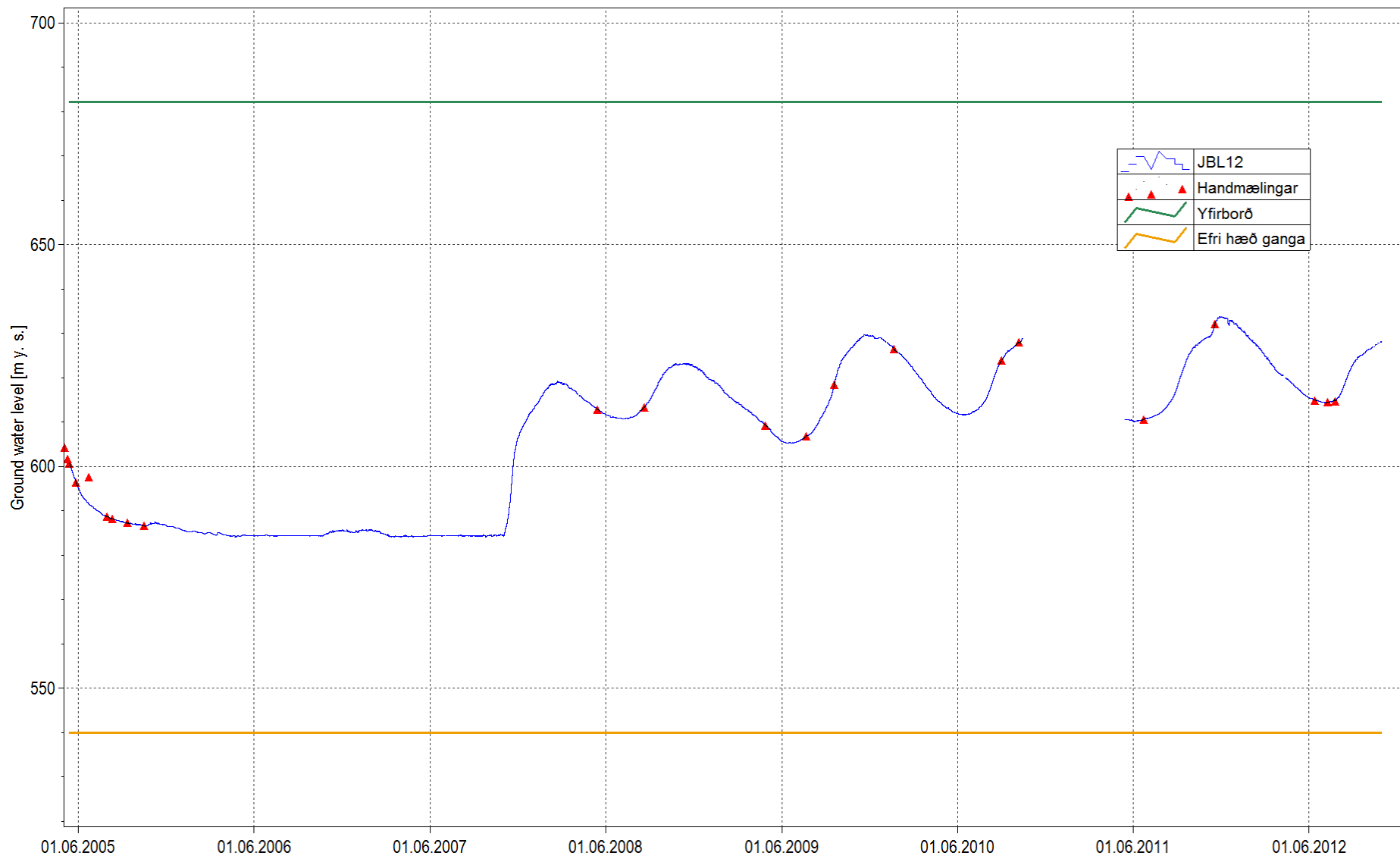
Línurit 21. Grunnvatn í JB03



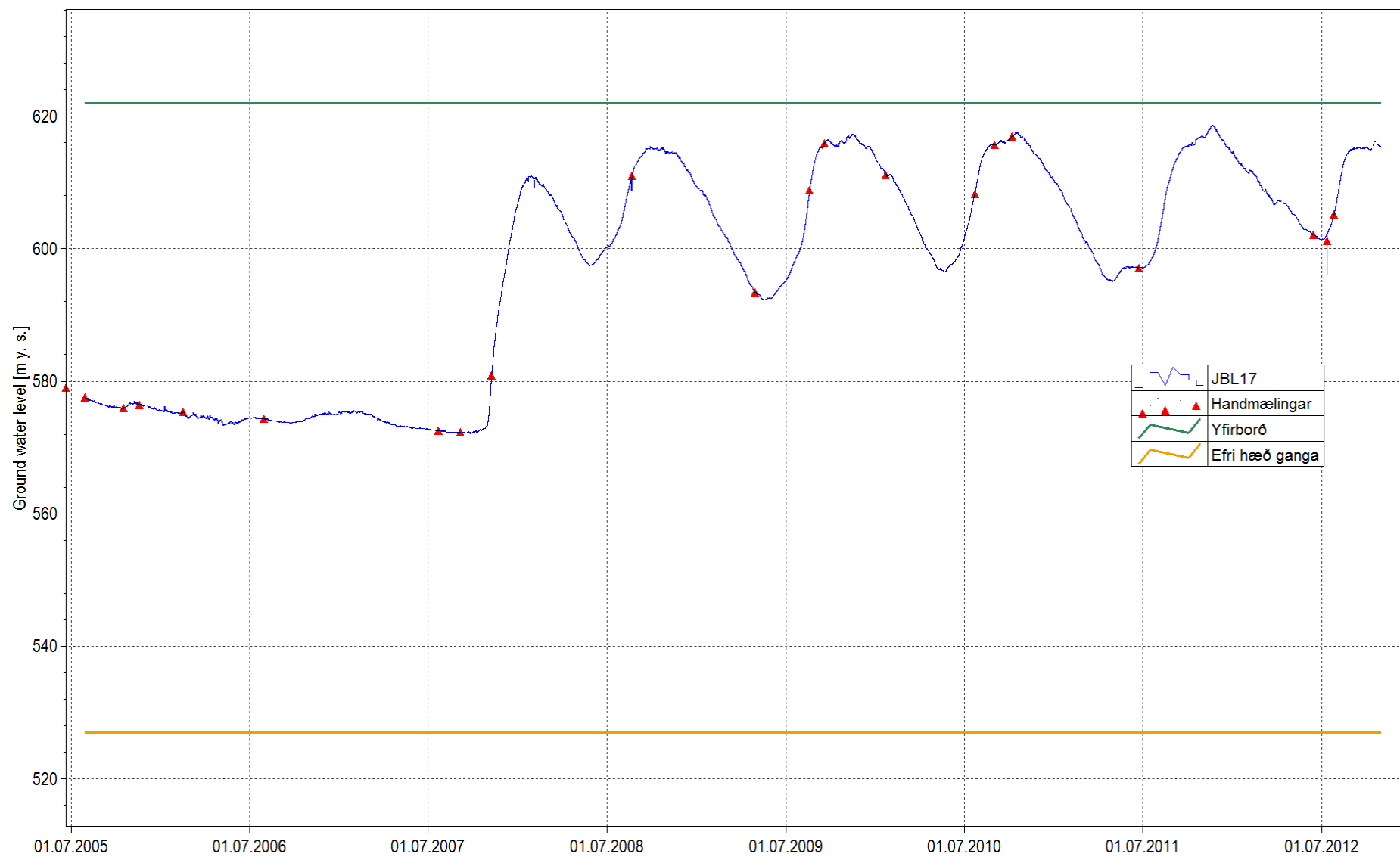
Línurit 22. Grunnvatn í JBL11



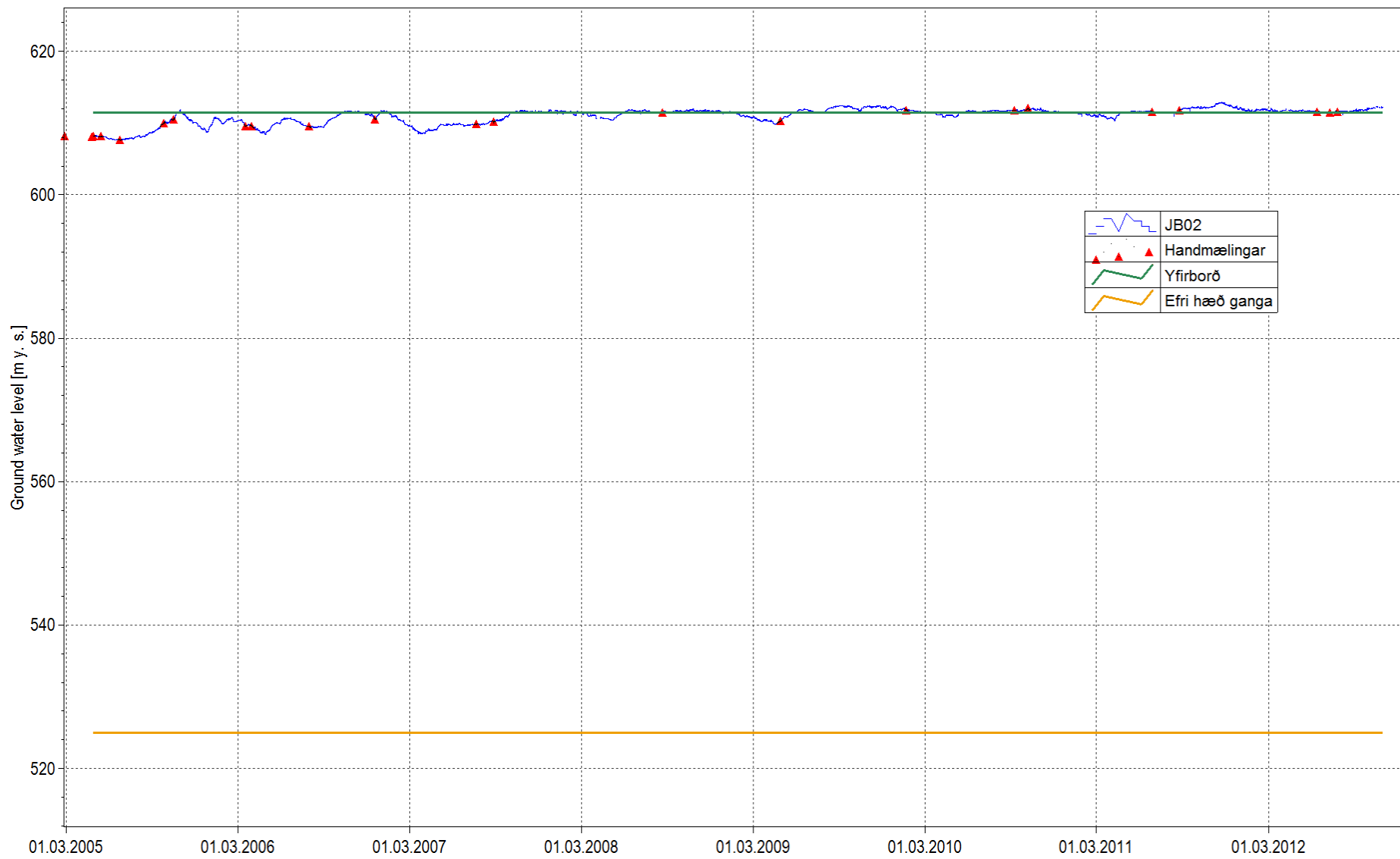
Línurit 23. Grunnvatn í JB54



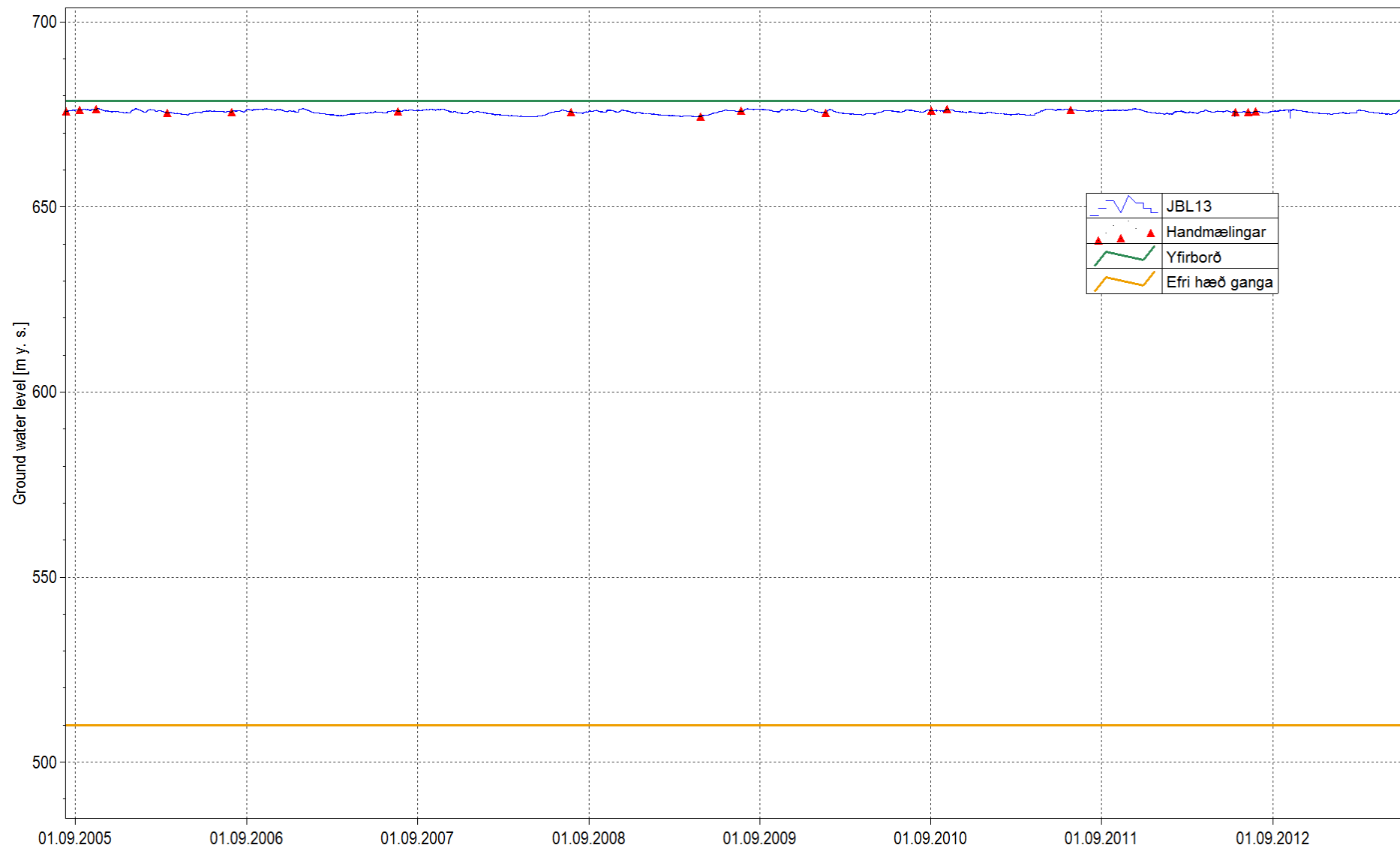
Línurit 24. Grunnvatn í JBL12



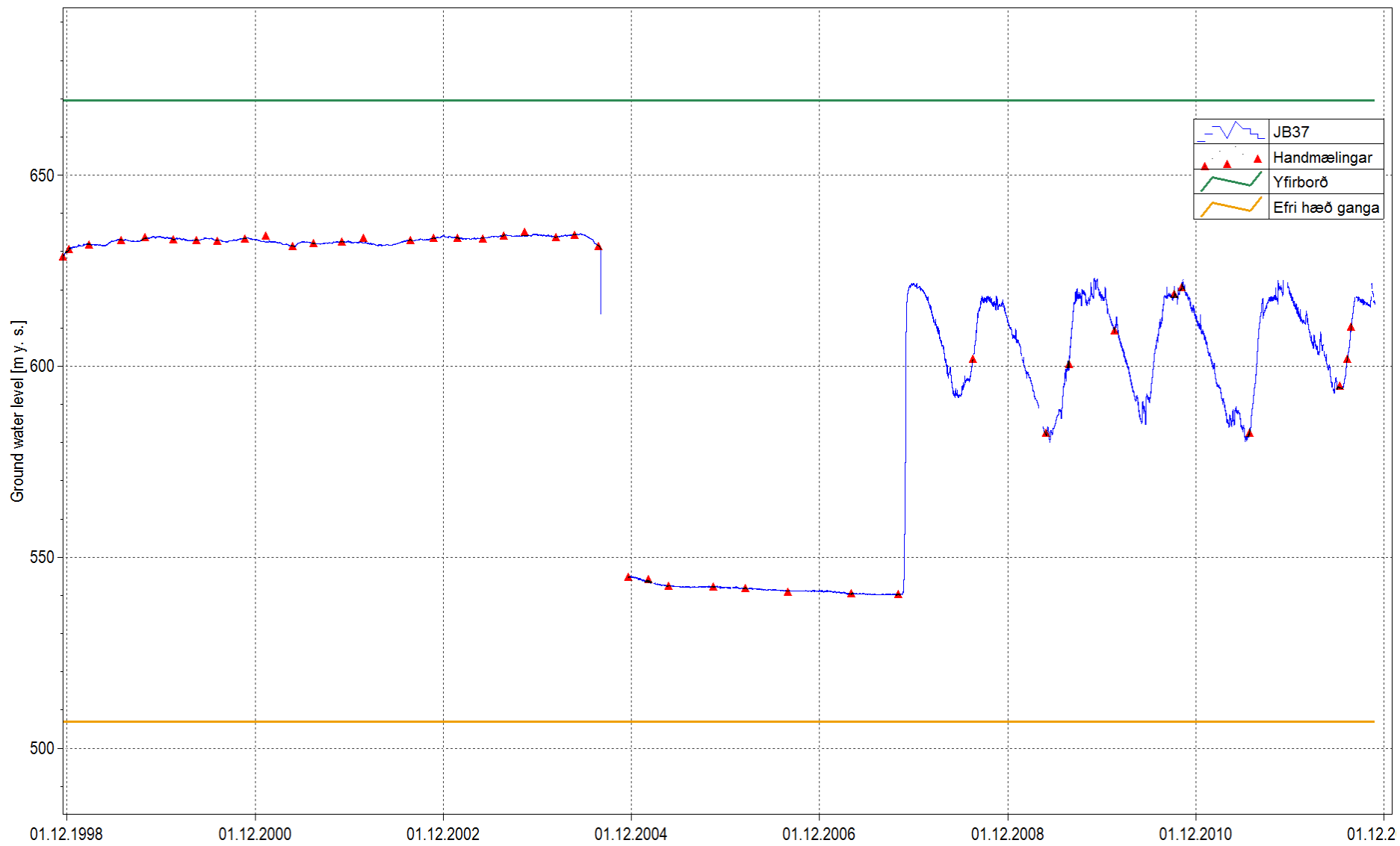
Línurit 25. Grunnvatn í JBL17



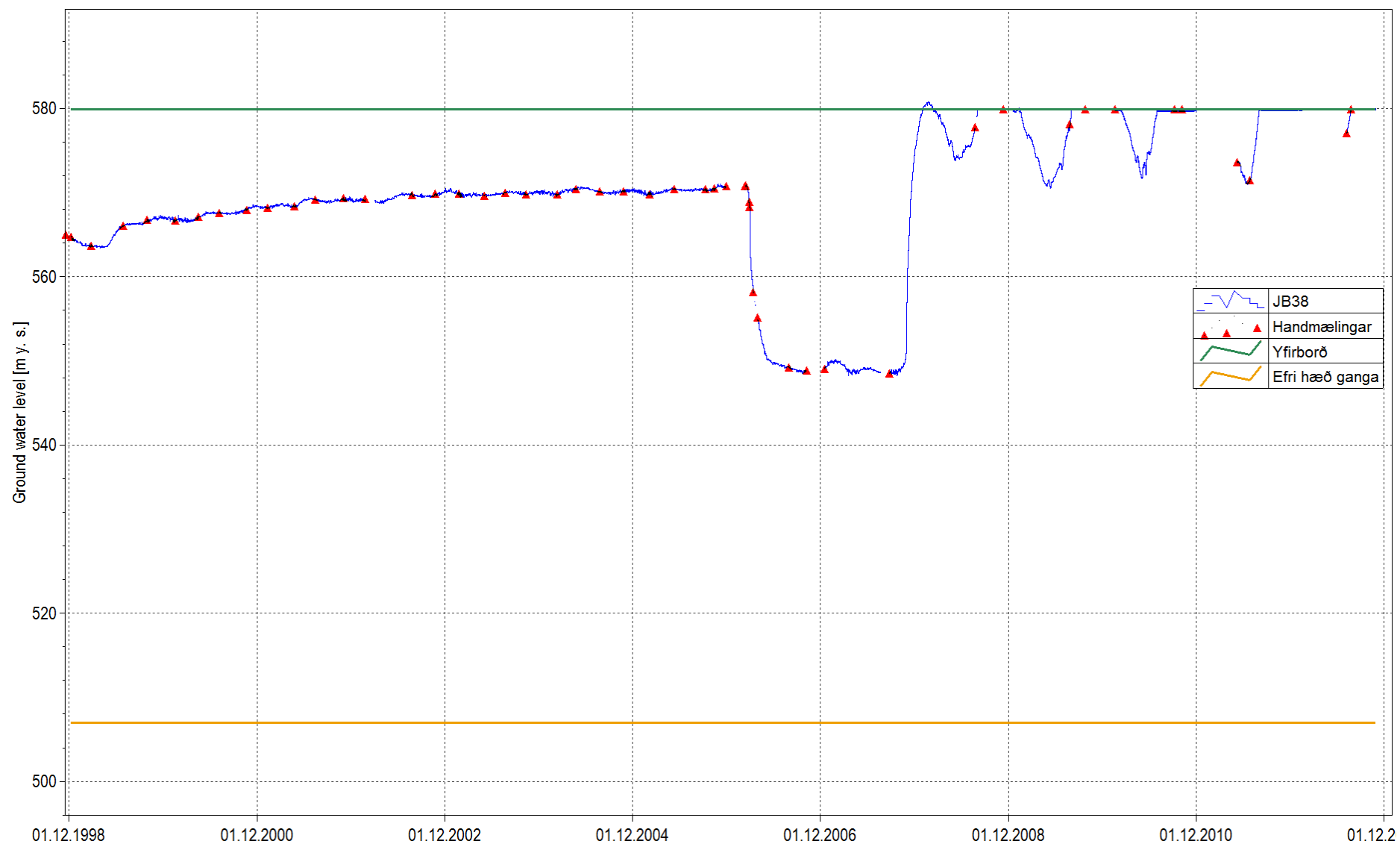
Línurit 26. Grunnvatn í JB02



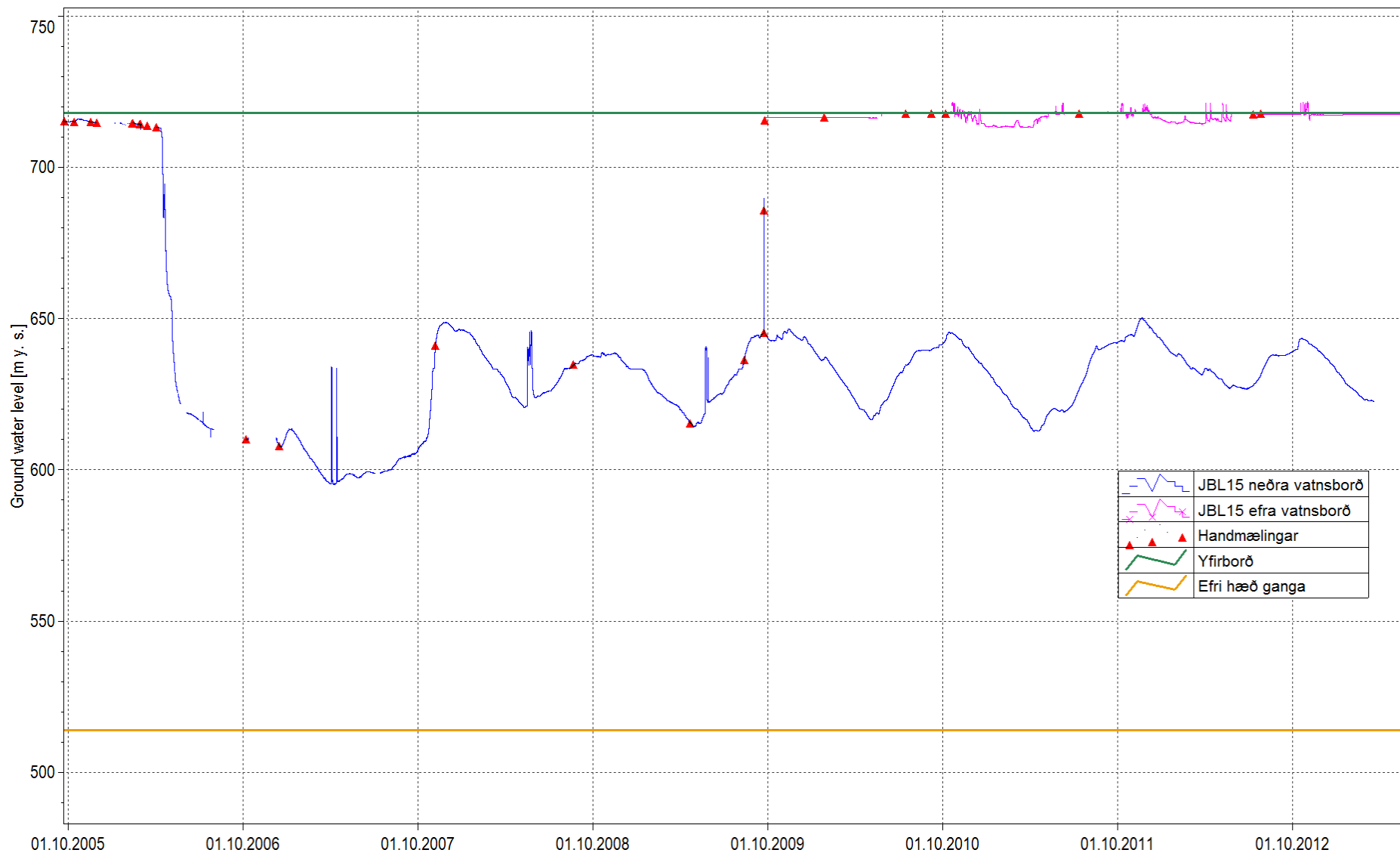
Línurit 27. Grunnvatn í JBL13



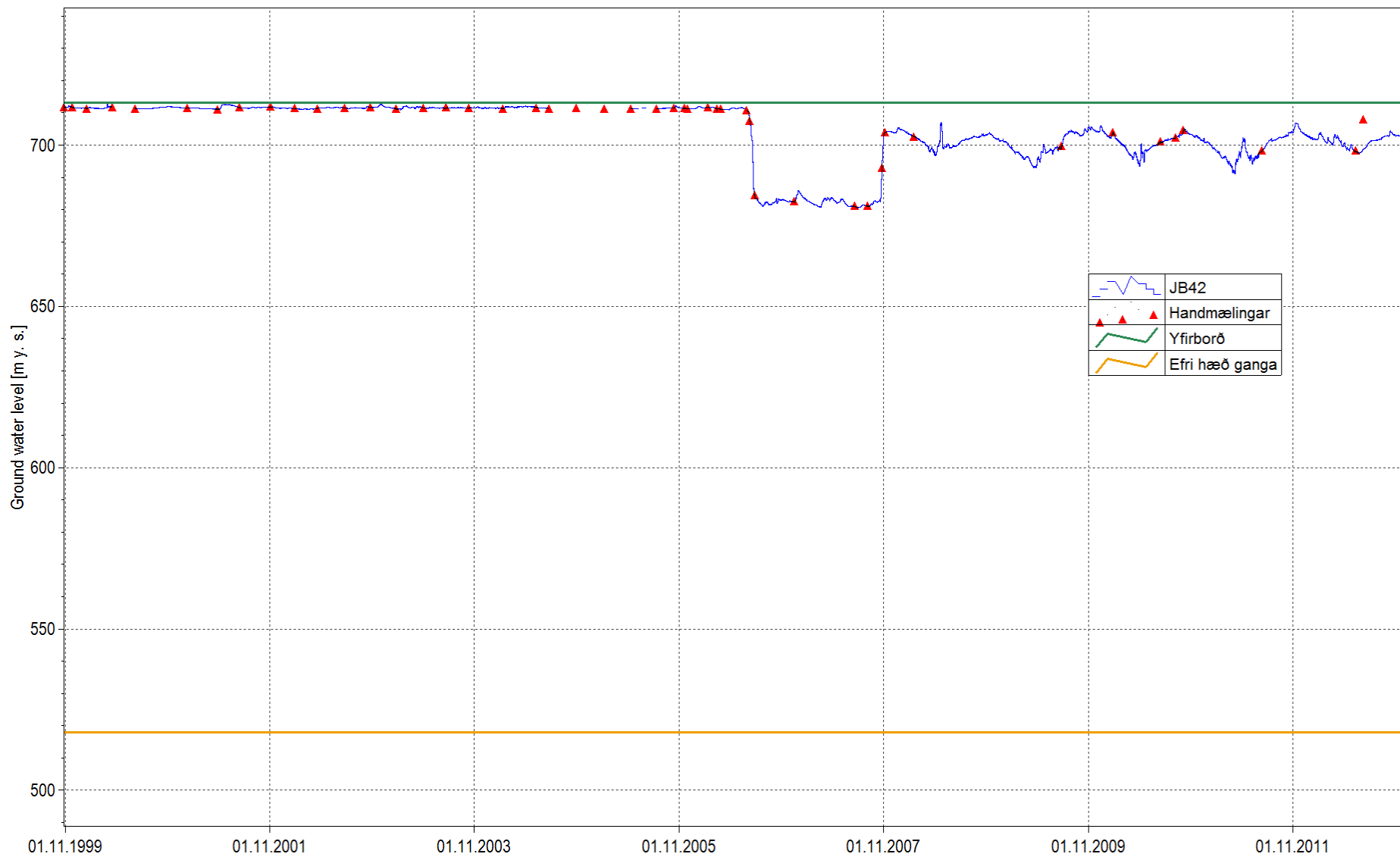
Línurit 28. Grunnvatn í JB37



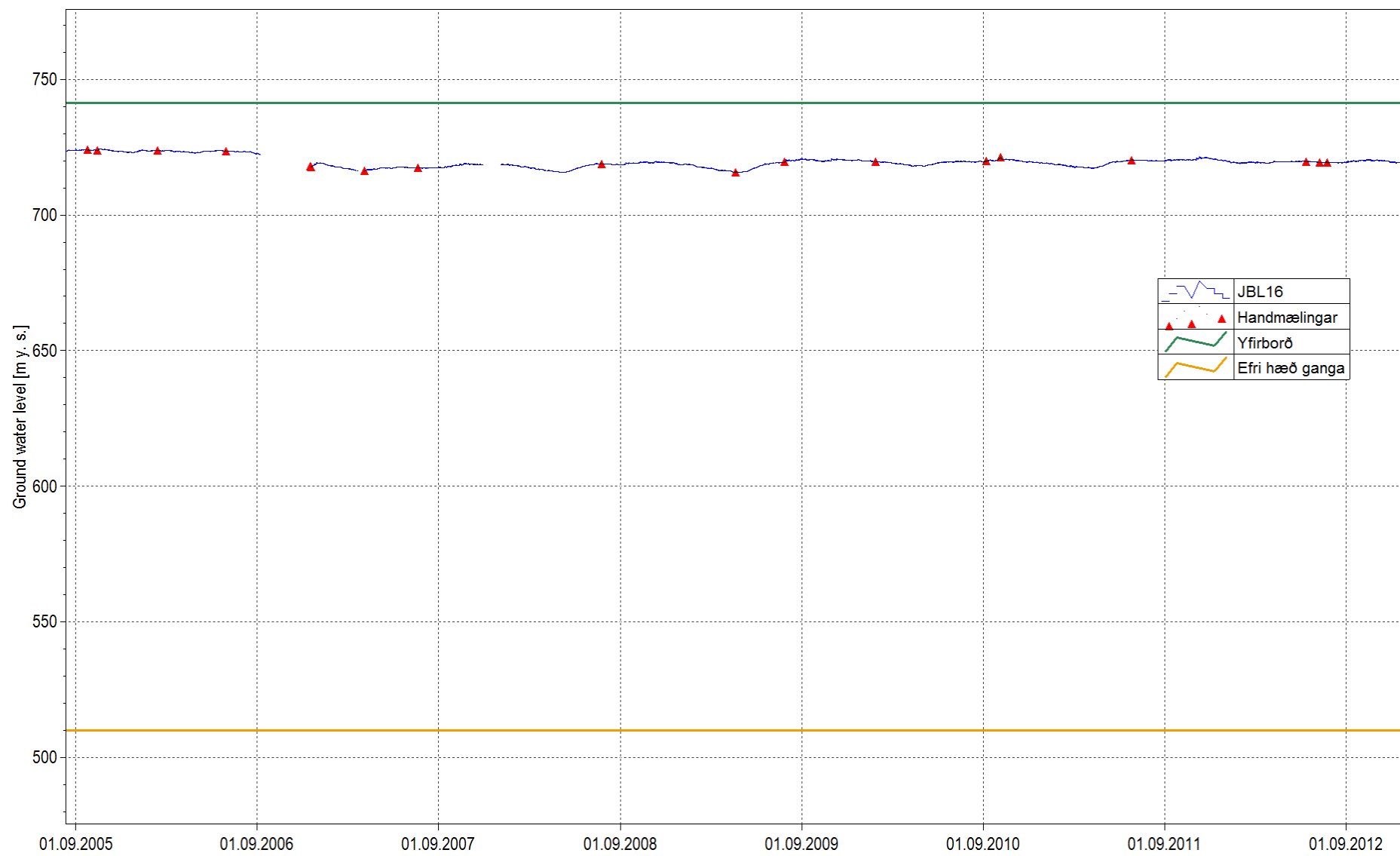
Línurit 29. Grunnvatn í JB38



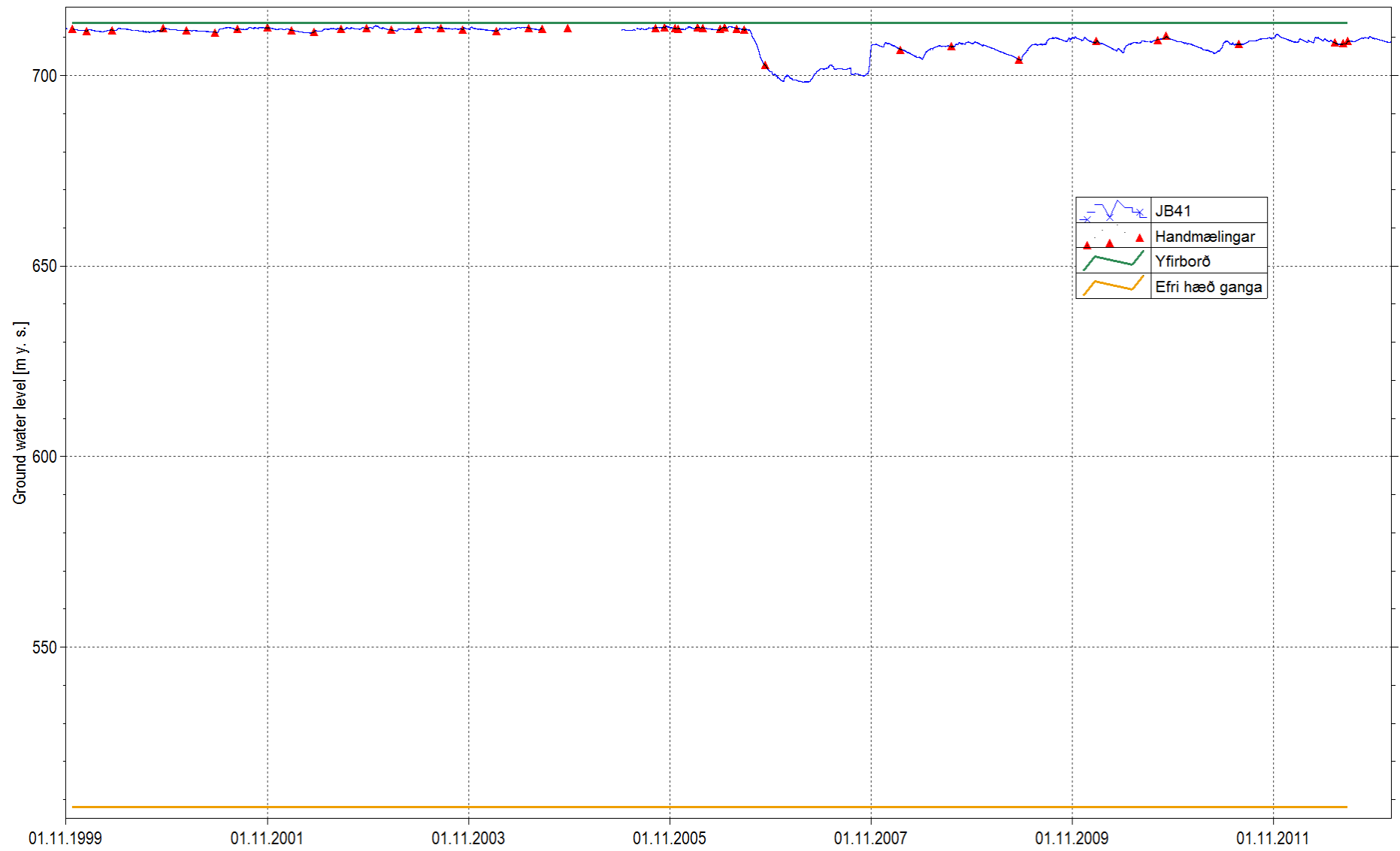
Línurit 30. Grunnvatn í JBL15



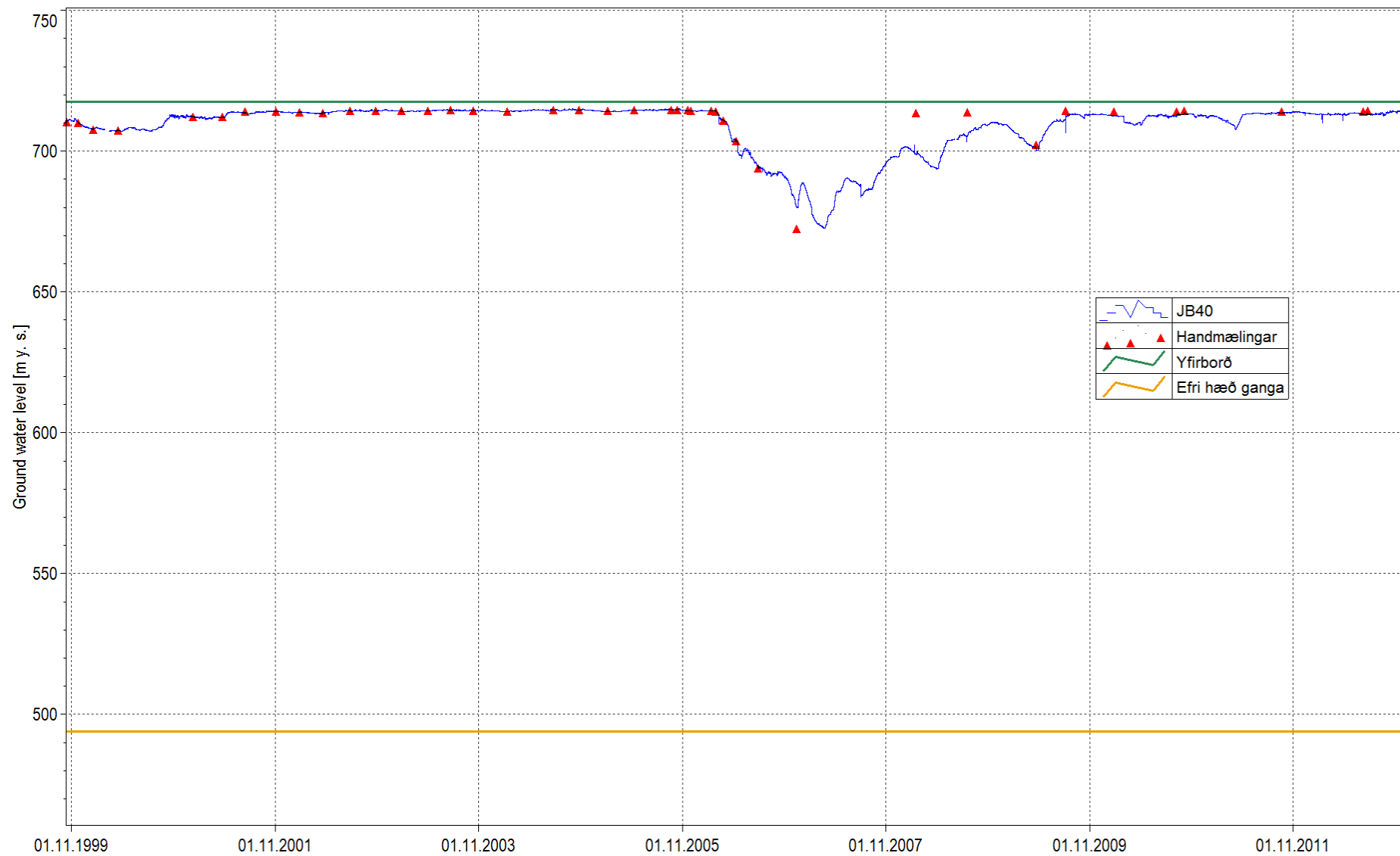
Línurit 31. Grunnvatn í JB42



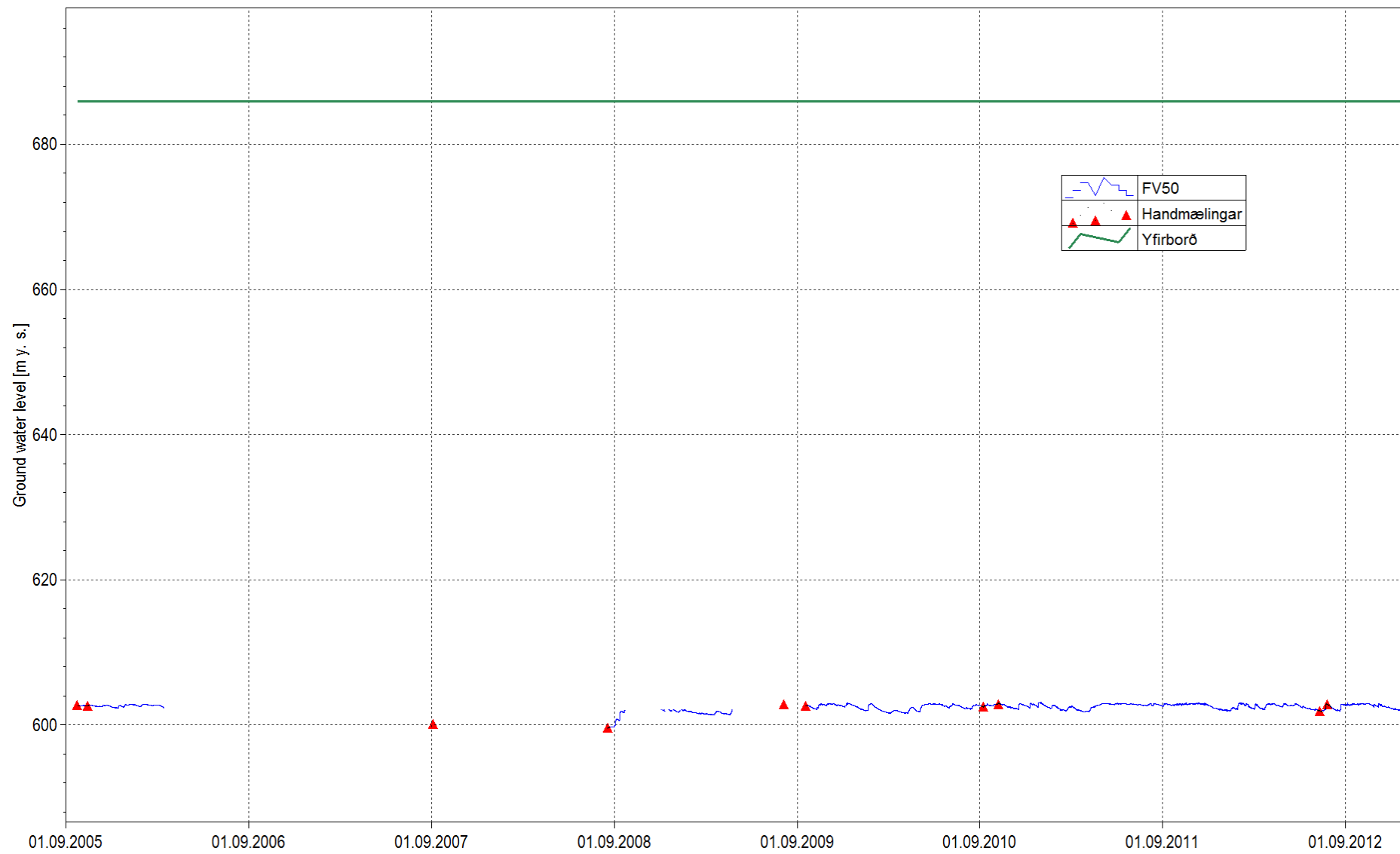
Línurit 32. Grunnvatn í JBL16



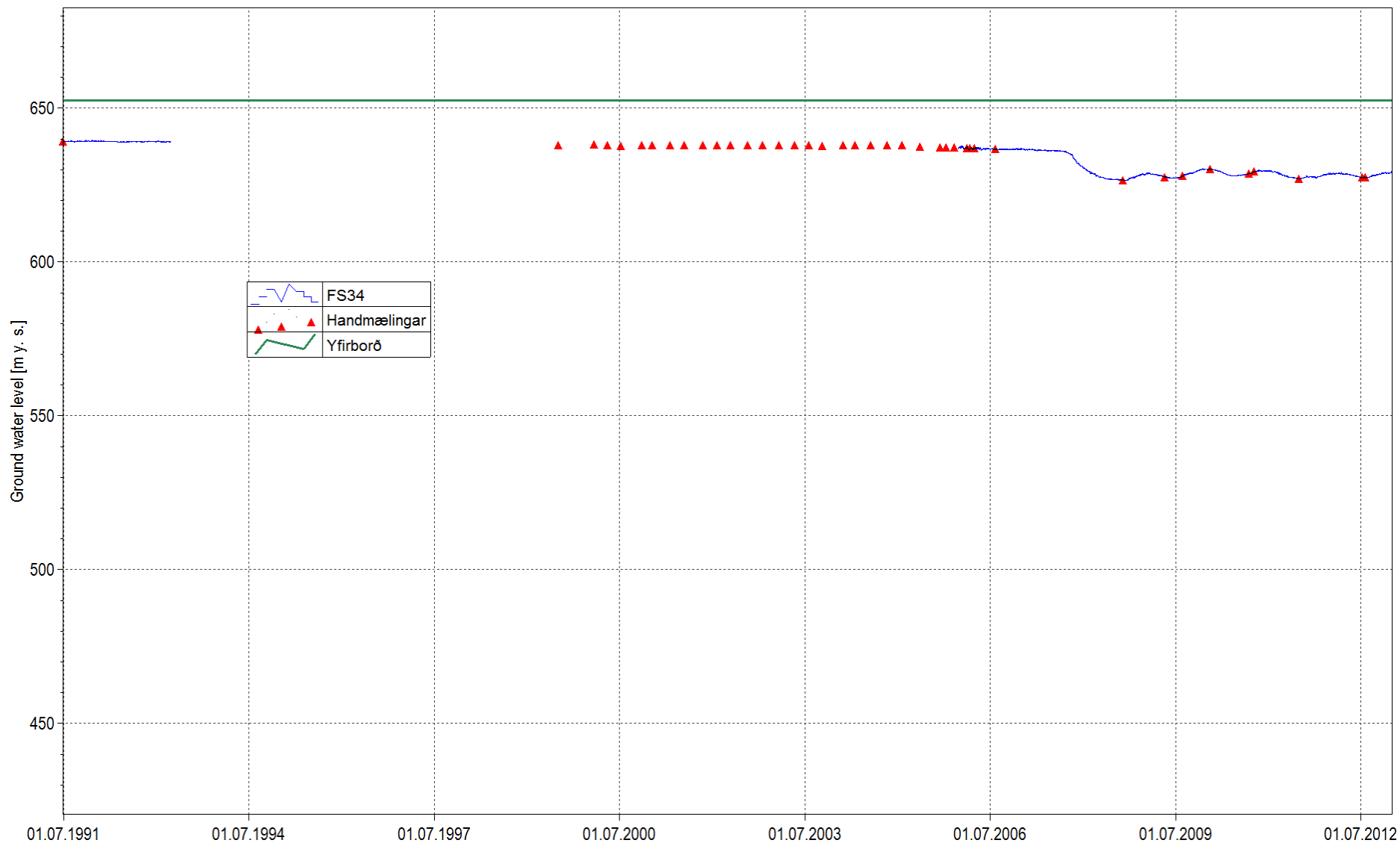
Línurit 33. Grunnvatn í JB41



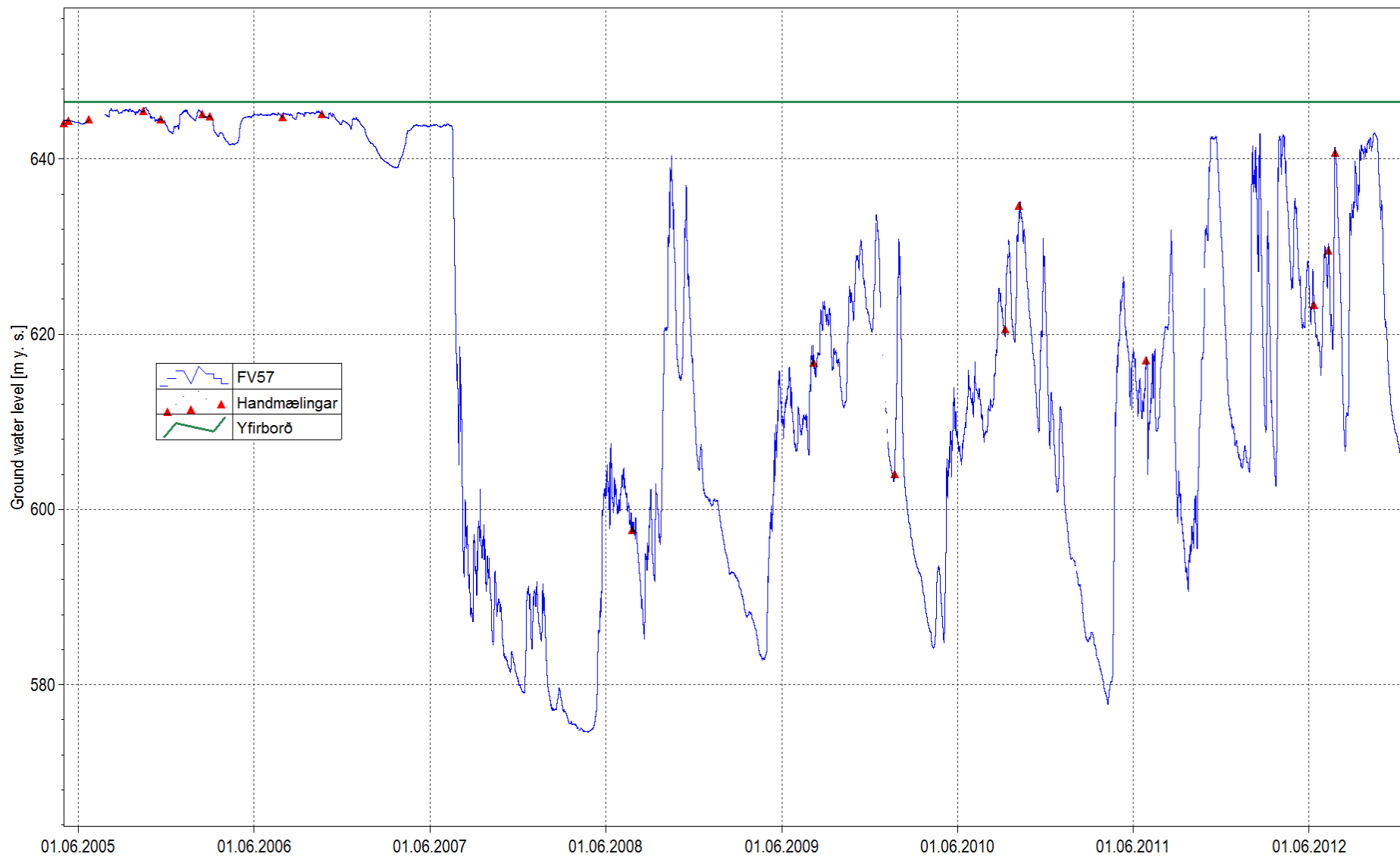
Línurit 34. Grunnvatn í JB40



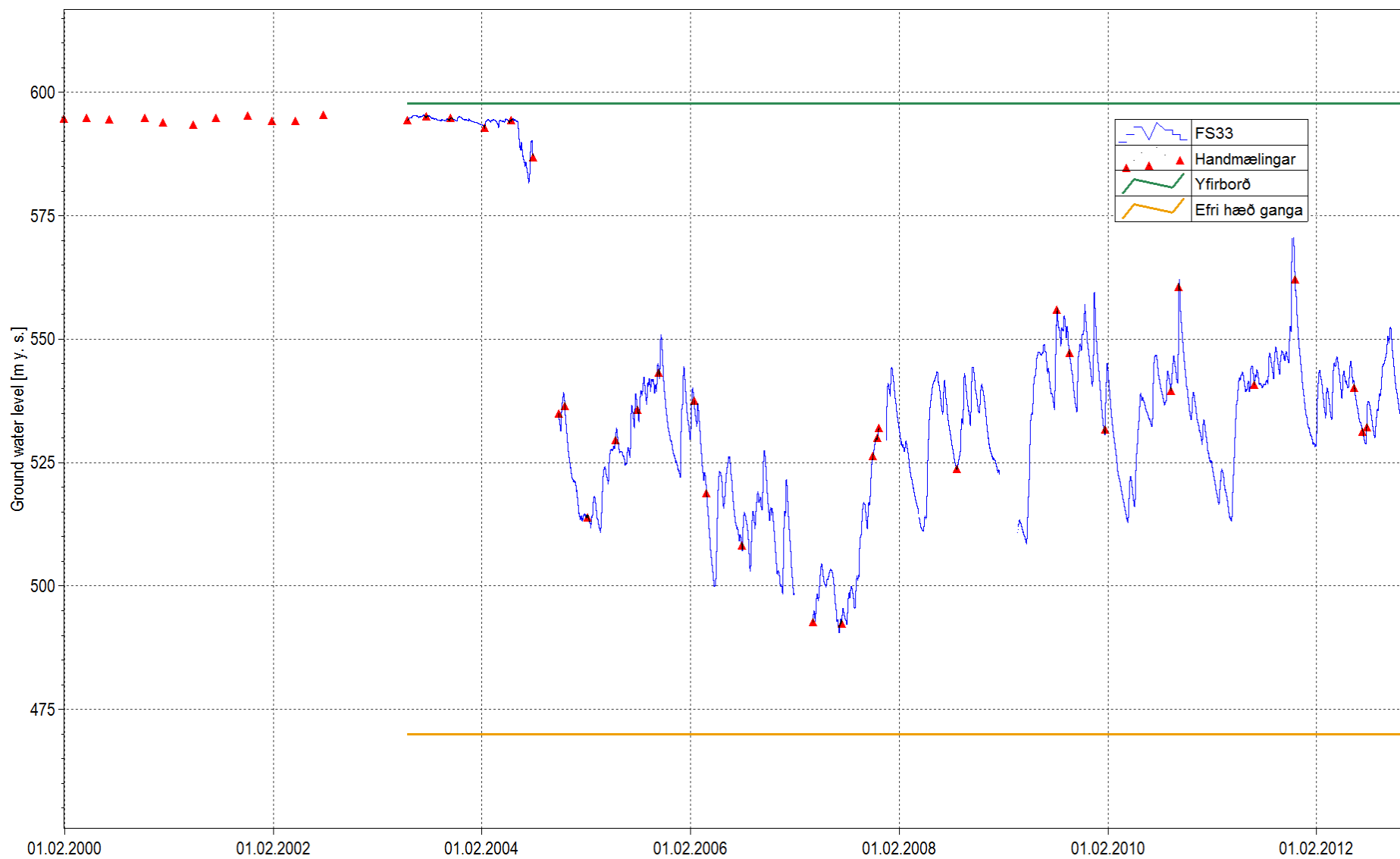
Línurit 35. Grunnvatn í FV50



Línurit 36. Grunnvatn í FS34



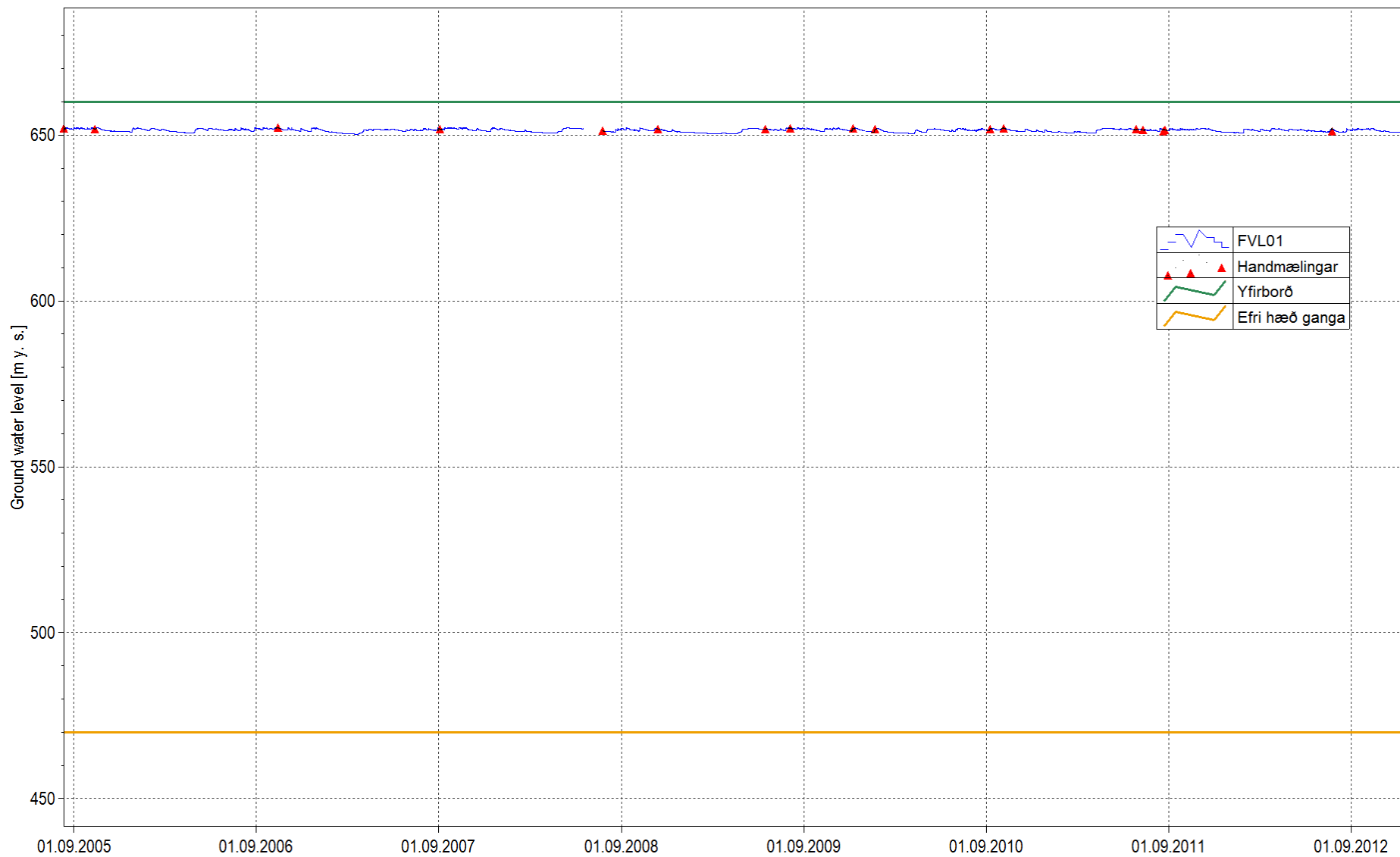
Línurit 37. Grunnvatn í FV57



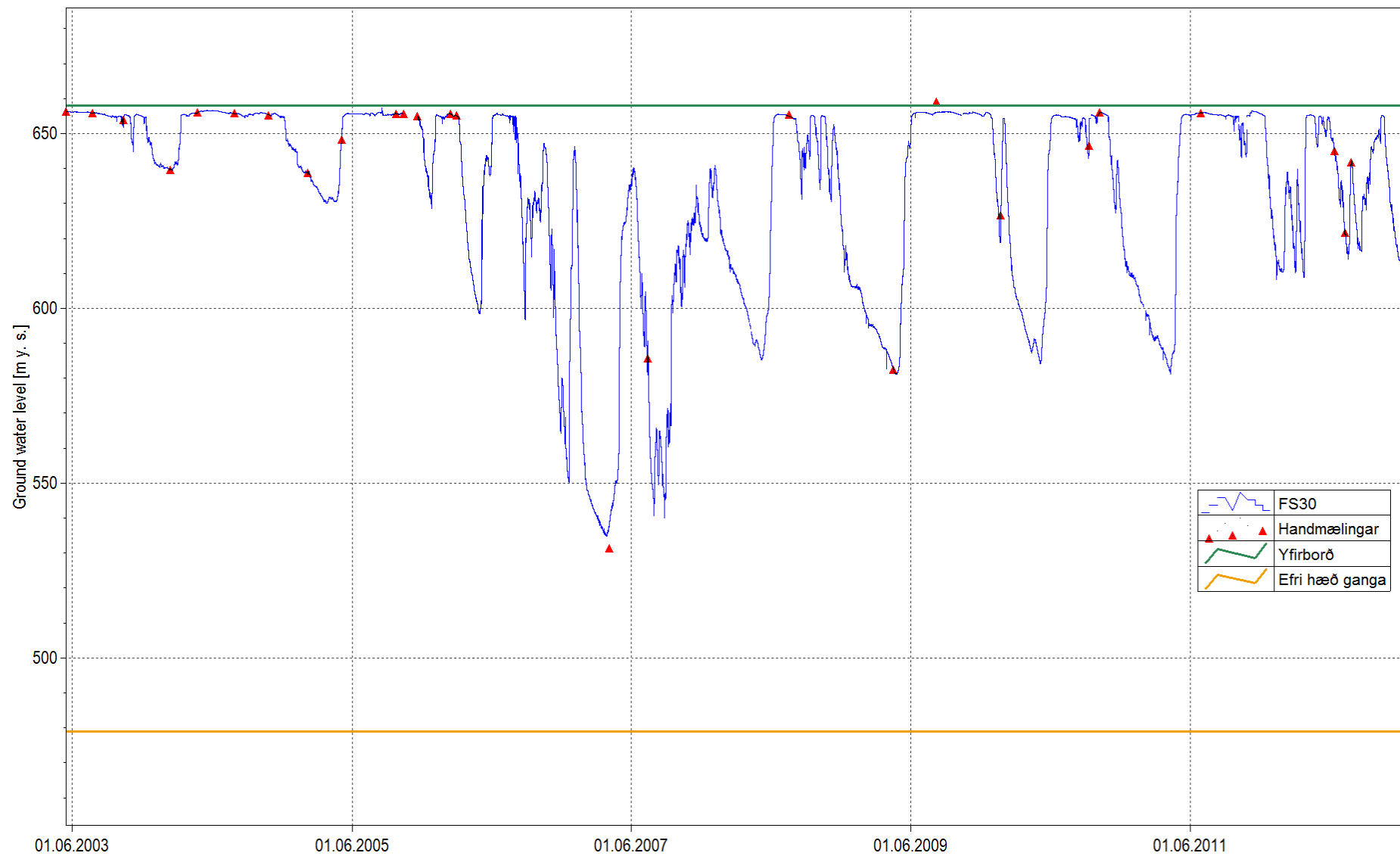
Línurit 38. Grunnvatn í FS33



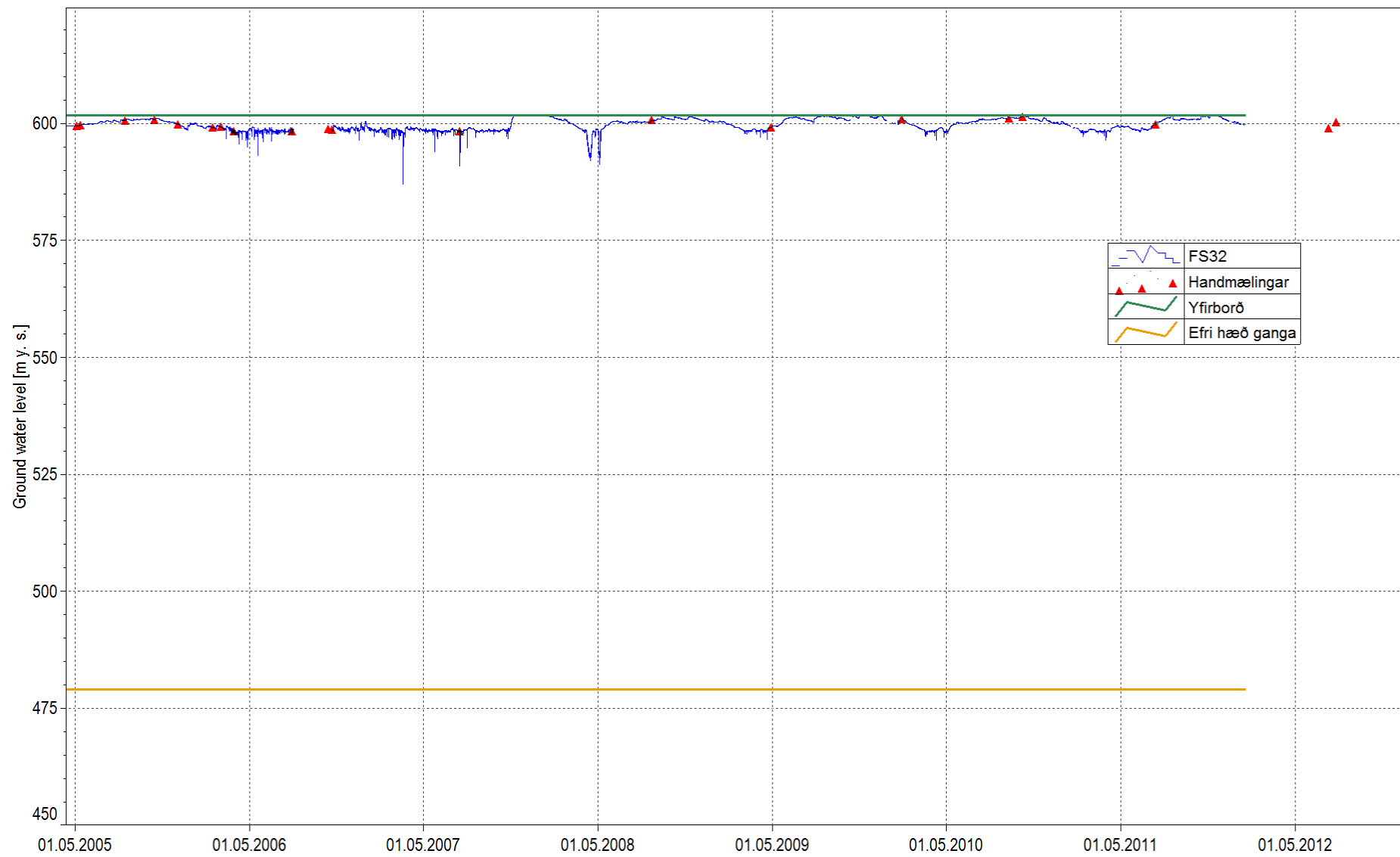
Línurit 39. Grunnvatn í FV47



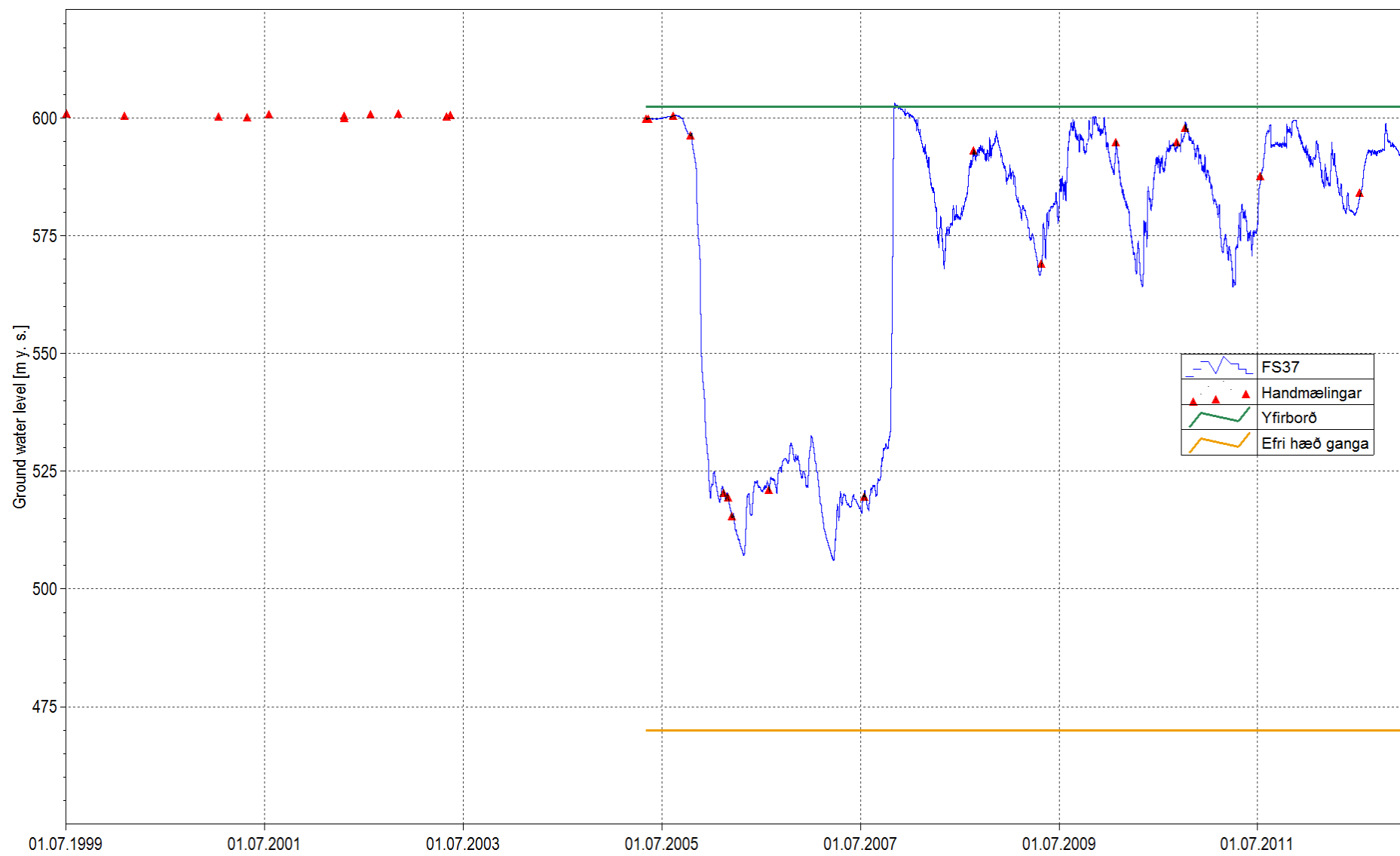
Línurit 40. Grunnvatn í FVL01



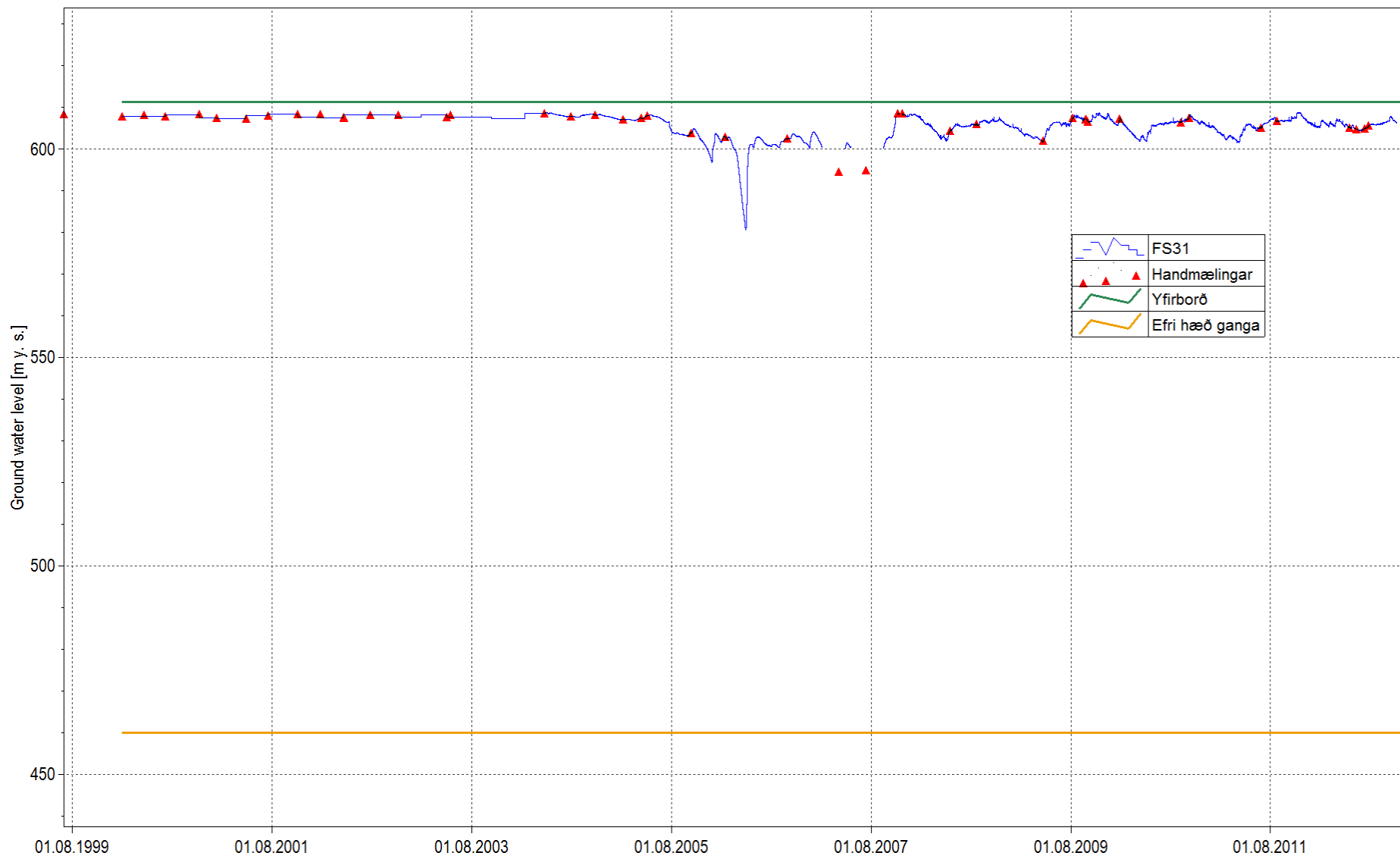
Línurit 41. Grunnvatn í FS30



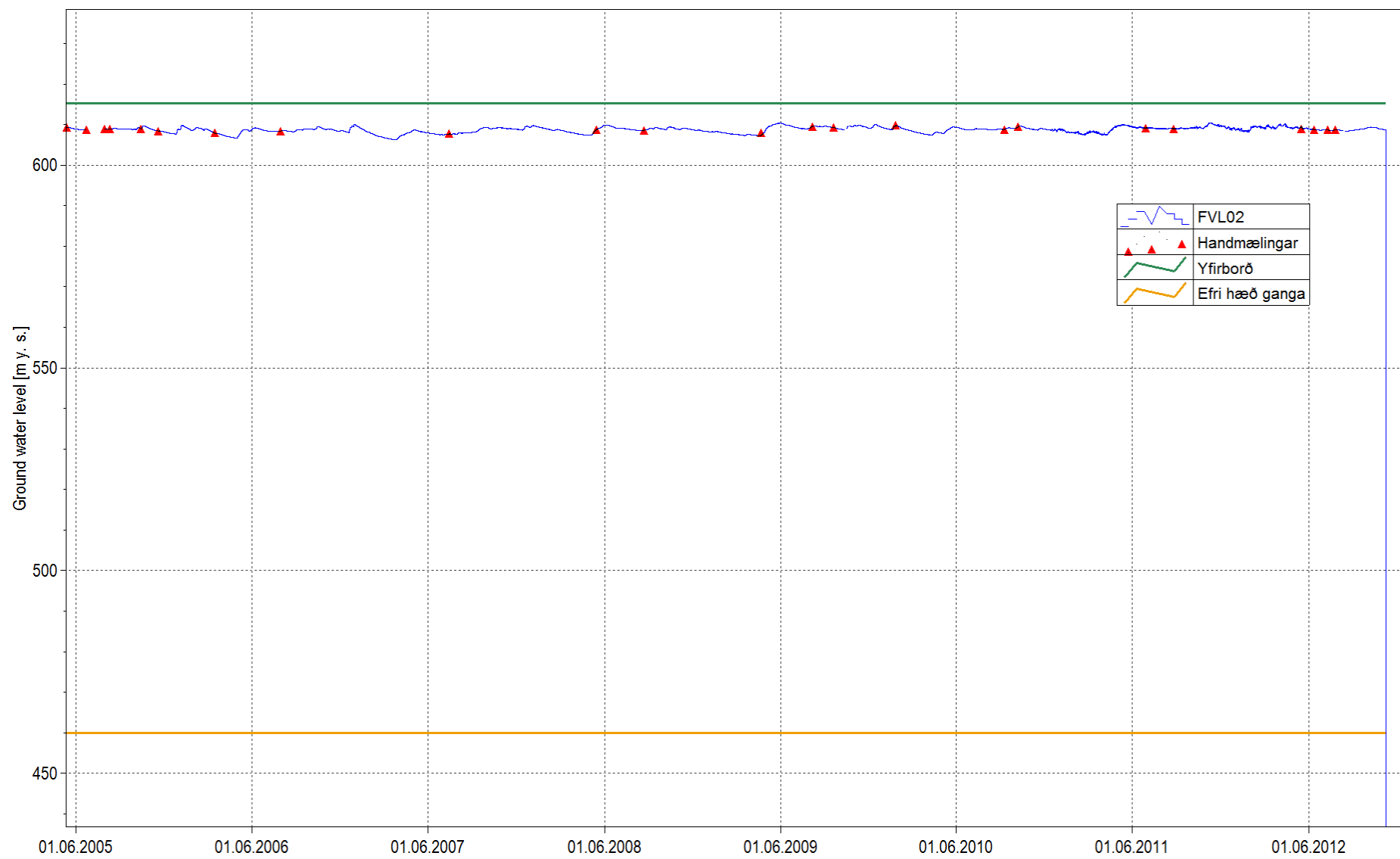
Línurit 42. Grunnvatn í FS32



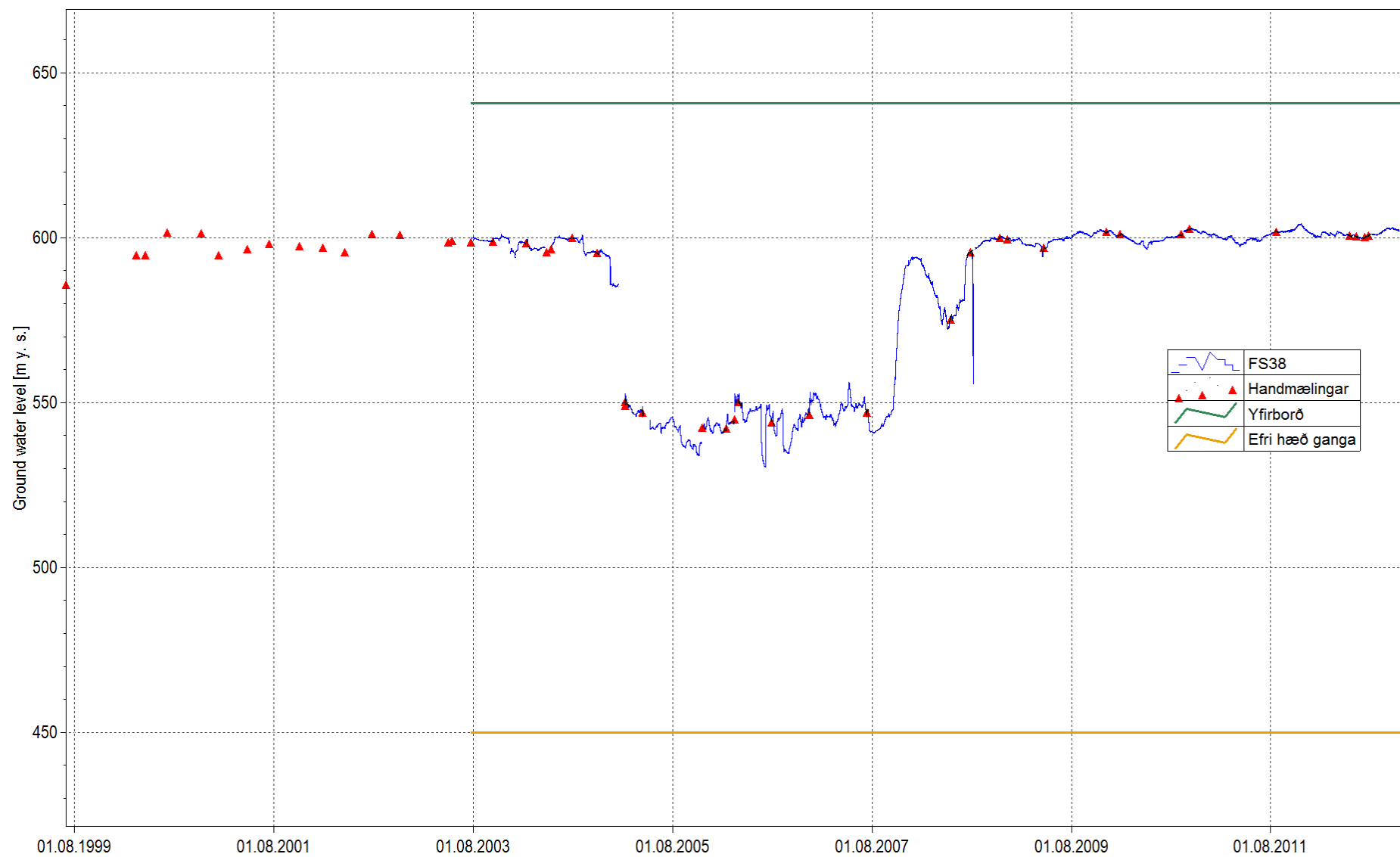
Línurit 43. Grunnvatn í FS37



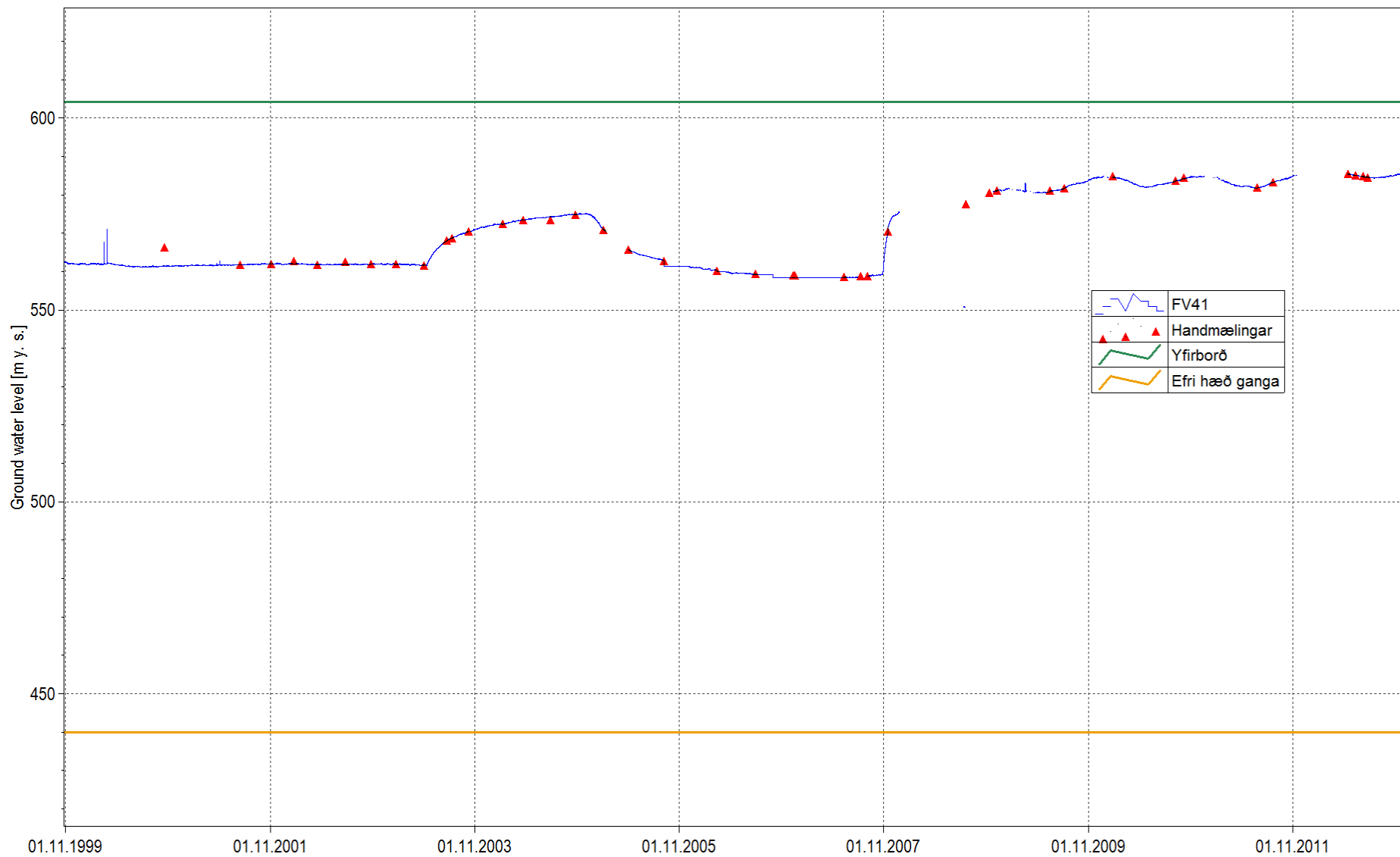
Línurit 44. Grunnvatn í FS31



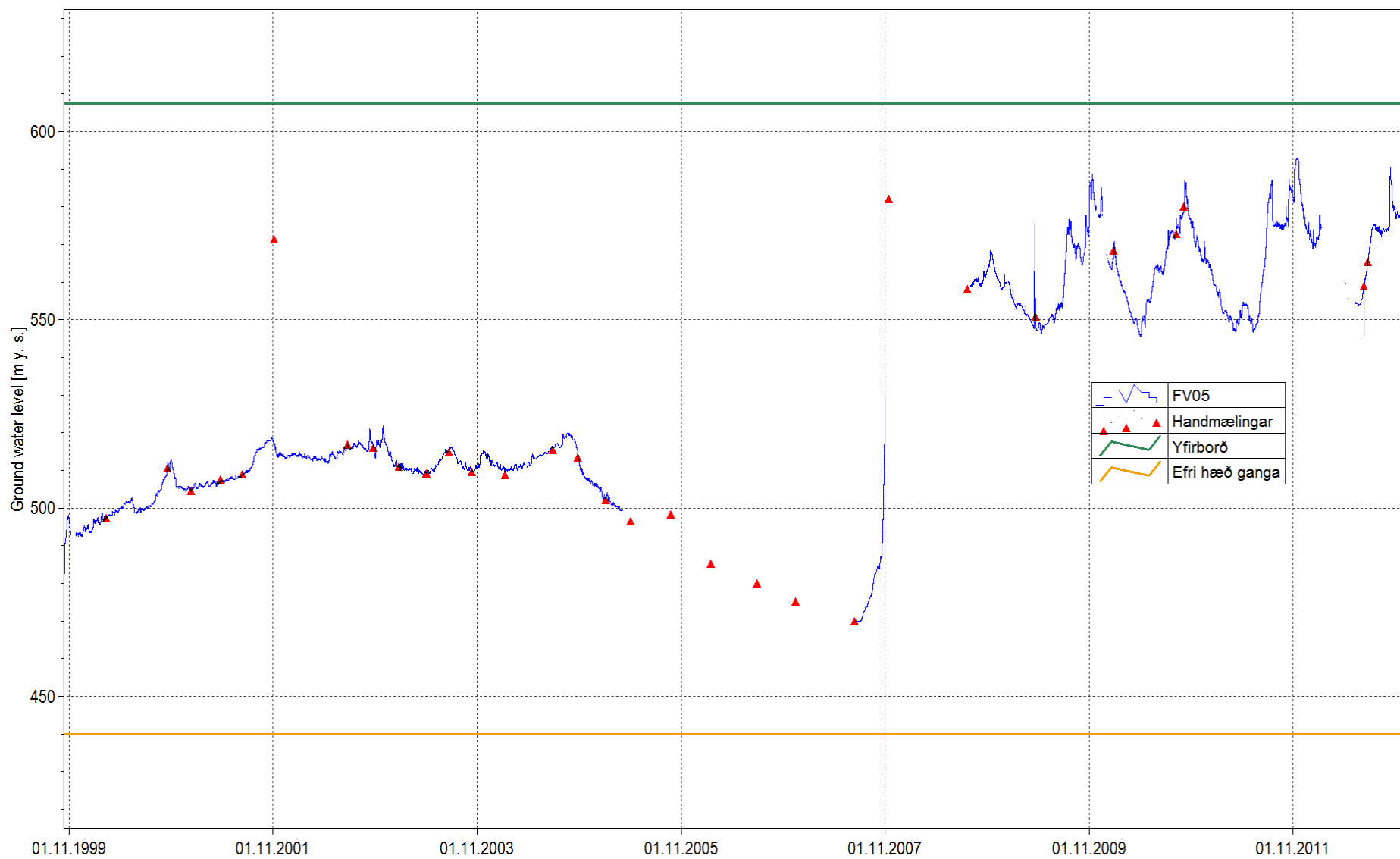
Línurit 45. Grunnvatn í FVL02



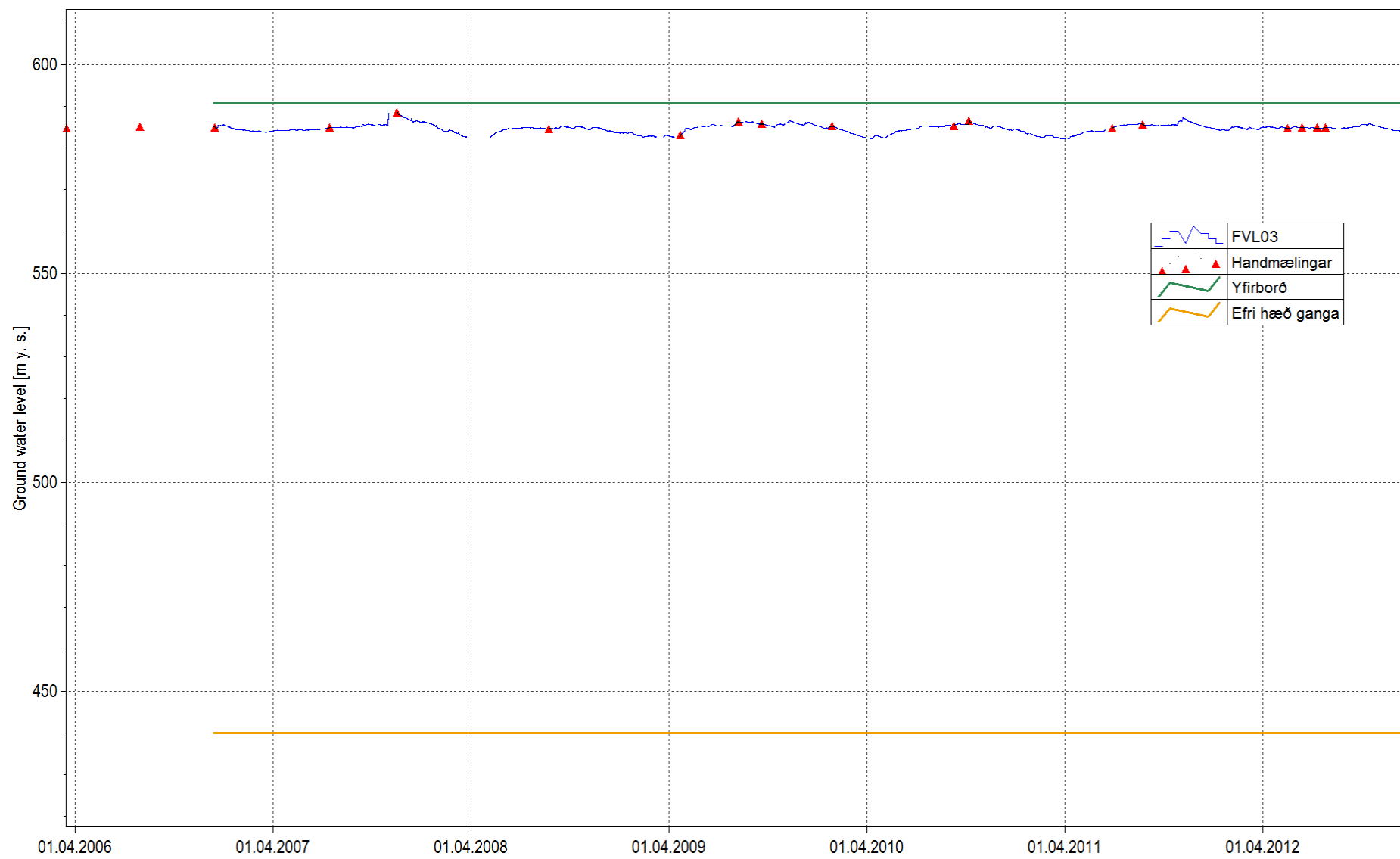
Línurit 46. Grunnvatn í FS38



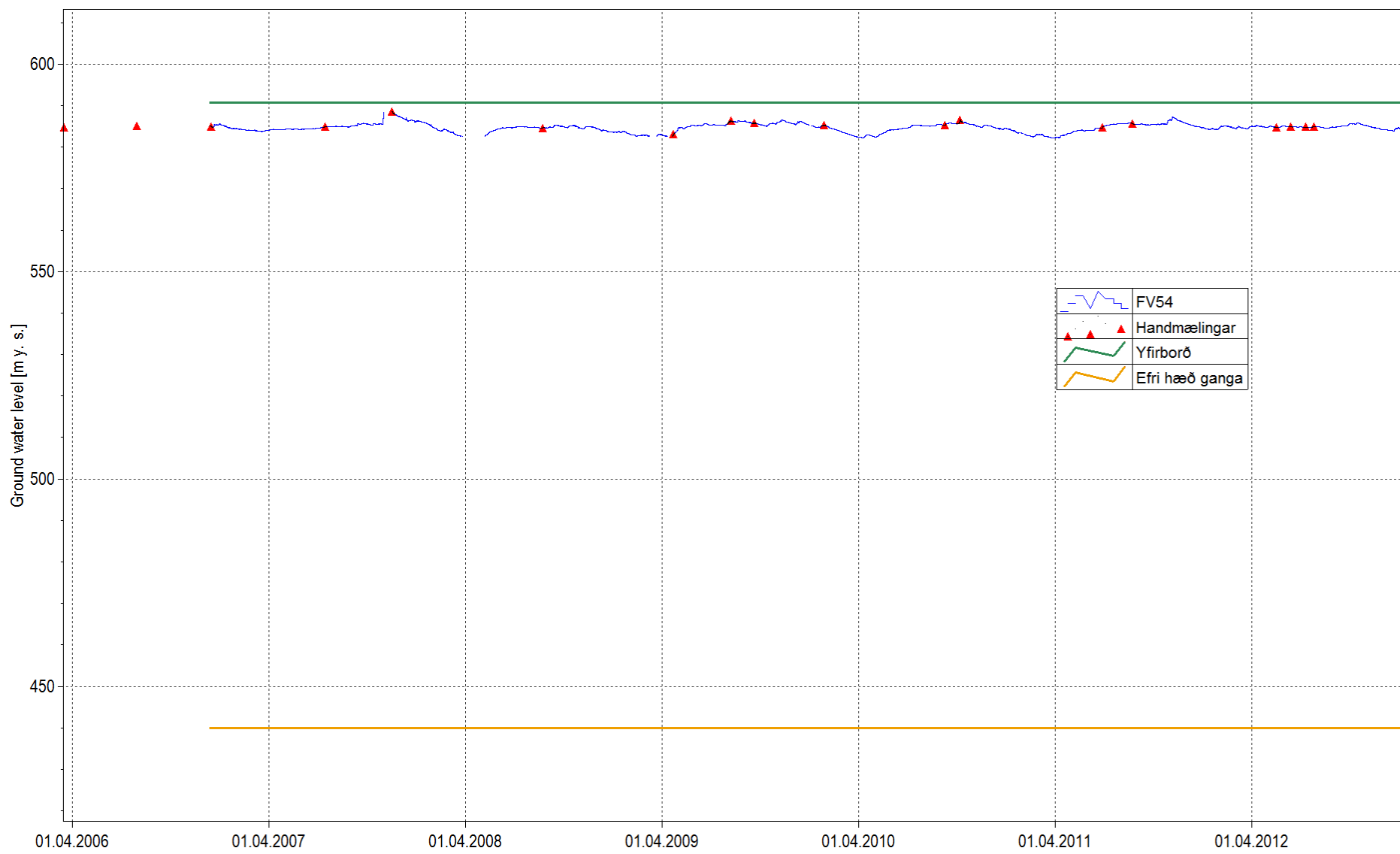
Línurit 47. Grunnvatn í FV41



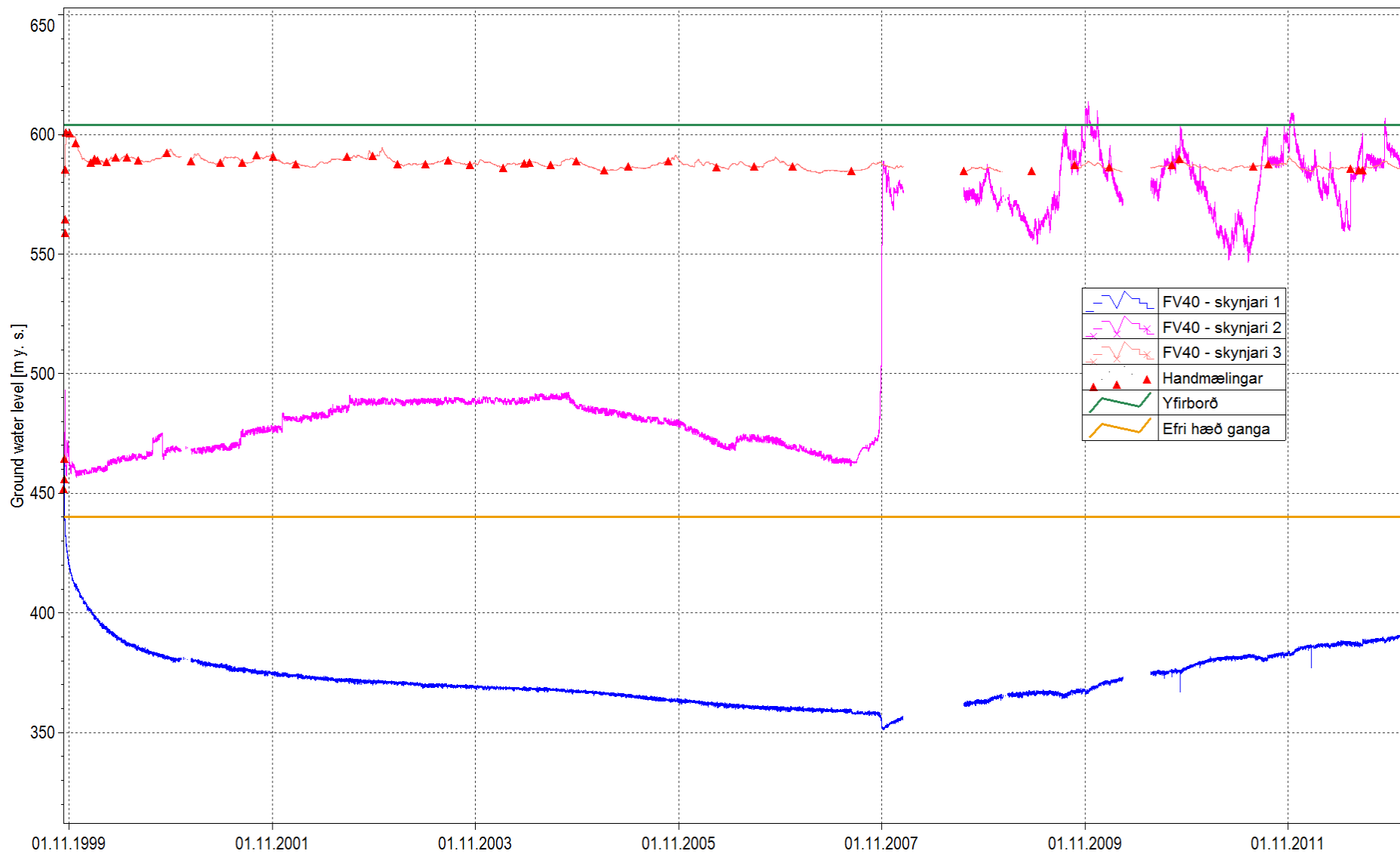
Línurit 48. Grunnvatn í FV05



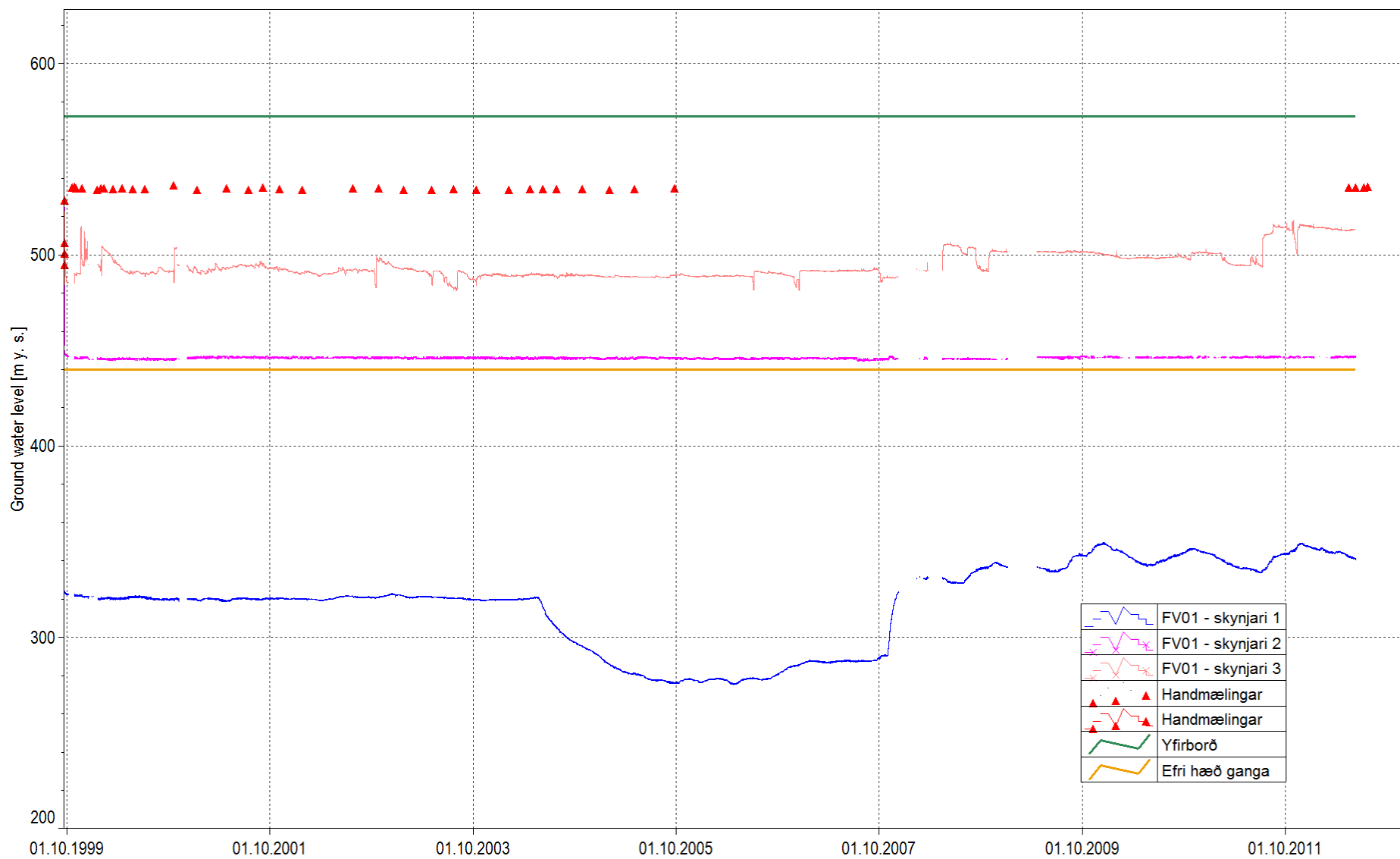
Línurit 49. Grunnvatn í FVL03



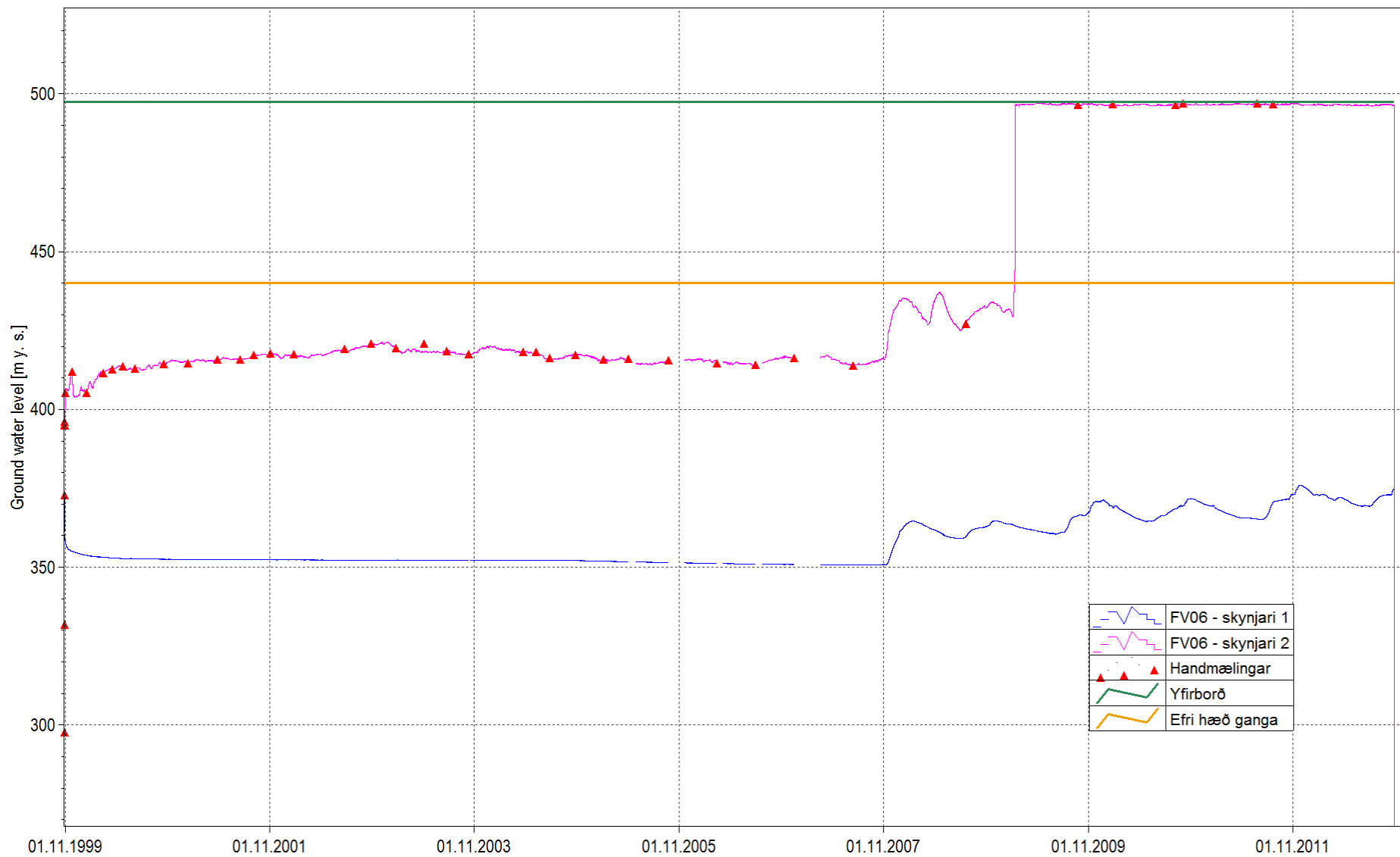
Línurit 50. Grunnvatn í FV54



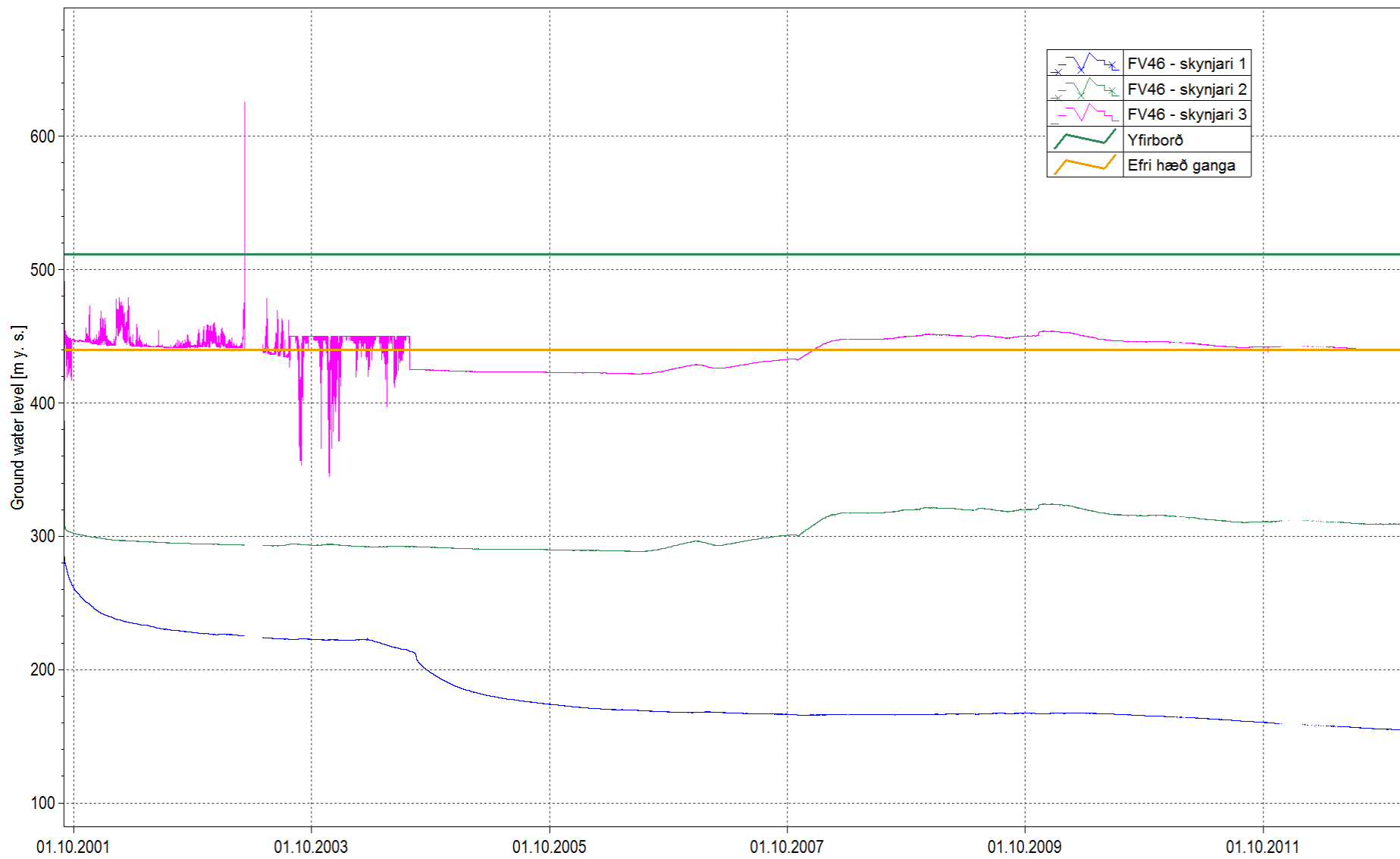
Línurit 51. Grunnvatn í FV40



Línurit 52. Grunnvatn í FV01



Línurit 53. Grunnvatn í FV06



Línurit 54. Grunnvatn í FV46



Landsvirkjun

Háaleitisbraut 68
103 Reykjavík
landsvirkjun.is

landsvirkjun@lv.is
Sími: 515 90 00

