VERKFRÆÐISTOFAN VATNASKIL

MINNISBLAÐ

MB-23.06

Akureyri, 06/03/2023

Til: Anette Kærgaard Mortensen
Sérfræðingur – Rekstur og auðlindir
Landsvirkjun

Frá: Ágústi Guðmundssyni, Eric M. Myer og Sveini Óla Pálmarssyni

Efni: **Þeistareykjavirkjun, áhrif aukinnar grunnvatnstöku og niðurdælingar á grunnvatnsstöðu og hitastig grunnvatns.**

Landsvirkjun vinnur nú að undirbúningi að stækkun Þeistareykjavirkjunar. Vegna stækkunarinnar er fyrirséð að auka þurfi grunnvatnstöku. Landsvirkjun hefur því óskað eftir því að Vatnaskil framkvæmi mat á áhrifum aukinnar grunnvatnstöku á grunnvatnsstöðu og hitastig grunnvatns í nágrenni virkjunarinnar.

Í aðdraganda Þeistareykjavirkjunar unnu Vatnaskil ýmsar greiningar m.t.t. áhrifa grunnvatnstöku vegna virkjunarinnar (Vatnaskil, 2008, 2009, 2014). Við greiningarnar var beitt fyrirliggjandi líkönum Vatnaskila af Norðausturlandi og Þeistareykjasvæðinu. Frá þeim tíma og eftir að virkjunin var gangsett árið 2017 hefur gögnum um grunnvatnsstöðu og hitastig grunnvatns á svæðinu verið safnað. Ekki hefur verið unnt að taka tillit til þeirra gagna fyrr en nú.

Greint verður frá forsendum útreikninganna hér í framhaldi ásamt niðurstöðum útreikninga aukinnar vatnstöku og niðurdælingar á grunnvatnstöðu og hitastig grunnvatns.

Forsendur

Beitt er vatnafarslíkani Vatnaskila af Norðausturlandi við úrlausn verkefnisins. Líkanið nær frá vatnasviði Skjálfandafljóts í vestri allt austur fyrir vatnasvið Jökulsár á Fjöllum, frá ströndu og upp til jökla. Vatnaskil hafa þróað líkanið til fjölda ára og notað við lausn ýmissa vatnafræðilegra verkefna á svæðinu, meðal annars við mat á niðurdrætti grunnvatnsborðs og dreifingu skiljuvatns við yfirborðslosun á Þeistareykjasvæðinu (Vatnaskil, 2008). Síðasta endurskoðun líkansins fór fram árið 2015 (Vatnaskil, 2015) þar sem yfirborðshluti líkansins fékk ítarlega uppfærslu úr gráðudagalíkani yfir í fullbúið orkuskiptalíkan. Grunnvatnshluti líkansins er tvívítt líkan sem tekur eingöngu tillit til efsta hluta grunnvatnskerfisins (efstu 100 m).

Til mats á áhrifum aukinnar grunnvatnstöku voru sett upp fjögur tilfelli grunnvatnstöku og niðurdælingar á Þeistareykjum. Í fyrsta lagi svokallað núlltilfelli þar sem engin grunnvatnsvinnsla eða niðurdæling er á Þeistareykjum sem er sett upp til viðmiðunar við önnur tilfelli. Þar sem áhrif aukinnar vinnslu eru metin hér í framhaldi er því miðað við áhrif frá engri vinnslu (núlltilfelli) en ekki núverandi vinnslu. Loks eru það þrjú vinnslutilfelli, núverandi grunnvatnsvinnsla 100 L/s, framtíðar grunnvatnsvinnsla 300 L/s og framtíðar grunnvatnsvinnsla 600 L/s. Miðað er við að öll grunnvatnstaka fari fram á núverandi grunnvatnstökusvæði úr holum ÞV-1 og ÞV-2. Skilgreind er niðurdæling á tveimur stöðum á svæðinu, annars vegar í svelgholu ÞS-3 við virkjunina og hins vegar á niðurdælingarsvæði í holum ÞN-1, ÞN-2 og ÞR-12. Miðað er við að öllu sem dælt sé niður í holu ÞS-3 skili sér inn í efsta hluta grunnvatnskerfisins en á niðurdælingarsvæðinu er miðað við að einungis hluti niðurdælingarvatnsins, 25%, hafi áhrif á grunnvatnsstöðu svæðisins. Miðar sá hluti við niðurstöður úr jarðhitalíkani Vatnaskila af Þeistareykjum sem sýna stærri hluta niðurdælingarvatnsins leita niður í jarðhitakerfið. Jarðhitalíkan Vatnaskila af Þeistareykjum hefur verið þróað og beitt við fjölda verkefna tengdum jarðhitavinnslu og -rannsóknum á Þeistareykjum þ.m.t. verið kvarðað m.t.t. ferilefnaprófa sem framkvæmd hafa verið á

svæðinu. Jarðhitalíkanið er því besta tiltæka tólið til þess að meta hvert niðurdælingarvatnið leitar. Við mat á hversu stór hluti niðurdælingarvatnsins skilar sér í grunnvatnskerfið er metið hversu stór hluti skilar sér upp um topp jarðhitalíkansins sem liggur á svipuðu dýpi og grunnvatnskerfið sjálf. Í töflu 1 eru helstu forsendur um grunnvatnstöku og niðurdælingu fyrir tilfellin fjögur dregnar fram. Skipting niðurdælingar milli hola og hitastig niðurdælingarvatns miðar við meðaltöl ársins 2022. Við hitastigsútreikninga eru niðurstöður jarðhitalíkansins nýttar til þess að mynda bakgrunnshita á Þeistareykjum fyrir líkankeyrslurnar.

Tafla 1. Forsendur tilfella um grunnvatnstöku og niðurdælingu.

Tilfelli	Grunnvatnstaka			Niðurdæling								
	ÞV-1	ÞV-2	Heild	ÞN-1		ÞN-2		ÞR-12		ÞS-3		Heild
	Q [L/s]	Q [L/s]	Q [L/s]	Q [L/s]	T [°C]	Q [L/s]	T [°C]	Q [L/s]	T [°C]	Q [L/s]	T [°C]	Q [L/s]
Núll	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
100 L/s	50	50	100	11	96	23	96	8	96	120	22	162
300 L/s	150	150	300	32	96	69	96	25	96	360	22	486
600 L/s	300	300	600	65	96	138	96	50	96	720	22	873

Niðurstöður

Á mynd 1 eru meðalgrunnvatnshæð og straumar á Þeistareykjasvæðinu sýnd fyrir tilfellið þar sem engin vinnsla er á Þeistareykjum (Tilfelli: Núll). Á myndinni má sjá hversu mikil áhrif sprungusveimurinn við Þeistareyki hefur á grunnvatnsstöðu svæðisins, þ.á.m. kemur fram sterkur grunnvatnsstraumur sem liggur til norðurs frá Þeistareykjum í átt til sjávar í Lóni í Kelduhverfi. Einnig koma fram greinileg vatnaskil á Reykjaheiði austan Höskuldsvatns sem mótuð eru af hárri grunnvatnsstöðu í Lambafjöllum að sunnan og Grísatungufjöllum að norðan. Á mynd 2 eru sýnd áhrif núverandi grunnvatnstöku (100 L/s) á meðalgrunnvatnsborð, annars vegar þar sem forsendur um niðurdælingu í töflu 1 gilda (bláar línur) og hins vegar þar sem niðurdæling á niðurdælingarreit (úr holum ÞN-1, ÞN-2 og ÞR-12) hefur verið tekin út en niðurdæling í svelgholu ÞS-3 er enn inni (rauðar línur). Á myndinni kemur sterkt fram næmni líkansins við niðurdælingu á niðurdælingarreitnum. Þegar niðurdælingin úr holum ÞN-1, ÞN-2 og ÞR-12 er tekin út fer grunnvatnstakan að vera ráðandi varðandi grunnvatnsstöðu og leiðir til lækkunar grunnvatnsborðs. Með niðurdælingu á niðurdælingarreitnum inni í reikningunum hækkar grunnvatnsstaðan hins vegar. Mælingar grunnvatnsborðs frá gangsetningu Þeistareykjavirkjunar benda til þess að svæðisbundin áhrif á grunnvatnstöku og niðurdælingu séu hverfandi. Hins vegar benda mælingarnar til þess að staðbundin áhrif á grunnvatnsstöðu séu næst niðurdælingarholunum. Niðurstöður grunnvatnslíkansins m.t.t. forsendna í töflu 1 eru því mögulega ofmat á grunnvatnsborðshækkun m.t.t. niðurdælingar. Ástæðu þessa má mögulega tengja við skilgreiningu lektar í grunnvatnslíkaninu, tvívíða nálgun á grunnvatnskerfið og tilhögun niðurdælingar í líkaninu.

Á myndum 3 og 4 eru niðurstöður fyrir framtíðartilfellin 300 L/s og 600 L/s dregnar fram. Sýndar eru jafngildislínur meðalgrunnvatnshæðarbreytingar frá engri vinnslu að tilteknu vinnslutilfelli. Í töflu 1 má sjá að niðurdælingin er umtalsvert meiri en grunnvatnsvinnslan sem leiðir til þess að áhrifin af niður-dælingunni verða ráðandi. Niðurstöðurnar sýna að með sífellt aukinni niðurdælingu samfara aukinni grunnvatnstöku getur farið að gæta 0,5 m hækkunar á mjög víðfeðmu svæði sem við mestu vinnsluna nær til Botnsvatns í norðri, vestur í Reykjahverfi svo sem að Langavatni, suður langleiðina að Sandvatni og austur að Kröflu. Niðurdælingin hefur ekki áhrif á lindarsvæðin norður í Kelduhverfi.

Grunnvatnsvinnslan og tengd niðurdæling auka lítillega rennsli grunnvatns norður til Kelduhverfis. Niðurstöðurnar benda ekki til aukins streymis grunnvatns til vesturs í átt að Höskuldsvatni. Hinsvegar

sýna útreikningarnir að hækkun grunnvatnsstöðu getur leitt til óverulegs aukins rennslis um lindir ofan Húsavíkur.

Á myndum 5 til 6 eru sýnd áhrif núverandi og aukinnar grunnvatnstöku/niðurdælingar á meðalhitastig grunnvatns. Á myndunum er annars vegar dregið fram meðalhitastig grunnvatns og hinsvegar breyting á meðalhitastigi frá núlltilfelli að viðkomandi vinnslutilfelli. Niðurstöðurnar sýna að meðalhitastig eykst jafnt og þétt samfara aukinni vatnstöku/niðurdælingu þ.a. við mestu vinnsluna/niðurdælingu er farið að gæta áhrifa á hitastig grunnvatns við Lón í Kelduhverfi sem gæti numið 2,0°C. Taka ber fram að líkanið getur ekki spáð fyrir um breytingar á hitastigi yfirborðsvatns í Lóni sjálfu en niðurstöðurnar gefa til kynna að möguleiki er á að hitastig vatnsins gæti hækkað því lindir fæða Lónið af grunnvatni. Áberandi er mest hitastigsbreyting næst vatnstökustaðnum sem kemur bæði til vegna þess að niðurdælingin eykur grunnvatnsstreymi eftir megingrunnvatnsstraumum sem bera aukið heitt vatn til vesturs og norður, einnig dregur vatnstakan hitasveiminn í átt að vatnstökusvæðinu án þess að teljandi hitastigsaukning verði á því.

Samantekt

Töluvert aðrar forsendur eru nú um áhrif grunnvatnstöku en í fyrri greiningu frá 2014. Þar var gert ráð fyrir að öll niðurdæling færi fram á 200 til 300 m dýpi sem myndi ekki hafa áhrif á grunnvatnsborð. Síðan virkjunin var tekin í notkun hefur niðurdælingin verið með aðeins öðru móti en gert var ráð fyrir í forsendum greiningarinnar 2014 auk þess sem áhrif niðurdælingar hafa verið merkjanleg næst dýpri niðurdælingarholum (ÞN-1, ÞN-2 og ÞR-12). Í fyrri greiningu voru reiknuð áhrif grunnvatnstöku m.v. vinnslu upp á 300 L/s. Niðurstöðurnar þá sýndu allt að 2,4 m svæðisbundinn niðurdrátt öfugt við grunnvatnsborðshækkunina sem greinanleg er núna. Einnig voru hitastigsbreytingar mun minni þar sem ekki var tekið tillit til niðurdælingar í reikningum.

Taka verður niðurstöðum útreikninganna með þeim fyrirvörum sem forsendur útreikninganna byggja á. Grunnvatnslíkanið er tvívítt og getur því ekki tekið til lóðréttrar dreifingar niðurdælingarvatns sem niðurstöður jarðhitalíkansins benda til að sé umtalsverð. Mögulega er því um ofmat á áhrifum grunnvatnstökunnar að ræða. Eins benda niðurstöður mælinga eftir að Þeistareykjavirkjun hóf rekstur til þess að svæðisbundin áhrif núverandi vinnslu séu lítil eða ekki komin öll fram. Líkanreikningar benda til þess að svæðisbundin áhrif niðurdælingar séu meiri en mælingar gefa til kynna, auk þess sem líkanreikningar eru mjög næmir fyrir tilhögun niðurdælingar á niðurdælingarreit. Í ljósi mögulegra áhrifa niðurdælingar á grunnvatnsborð vestur af Þeistareykjarsvæðinu er lagt til að grunnvatnsstaða verði vöktuð næst grunnvatnsskilum á svæðinu milli Höfuðreiðarmúla og Höskuldsvatns. Lagt er til að þar verði boruð rannsóknahola sem nær niður til grunnvatnsborðs og komið fyrir í henni mælibúnaði til síritunar grunnvatnsborðs.

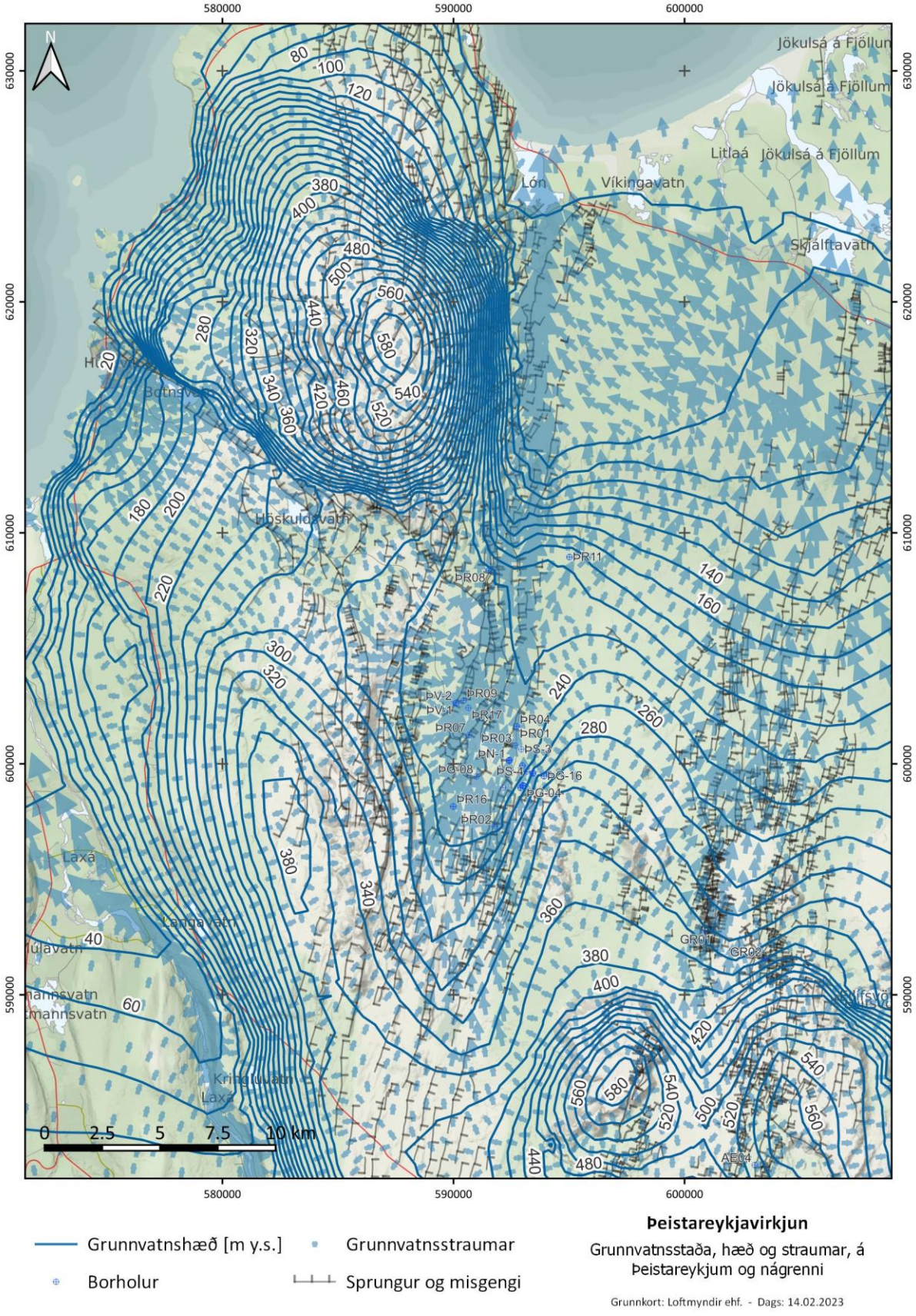
Heimildir

Vatnaskil, 2008. *Þeistareykir. Dreifing efna í grunnvatni við yfirborðsförgun skiljuvatns.* Unnið fyrir Landsvirkjun og Þeistareyki ehf. Júní 2008. Skýrsla nr. 08.10.

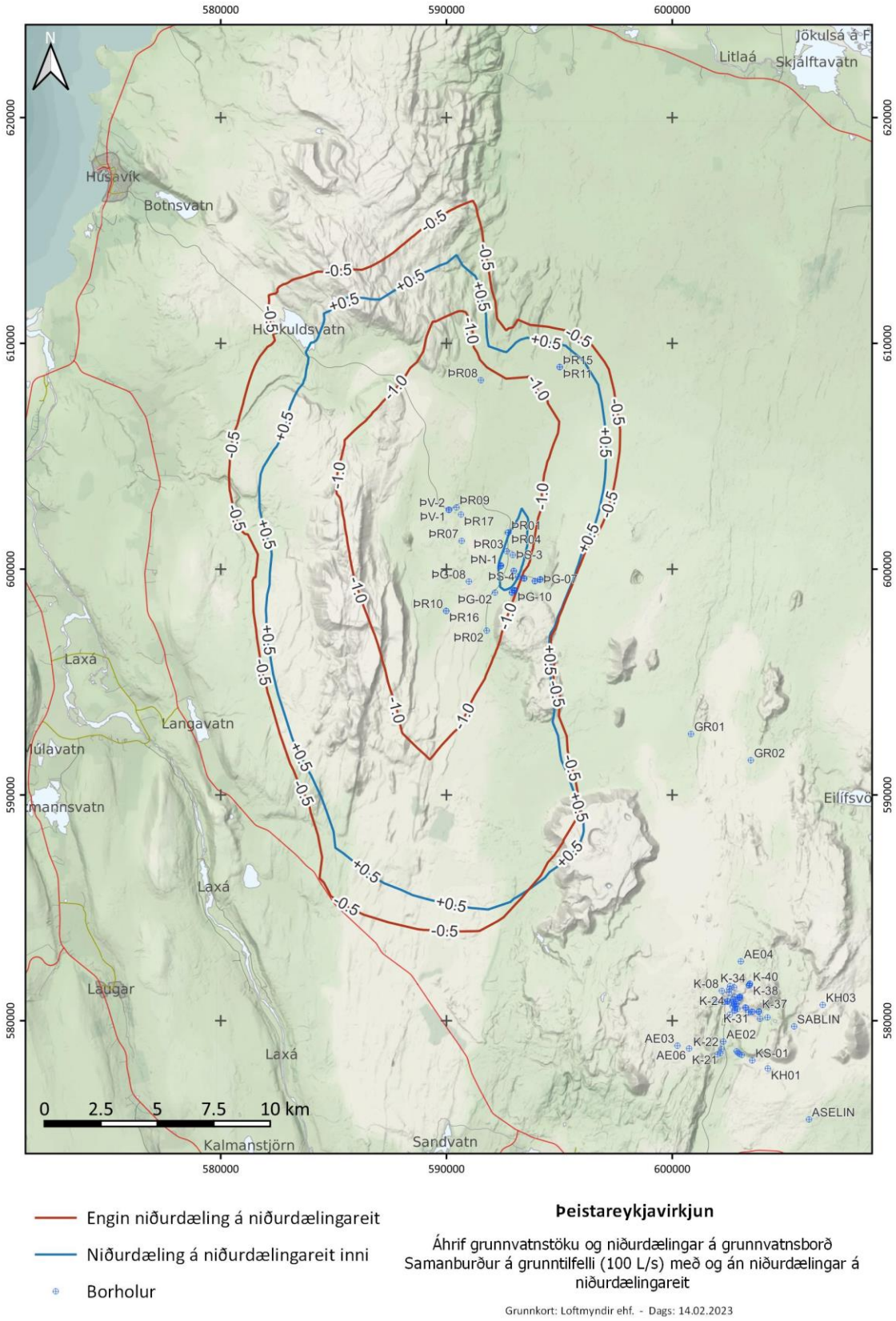
Vatnaskil, 2009. *Þeistareykir. Dreifing efna í grunnvatni við grunnförgun skiljuvatns.* Unnið fyrir Landsvirkjun Power og Þeistareyki ehf. Desember 2009. Skýrsla nr. 09.12.

Vatnaskil, 2014. *Niðurstöður líkanreikninga til mats á áhrifum grunnvatnstöku og grunnlosunar skiljuvatns tengt rekstri Þeistareykjavirkjunar á ferskvatnsauðlindina.* MB-14.01.

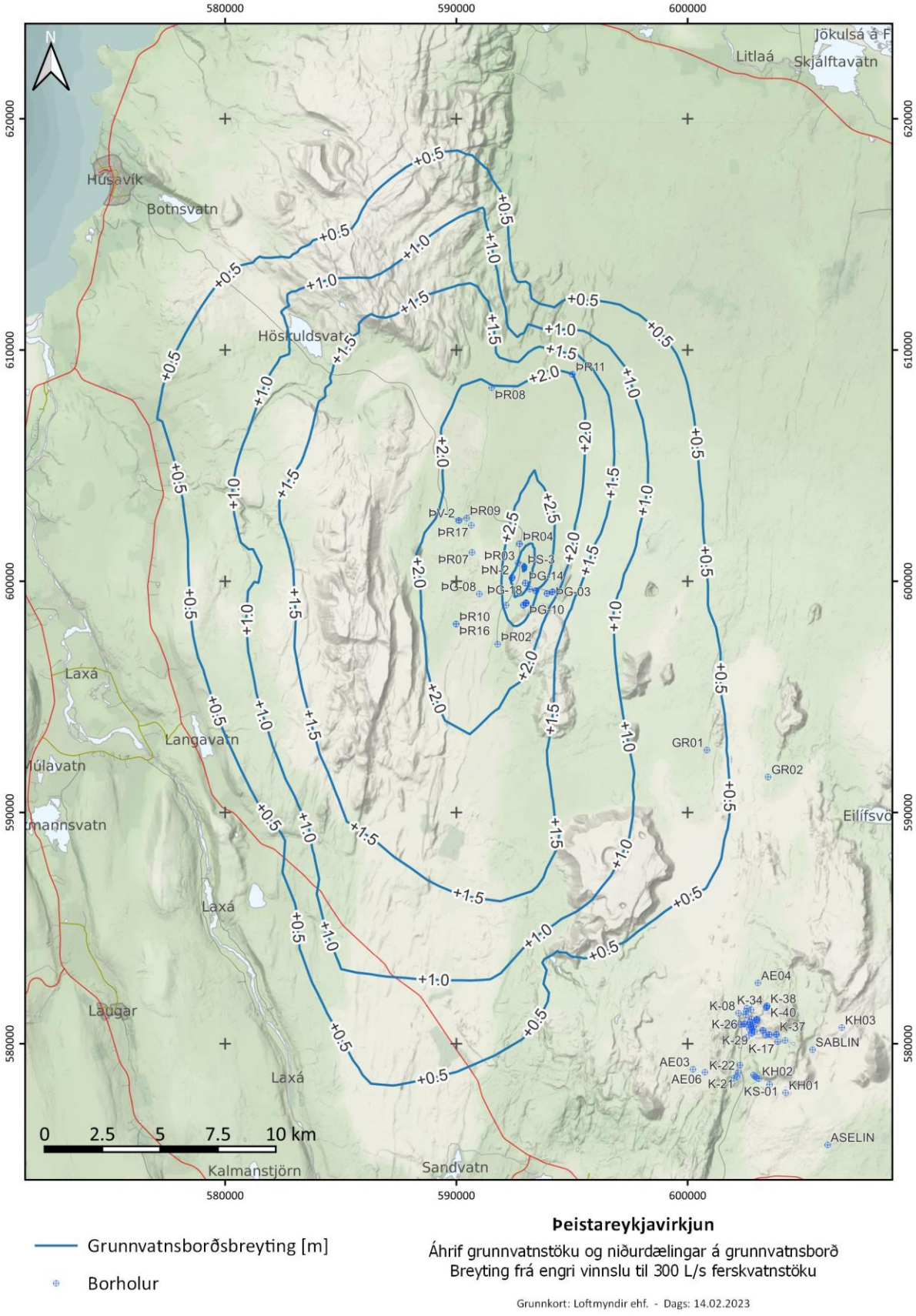
Vatnaskil, 2015. *Norðausturland. Endurskoðun rennslislíkans.* Unnið fyrir Landsvirkjun. Apríl 2015. Skýrsla nr. 15.05.



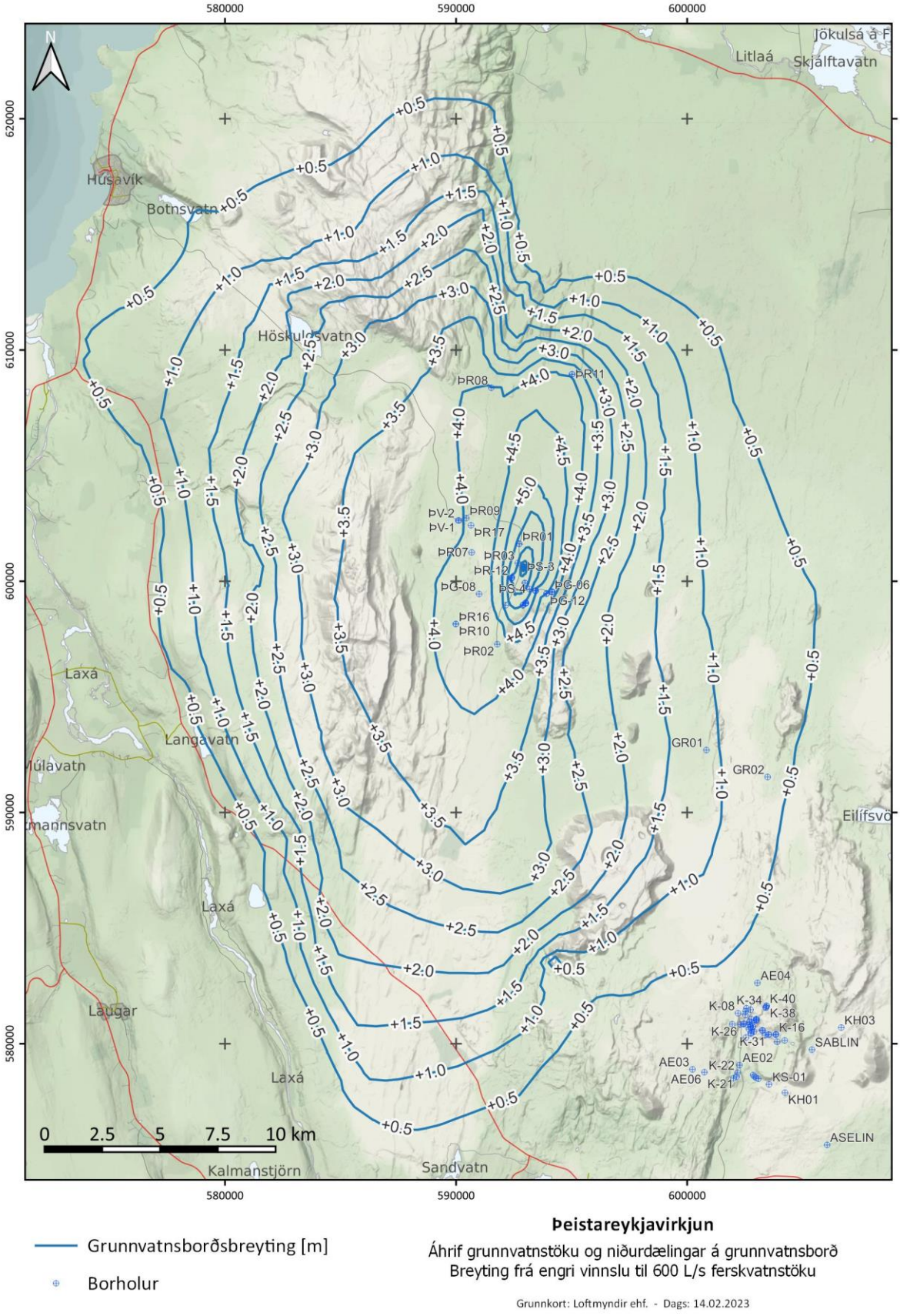
Mynd 1. Grunnvatnstaða á Þeistareykjasvæðinu, grunnvatnshæð og -straumar.



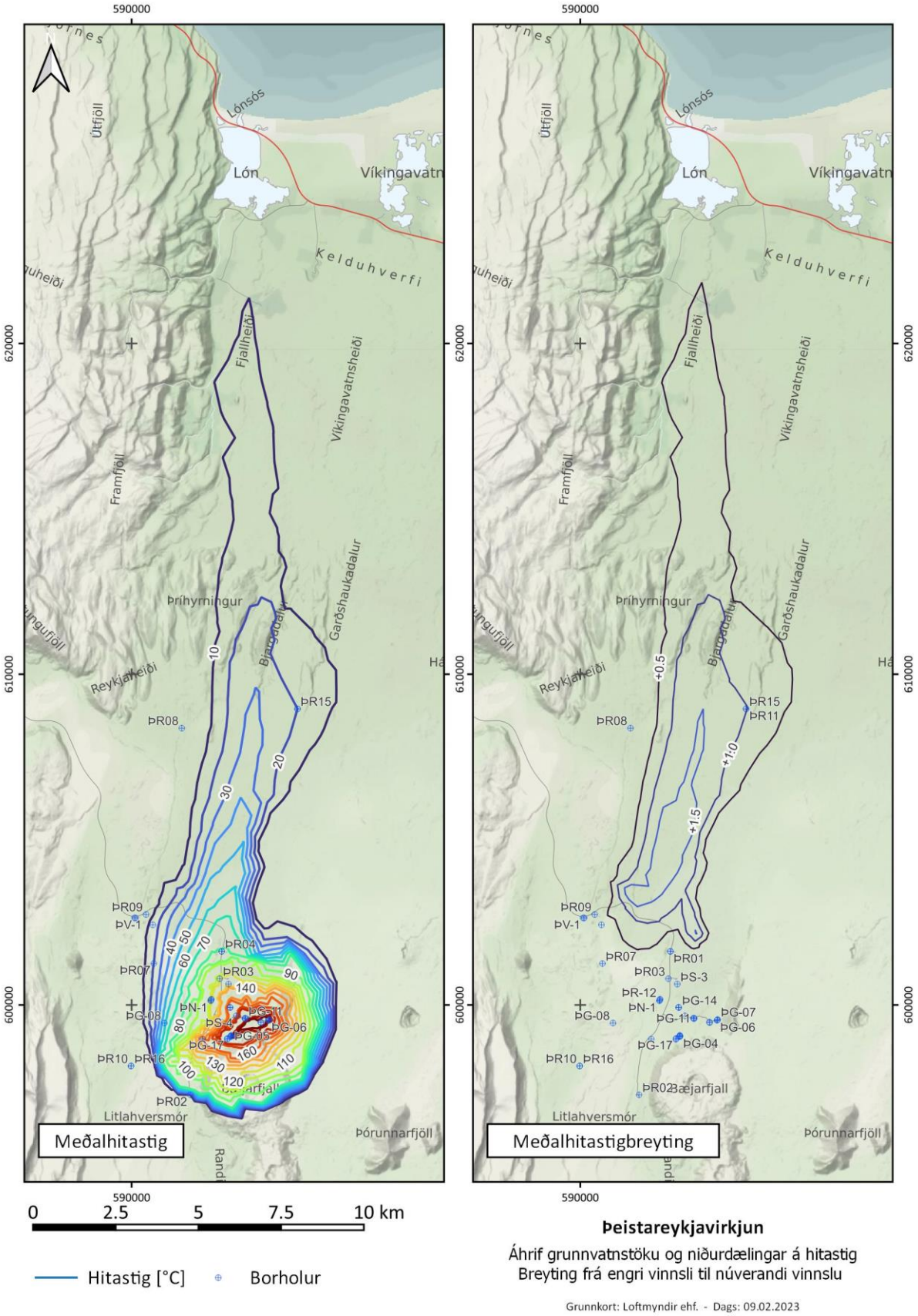
Mynd 2. Áhrif grunnvatnstöku og niðurdælingar á meðalgrunnvatnsborð. Breyting (í metrum) frá engri vinnslu (núll tilfelli) til núverandi vinnslu (100 L/s). Samanburður áhrifum með og án niðurdælingar á niðurdælingarreit.



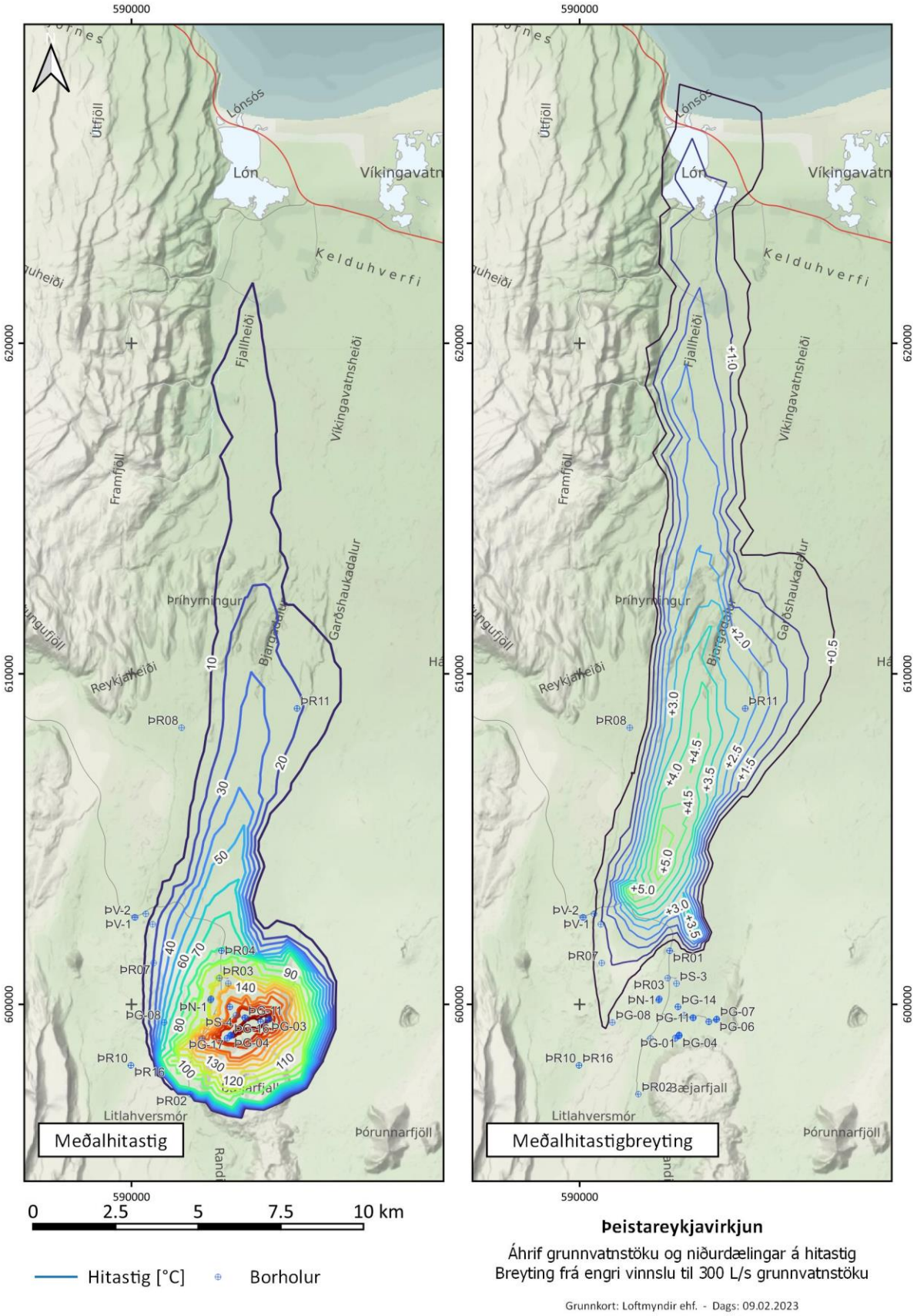
Mynd 3. Áhrif grunnvatnstöku og niðurdælingar á meðalgrunnvatnsborð. Breyting frá engri vinnslu (núll tilfelli) til grunnvatnstöku upp á 300 L/s.



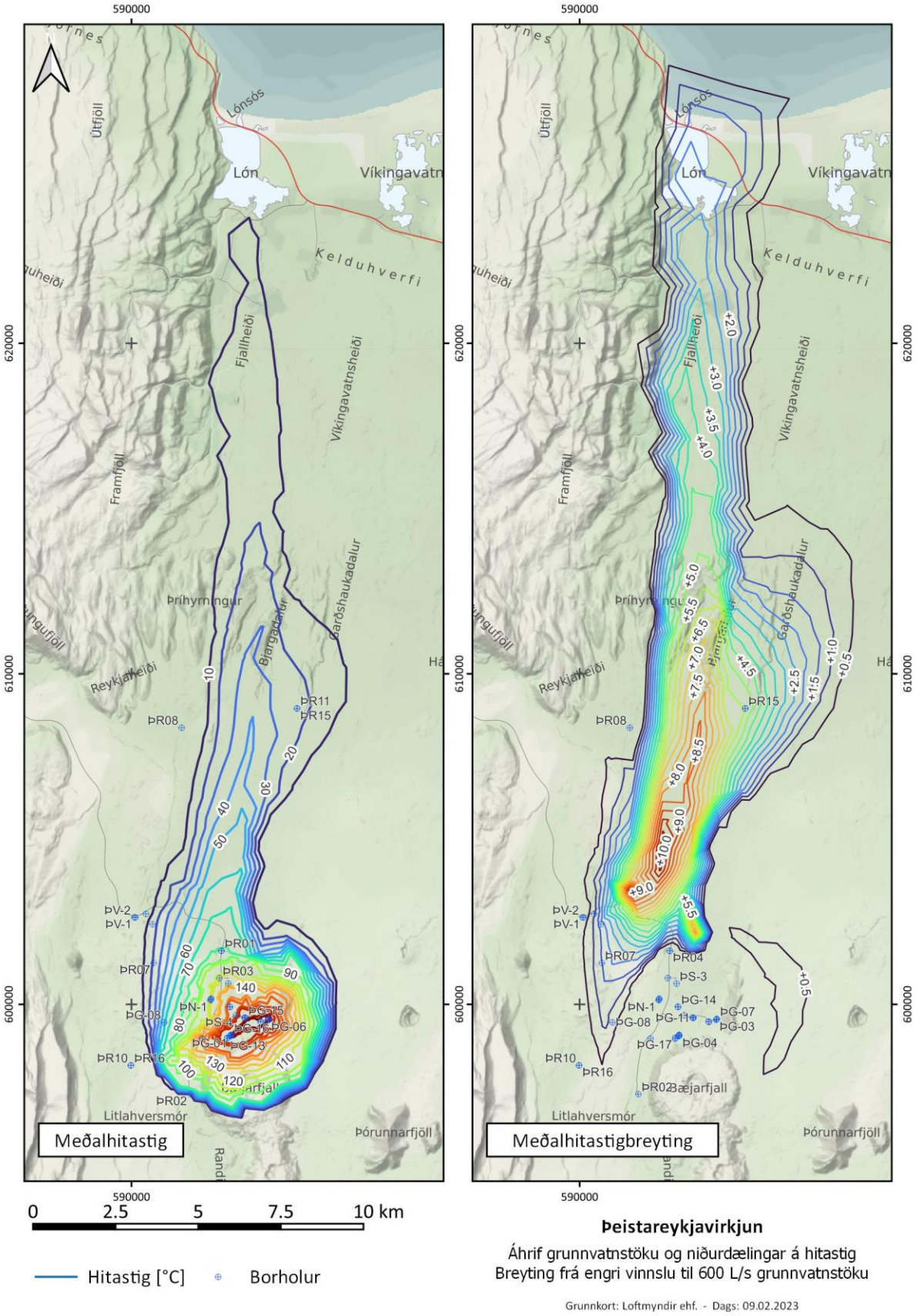
Mynd 4. Áhrif grunnvatnstöku og niðurdælingar á meðalgrunnvatnsborð. Breyting frá engri vinnslu (núll tilfelli) til grunnvatnstöku upp á 600 L/s.



Mynd 5. Áhrif grunnvatnstöku og niðurdælingar á meðalhitastig grunnvatns. Breyting frá engri vinnslu (núll tilfelli) til núverandi vinnslu (100 L/s).



Mynd 6. Áhrif grunnvatnstöku og niðurdælingar á meðalhitastig grunnvatns. Breyting frá engri vinnslu (núll tilfelli) til grunnvatnstöku upp á 300 L/s.



Mynd 7. Áhrif grunnvatnstöku og niðurdælingar á meðalhitastig grunnvatns. Breyting frá engri vinnslu (núll tilfelli) til grunnvatnstöku upp á 600 L/s.