



Պատվիրատու՝ «Վերականգնվող էներգիայի և էներգախնայողության հիմնադրամ»

Հոր՝ B-2

Վայր՝ Վարկաս Երկիր՝ Հայաստան

Ամսաթիվ՝ 07-02-2017թ. Վերանայում՝ II



Հորատանցքի տեխնոլոգիական ուսումնասիրության և հորի փորձարկման արդյունքներ
Վարկասի B-2 փոքր հորատանցքի համար

Պատրաստված՝

«JRG Energy Consultants Ltd»

Մալրում Գրանը

Մարտվել Վիլմարթ

Զոն Գիլիանդ



ԲՈՎԱՆԴԱԿՈՒԹՅՈՒՆ

I.	ԱՄՓՈՓԱԳԻՐ	4
II.	ՆԵՐԱԾՈՒԹՅՈՒՆ	5
i.	Հորատանցքի տվյալներ	5
ii.	Լիթոլոգիա	6
III.	ՀՈՐԱՏՄԱՆ ԴԻՏԱՐԿՈՒՄՆԵՐԻ ԱՐԴՅՈՒՆՔՆԵՐ	8
i.	Գագ	8
ii.	Վլանման զոտիներ	8
iii.	Զերմաստիճանը հորատման ընթացքում	8
iv.	Հատույթների նմուշառումներ	9
IV.	ՀՈՐԱՏԱՆՑՔԻ ՏԵԽՆՈԼՈԳԻԱԿԱՆ ՀԵՏԱԶՈՏՈՒԹՅՈՒՆ ԵՎ ՓՈՐՉԱՐԿՈՒՄ	10
i.	Զերմաստիճան և ձնշում	11
ii.	Թողունակություն	13
V.	ԹԱՐՄԱՑՎԱԾ ԿՈՆՑԵՊՏՈՒԱԼ ՄՈԴԵԼ	19
VI.	ԵԶՐԱՀԱՆԳՈՒՄՆԵՐ	23
VII.	ՕԳՏԱԳՈՐԾՎԱԾ ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ	25
ՀԱՎԵԼՎԱԾ Ա. Փորձարկման ամփոփում	26	
ՀԱՎԵԼՎԱԾ Բ: Ամփոփ դիագրամա	29	
ՀԱՎԵԼՎԱԾ Գ: Երախտագիտություն	31	
ՀԱՎԵԼՎԱԾ Դ: Դիտողություններ և պատասխաններ	32	

ԱՂՅՈՒՍԱԿՆԵՐ ԵՎ ԳԾԱՊԱՏԿԵՐՆԵՐ

Աղյուսակ 1: B-2 հորատանցքի տվյալների ամփոփագիր	5
Աղյուսակ 2: B-2 հորատանցքի լիթոլոգիայի ամփոփագիր	6
Աղյուսակ 3: B-2 հորատանցքի կլանման գոտիների ամփոփագիր	8
Աղյուսակ 4: Նմուշների ընտրություն	9
Աղյուսակ 5: Դիտարկումների ամփոփագիր	11
Աղյուսակ 6: B-2 հորատանցքի սնուցման գոտիների ամփոփագիր	12
Աղյուսակ 7: Հորատանցքի փորձարկման ամփոփագիր.....	26

Գծապատկեր 1: Ինյեկցիոն փորձարկում/թեստ	13
Գծապատկեր 2: B-2 հորի հատակին ջերմաստիճանի Հորների գծապատկեր.....	15
Գծապատկեր 3: B-2 հորատանցքի ինյեկցիոն թեստի արդյունքներ.....	16
Գծապատկեր 4: Հաճախականության տվյալները ինյեկցիոն թեստի ընթացքում	17
Գծապատկեր 5: PFO-ն 1600մ-ի համար, Դեկարտյան կոորդինատային համակարգ	17
Գծապատկեր 6: PFO-ն՝ 1600մ-ի վրա, Հորների կոորդինատային համակարգ	18
Գծապատկեր 7: Կարկառի երկրաչերմային տեղամասի քարտեզ: Հիմքի երկրաբանական քարտեզը «Գեռոխիսկ» ընկերությունն է պատրաստել (2009թ.).....	20
Գծապատկեր 8: Կարկառի երկրաչերմային տեղամասի կոնցեպտուալ մոդելը ներկայացնող լայնական կտրվածք ԱԱ'	21
Գծապատկեր 9: Կարկառի երկրաչերմային տեղամասի կոնցեպտուալ մոդելը ներկայացնող լայնական կտրվածք ԲԲ'	22
Գծապատկեր 10: B-2 հորատանցքի ամփոփ դիագրամա	29
Գծապատկեր 11: Զերմաստիճանը և ճնշումը ի հակադրություն Կարկառի երեք հորերի էլեկացիոն պրոֆիլների.....	30

I. ԱՄՓՈՓԱԳԻՐ

«Հայաստանի վերականգնվող էներգիայի և էներգախնայողության հիմնադրամը» (ՀՎԵԷՀ) ուսումնասիրում է Կարկառի երկրաշերմային տեղամասը՝ տվյալ վայրի երկրաշերմային էներգիայի ներուժը գնահատելու նպատակով: Նոր Զելանդիայից «JRG Energy» ընկերության կողմից ծրագրի համար իրականացվում էն հորատանցքի փորձարկման և երկրագիտական ծառայություններ՝ բանկի ֆինանսավորման միջոցով Իսլանդիայի ISOR-ի տեխնիկական վերահսկման պայմաններում: Որոնդահետա-խուզական Բ-1 հոր իրականացվել և փորձարկվել է 2016թ-ի սեպտեմբեր ամսին: Բ-2 երկրորդ հորն ավարտվել և փորձարկվել է 2016թ-ի նոյեմբեր ամսին:

Այս հաշվետվությամբ ամփոփվում և վերլուծվում է Բ-2 հորատանցքի պաշարների մասին հավաքագրված տեղեկատվությունը՝ միևնույն ժամանակ հղում տալով Բ-1-ի վերլուծությանը: Ավելին, այն նոր ձեռք բերված արդյունքները միավորում է Կարկառի երկրաշերմային տեղանքի համար նախորդ կրնցեպտուալ մոդելին: Լրացուցիչ եզրահանգումներ և խորհուրդ-առաջարկներ են ներկայացվում՝ հետագա դիտարկման համար:

Բ-1 և Բ-2 հորերի տվյալները փաստում են այն մասին, որ Կարկառի երկրաշերմային կայանում երկրաշերմային գրադիենտը բարձր է և բարձր է նաև ջերմաստիճանը, որը նախ բացահայտվել է Բ-4 հորում: Այնուամենայնիվ, դիտարկվել է, որ երկու հորերում թողունակությունը զգալիորեն ցածր է: Բ-1 հորը երկու թողունակության գոտի ունի 700-815 մ²/ս (mMD) և 1080-1120 մ²/ս, 1200-1260 մ²/ս-ի վրա փոքր գոտինվ, մինչդեռ Բ-2-ը միայն փորձարկվող թողունակության գոտի ուներ, որի թողունակությունը շատ ցածր է՝ 800-900 մ²/ս ինտերվալի հատվածում: ~1660մ-ի վրա հորատման ընթացքում դիտարկված ընդհանուր կլանման գոտին հնարավոր չէր փորձարկել՝ պայմանավորված նրանով, որ հորատման լուծույթը ծածկել էր գոտին: Տաք ջրերի կուտակման ավագանի միջին ջերմաստիճանը ջրի թողունակության հիմնական խորության վրա տատանվում է 70-80°C-ի միջակայքում: Երկու հորերի թողունակությունը ցածր է համարվում՝ առևտրային երկրաշերմային տիպիկ ավագանների համեմատ: Այնուամենայնիվ, փորձարկման ընթացքում հորերում լցված մեծ թվով խոշոր եզրաշափերի աղբի պատճառով հնարավոր է, որ հորերում թողունակության ցածր մակադրակը պայմանավորված է բեկորների խոշընդուտելու հանգամանքով: Եթե սա իրոք այսպես է, ապա հորատանցքի թողունակությունը կարելի է բարելավել առատ հոսքի կամ ավագանի ստիմուլացիայի միջոցով:

Բ-1 և Բ-2 հորերը, առանց լրացուցիչ հորատման կամ վերափոխման, կապահովեն ցածր էնթալփիայով (ջերմապարունակություն) երկրաշերմային հեղուկ՝ շուրջ 75°C: Բ-2 հորի հատակին ջերմահաղորդման բարձրացած գրադիենտը ցույց է տվել, որ 1600մ վրա ջերմաստիճանը >120°C է, կանխատեսվում է նվազագույնը 140°C՝ 2000 մ-ի վրա, ինչպես նաև հնարավոր գնահատված բարձր 160°C՝ 2000մ-ի վրա, եթե 1600-2000մ խորության վրա ջերմաստիճանը բարձրանա՝ թողունակությամբ պայմանավորված: Արևմտյան Անատոլիայում համանման հիմնային ապարներում առևտրային երկրաշերմային վայրերի նման ջերմաստիճանային գրադիենտը կարող է նվազել՝ միջանկյալ ջրապարունակ պլաստերի մոտ,

իսկ հետո նորից ավելանալ ավելի մեծ խորության դեպքում: Ուստի ավելի խորը հորատումը կարող է ապահովել առևտրային թողունակություն և ջերմաստիճան՝ մինչև 3500 մ խորության վրա:

II. ՆԵՐԱԾՈՒԹՅՈՒՆ

B-2-ը հորատվել է 2016թ-ի հոկտեմբերի 13-ին՝ հրաբխային իջվածքի (ավազան) տեղակայման վայրում՝ B-1 հորատանցքից ~500մ արևմուտք (Գծապատկեր 7): Հորատանցքի թիրախը հանդիսանում էր ավազանում ցածր դիմադրողականությամբ անումանան, ինչպես նաև երկրաշերմային հոսող տաք հեղուկը, որը կարող է տեղակայված լինել Հ-Հ (N-S) բեկվածքի գոտում (ISOR, 2012թ.): Հորը հորատվել է 1684մ ընդհանուր խորությամբ (TD) չափված խորությամբ և ավարտվել է 2016թ-ի նոյեմբերի 28-ին:

i. Հորատանցքի տվյալներ

Արյուսակ 1: B-2 հորատանցքի տվյալների ամփոփագիր

Հոր	B2
Հորատման օր՝	Նոյեմբերի 28, 2016թ.
Հորատանցքի փորձարկման օր՝	Նոյեմբերի 29, 2016թ.
Աշխատանքային եզրաշերտ՝	BOP –ում վերականգնման խողովակ
Հորատված ընդհանուր խորություն՝	1684մ CHF
Շահագործման պյուն՝	7":0 – 716.8մ CHF
Խողովակաշար	4½" 684.8 – 1678.8 մ CHF
Հորատող սարքի հատակից մինչև խողովակների ծայրի միացման սկավառակը (RKB to CHF)	3.55 մ
Առավելագույն շեղում՝	Կիրառելի չեղում:
Վլանման գոտի - TLC	1657 մ/chf
Վլանման գոտի (-ներ) - PLC	Կիրառելի չեղում:

CHF – խողովակների ծայրի միացման սկավառակ

TLC – Ընդհանուր կորուստ

Circulation PLC – մասնակի կորստի շրջանառություն

Խորություն (մ CHF)	Անցքի տրամագիծ	Հորատանցքի ամրացում
12	16"	13 3/8" ցեմենտապատ
149	12 ¼"	9 5/8" ցեմենտապատ
720.65	8 ½"	7" ցեմենտապատ
688	61/8"	4½" ձեղքանման բացվածքով պոչամասի վերին հատված
1682.8	61/8"	4½" ձեղքանման բացվածքով պոչամասի ստորին հատված

CHF - խողովակների ծայրի միացման սկավառակ

ii. Լիթոլոգիա

Հորատման հեղուկի հատկությունների վերահսկման սարքավորումներով գրանցված հատույթի մեկնաբանությունը ցույց տվեց, որ B-2 հորում՝ ~240մ խորության վրա էրիտասարդ, չորրորդական հրաբխային ժայռերի տակ քվարցային մոնցոնիտներ են, որոնք հիմնականում կազմված են տուֆից, որը երբեմն ներծծված է լավայի հոսքեր, որն անցնում է ~1025 մ խորության վրա, որտեղ հասել են պալեոգրյան հիմնապարներին: Հիմնապարները հիմնականում կազմված են փայլարոտ թերթաքարից, որոնց արանքում երբեմն տեղադրված են այլ մետանստվածքներ, այդ թվում նաև դոլոմիտային մարմար, գրաուզակ, քվարցիտ, սերպենտինիտ և օֆիոլիտ: Այդուսակ 2-ում ամփոփվում են B-2-ում գրանցված ապարների լիթոլոգիական տարբերությունները:

Առաջնային լիթոլոգիայի հիդրոլոգիական փոփոխություններն, ընդհանուր առմամբ, ցածր ինտենսիվություն ունեն, իսկ դիտարկվող հանքանյութերը ցածր ջերմաստիճան ունեն: Սմեկտիտի փոփոխությունն առաջին անգամ դիտարկվել է ~290մ վրա: Փոփոխված բարձրորակ հանքանյութեր, ինչպես օրինակ իլլիթ, չի նկատվել, սակայն դրանք կարող են դիտարկվել հատույթների լաբորատոր վերլուծության պայմաններում: Պաելոգրյան հիմնապարներն, անշուշտ, խիստ փոփոխված են, սակայն դա կարող է պայմանավորված լինել են փոխակերպմամբ:

Այլուսակ 2: B-2 հորատանցքի լիթոլոգիայի ամփոփագիր

Խորություն (m CFH)	Լիթոլոգիա
0-155	Տվյալներ չկան
155-241	Քվարցային մոնցոնիտ
241-1025	Տուֆ՝ ներթափանցված բազալտային կամայական հոսքերով, անդեզիտով և դիորիտով
1025-1684	Մետանստվածքներ (դոլոմիտային մարմար, գրաուզակ, քվարցիտ, սերպենտինիտ և օֆիոլիտ)

CHF - խողովակների ծայրի միացման սկավառակ

B-2 հորատանցքի լիթոլոգիան նման է B-1 հորատանցքի լիթոլոգիային՝ բացառությամբ մանրահատիկ քվարցային մոնցոնիտի: Քվարցային այս մոնցոնիտը կարող է լինել նույն ապարը, որը գերակշռում էր դեպի արևմուտք տեղակայված N-4 հորում դիտարկված լիթոլոգիայում (ծրագրային փաստաթղթերում այս հորատանցքին տարբեր կերպով են հղումներ կատարվել՝ B-4 և N-4): B-1 և B-2 լիթոլոգիայի միջև տարբերությունը արտացոլում է հրաբխային շրջանների խիստ տարբերվող աշխարհագրությունը: B-1 հորը հորատվել է տեղաշարժված ավազանում, որը հավանաբար B-2-ի տեղակայման վայրից հարաբերականորեն ցածր է և ավելի խորը հատակային կոնտակտ ունի, ինչպես որոշվել էր

հորատանցքի լիթոլոգիայի ուսումնասիրման և գրավիտացիոն մոդելավորման ժամանակ («Գեոռիոլոգ», 2012թ., White et al, 2015թ.):

III. ՀՈՐԱՏՄԱՆ ԴԻՏԱՐԿՈՒՄՆԵՐԻ ԱՐԴՅՈՒՆՔՆԵՐ

«JRG Energy» ընկերությունը անմիջականորեն ներգրավված չի եղել հորատման աշխատանքներում: «JRG Energy» ընկերության երկրաբանը ուղարկվեց արտադրական հատվածի հորատման վերջում՝ հատույթների մեկնաբանության, հորատման հաշվետվություններից եզրահանգումներ անելու և անհրաժեշտության դեպքում քննարկման մյուս ոլորտներում աջակցելու նպատակով: Այս եզրահանգումները նկարագրվում են հետևյալ բաժիններում:

i. Գագ

B-2-ի հորատման ժամանակ քիչ զազ է դիտարկվել գազակարոտաժային կայանի զազի դետեկտորների միջոցով, որոնք տեղադրված են հորատման լուծույթի մաքրման խառնիչից վերև՝ շրջանառվող հորատման լուծույթում զազի պարունակությունը չափելու նպատակով: Դիտարկված միակ զազը CO₂ զազն է, որը դիտարկվում էր ~1660-1675մ խորության վրա հորատման լուծույթի կլանման գոտում փորելու ժամանակ, որտեղ գազակարոտաժային կայանի միջոցով 23%-ից բարձր ծավալով զազ դիտարկվեց: Այս զազը դիտարկվել է մուգ մետարգիլիթի վրա փոփոխված քվարցիտի շերտի հորատման ժամանակ և կարող է իր բնույթով երկրաշերմային կամ կենսաբանական լինել:

ii. Կլանման գոտիներ

B-2 հորում չեն նկատվել B-1 հորում հորատման լուծույթի կլանման միջանկյալ խորության գոտիները: Միակ կլանումը գրանցվեց TD-ի մոտ հորատման ընթացքում, երբ հորատման հեղուկները մասսամբ կամ ամրողությամբ կլանվեցին կառուցում: Ստորև բերված Այլուսակ 3-ում ամփոփվում են հորատման ընթացքում հանդիպած կլանման գոտիները:

Այլուսակ 3: B-2 հորատանցքի կլանման գոտիների ամփոփագիր

Խորություն (մ CHF)	Կլանում
1576	Մասնակի կլանում
1660-1665	Ամբողջական կլանում, CO ₂ =20%
1670-1675	Մասնակի կլանում, CO ₂ =23%

CHF - խողովակների ծայրի միացման սկավառակ

iii. Զերմաստիճանը հորատման ընթացքում

Մտնող և դուրս եկող հորատման լուծույթի ջերմաստիճանը շարունակաբար գրանցվել է B-2 հորատանցքի հորատման ընթացքում: Դուրս եկող հորատման լուծույթի ջերմաստիճանն ընդհանուր առմամբ կայուն աճ էր գրանցում մակերևույթին մոտ ~15°C-ից մինչև ~60°C-ի TD-ում: Նորատման ժամանակ հորատանցքի ներսում ջերմաստիճանի որևէ չափում չի իրականացվել:

iv. Հատույթների նմուշառումներ

«Iceland GeoSurvey»-ի (ISOR) խնդրանքով JRG-ն աջակցեց ISOR-ի լաբորատորիաներում հետագա վերլուծություն իրականացնելու նպատակով հատույթի նմուշառման հարցում: Նմուշները հավաքվեցին 16 խորությունների համար, որտեղ հորատման լուծույթի դիտարկումները ցույց էին տվել, որ հնարավոր է լինեն երկրաշերմային փոփոխության ենթարկված հանքանյութեր: Այդ խորությունները հետևյալն էին:

Աղուսակ 4: Նմուշների ընտրություն

Խորություն (մ CFH)	Կորուստներ
204	Նմուշառում 1
300	Նմուշառում 2
403	Նմուշառում 3
520	Նմուշառում 4
610	Նմուշառում 5
730	Նմուշառում 6
852	Նմուշառում 7
945	Նմուշառում 8
1061	Նմուշառում 9
1170	Նմուշառում 10
1270	Նմուշառում 11
1375	Նմուշառում 12
1481	Նմուշառում 13
1559	Նմուշառում 14
1620	Նմուշառում 15
1682	Նմուշառում 16

IV. ՀՈՐԱՏԱՆՑՔԻ ՏԵԽՆՈԼՈԳԻԱԿԱՆ ՀԵՏԱԶՈՏՈՒԹՅՈՒՆ ԵՎ ՓՈՐՁԱՄԿՈՒՄ

«JRG Energy» ընկերությունը 2016թ-ի նոյեմբերի 29-ին՝ շրջապտույտից մոտավորապես 28 ժամ հետո, սկսեց B-2 հորատանցքի փորձարկումները, նախ փորձնական փորձարկման գործիք օգտագործվեց՝ հորատանցքի առավելագույն բաց/անցանելի խորությունը ստուգելու, ինչպես նաև ապահով հետազոտման պայմանները ստուգելու նպատակով։ Որոշվեց, որ խորությունը կազմում էր ~1630 մ, որը ցույց էր տալիս, որ հորատանցքի ներքում կուտակվել էր նյութը։ Փորձարկման սկզբնական ծրագիրը, որը ներկայացվել էր B1-ի փորձարկումից առաջ, և որը հաստատվել էր ISOR-ի կողմից, պետք է օգտագործվեր նաև B2 հորատանցքի համար՝ փոփոխություններով, որոնք հաշվի կառնեին շրջապահ խողովակաշարի ծայրակալի խորությունը, կորստի գոտիները և TD-ն։ Այնուամենայնիվ, այս ծրագրում փոփոխություններ կատարվեցին՝ հորատման տեղանքում հետևյալ հանգամանքներով պայմանավորված։

- «JRG»-ի նախնական ծրագրով նախատեսվում էր ներարկել մինչև ձնշման անկման կետի (PFO) վերաբերյալ տվյալներ ստանալը, սակայն ջուրն անմիջապես անջատվեց պոմպի սռնակալն աշխատացնելուն պես։ Սա երկու նպատակով կատարվեց. առաջինն այն է, որ երկրաշերմային որոշ երկներում սա տարածված պրակտիկա է և երկրորդ՝ քանի որ ջրի մատակարարումը նվազագույն էր, ուստի պահպանման մեթոդները դիտարկվեցին։ Ստատիկ PT-ն իրականացվում է, եթե հետո աշխատացնելու որոշում է կայացվում՝ այս փոփոխված հանգամանքներից ելնելով։
- Հորատման սարքի համար անխափան ջրամատամարարում ապահովված չէր, քանի որ ջրի մատակարարման գծերը սառած էին և պոմպերն անջատվել էին։ Զուրը փոխադրվել էր տեղամաս։ Սա նշանակում էր, որ հորատանցքի ջրի ներարկման/ինյեկցիոն փորձարկումը անհրաժեշտ էր փոփոխել և կրճատել՝ ջրամատակարարման կրճատումը հաշվի առնելու նպատակով։
- Ջրի ներարկման ընթացքում գրանցված ներարկման ամենացածր ցուցանիշի պայմաններում հորում ձնշումն ավելի շուտ հավաքվեց, քան ցանկալի ժամանակահատվածում պետք է հավաքվեր։ Սա անմիջապես փաստեց այն մասին, որ հորատանցքի թողունակությունը շատ ցածր էր, ուստի ավելի բարձր «ներարկման» չէր դիմանա։ Սա հանգեցրեց նրան, որ ապահովվեց մեկ հոսքի տակ ինյեկցիոն թեստի իրականացում։
- WHP չափիչ սարքը, որը կիրառվեց ինյեկցիոն/ներարկման թեստերի ընթացքում և գրանցվեց հորատման լուծույթի գրանցող սարքերի միջոցով, ամբողջությամբ սառեց, ուստի սկսեց չափատել։
- Տաքացման մնացած փորձարկումները չեղարկվեցին՝ պայմանավորված եղանակային խիստ պայմաններով, որոնց հետևանքով հնարավոր չէր մուտք գործել հորատանցքի տեղամաս։

Ստեղծված պայմանները փոխհատուցելու համար սկզբնական ծրագրում մի շարք փոփոխություններ էին անհրաժեշտ: Սկզբնական ստատիկ ճնշման-ջերմաստիճանի-պտտման արդյունքների (PTS) գրանցումը իրականացվեց Կուստերի կվանտային հիշողության գրանցման գործիքի slick line-ի (стальной троц малого диаметра для спуска-подъема в скважине приборов малого веса) վրա: 2016թ-ի նոյեմբերի 29-ի կեսօրին իրականացվեց 6-ժամյա տաքացում: 2016թ-ի նոյեմբերի 30-ի առավոտյան իրականացվեց 24-ժամյա տաքացում, որի ընթացքում նկատվեց, որ լցված ջրի մակարդակը ~ 1607 մ-ի վրա դարձել էր ավելի սաղր: Հորատանցքի հատակին գտնվող նյութը կարող է լինել տեղի գոյացության քայլայումը, անցքի մեջ ընկնող հատույթ, հորատման հորատման լուծույթ կամ այս բոլորի միախառնման արդյունք: 2016թ-ի սեպտեմբերի 30-ին ինյեկցիոն փորձարկումների ընթացքում իրականացվեցին PTS դինամիկ դիտարկումները, որոնք կազմված էին երկու հոսքի դրույքաչափով՝ ինյեկցիոն թեստից, որին հաջորդում էր ճնշման անկման թեստը, որի ընթացքում Կուստերի գործիքը կախվեց ~ 10 մ՝ ~ 1600 մի վրա:

2016թ-ի դեկտեմբերի 2-ին փորձ արվեց սեղմված օդի միջոցով դրւու մղել հեղուկը ~ 600 մ վրա (ջրի ստատիկ խորությունից ~ 200 մ ներքև), սակայն հորատանցքից ջուրը չհոսեց: Սա հավանաբար պայմանավորված է մի շարք գործուններով, այդ թվում նաև այն հանգամանքով, որ կլանման ընդհանուր գոտին ~ 1660 մ վրա ծածկված էր բեկորներով/ փլված նյութով, ուստի այս պարագայում հորատիչ մետաղածողը հնարավոր չէր ավելի խորացնել հորում՝ հեղուկը տեղաշարժելու նպատակով¹, իսկ գոյություն ունեցող հորատանցքի թողունակությունը շատ ցածր էր: Պատվիրատուն չեղարկեց հորատանցքի լրացուցիչ փորձարկումը՝ ձմեռվա խիստ եղանակային պայմանների պատճառով: Դիտարկումների ամփոփագիրը ներկայացվում է Աղյուսակ 5-ում, ինչպես նաև Հավելված Ա-ի Աղյուսակ 7-ում՝ Հորատանցքի փորձարկման ամփոփագիր:

Աղյուսակ 5: Դիտարկումների ամփոփագիր

Օր և ժամ	Ուսումնասիրության տեսակ	Հետազոտության առավելագույն հոսություն (մ CFH)
Նոյեմբերի 29, 2016թ., ժ. 10:00	Նախնական ստատիկ PTS	1607
Նոյեմբերի 29, 2016թ., ժ. 16:00	6-ժամյա ստատիկ PTS	1600
Նոյեմբերի 30, 2016թ., ժ. 11:00	24-ժամյա ստատիկ PTS	1600
Նոյեմբերի 30, 2016թ., ժ. 13:00	Դինամիկ PTS-ինյեկցիա	1600

i. Ջերմաստիճան և ճնշում

Սկզբնական ստատիկ ուսումնասիրությունից հետո համապատասխան ստատիկ

¹ Սովորական եղիքքն իրականացվում է հեղուկի սյան առնվազն 33%-ի մեջ աշխատանքային ճոպանը իջեցնելով((1660մ – 400մ) * 33% + հեղուկի մակարդակը) ~ 800 մ CHF: Սա է վեր բարձրացնելու գործնական մեկնարկման խորությունը: Զախողին միջոցով այնքան են շարունակում, մինչև սկսում է հոսքը:

ուսումնասիրությունները ցույց տվեցին, որ B-2 հորում առավելագույն ջերմաստիճանը կազմում էր $\sim 124^{\circ}\text{C}$ ՝ ~ 1600 մ-ի վրա: Ջերմաստիճանի՝ իրար հաջորդող ստատիկ ուսումնասիրությունները ցույց են տալիս, որ հորն աստիճանաբար տաքանում է, ինչպես կարելի է տեսնել Գծապատկեր 3-ում: Մինչև վերջին ուսումնասիրությունը ջերմաստիճանը բարձրանում էր և կարող էր արդյունքում կայունանալ Ըն (TD) վրա կազմելով $\sim 130\text{-}135^{\circ}\text{C}$: B-2 հորատանցքի ջերմաստիճանը կարող է ավելի տաք լինել, քան N-4-ինը՝ ամբողջությամբ տաքանալուց հետո, ինչպես երևում է Գծապատկեր 5-ում B-2 և N-4 հորերի էլեկտրական պրոֆիլներում: Երեք ստատիկ ուսումնասիրությունների միջև B-2 հորում ջերմաստիճանի բարձրացման վրա հորը կարող է տաքանալ $\sim 10^{\circ}\text{C}$ -ով ևս: Այս կանախտեսումն ակնհայտ է Գծապատկեր 2-ում ներկայացվող գրաֆիկում, այն է՝ B-2- հորատանցքի հատակին մոտ ջերմաստիճանի Հորների գրաֆիկում:

Հորատանցքի ~ 150 մ խորության վրա ջերմաստիճանային գրադիենտը $\sim 30^{\circ}\text{C}/\text{կմ}$ է, իսկ B-1-ի ստորին հորատանցքի տատանումը ~ 1450 մ ($\sim 50\text{-}100^{\circ}\text{C}/\text{կմ}$): Հորատանցքի հատակին մոտ գրադիենտն ավելի ցածր է, քան ավելի փոքր խորության վրա, որը $\sim 60^{\circ}\text{C}/\text{կմ}$ է կազմում: Խորությանը զուգընթաց գրադիենտի այս նվազումը կարող է փաստել պոտենցիալ իզոթերմալ երկրաշերմային պահուստներին մոտ գտնվելու մասին, որը կարող է դիտարկվել ընդհանուր կորստի/կլանման գոտում՝ ~ 1660 մ վրա:

B-2 հորատանցքի ստորին հատվածում ջերմաստիճանը, ինչպես նաև ջերմաստիճանային գրադիենտը փաստում են այն մասին, որ Կարկառի երկրաշերմային տեղամասում առկա է երկրաշերմային անոմալիա, ինչպես սկզբում որոշվել էր N-4 հորատանցքի դեպքում:

Ստորև բերված աղյուսակում ամփոփվում են սնուցման գոտիները, որոնք բացահայտվել են հորատման ընթացքում և մեկնաբանվել հորատանցքի փորձարկման արդյունքում:

Աղյուսակ 6: B-2 հորատանցքի սնուցման գոտիների ամփոփագիր

Խորություն (մ CHF)	Սնուցման գոտու տեսակ	Ջերմաստիճան ($^{\circ}\text{C}$)
1576	Մասնակի կորուստներ, բեկման գոտի :	125-135(?)
1660-1675	Ընդհանուր	130-140 (?)

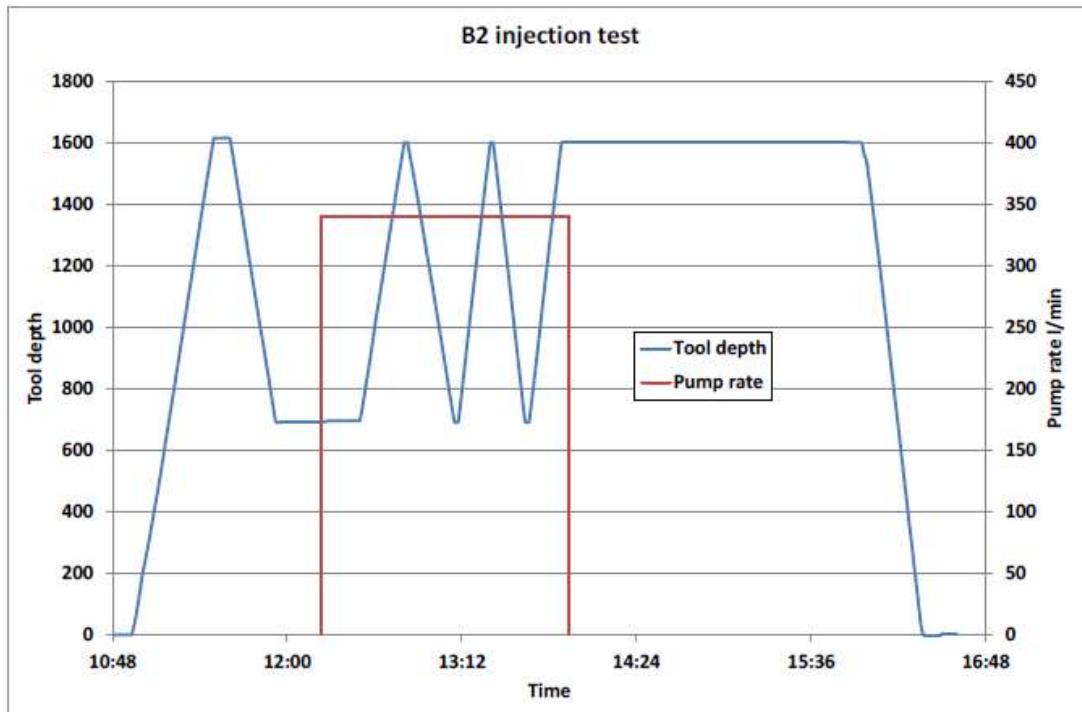
CHF = խողովակների ծայրի միացման սկավառակ

Առավելագույն ստատիկ ձնշումը գրանցվել է PTS երրորդ ստատիկ հետազոտության ընթացքում, երբ ~ 1606 մ-ի վրա գրանցվել է ~ 118 բար ձնշում: Սա համապատասխանում է ~ 382 մ խորության վրա ջրի ստատիկ մակարդակին: Զրի ստատիկ մակարդակները պրոգրեսիվ կերպով տատանվել են PTS ստատիկ ուսումնասիրությունների ընթացքում, փաստելով, որ հորատանցքը լցվում է ջրով: Զրի մակարդակի այս բարձրացումը նույնպես մասամբ

պայմանավորված է հորատանցքում տաքանալու արդյունքում ջրի ջերմային ընդարձակմամբ: Հարկ է ի նկատի ունենալ, որ B-1 հորում ջրի ստատիկ մակարդակը չափվել է ~113մ-ի վրա: Երկու հերատանցքերի միջև ջրի մակարդակների միջև այս զգալի տարբերությունը (>250 մ) պայմանավորված է բաց խորքային ինտերվալի վրայով երկու հորերի միջև հիդրոլոգիական շատ վատ հաղորդակցությամբ: Սա նշանակում է, որ B-2 հորը կարող է հատված լինել հիդրոլոգիական պատնեշով, ինչպես օրինակ՝ հյուսիս-հարավ խզվածքի անջրաթափանց գոտիով: Հարկ է նշել, որ ի հակադրություն B-1 հորատանցքի, B-2 հորատանցքի հատակային կոնտակտը ջրաթափանց չէ:

ii. Թողունակություն

Նոյեմբերի 30-ին իրականացվեց ինյեկցիոն թեստը/փորձարկումը, ինչպես նկարագրվում է Հավելվածում և ներկայացվում Գծապատկեր 1-ում: PTS գործիքը նախ տեղադրվեց 690մ վրա և այնտեղ պահվեց մինչև ջրի մղումը կայունացավ: Կայունացումից հետո իրականացվեցին երկու անցումներ և գործիքը թռիչքին TD-ում՝ ձնշման անկման համար:



Գծապատկեր 1: Ինյեկցիոն փորձարկում/թեստ

Պատուվող սարքի տվյալները ստուգվեցին և խելամիտ որակի են: Գծապատկեր 4-ում ներկայացվում են հաճախականության գրառումները: «0» տվյալների որոշակի ինտեր-վալներ կային, որոնք հավանաբար ներկայացնում են բացակայող տվյալները և դրանք ջնշվել են՝ սխալները մինիմիզացնելու նպատակով:

Գծապատկեր 3-ում ներկայացվում են արդյունքները: Բազմաթիվ դրույքաշափով ինյեկցիոն

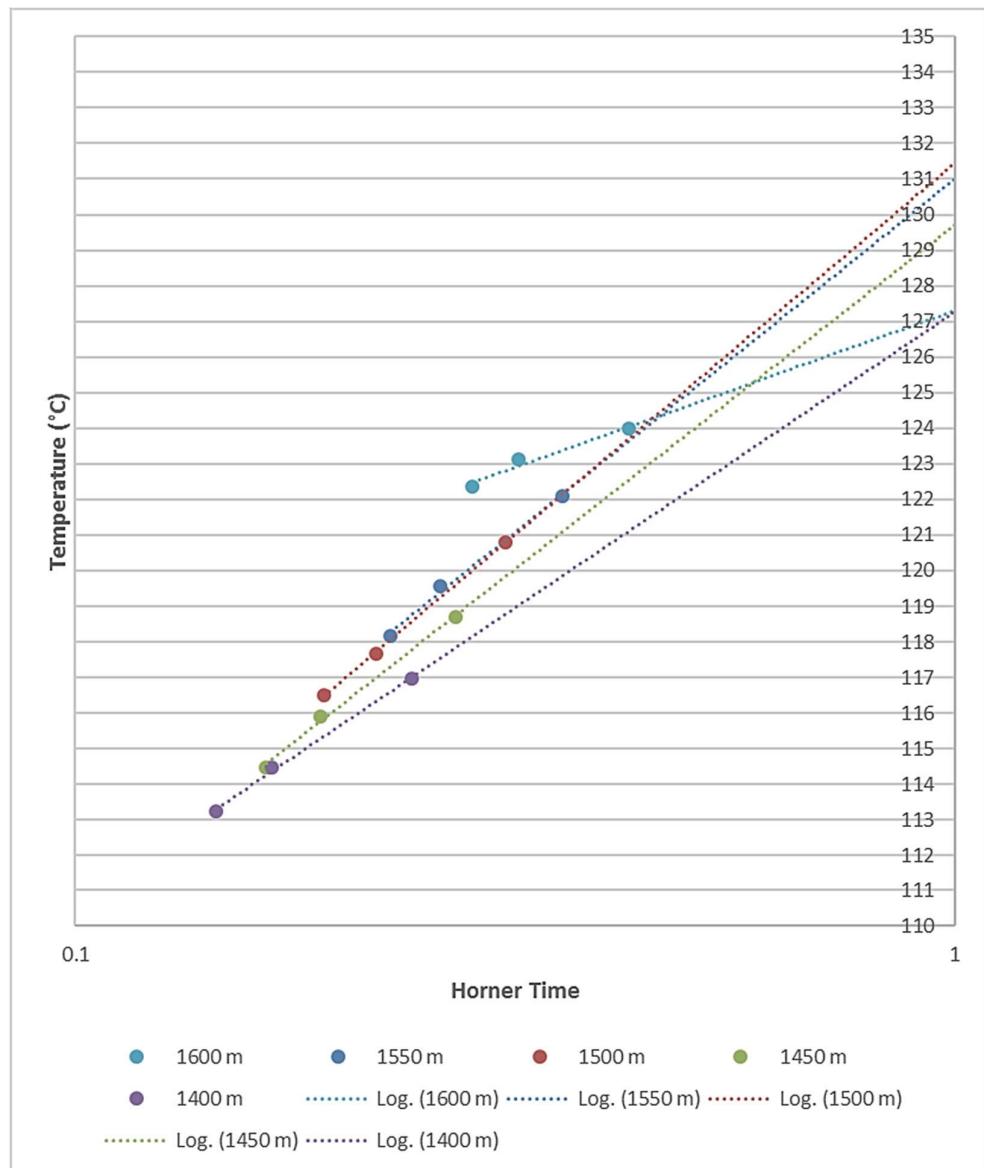
փորձարկման ընթացքում հաշվարկվեց $\sim 0.7/\delta$ -ի համար հեղուկի ընդունման ինդեքսը (rough injectivity index): Սա շատ ցածր է և կազմում է II, սակայն ինչպես նշվում է վերևում, չը վկայում $\sim 1660\text{m}$ -ից ցածր հավանական թողունակության առկայության մասին:

Հեղուկի արագությունը 0-ից զգալիորեն տարբերվում է միայն 800m -ից ավելի բարձր խորությունների վրա, չնայած հավանական է, որ 900m -ից ներքև հոսք կա: (*Ներկայացված սխալ բարերը մեկ ստանդարտ շեղում են, իսկ «զգալի» շեղման համար երկու ստանդարտ շեղումից ավելի մեծ շեղում է անհրաժեշտ*): Զերմաստիճանը ցույց է տալիս, որ բաց անցքից հարաբերականորեն քիչ հովացում է լինում: Որոշակի հովացում կա, որը ցույց է տալիս, որ բաց ողջ ինտերվալի ստորին մասում որոշակի հոսք կա, սակայն այն հարաբերականորեն փոքր է:

Սփիների գրանցումների և զերմաստիճանի չսահմանված տատանումների հետագա ուսումնասիրությունը թույլ է տալիս որոշել ջրաթափանցության ինտերվալները: Կարոտածներում զգալի սնուցման գոտիներ չկան, սակայն սնուցման փոքր գոտին, թվում է, առկա է $\sim 1576\text{ m}$ -ի վրա, որը առնչվում է մասնակի կորուստների/կլանման գոտիներին: Ճնշման վերականգնման կորերի վերլուծությունից երևում է, որ այս գոտում ջերմաստիճանը $>120^\circ\text{C}$ է և կարող է տաքանալ մինչև $>130^\circ\text{C}$ (Գծապատկեր 2): Հարկ է նշել, որ Հորների ջերմաստիճանի «կառուցումները» հիմնականում ինդիկատիվ են, այլ ոչ ճշգրիտ, հակված են ավելի անշշտությունների: Դրանց վրա ազդում են հորատման կորուստները և այսպիսով լավագույնն են ցածր ջրաթափանցություն ունեցող հորատանցքերում, ինչպես B-2 հորատանցքի դեպքում է: Ճնշման կորերը լավ ուղիղ գծեր են գեներացնում և վերջնական ջերմաստիճանը, որը ցույց է տալիս, մի քանի աստիճանով ավելի բարձր է քան վերջին գրանցված ջերմաստիճանը, իսկ առավելագույն ջերմաստիճանը շուրջ 130°C է: Այս ճնշման կորերը հաստատում են, որ B-2-ի մոտ զգալիորեն ավելի բարձր ջերմաստիճան չկա:

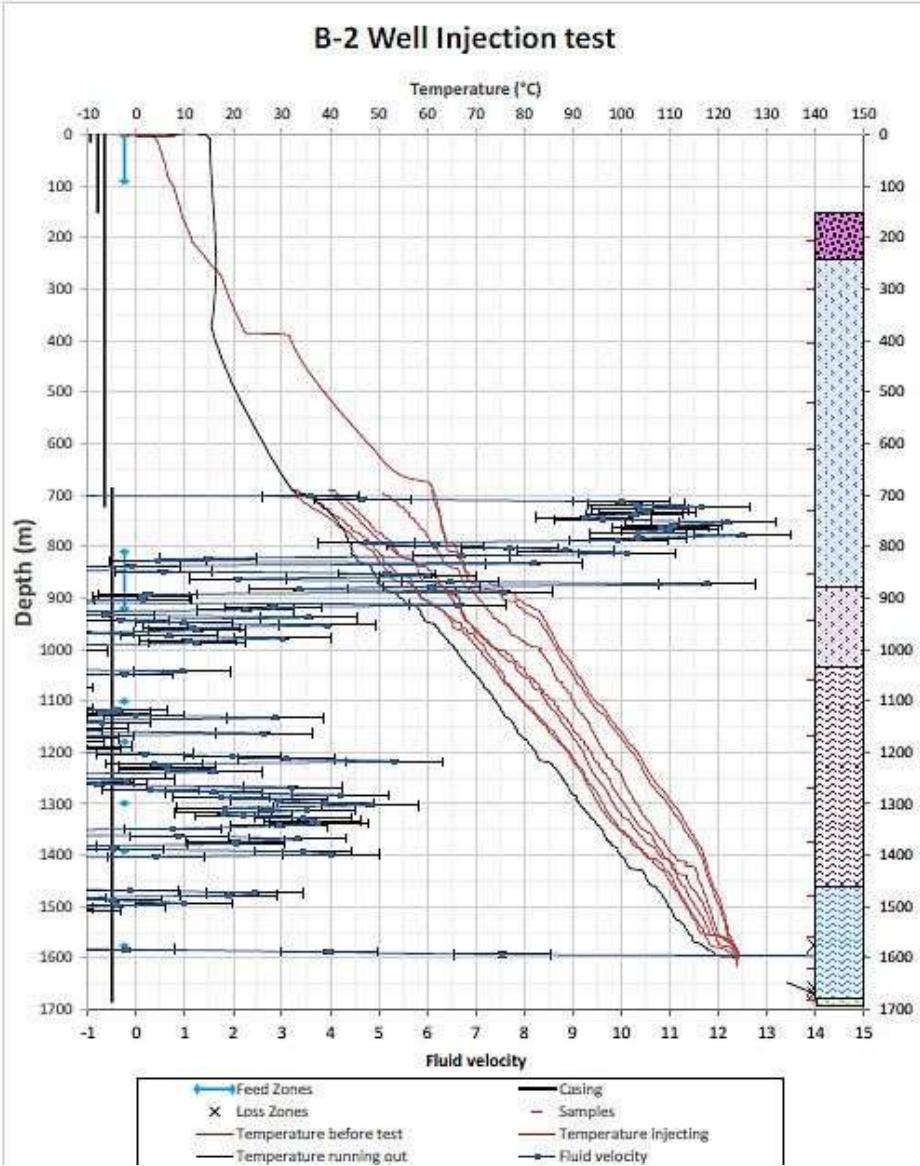
Հորատախորշում՝ 1576m -ից ներքև, թվում է, ամբողջությամբ անջրաթափանց Ե/անթողունակ է, սակայն $\sim 1660\text{m}$ -ում ընդհանուր կորուստները վկայում են զգալի թողունակություն ունեցող գոտու մասին: Այս գոտում ջերմաստիճանը կարող է լինել $>130^\circ\text{C}$: Ցավոք, այս գոտին հնարավոր չէր փորձարկել այն պատճառով, որ հատույթները լցվել են հորատանցքի մեջ և 1684-1607մ վրա լցրել են հորի հատակը:

Շրջապահ խողովակաշարի ծայրակալից ներքել՝ դեպի 800m , փոքր, բայց զգալի հոսք կա: Հոսքը հետո մեծապես կլանվում է մինչ 900m , սակայն տվյալներում աղմուկը շատ մեծ է՝ այս ինտերվալում կորուստները սահմանելու համար: Այնպես կարող է լինել, որ կորստի մեծ մասը 800m -ին մոտ լինի, սակայն սա հաստատ չէ: 900m -ից ներքև միայն փոքր հոսք կա, ուստի 800-900մ գոտին որոշվում է որպես խոշոր թողունակության գոտի, հորատանցքի մյուս հատվածներում միայն փոքր ջրաթափանցությամբ/թողունակությամբ:

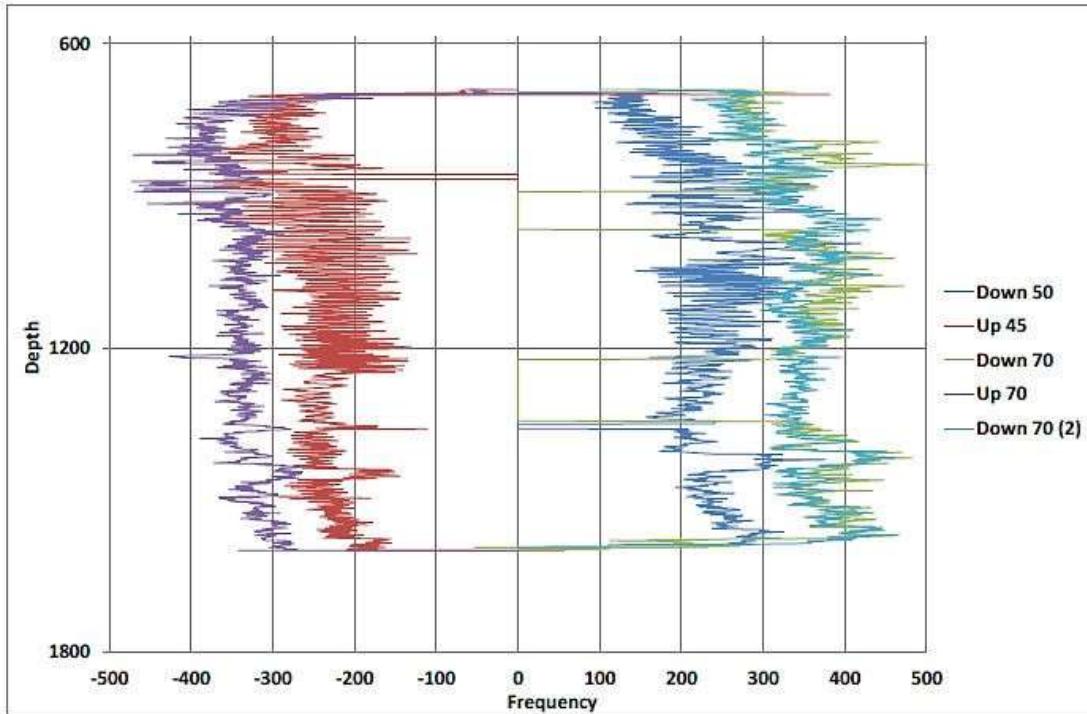


Գծապատկեր 2: B-2 հորի հատակին ջերմաստիճանի Հորների գծապատկեր

B-2 հորի ինյեկցիոն թեսա/փորձարկում (դիազրամայի վերնազիր)

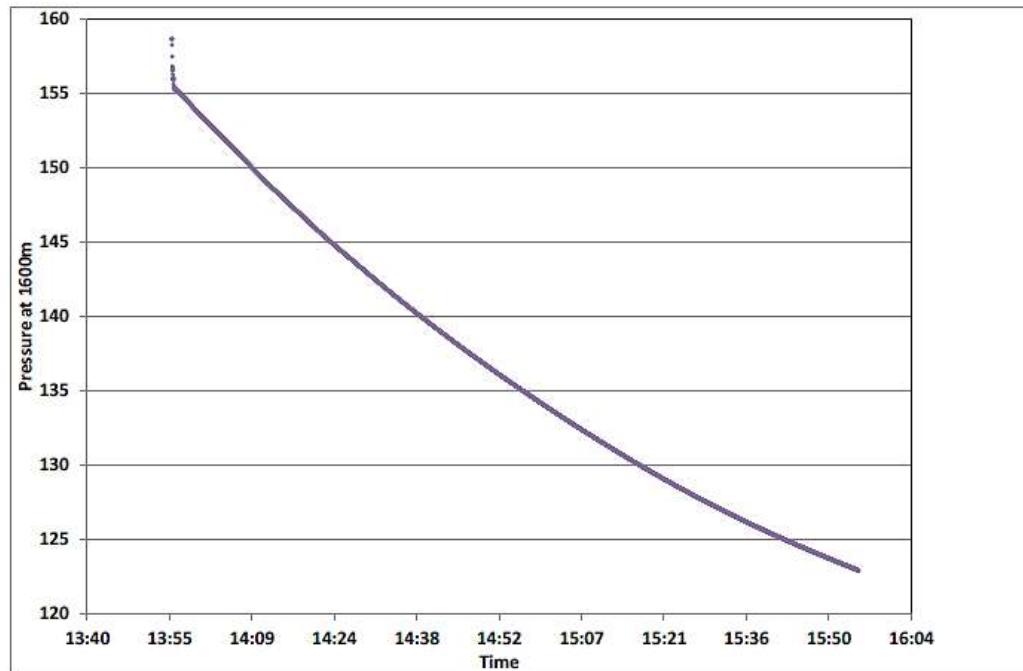


Գծապատկեր 3: B-2 հորատանցքի խնեկցիոն թեստի արդյունքներ

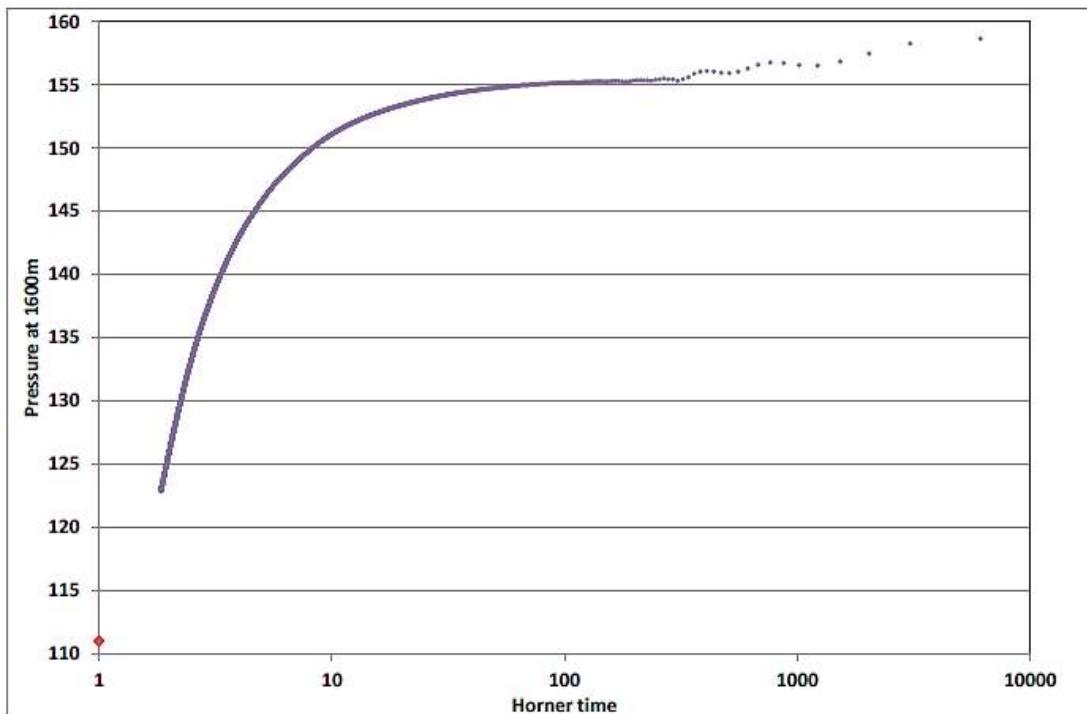


Գծապատկեր 4: Հաճախականության տվյալները ինյեկցիոն թեստի ընթացքում

Սկիբների պրոֆիլները ձեռք բերելուց հետո ճնշման իջեցում իրականացվեց: Գործիքը ամրացվեց 1600մ-ի վրա, մինչդեռ պոմպերն անջատվեցին: Գծապատկեր 4-ը ցույց է տալիս գծային դիագրամը, իսկ Գծապատկեր 5-ը՝ Հորների դիագրամը:



Գծապատկեր 5: PFO-ն 1600մ-ի համար, Դեկտեմբերի 16-ին կոռորդինատային համակարգ



Գծապատկեր 6: PFO-ն՝ 1600մ-ի վրա, Հորների կոորդինատային համակարգ

Գծապատկեր 6-ում ավելացված կարմիր կետը ցույց է տալիս նախորդ օրվա ձևավորմը: Ենթադրվող կայուն ձևավորման ընդհանուր փոփոխությունը կազմում է 47.6 բար, ինչեկիան՝ 7 լՎ/բար կամ 0.4 տոննա/ժամ/բար, շատ վատ ջրաթափանցություն: Հորների դիագրամը ցույց է տալիս, որ տարածության վրա ավելի մեծ ջրաթափանցության/թողունակության ցուցում չկա:

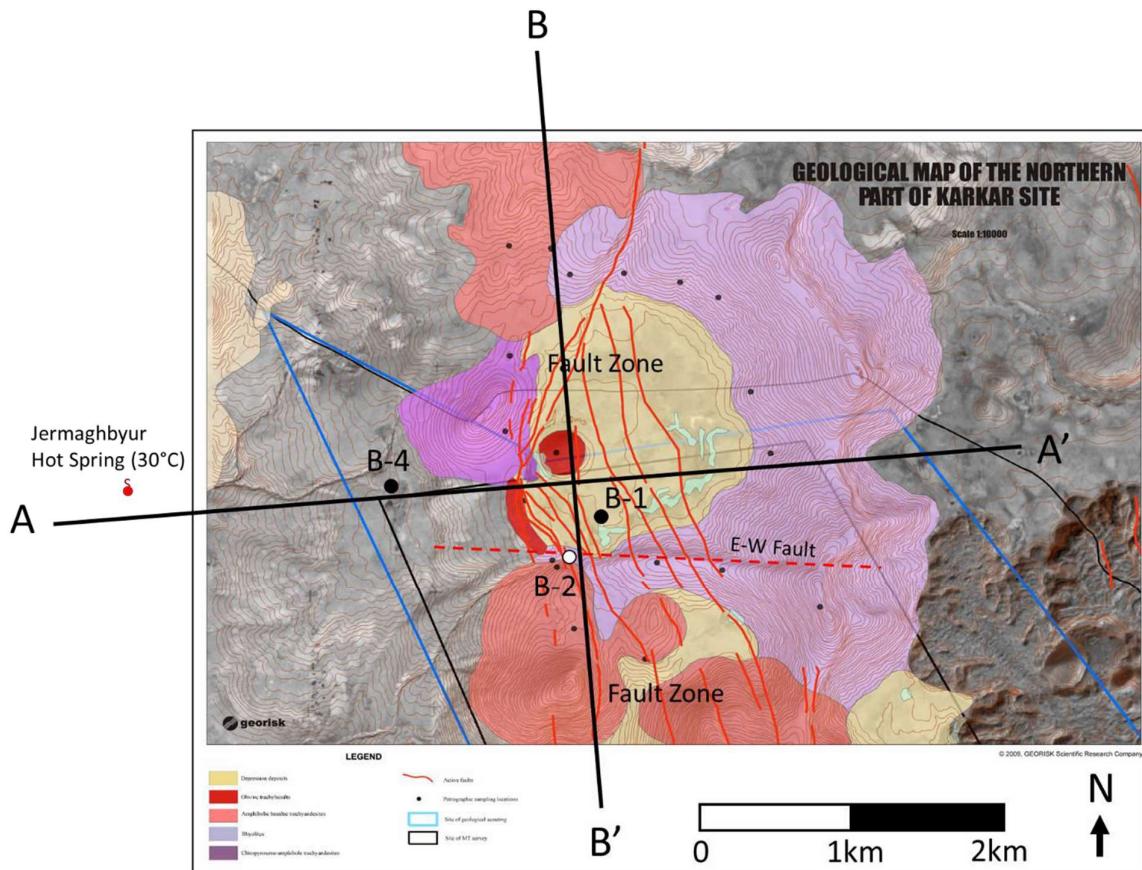
Գծապատկեր 11-ը ցույց է տալիս երկու հորերում տվյալների դիագրամը: Երկու հորերի միջև 25 բարը գերազանցող ձևավորման գրադիենտ/տարրերություն կա, որը ցույց է տալիս, որ ընդհանուր առմամբ թողունակությունը վատն է, եթե որևէ տեղ որոշակիորեն բարձր թողունակություն ունեցող կառույցներ կան, սակայն հորերով չեն տրամադրվում, ապա այն դեռևս կշարունակի հավասարակշռել ձևավորմը այս տարածքում: Սա ենթադրում է ավագանի ցածր թողունակություն երկու հորատանցքերի միջև առկա խորքային ինտերվալի մոնտաժային բացվածքներում, այն է՝ ~600-1700մ խորության վրա:

V. ԹԱՐՄԱՑՎԱԾ ԿՈՆՑԵՊՏՈՒԱԼ ՄՈԴԵԼ

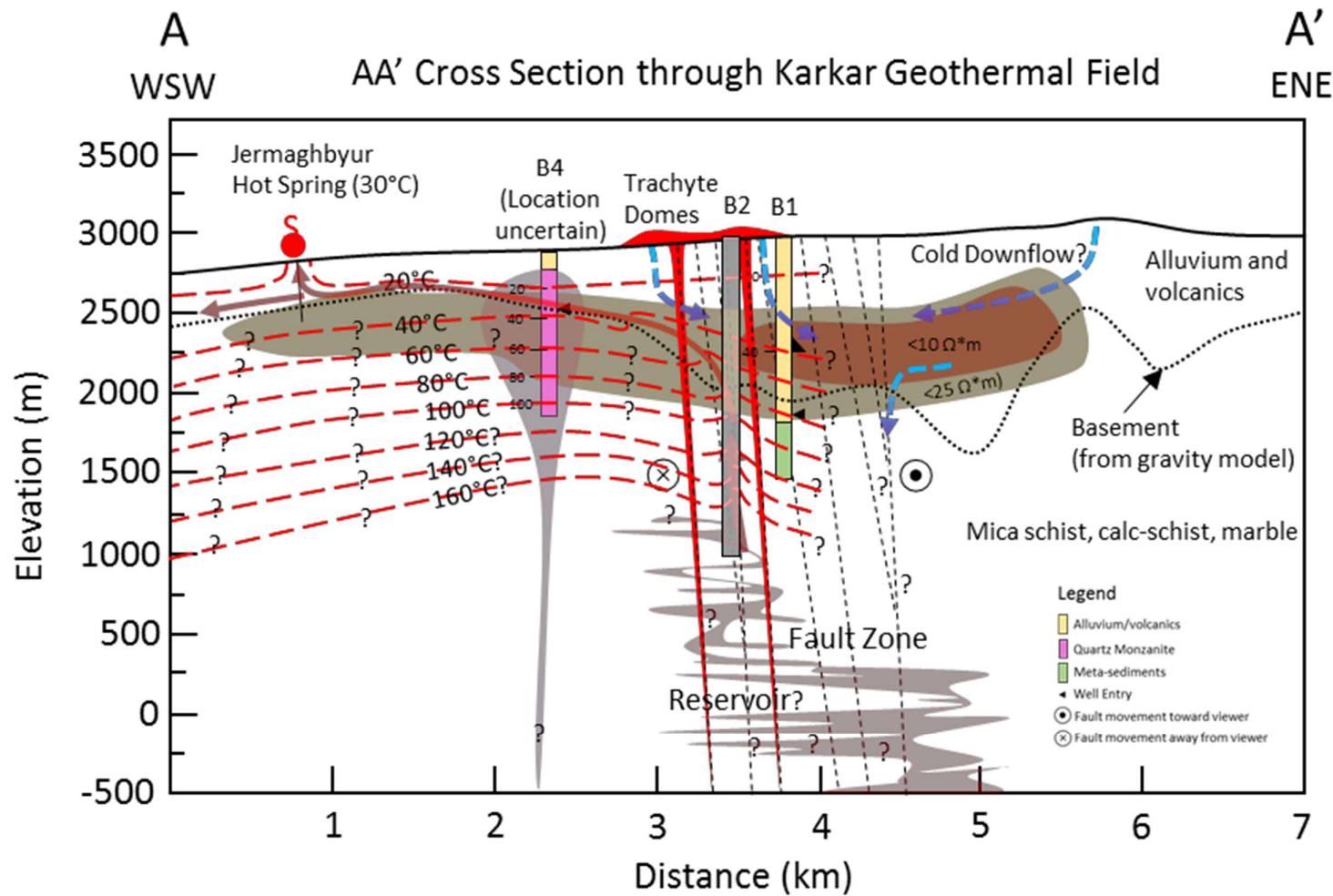
Կարկառի երկրաշերմային տեղամասի կոնցեպտուալ մոդելը, որը սկզբում «Գեռոխիսկ» ընկերության կողմից ներկայացվեց պաշարների գնահատման հաշվետվության շրջանակներում (2012թ.) և ISOR ընկերության կողմից վերանայվեց (2012թ.), վերանայվել և թարմացվել է հասանելի պաշարների հաշվետվությունների ուսումնասիրության հիման վրա, տեղեկատվական խմբերի սկզբնական վերամեկնարանության և B-1 և B-2 հորերից ստացված տվյալների ինտեգրման վրա: Կոնցեպտուալ մոդելը ներկայացնող առանձին բաժինները մշակվել և ներկայացվել են Գծապատկեր 8-ում և Գծապատկեր 9-ում: AA' լայնակի կտրվածքը արևմուտք-հարավ-արևմուտքից դեպի արևելք-հյուսիս-արևելք իրականացնում է մոտավորապես հյուսիսից հարավ (N-S) տարածված բեկվածքի գոտուն ուղղահայաց և ներառում է Զերմաղյուրի տաք հանքային աղբյուրը, N-4 հորատանցքը և ավազանը, որը ներառում է B-1 և B-2 հորատանցքերը: BB' լայնակի կտրվածքը սկսում է հյուսիս-հյուսիս արևմուտքից դեպի հարավ-հարավ-արևելք՝ քարտեզագրված հյուսիս-հարավ բեկվածքի գոտուն զրեթե զուգահեռ, հրաբխային զմբեթների միջով՝ ավազանի երկու կողմով և B-1 և B-2 հորատանցքերով և արևելքից արևմուտք (E-W) տեղաշարժ-վարնետքին զրեթե ուղղահայաց՝ Էրդողան Օլմեզի մեկնաբանության համաձայն (անձնական հաղորդակցություն):

Նախընտրելի կոնցեպտուալ մոդելը ներառում է անհայտ խորության վրա ջերմության աղբյուրը՝ հրաբխային ներժայթքումների և/կամ տարածաշրջանային բարձր ջերմային հոսքերի հետ: Տաք հեղուկները, որոնք բարձրանում են ձգված բեկվածքների երկայնքով, օգտագործում են հիմնապարների ջրաթափանց մարմարե գոտիները, բեկվածքի հետ կապված բարդությունները, ինչպես օրինակ՝ տարածական բեկվածքները արևելքից արևմուտք (E-W) և հյուսիսից-հարավ (N-S) հատման կետում, բեկվածքների միջև ճաքերի ցանցերը՝ մոտավորապես 2000-3000մ խորության վրա և 150-160°C տաքությամբ ջրերի կուտակման ավազան առաջացնելու նպատակով շրջանառելու նպատակով: Բեկվածքի ուղղվածությունների հատումը թույլ է տալիս երկաշերմային հեղուկի վերընթաց հոսք ապահովել, որպեսզի ավելի լավ ջրաթափանցություն ապահովվի պալեոզոյ հիմնապարների միջև և դրանց վրա տեղակայված, մասնատված չորրորդական դարաշրջանի հրաբխային ապարների միջև: Երկրաշերմային հեղուկի արտահոսքերը հատակային կոնտակտում, 100°C-ից ցածր ջերմաստիճանում բռնը ուղղություններով և խառնվում է մթնոլորտային տեղումներից գոյացող սառը ջրերին, որոնք հոսում են հրաբխային զմբեթների խարամների կտրտված գոտիներից ներս և ճաքած ավազանում:

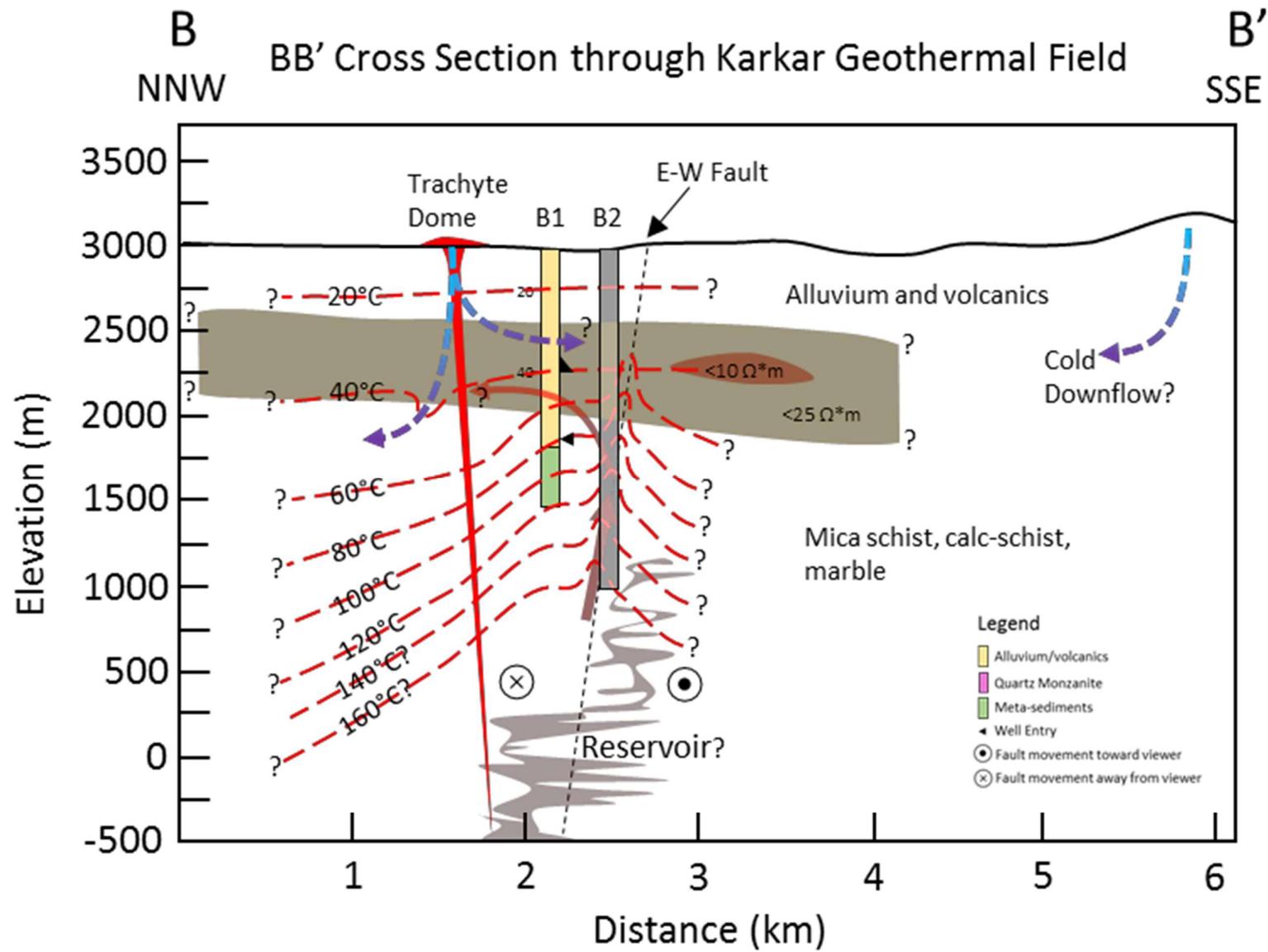
Մթնոլորտային տեղումներից գոյացող ջրերը խզված ավազանի ներսում լիցքավորում են ջրերի հավաքման ավազանը ավազանի սահմանների երկարաձգված բեկվածքների երկայնքով: Թաղված օրգանական և/կամ խորը, երկնակեղևի աղբյուրներից Զերմաղյուրի տաք աղբյուրում հատակային կոնտակտի երկայնքով դեպի արևմուտք ստացվեց $>30^{\circ}\text{C}$ արտահոսք և հյուսիս-հարավ փոքր բեկվածքի երկայնքով մակերևությային հոսք CO_2 -ի հետ մեկտեղ:



Գծապատկեր 7: Կարկառի երկրաշերմային տեղամասի քարտեզ: Հիմքի երկրաբանական քարտեզը «Գեոռիհակ» ընկերությունն է պատրաստել (2009թ.)



Գծապատկեր 8: Կարկասի երկրաջերմային տեղամասի կոնցեպտուալ մոդելը ներկայացնող լայնական կտրվածք AA'



Գծապատկեր 9: Կարկասի երկրագներմային տեղամասի կոնցեպտուալ մոդելը ներկայացնող լավագանձնական կտրվածք ԲԲ'

VI. ԵԶՐԱՀԱՆԳՈՒՄՆԵՐ

B-2 հորատանցքից ստացված տվյալները փաստում են բարձր ջերմաստիճանային գրադիենտի և Կարկառի երկրաշերմային տեղամասում բարձր ջերմաստիճանի մասին, որը նախ բացահայտվել է N-4 հորատանցքում: Չնայած N-4 հորատանցքի ճշգրիտ տեղակայման վայրը հաստատված չէ (մի քանի հարյուր մետրի շրջանակներում) B-2 հորը այս ջերմային անոմալիայի տարածքը տարածում է դեպի հարավ՝ մինչև առանձնացված ավազանը: Բարձրացած կոնդուկտիվ գրադիենտը B-2 հորի հատակին կազմել է $>120^{\circ}\text{C}$ 2000մ-ից ավելի ցածր մակարդակի վրա, ինչպես նաև 160°C 2000մ-ի վրա, եթե 1600 -2000մ-ի վրա ջերմաստիճանային գրադիենտը B-2 հորատանցքին դիտարկված ջերմաստիճանից ավելի բարձր է: Արևմտյան Անատոլիայում համանման հիմնապարներում կոմերցիոն երկրաշերմային տեղամասերի նման ջերմաստիճանային գրադիենտ-ները կարող են նվազել միջանկյալ ջրատար շերտերում և հետո կրկին ավելանալ ավելի մեծ խորության վրա:² Ուստի խորը հորատման դեպքում հնարավոր կլինի հասնել առևտրային ջրաթափանցության և ջերմաստիճանի մինչև 3500մ խորության վրա:

Հետևյալ եզրահանգումները նույնպես արվել են.

- B-2 հորում սնուցման զգալի գոտիներ հնարավոր չեր փորձարկել: Զրի կորստի ընդհանուր գոտին դիտրակվել է $\sim 1660\text{m}$ -ի վրա, սակայն նախքան փորձարկումը լցվել էր հատույթով: Եթե այս գոտին հնարավոր լինել փորձել, ապա վերջինիս ջերմաստիճանը կարող էր $>130^{\circ}\text{C}$ լինել:
- Եթե B-2 հորը հնարավոր լինի խորացնել 2000-3000մ-ի, այն կարող է հիմնապարներում ավելի բարձր ջերմաստիճանի դեպքում ջրաթափանց գոտիներ հայտնաբերել: Այս իրավիճակը նման կլինի արևմտյան Անատոլիայում և ԱՄՆ-ի արևմտյան մասում կոմերցիոն երկրաշերմային տեղամասերին:
- Ի հակադրություն B-1 հորատանցքի՝ B-2-ի հատակային կոնտակտը ջրաթափանց չէ:
- Ինչպես փաստում է B-1 և B-2 հորերի օրի ստատիկ մակարդակների միջև խոշոր

² Թուրքիայում Գումուսկոյ տեղամասի շահագործումից ստացված հրապարակված տեղեկատվություն (<http://pubs.geothermal-library.org/lib/grc/1028705.pdf>): Անգամ Կարկառի հորատանցքերի ջերմաստիճանից ավելի ցածր ջերմաստիճանի պայմաններում ORT-4 հորատանցքում 2350մ վրա 130°C առավելագույն ջերմաստիճան գրանցվեց: Տեղամասում՝ ցանկացած այլ վայրում, կարելի է ավելի լավ հորեր գտնել, օրինակ մինչև 2100մ հորատված GK-1 հորը, որտեղ 178°C և հոսքը 230 ա/ժ է: Հետաքրքիրն այն է, որ երկու հորատանցքերի միջև 18 բար ստատիկ ճնշման տարրերություն կա, քանի որ դրանք տարրեր ջրատար շերտերի վրա են: Թթվայնացումից հետո ORT-4-ում 126 ա/ժ էր: Նևապայում՝ Basin and Range-ում, որը շահագործվում է մինչև 25 MW: Վերջինիս ջերմաստիճանային պրոֆիլները նման են համանման խորության պայմաններում Կարկառի ջերմաստիճանային պրոֆիլներին:

<https://www.geothermal-energy.org/pdf/IGAstandard/WGC/2015/22042.pdf>

տարբերությունը, երկու հորերի միջև լավ հիդրավլիկ հաղորդակցություն չկա: Սա կարող է պայմանավորված լինել այն հանգամանքով, որ B-2-ը հատում է մի հիդրավլիկ պատճեց, ինչպես օրինակ անջրանցիկ բեկվածք:

- Կարկառի երկրաշերմային տեղամասի լայնական տարածվածությունը բոլոր ուղղություններով սահմանափակված չէ: Հիմնապարներում խորքային ջերմաստիճանը կարող է արագ անկում ապրել B-1 և B-2 հորերի արևելյան մասում: B-2 հորը կարող է ամենատաք հորը լինել տեղամասում ամբողջությամբ տաքանալուց հետո, սակայն վերընթաց հոսքը կարող է նաև տեղակայված լինել մեկ այլ վայրում:

i. Խորհուրդ-առաջարկներ

Կարկառում հորատանցքերը պետք է փորձեն մինչև առնվազն 2000մ՝ բարձր ջերմաստիճանի և ջրաթափանցության հասնելու համար, որը կարող է պայմանավորված լինել գերակայող բեկվածքի միտումների տրամախաչման հատվածում հնարավոր վերընթաց հոսքով:

Հերթով կարելի է խորացնել B-1 և B-2 հորերը:

Հետևյալ մյուս խորհուրդ-առաջարկներ են նաև կիրառելի:

- B-1 և B-2 հորերի հատույթները պետք է վերլուծել համապատասխան լաբորատորիայում՝ պետրոգրաֆիկ հանքանյութերը, կարձալիք ինֆրակարմիք (SWIR) և/կամ ռենտգենյան դիֆրակցիայի (XRD) միջոցով փոփոխվող կավը որոշելու համար, ինչպես նաև բնահողի մեջ լցված հեղուկի ջերմաստիճանը վերլուծելու համար: Համապատասխան լաբորատորիաները ներառում են Խալանդիայում ISOR-ը և Նոր Զելանդիայում՝ GNS Science լաբորատորիան: Այս վերլուծության արդյունքում ստացված տվյալները և եզրահանգումները պետք է տրամադրվեն տեխնիկակող-ներին և պետք է ներառվեն կոնցեպտուալ մոդելներում:
- Հարկ է ավելի ուշ կրկին ուսումնասիրել B-1 և B-2 հորերում ջերմաստիճանը՝ կարգավորված ջերմաստիճանը գնահատելու և ջերմաստիանային գրադիենտը հաստատելու նպատակով: Սա կօգնի մինհմիզացնել Հորների ջերմաստիճանների դիագրամում տեղ գտած սխալը և կոնցեպտուալ մոդելում կապահովի ավելի բարձր ճշգրտություն:
- Հարկ է մաքրել B-2 հորատանցքի հատակի հատույթները հորատման սարքի կամ ձկուն խողովակներով սարքավորման և օդային կոմպրեսորի/ ազոտի կոմպրեսորի միջոցով: ~1660մ վրա

կորստի/կլանման ընդհանուր գոտին պետք է փորձարկել այս մաքրման աշխատանքներն ավարտելուց հետո: Հորում միջանմտության երկու մեթոդներն են հնարավորություն են ընձեռում մաքրել հատույթները հորի հատակին, սակայն կոնկրետ այս դեպքում լավագույն տարրերակը հորատման սարքավորումն է: Հորատման սարքավորում կիրառելու հիմնական առավելությունն այս դեպքում այն է, որ առկա լիցքը կարելի է հեռացնել և շարունակել հորատումը: Եթե այս ճանապարհն է ընտրվում, ապա ԸԽ/TD 2000մ, որը իսկզբանե պլանավորվել էր, պետք է վերցնել որպես թիրախ՝ առկա մոդելների մասին ավելի վերջնական տվյալներ տրամադրելու և կենսունակ արտադրանք ունենալու հավանականությունը բարելավելու նպատակով: Սարքավորման չափար և հնարավորությունները պետք է գերազանցեն B1ն Բ2 հորատանցքերի հորատման համար կիրառված սարքավորման հնարավորություններին:

- iv. Տվյալ տարածքի ջերմային քարտեզը պետք է ձևավորվի՝ մակերևույթի երկրաշերմային առանձնահատկությունները վերագնահատելու և N4 հորատանցքի տեղակայման վայրը որոշելու համար: Դիտարկել ROAV-ի կամ ռադիոչափական ինֆրակարմիք տեսախցիկներով դրոնի հնարավորությունները՝ ծախսարդյունավետ կերպով այս առաջադրանքն ավարտելու նպատակով: Արդյունքները կարելի է օգտագործել առկա կոնցեպտուալ մոդելի ճգրտությունը բարելավելու և հորերի տեղակայման վայրերի ճշգրտությունը բարելավելու նպատակով:

VII. ՕԳՏԱԳՈՐԾՎԱԾ ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

«Գեռոխոս» (2009թ.), Գրիձորի և Կարկառի երկրաշերմային տեղամասերի

մագնիսաթելուրային (ՄԹ) հետախուզություն, *Զիրապարակված հաշվետվություն «Գեոռիսկ»* (2012թ.), Կարկառի տեղամասում իրականացված 3D MT, ձգողականության և CO₂ ուսումնասիրությունների արդյունքների մեկնաբանություն, *Զիրապարակված հաշվետվություն ISOR* (2012թ.), Հուշագիր՝ թվագրված առ 2012թ-ի օգոստոսի 3-ը, *Զիրապարակված հուշագիր ISOR* (2013թ.), 2013թ. սեպտեմբերի 5-10-ը Հայաստան կատարած ՀԲ Էներգետիկ առաքելություն, ISOR հուշագիր, *Զիրապարակված հուշագիր* ISOR (2013թ.), Կարկառի տեղամասում խորը, սահմանային դիմադրության պրոֆիլների վերաբերյալ հուշագիր, *Զիրապարակված հուշագիր*

«JRG Energy Consultants Ltd.» (2016թ.), Հորատանցքի ուսումնասիրության և հորատանցքի փորձարկման արդյունքները Կարկառի B-1 հորատանցքի համար, *Զիրապարակված հաշվետվություն*

White, J.T., Karakhanian, A., Connor, C.B., Connor, L., Hughes, J.D., Malservisi, R., Wetmore, P., (2015թ.), Հիդրոջերմային մոդելավորման հետ երկրաֆիզիկական ուսումնասիրության գույզակցում՝ երկրաջերմային պոտենցիալ պաշարների էնթալպիայի դասակարգումը սահմանափակելու համար, *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 298, էջ 59–70, <http://dx.doi.org/10.1016/j.jvolgeores.2015.03.020>

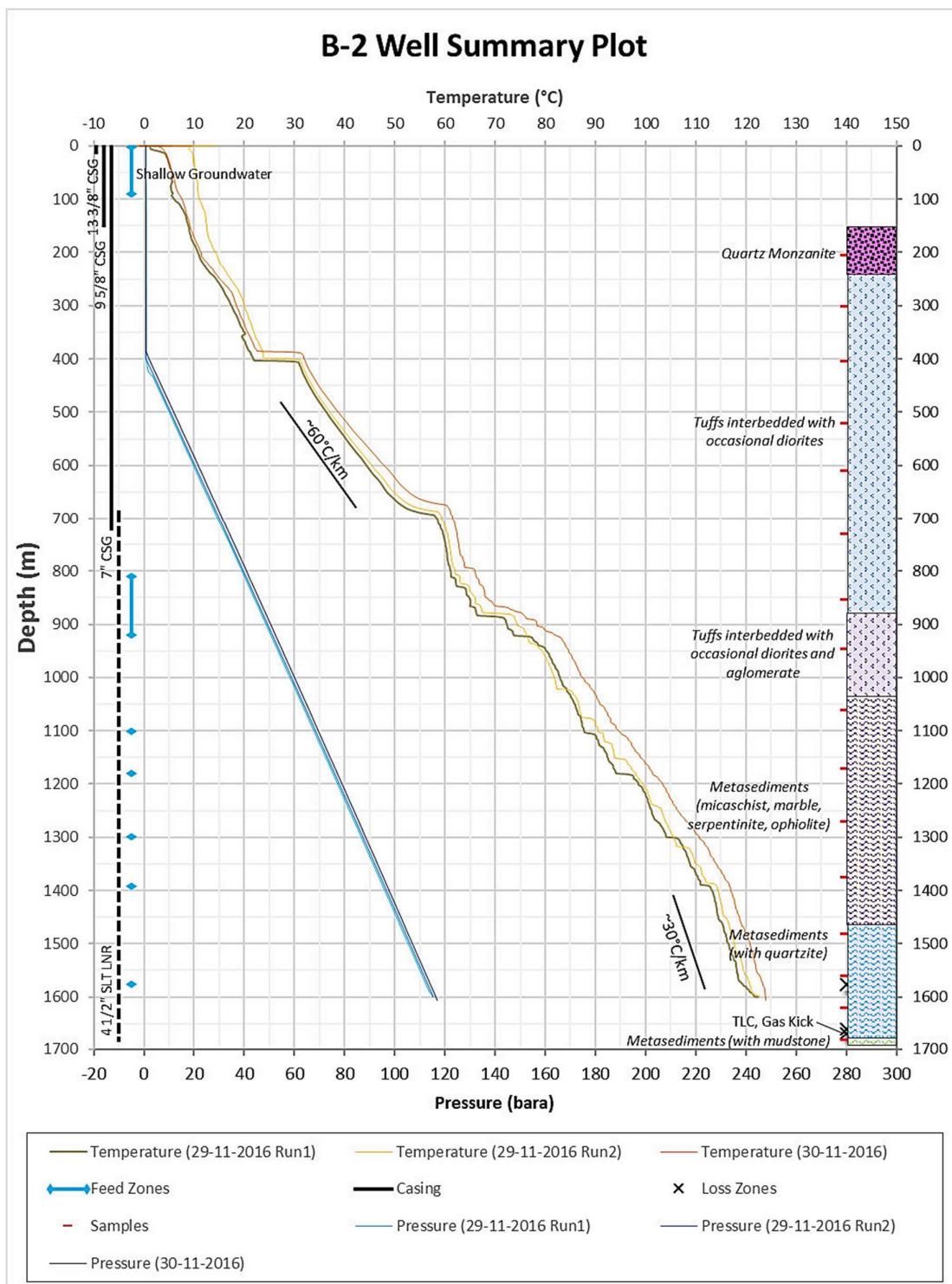
ՀԱՎԵԼՎԱԾ Ա. Փորձարկման ամփոփում

Աղյուսակ 7: Հորատանցքի փորձարկման ամփոփագիր

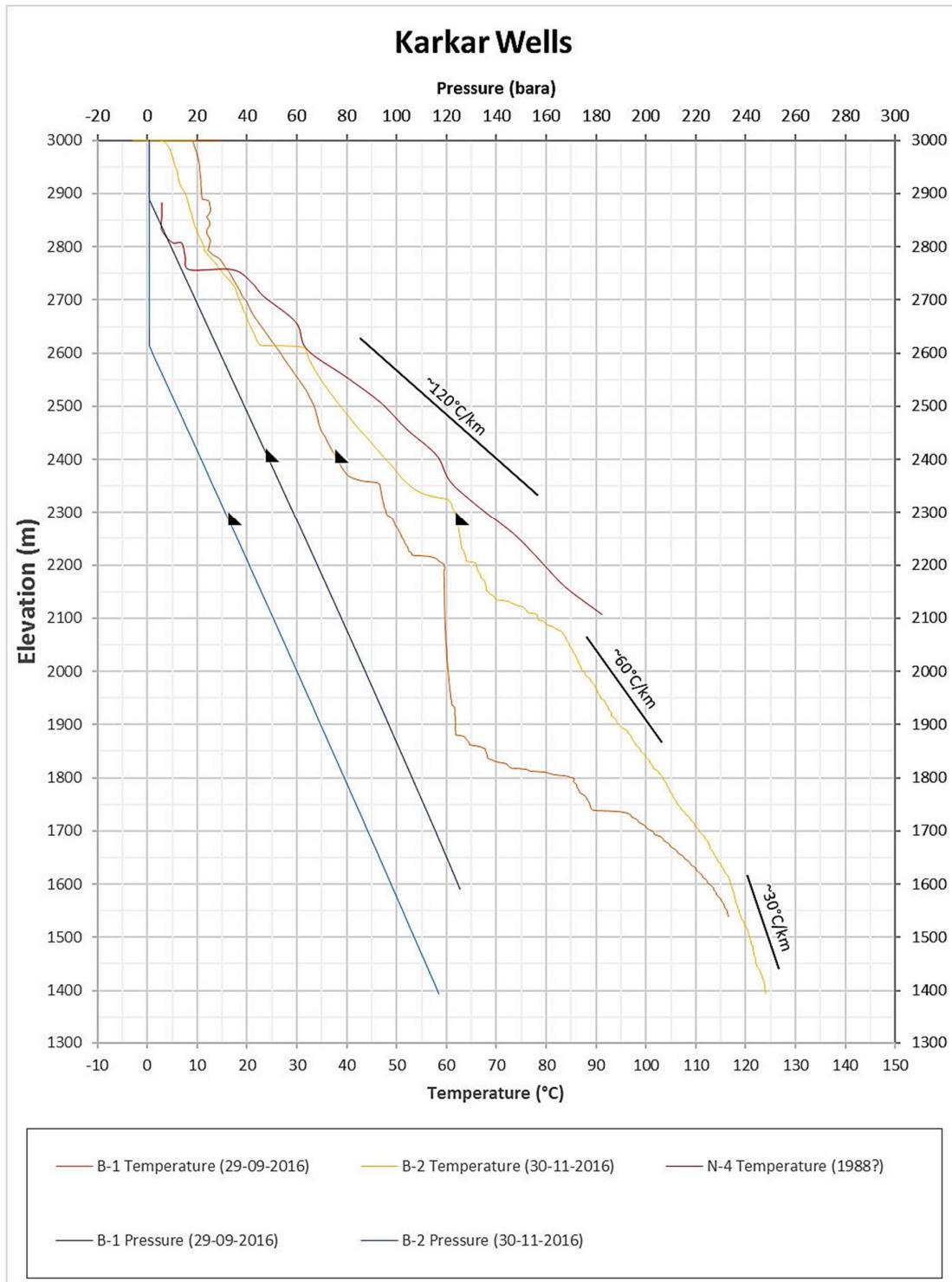
Մեկնարկման ժամ	Time Stop	Դիտողություն
Նոյեմբերի 28		
1600	18:20	Հորը իրականցվեց և սոնակալն աշխատացվեց: Զուրն անշատվեց 06:00-ին: HD ամրարձիչի գործարկման հետ կապված հարցերը, ինչպես նաև չափումների փականի անջատումը B-1-նշանակում էր, որ շաբթնավորումը սկսեց միայն 1600մ-ի վրա: Շաբթնավորումն իրականացվեց և զրի ներհոսք տեղի ունեցավ 1630մ-ի վրա՝ հորատման ընթացքում գրանցված TLC /Գրանցման կոչտպայմանների/ գրտուց 30մ վերև: Հետագա որևէ փորձարկում չիրականացվեց, քանի որ զիշեր էր մոտենում, ինչպես նաև սայշաքուն էր տեղամասում, ինչպես նաև հորատման սարքի առաջնառությունը:
Նոյեմբերի 29		
0900	1130	ՃԶ փակ չափման իրականացում #1. Հորը փակ է եղել 28 ժամ:
1500	1630	ՃԶ փակ չափման իրականացում #2
Նոյեմբերի 30		
0900	1700	Ստատիկ PTS իրականացում, որից հետ ինյեկցիոն թեստ և PFO
1055	1129	Փակ PTS (0 հոսք դեպի հորատանցք): Գործիքը միացվել է 1607մ-ի վրա -հորի հատակին ջերմաստիճանը 124 degC
1136	1155	Pull up to 690մ
1214		Ցածր հոսքին համարժեք հոսք ապահովող պոմպերի միացում – զրի միջին հոսքը կազմում էր 340 l/րոպեում
1230	1248	Պոմպով մոլման արագությունը 360 l/րոպեում: RIH 690 – 1600մ 50մ/րոպեում
1249	1308	Պոմպով մոլման արագությունը 330 l/րոպեում: POOH 1600 -690մ՝ 50մ/րոպեում
1310	1324	Պոմպով մոլման արագությունը 320 l/րոպեում: RIH 690 -1600մ 70մ/րոպեում
1325	1338	POOH 1600 – 690մ՝ 70մ/րոպեում: Որոշակի զուր է դուրս հոսում հակաարտանետման ընդերացանցից (противовыбросовый сальник) հոսքի վերջնամասում:
1340	1353	Մոլման աստիճանը 315 l/րոպեում է, հորատանցքի բերանին ձևավորումը կազմում է 0.5 քար (հակաարտանետման ընդերացանցից (противовыбросовый сальник) զուր է արտահոսում): RIH-ը 690 – 1600մ վրա կազմում է 70մ/րոպեում:
1356	1556	Պոմպերն անջատված են – ինյեկցիայի երկրորդ մակարդակը հետաձգվեց հորատանցքի բերանի ձնշման բարձրացման պատճառով: Նաև հնարավոր չեր չափել հորատանցքի բերանին ձևավորումը, քանի որ դեպի հորատման լուծույթի գրանցման հատված տանող գծերը սառել էին:
1556	1622	POOH – 1600մ-ից դեպի մակերևույթ 50մ/րոպեում

1622	1715	Մետաղալարե սարքավորման ապամոնտաժում և նախապատրաստում սեղմված օդի միջոցով հեղուկի բարձրացմանը
1715	2200	Տվյալների ներբեռնում և մշակում

ՀԱՎԵԼՎԱԾԲ: Ամփոփ դիագրամ



Գծապատկեր 10: B-2 հորատանցքի ամփոփ դիագրամ



Գծապատկեր 11: Զերմաստիճանը և ձնշումը ի հակադրություն Կարկառի երեք հորերի հելվացիոն պյուֆիլների

ՀԱՎԵԼՎԱԾ Գ: Երախտագիտություն

Այս ծրագիրն ավարտելու և տվյալները վերլուծելու գործում շատ տարբեր ընկերություններ են օգնել: Կցանկանայինք մեր երախտագիտության խոսքերը հայտնել հետևյալ անձանց և իրենց համապատասխան ընկերություններին:

Մալքոլմ Ա. Գրանթ

Տնօրեն/Երկրաջերմային ամրարների գծով ավագ ինժեներ

MAGAK

~~MAGAK~~

Մարսվել Ուիլմարթ

Ծրագրի համար ավագ երկրաբան

«Geologica Geothermal Group, Inc»



Էնդրյու Օոթին

Երկրաջերմային հորատանցքի փորձարկման գծով ավագ ինժեներ

«JRG Energy Consultants Ltd.»



Դոկտոր Մերրի Էկեր Գործառնությունների ղեկավար

«HD Energy Limited»



ՀԱՎԵԼՎԱԾ Դ: Դիտողություններ և պատասխաններ

«JRG Energy» ընկերությունն լիովին աջակցում է այս հաշվետվության շրջանակներում բերված պնդումներին և ենթադրություններին և բաց է խնդրո առարկայի վերաբերյալ ցանկացած տեսակի դիտողությունների և հարցերի: Հետևյալը հանդիսանում է 2017թ-ի հունվարի 18-ին ISOR-ից «JRG Energy» ընկերությանն ուղարկված պատասխանը Բ-2 հորատանցքի փորձարկման հաշվետվության_վերանայում 1-ի առնչությամբ, որը 2017թ-ի հունվարի 24-ին քննարկվել է «JRG Energy» ընկերության աշխատակազմի հետ:

2017թ-ի հունվարի 18-ին Կարկառի B2 փոքր հորատանցքի ուսումնասիրության և փորձարկման վերաբերյալ «JRG Energy» ընկերության հաշվետվության առնչությամբ ISOR-ի դիտողությունները

ISOR-ն ուսումնասիրել է «JRG Energy» ընկերության հաշվետվությունը, որտեղ ներկայացվում է տեղեկատվությունը, ինչպես նաև B-2 հորատանցքի երկրաբանական և երկրաֆիզիկական տեղեկատվության ձեռք բերման ուղղությամբ կատարված աշխատանքները: Հաշվետվությամբ նկարագրվում է Կարկառի տեղամասի համար վերանայված հայեցակարգային մոդելը: Թվում է, որ B-2 հորատանցքի վերաբերյալ շատ նոր բան չկա՝ նախորդ անգամ «JRG Energy» ընկերության կողմից B-1 հորատանցքի համար պատրաստված հաշվետվության մեջ ներկայացված (այս անգամ թամացված) հայեցակարգային մոդելում ներառելու նպատակով: ISOR-ն ավելի վաղ դիտողություն-առաջարկություններ էր ներկայացրել այս ծրագրի մասին և ՀԲ-ին նույն ծրագրի վերաբերյալ դիտողություններ էր ներկայացրել: Նախ, 2016թ-ի սեպտեմբերի 29-ի հուշագրով, իսկ հետո՝ 2016թ-ի հոկտեմբերի 27-ին ուղարկված էլ. նամակի միջոցով (*կից ներկայացվում է*): Այս դիտողությունները հիմնականում համահունչ են ավելի վաղ կատարված դիտարկումների հետ:

Արդյունքները հիմնականում են նույնն են, ինչ B-1-ի դեպքում, իսկ տարբերության դեպքում, B-2-ը B-1-ի համեմատ ավելի ցածր երկրաշերմային գրադիենտ է ցուցադրում: Զերմաստիճանը նույնն է, գոյացությունները նույնպես և շատ քիչ ջրաթափանցություն/ թողունակություն է առկա: Ավելի խորը մակարդակներում բարձր ջերմաստիճանի պաշարների մասին փաստող միակ հիմքը (ինչպես երևում է կոնցեպտուալ մոդելում) հանդիսանում է երկրաշերմային գրադիենտը, որն այս դեպքում, թվում է տարածվում է գծով: B-1-ից կատարված նմուշառումների ռենտգենյան դիֆրակցիայի վերլուծության արդյունքները ցույց են տալիս, որ հիդրօքերմային զգալի փոփոխություններ չկան:

Երկրաշերմային գրադիենտի կիրառումը լավ գործիք է հանդիսանում տեղամասում նորմալ մայրցամաքային գրադիենտի համեմատ ջերմաստիճանի բարձրացումը/ անոմալիաները որոշելու իմաստով: Սա այնուամենայնիվ, չպետք է տարածել մեծ խորությունների վրա՝ ակնկալելով, որ այն կլինի գծային: Կոնվեկտիվ ավազանի վերին մասին հասնելուն պես ջերմաստիճանի միայն փոքր փոփոխություն կարելի է ակնկալել մի քանի հարյուր մետրի վրա:

Երկրաշերմային գրադիենտի ընդլայնումը կարող է շփոթեցնել և բարձր ջերմաստիճանի ալազանի առաջարրումը պետք է հիմնվի ավելիի, այլ ոչ միայն գրադիենտի վրա: B2-ում

(փաստացիորեն նաև B1-ում) ջերմաստիճանային պրոֆիլները՝ ստորին հատվածում ակնհայտ ձկված ստորին հատվածում, ցույց են տալիս գրադիենտի զգալի փոփոխություններ (իշեցում): Սա հավանաբար պայմանավորված է հորի հատակին մոտ 130-135°C ջրով (հավանաբար ձեղքածքից, ջերմություն 1660մ վրա): Լավ ջրաթափանցություն և ջերմափոխանցում ունենալով ջերմաստիճանը կարող է շատ քիչ փոփոխվել՝ 100-ավոր մետրերը գերազանցող խորության վրա, ինչպես նախկինում էր նշվում: Քանի որ գրադիենտի մասին տեղեկատվությունը յուրաքանչյուր հորատանցքի համար ճիշտ նույնը չէ, յուրաքանչյուրի տարածումը ջերմաստիճանի տարրեր արդյունքներ կապահովի սպեցիֆիկ խորության համար: Սա փաստացիորեն լնդգձվում է JRG հաշվետվության Գծապատկեր 10-ում (տե՛ս ստորև ներկայացված Գծապատկերը): Հարկ է նշել, որ B-1 և F-2 հորերի ստորին հատվածում ջերմաստիճանային պրոֆիլները շատ նման են գրադիենտի իմաստով, որը զգալիորեն ավելի բարձր չի թվում:

Մինչ այժմ հավաքագրված ողջ տեղեկատվությունը դեռևս ցույց է տալիս միջանկյալ ջերմաստիճաններ, որն ինքնին կարող է կենաւուակ պաշար հանդիսանալ: Սակայն դրա համար զգալի ջրաթափանցություն է անհրաժեշտ, որի մասին տվյալները դեռևս չեն փաստում, ցավոք: Շատ ցածր ջրաթափանցությունը/թողունակությունը նույնական չննարկվում է այս հաշվետվությունում, որտեղ միակ 0.2 լ/վ/քար է հաշվարկվում: Ավելի բարձր թողունակության միակ դրական վկայությունը հանդիսանում էր կավանման լուծույթի կորուստը 1600 մ-ի վրա, որը դեռևս պետք է փորձարկվի:

Հնարավոր է արժե դիտարկել B-2 հորատանցքի բերանին շիասնող խողովակաշարի մաքրումը, ինչպես քննարկվում էր նախկինում և անզամ այն դրւու բերել՝ հուսալով, որ հորում կուտակված աղբը կարելի է մաքրել, որը թույլ կտա վերականգնել հորատման ընթացքում գրանցված թափանցելի-ությունը: Սա կարելի է անել հորատանցքի հատակին կուտակված ցանկացած աղբը հավաքելու համար կամ մեծ հորատման սարքի, կամ իոնք հորատման խողովակների միջոցով, կամ ցիվինդրային կարկաս (CTU) վարձելու միջոցով:

Ընդունված պրակտիկա է հորատել կավանման լուծույթի կորստի ամենախորը հատվածից 50-100մ ավելի խորը փորել, տեղ ապահովելով խոշոր եզրաշափերի բեկորների և փլուզումների համար, որոնք կարող են հավաքել հորատանցքի հատակին և խցանել թափանցելիության գոտին (ինչպես հավանաբար B-2-ի դեպքում է: Հաշվետվության մեջ նկարագրվող հանգամանքներից ելնելով թվում էր հնարավոր չեր:

Երաշխափորված չէ, որ նման առաջադրանքը հաջողությամբ կասակվի, հատկապես եթե հորատանցքի բերանին շիասնող խողովակաշարը հնարավոր չլինի տեղափոխել, սակայն եթե մաքրումը հաջողությամբ իրականացվի, այն հնարավորություն կրնականի հաջողությամբ մաքրումն իրականացնել՝ ինյեկցիայի/ ներարկման և արտադրողակա-նության իմաստով, ինչպես նաև քիմիական վերլուծության համար վերցնել աղաջրերի նմուշները և տեղեկատվություն ստանալ աղաջրերի ջերմաստիճանային «ավազանի» մասին:

Այս առաջադրանքը լինելու է դժվար և ամենայն հավանականությամբ հարյուր հազարավոր դոլարներ կարծենա, սակայն նոր հոր հորատելու համեմատ ավելի քիչ ծախսատար կլինի, որը շատ թույլ հիմնավորում է: Մեծ հարցը հետևյալն է, թե արդյոք իմաստ ունի՞ շարունակել այս

ծրագիրը, եթե որոշակիորեն հնարավոր չլինի սահմանափակ թողունակությամբ այս միջանկյալ ջերմաստիճանն օգտագործել տեխնիկատնտեսական իրազործելի կերպով:

2016թ-ի սեպտեմբերի 29-ի հուշագիր



7 փետրվարի, 2016թ.

Էջ | 34

B-1 հորատանցքի համար կատարված բացահայտումների և Կարկառում (Հայաստան)

B-2 հորատանցքի հորատման վերաբերյալ հուշագիր

«Iceland GeoSurvey» (ISOR) ընկերությունը վերջին մի քանի ամիսների ընթացքում որպես ՀԲ խորհրդատու հետևել է Կարկառում (Հայաստան) հորատման աշխատանքներին:

Նախքան այս վայրում հորատելու որոշում ընդունելը ISOR ընկերությունը այնպիսի կարծիք արտահայտեց, որ Կարկառում բարձր ջերմաստիճան ունեցող երկրաշերմային պաշարների առկայությունը հավանական չէ, սակայն, թվում է, հնարավոր է, որ Կարկառում լինի ցածր կամ միջին ջերմաստիճան ունեցող երկրաշերմային համակարգ:

Ուստի, հնարավոր է արժեք հորատել փոքր հետախուզական հոր՝ խորության վրա ջերմաստիճանը և ցածր դիմադրողականությունը փորձարկելու համար (եթե դա պայմանավորված է հիդրօջերմային ալտերացիայով), որը նկատվում է 500-1000մ խորության վրա: Առաջին հորը պետք է հորատվեր արևմտյան մասում տեղակայված փոքր իջվածքում, և ենթադրվում էր, որը թիրախը կլինի 1200-1500մ խորության վրա տեղակայված բեկվածքները: Երկրորդ հորը պետք է հորատվեր իջվածքի արևելյան մասում, որտեղ ամենաքիչ դիմադրողականությունն էր դիտարկվում: Նախապատրաստական աշխատանքների ընթացքում հորատանցքի տեղամասերը փոփոխվեցին անհասանելիության պատճառով: Սկզբնական միտքն այն էր, որ հորը պետք է հորատվի այնպես, որ հնարավոր լինի երկրորդ հորը հորատել այն դեպքում, եթե առաջինից հնարավոր չլինի ստանալ բավականաշափ տեղեկատվություն:

Այս փուլում B-1 հորը ավարտվել է 1500մ-ի վրա և հիմնական արդյունքները հետևյալն են.

1. 500-1000մ-ի վրա ցածր դիմադրողականությունը պայմանավորված չէ հիդրօջեր-մային ակտիվությամբ, այլ կարող է լինել հրաբխային տուֆի և տաք ստորգետնյա ջրերով (հորատման լուծույթի ավելի վաղ կատարված ուսումնասիրության համաձայն հնարավոր է նաև գոլորշիացում է առկա): Շերտի վրա ջերմային ազդեցության (770 մ խորություն) մոդելավորումը Հորների դիագրամում ցույց է տալիս, որ այս բաժնում շուրջ 50-60°C ջերմաստիճան է ձևավորվում:
2. Մոտավորապես 1100մ վրա, հորը հասնում է հիմնապարներին: Սա ներառում է որոշակի գրանիտ, սակայն հիմնականում մետամորֆային ապարներ, ինչպես օրինակ՝ մարմար և բերթաքար: Այս ձևով երկրաշերմային գրադիենտն ավելի բարձր է ($\sim 100^{\circ}\text{C}/\text{կմ}$) քան տուֆային գոյացություններում (հորատանցք B-1-ում նկատվում է շուրջ 120°C - 1461մ-ի վրա): Տե՛ս ստորև բերված Գծապատկերը: Սա կարող է պայմանավորված լինել զուր պարունակող տուֆում ավելի ակտիվ շերմությամբ: Սա նման է իջվածքից դուրս փորված հին հորում (B4) ջերմային պայմաններին: Ինչպես գիտեք, ոչ մի թողունակություն չի գրանցվել տվյալ հորում, որտեղ հիմնականում հիմնապարներ են նկատվել:

Տվյալները դիտարկելով՝ անհավանական ենք համարում, որ շերտի ջերմաստիճանը զգալիորեն տարբերվում է համանման խորությունների վրա տվյալ իջվածքի շրջանակներում, համեմատած այն ջերմաստիճանի հետ, որը տեսնում են արդեն B-1 հորատանցքում: Մակերևույթի վրա երկրաշերմային որևէ նշանի բացակայությունը, ինչպես օրինակ՝ արտահայտչանշաների (ֆումարոլ, փոփոխված գրունտ), գազի բարձր հոսքի և բնահողի բարձր ջերմաստիճանի բացակայությունն անհանգստացնում է: Այնուամենայնիվ, գաղտնիք չէ, որ երկրաշերմային համակարգեր կարող են գոյություն ունենալ այն վայրերում, որտեղ

մակերեսույթի վրա որևէ ակտիվություն չկա:

Հարաբերականորեն ավելի բարձր երկրացերմային գրադիենտը ցույց է տալիս, որ Կարկառին մոտ ինչ-որ վայրում կամ խորության վրա ջերմային աղբյուր կա: Պարզ չէ, թե ի՞նչ ջերմային աղբյուր կարող է սա լինել, սակայն ջերմային աղբյուրի պատճառը կարող են լինել հրաֆիային հովացող ապարները: Մակերեսույթին մի քանի կմ հեռավորության վրա, ոփոլիսի, բազալտային անդեգիտի և քվարցային անդեգիտի լավաները (~5000 տարիների հնության) կարող են փաստել դրա մասին: Այս փուլում պարզ չէ, թե ջերմային այս աղբյուրը ո՞րտեղ և ի՞նչ խորության վրա կարող է լինել:

Երկրացերմային գրադիենտի մասին տեղեկատվության կիրառումը խիստ արժեքավոր է, սակայն պետք է զգույշ լինել մեծ խորության վրա այս տեղեկատվությունը տարածելիս:

Իշխածքի շրջանակներում փոփոխվող թողունակություն կարող է լինել, հատկապես որպես երկրորդային թողունակություն (բեկվածքներ և ձեղքվածքներ): Ուստի եթե բացահայտված ջերմաստիճանն (ցածր, միջին կամ բարձր) ընդունելի է, ապա սա կարող է կենսունակ լինել՝ տվյալ տեղամասում հորատման միջոցով ավելի լավ թողունակությունը բացահայտելու համար:

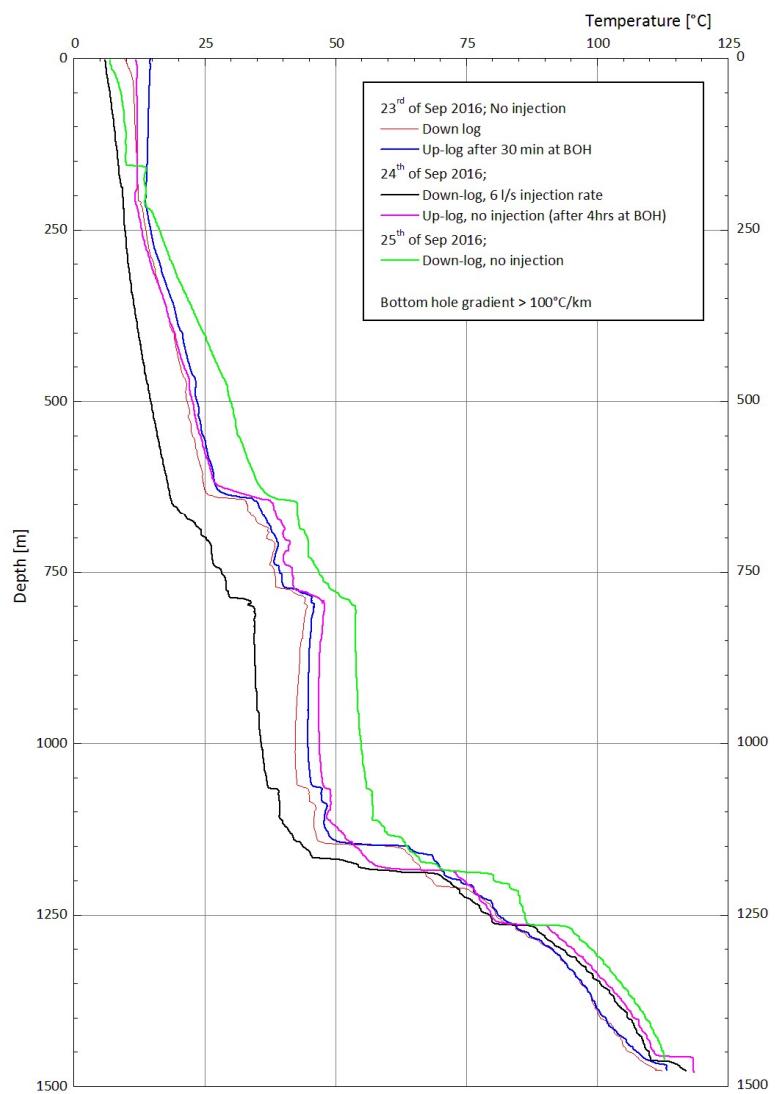
Ընդհանուր առմամբ, թողունակությունը ցածր է փոխակերպված հիմնապարներում: Կան նաև օրինակներ, երբ նման ապարները ավագան են ձևավորում՝ հիմնապարների ինտենսիվ ձեղքման միջոցով և շատ բարձր ջերմաստիճանի պայմաններում կարբոնատային ապարները կարող են սկսել կոտրվել՝ բարձրացնելով թողունակությունը:

Պարզ է, որ Կարկառի տեղամասում ջերմաստիճանային գրադիենտը զգալիորեն ավելի բարձր է՝ մայրցամաքային երկրակեղեկի ջերմաստիճանային գրադիենտի համեմատ ($\sim 30^{\circ}\text{C}/\text{կմ}$) և որոշակի հույս է տալիս, որ հետազոտվող երկրացերմային պաշարներ կան, որը գուցե բարձր հոսք ունեցող, բարձր ջերմաստիճանային ավագան չէ, սակայն կարող է ունենալ ցածրից միջին ջերմաստիճան՝ ցածրից միջին հոսքով:

Սեպտեմբերի 29-ին ISOR ընկերությունը նամակ ստացավ ՀՎԷԷ-ի TSSC թիմից՝ Կարկառի երկրորդ հորատանցքի հորատման հիմնավորման և խորհուրդ-առաջարկների վերաբերյալ: Նամակում TSSC թիմն առաջարկեց հորատել B-2 հորը: Պարտադիր չէ, որ ISOR ընկերությունը համաձայն լինի նամակով ներկայացվող եզրահանգումների հետ, սակայն այս դեպքում ISOR ընկերությունը համաձայնում է, որ շահեկան կլինի մեկ այլ հոր փորել (հատկապես քանի որ հորատման սարքը տեղամասում է և նյութերն արդեն իսկ գնվել են) այնքան խորը, որքան հորատման կապալառուի համար ընդունելի կլինի՝ նպատակ ունենալով ավելացնել հիմնապարներում բեկվածքներից և ձեղքվածքներից լավ հոսքը առավելագույնի հասցնելու համար: Սա ոչ միայն կզնահատի այս բեկվածքներում և ձեղքվածքներում փաստաց ջերմաստիճանը, սակայն նաև փորձել կապը հնարավոր, highly fractured ավագարնում, որը կարող է առկա լինել հիմնապարներում, ինչպես օրինակ՝ մարմարում և թերթաքարում: Այդ նպատակով ընդունելի է մի հորատանցքի տեղանք, որը մոտ է ներկայում առաջադրվող վայրից՝ հոր B-1-ից 400մ S-W, որտեղ հնարավոր է բեկվածքների հատում:

*Քարնի Ռիխտեր
Բենեդիկտ Մթերնգորհման
Կնուտուր Արնասոն
Փորսթեյն Էզիլսոն
Սիգուրդուր Սվեին
Զոնսոն*

Well B-1



2016թ-ի հոկտեմբերին Թրեին Ֆրիդրիխսոնին ուղարկված հեկտոնային նամակ

ÍSOR ընկերությունը «JRG Energy» ընկերությունից ստացաված հորատանցքի հետազոտման և փորձարկման հաշվետվությունը: Հաշվետվությունն ուսումնասիրելուց հետո ÍSOR ընկերությունը պարզեց, որ որոշ առյուսակներում և տեքստում որոշակի անձշտություններ կան՝ շրջանառման կորուստների և գոյացությունների համեմատ: Նաև առաջարկվում է, որ տուֆի շատ ցածր դիմադրողականությունը կարող է պայմանավորված լինել ինը հիդրոշերմային փոխակերպմամբ, անգամ այս փոխակերպման վրա հատույթի ակնհայտ վկայություններ չկան: Ըստիանուր առմամբ փոքր խնդիրներ կան B-1 հորում թողունակության և ջերմաստիճանի մասին հաշվետվողականության և մեկնաբանության իմաստով:

Հորատանցքի հատակին ջերմաստիճանի, երկրաշերմային գրադիենտի և շատ ցածր թողությանկության և փոխակերպված ապարների մասին տեղեկատվությունը լուրջ է:

B-1 հորում երկրաշերմային գրադիենտը բարձր է (նախքան փոխակերպված ապարներ մուտք գործելը)՝ համեմատած մայրցամաքային երկրաշերմային միջին գրադիենտի հետ, կամ կոպիտ ասած 3 անգամ բարձր է: Սա ցույց է տալիս բարձր ջերմային հոսք, որը հավանաբար վերաբերում է հրաբխային ակտիվության կամ պլուտոնային ապարների, ինչպես օրինակ՝ գրանիտի, ռադիոակտիվությանը: Սա կարող է երկրաշերմային համակարգի համար ջերմության աղբյուր հանդիսանալ:

Հարկ է հոգ տանել երկրաշերմային գրադիենտն ավելի մեծ խորություններ հասցնելու համար, քանի որ այն կտարածվի առանց փոփոխվելու:

1. Եթե հասնում են ավագանին (թողունակությունը), գրադիենտը ամենայն հավանականությամբ կփոփոխվի՝ կրնվեկցիայի պատճառով և 100-ավեր մետրերից հետո միանման ջերմաստիճան է ակնկալվում: Սակ կարող է տեղի ունենալ հորատման հաջորդ մի քանի հարյուր մետրի շրջանակներում՝ ավագանում ցածրից միջին ջերմաստիճանով կամ ավելի խորը դիտարկելուց հետո կարող է հասնել ավելի բարձր ջերմաստիճան ունեցող ավագանին:
2. Եթե գրադիենտը նույնը կմնա ավելի մեծ խորությունների վրա, սա կարող է նշանակել, որ քիչ կամ ոչ մի թողունակություն հնարավոր չէ ակնկալել: Թողունակությունը կխաթարի գրադիենտը: Այս դեպքում բարձր ջերմաստիճանի հնարավոր կլինի հասնել սակայն ոչ ավագանի: Սա կարող է հավակնել Hot Dry Rock (HDR) ձևավորման: Ըստիանուր առմամբ փոխակերպված ապարներն անխափան են, սակայն համարժեքները կարելի է գտնել աշխարհում, երբ դրանք կարող են երկրաշերմային ավագաններ ունենալ, մասնավորապես կարբոնատային ապարներում:
3. Դիտարկված բարձր երկրաշերմային գրադիենտը հրաբխային տուֆերի և փոխակերպված ապարների հատումից ներքև, կարող են վերագնահատվել և կարող են ձկվել ավելի ցածր մակարդակներում (արա մասին մատնանշումը կարելի է տեսնել ջերմաստիճանային պրոֆիլներում՝ 1250մ-իվ ներքև): Սա կարող է պայմանավորված լինել այն հանգամանքով, որ 1250մ-ի վրա գոյացություններն ամբողջությամբ չեն

վերականգնվում, երբ ավելի խորն են (ցուցադրելով ավելի ուղիղ ջերմաստիճանային պրոֆի): Սա կարող է պայմանավորված լինել որոշակիորեն ջրաթափանց տուֆի անմիջապես ներքևում տեղակայված հիմքի ջերմության արդյունահանմամբ, այնպես, որ ձևափոխված ապարների ջերմաստիճանն ավելի արագ է բարձրանում՝ հիմքի վերին հատվածի խորության վրա, քան ավելի մեծ խորության վրա:

Բարձր գրադիենտը մատնանշում է Կարկառի երկրաջերմային ավազանի գոյությունը: Ցավոք, խորության վրա թողունակության (նման ավազան առաջացնող) առկայության մասին որևէ լուրջ հավաստում չունենք: Սա մարում է հույսն այն մասին, որ առկա է երկրաջերմային համակարգ, որը կարելի է օգտագործել, միջինիս բարձր ջերմաստիճանի համար: Միայն մակերևությային, Զերմադրյուրի տաք ջրերի աղբյուրը, որը հանդիսանում է 2-3կմ հեռավորության վրա, ցույց է տալիս, որ ավազանի ջերմաստիճանը տվյալ տեղանքում 70-180°C է (Գեոռիսկ, 2012թ.):

Կոնցեպտուալ մոդելը , որը ներկայացվում է այս հաշվետվության շրջանակներում, օպտիմիստական է, սակայն անհնարին չի թվում, չնայած ինդիկատիվ տվյալների պակաս կա, բացառությամբ էլեկտրական գրադիենտի: Այս մոդելում կարևոր կետ է հանդիսանում ցածր դիմադրողականության շերտի մեկնաբանությունը, որպես հիդրոջերմային իմաստով փոքր-ինչ փոփոխված շերտի: Հատույթի վերլուծությունը չի հավաստում այս մասին, սակայն լրացուցիչ XRD-ն կարող է պարզաբանել այս կետը: Եթե հիդրոջերմային փոխակերպման որևէ նշան չգտնվի, կոնցեպտուալ մոդելը պետք է վերանայվի:

B-2 հորատանցքի հորատումը կփորձարկի կոնցեպտուալ մոդելը, քանի որ վերջինիս վերաբերում է բեկվածքների և ձեղքվածքների շրջանակներում առաջադրվող վերընթաց հոսքին: Ուստի, կարևոր է հնարավորինս խորը փորել (2000մ):

Հուսով ենք, որ B-2 հորատանցքի հորատումը որոշակիորեն կպարզաբանի իրավիճակը և անկերծ հուսով ենք, որ սա կամրապնդի Կարկառում առևտրային իմաստով կենսունակ ավազանի հավանականությունը:

Բջարնի Ռիխտեր

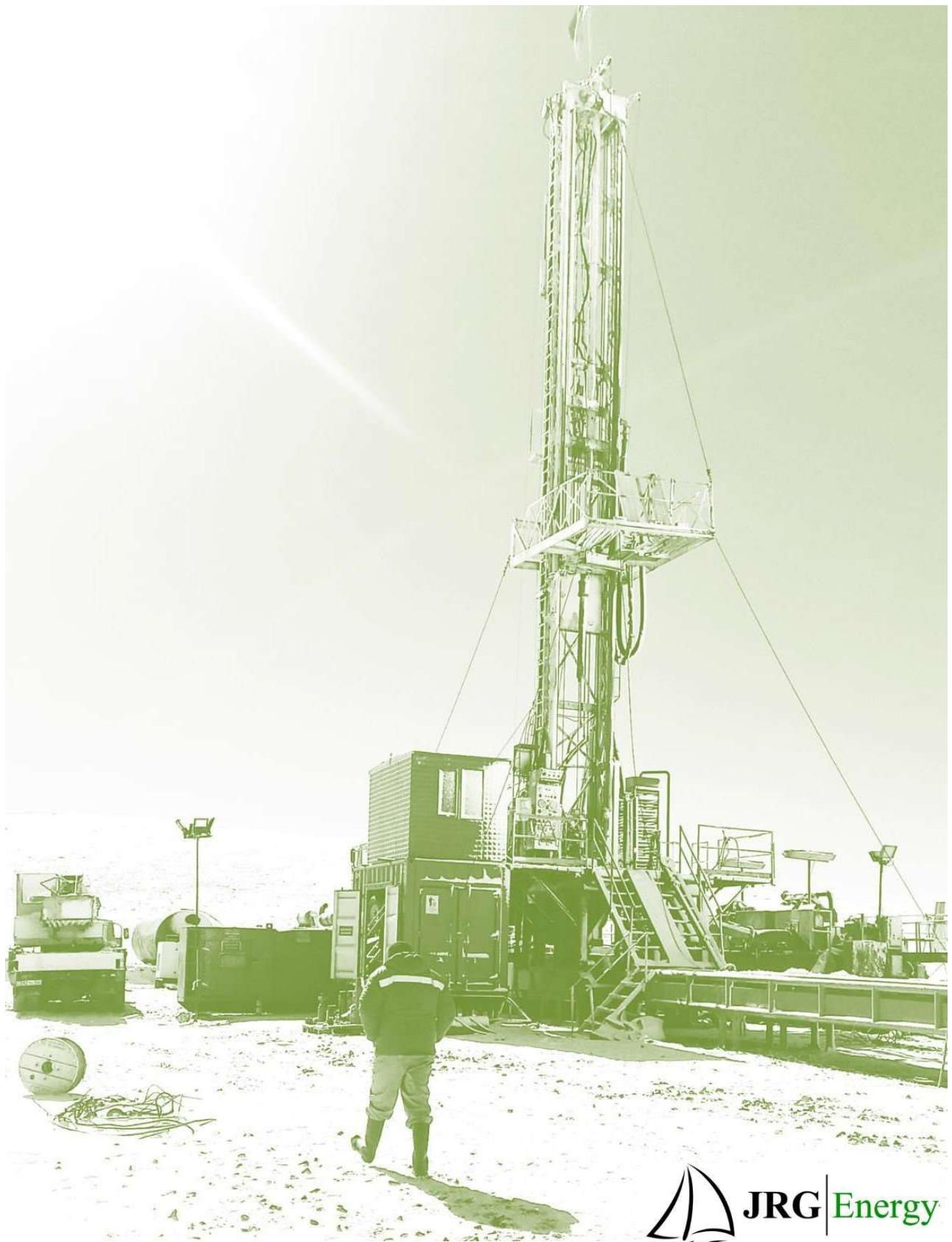
Մարքեթինգի և Ծրագրի ղեկավար «Iceland GeoSurvey»

Հեռ +354 528 1500

Բջջ.՝ +354 896 9336

www.geothermal.is

www.isor.is



 **JRG** | Energy