



ORKUSTOFNUN

Forsendur fyrir hönnun og staðsetningu KJ-30

Ásgrímur Guðmundsson

Greinargerð ÁsG-97-03

Forsendur fyrir hönnun og staðsetningu holu KJ-30

Staðsetning

Holu KJ-30 hefur verið valinn staður á borplani holu KJ-19 (mynd 1), um 40 m norðan við hana. Þar var höggborað 8. sept. - 19. okt. 1982 niður á 56 m dýpi og sett niður fódoring og hún steipt. Í dagbókum um verkið er holan nefnd höggborshola 27, en höggbor 3 meitlaði hana niður. Á þessum tíma voru skáboranir mjög ofarlega í huga manna og var þegar byrjað að beita þeirri tækni í Kröflu. Einn af kostum skáborana er sá að hægt er að bora inn undir svæði, sem ekki er hægt að koma bor á einhverra hluta vegna. Í þessu tilviki er landfræðilega útilokað, nema með miklum tilkostnaði, að setja bor í vesturhlíðar Kröflu. Því var sá kostur valinn að velja holunni stað á borplani holu KJ-19 með það í huga að bora undir vesturhlíðar Kröflu. Ákvörðun um þennan stað þýðir að ýtt sé úr vör hugmynd, sem er jafn viðeigandi nú og hún var fyrir 14 árum síðan.

Til hliðsjónar af borun holu KJ-30 voru valin gögn úr holum KJ-19 og KJ-20, en KJ-20 var skáboruð 1982 úr suðurhlíðum Kröflu, undir Kröflufjall. Heildarfrávik hennar frá holutoppi í láréttu plani er 642 m.

Lýsing á staðháttum

Vesturhlíðar Kröflu einkennast af ummerkjum mikilla umbrota. Í rótum hlíðanna liggur Hveragilssprungan, sem er einn helsti uppstreymisstaður jarðhitans á Kröflusvæðinu. Gilið sjálf er eins konar knippi af sprengigígum, sem gætu bæði hafa myndast vegna kviku og gufu áhrifa. Bogadregnar línur sprengigíganna teygja sig langt upp í Kröflufjall og neðan þeirra eru brattar hlíðar. Það er viðtekin skoðun að hið mikla umrót sem átt hefur sér stað við myndun sprengigíganna, sé megin ástæða fyrir mikilli hveravirkni á þessu svæði. Þar af leiðir að leiðni um sprungur eða sprungunet er væntanlega meiri en annars staðar. Hluti af sprungunum hefur vafalaust fyllst af útfellingum. Misgengi sjást í Suðurhlíðum sem liggja með stefnu VNV-ASA og skera þau vafalaust Hveragilssprunguna. Mestur virkur jarðhiti í Suðurhlíðum er tengdur þessum misgengjum. Á mynd 2 er sýnd afstaðaða væntanlegrar holu KJ-30 til misgengjanna í Suðurhlíðum en auk þess að skera þau er hún boruð inn í sprengigigasvæðið. Stefna holunnar verður $15^\circ (+/- 15^\circ)$ og uppbygging halla 2 - $2,5^\circ/30$ m í allt $30 - 35^\circ$.

Hola KJ-19 var boruð í suðurhlíðar Kröflu sumarið 1982. Hún var staðsett eins norðanlega og landslag leyfði án verulegs tilkostnaðar. Hitamælingar sýndu að holan var vel lek niður á 1900 m dýpi. Ennfremur kom í ljós að það þurfti allt að 20 l/s dælingu á holuna til að hindra millirennslu úr efri æðum niður í botnæðarnar. Mynd 3 sýnir hita- og þrýstíástand við holu KJ-19 og mynd 4 sýnir borhræða og skoltap meðan á borun stóð. Til hliðsjónar á báðum myndunum er einfaldað jarðlagasnið. Í viðauka 1 eru hitamælingar frá því borun og svo hita- og þrýstimælingar frá upphitun að borun lokinni.

Hola KJ-20 var staðsett og boruð sumarið 1982 með það í huga að skábora undir Kröflufjall og skera þar VNV-ASA misgengin í Suðurhlíðum, í vinnsluhluta holunnar neðan 700 m dýpis. Þetta er fyrsta holan hér á landi sem var skáboruð með þar til gerðum tækjum og er þá átt við

að stjórna bæði stefnu og halla. Það gekk eftir eins og sést á mynd 5. Upplýsingar úr holunni gefa til kynna að misgengjunum halli um 8° til norðurs og var það m.a. lagt til grundvallar við hönnun holu KJ-30, þ.e. varðandi uppbyggingu halla og stefnu og afstöðu til misgengjanna. Á mynd 6 er sýnt hita- og þrýstiástand við holu KJ-20 eins og það er þekkt og á mynd 7 eru sýnd skoltap og borhraði við borun holunnar. Á báðum myndunum er einfaldað jarðlagasnið haft til hliðsjónar. Í viðauka 2 eru hitamælingar frá því borun og svo hita- og þrýstimælingar frá upphitun að borun lokinni.

Til samanburðar við holu KJ-30 þá er höfð hér með stutt lýsing af megindrattum jarðlaga og er þá miðað við holu KJ-19. Það má aftur á móti ráða af mynd 6 við hverju megi búast þegar títtnefnd Suðurhliðamisgengi hafa verið skorin:

Móbergsmýndun 60 - 350 m dýpi. Ljósgrænt túff er einkennandi fyrir þessa myndun niður á 170 m dýpi, en þar neðan við og að neðri mörkum eru breksiur ráðandi. Nokkur finkorna basaltlög eru skorin á þessu dýptarbili. Lítið skoltap mældist í efri hlutanum og þegar komið var í breksíuna neðan 270 m dýpis þá tapaðist allt skol öðru hvoru, en í borun var tapað að jafnaði 2-3 l/s. Greinileg æð sást í hitamælingu á 290 m dýpi. Mikil útvíkkun var í túffinu í efri hlutanum og var fljótlega erfitt að skola upp svarfinu. Því var borað með leðju frá rúmlega 150 m dýpi og niður í fóðringardýpi öryggisfóðringar á 203 m.

Basaltmýndun 350 - 570 m dýpi. Á fyrstu metrnum eru hraunlög og breksiur, en neðan 370 m dýpis er samfelld hraunlagamyndun. Um er að ræða fin- meðalkorna basaltlög, nokkuð blöðrótt og að hluta holufyllt. Neðarlega eru þrjú grófkorna basaltlög. Skoltap mældist 3 - 5 l/s í borun og öðru hvoru tapaðist allt skol. Ein æð á 535 m dýpi kom skýrt fram í hitamælingum.

Innskotamyndun 570 - 700 m dýpi. Efst er 40 m þykkt finkorna fersklekt innskot og þar neðan við taka við grófkorna dólerit innskot. Ummyndun er óveruleg í innskotunum. Sambærilegt sást í holum KJ-16 og KJ-18, en ekki KJ-14 og KJ-17.

Móbergsmýndun 700 - 820 m dýpi. Þessi myndun er óvenju þunn í þessari holu, sem stafar af annars vegar innskotunum ofan við og svo súra berginu neðan við. Dólerit innskot skera móbergið af og til.

Súrt berg 820 - 1000 m dýpi. Súra bergið á þessu dýpi er séreinkenni jarðfræði Suðurhliða. Sambærilegt sést til dæmis ekki í Leirbotnum né Hvíthólum. Æðar tengjast þessum berglögum (þau eru fleiri en eitt) í Suðuhlíðaholunum og jókst skoltap úr 1 l/s í tæpa 8 á þessum kafla. Bergið er ljóst eða nánast hvítt að sjá þunn basaltinnskot sjást í því.

Móbergsmýndun 1000 - 1200 m dýpi. Móbergsbreksiur eru ráðandi niður í 1100 m, en þar neðan við er fjöldi dólerit innskota sem sker myndunina.

Innskotaberg 1200 - 2150 m dýpi. Innskotaberg er ráðandi á öllum þessum kafla og á milli glittir oft í ummyndað basalt eða breksiur. Efst er finkorna basaltinnskot sem olli vandræðum í borun vegna mikils hruns úr því, en það varð að steypa í það svo að borun gæti haldið áfram. Þá taka við grófkorna basalt og dólerit innskot sem eru mest áberandi niður í 1800 m. Þrjú súr innskot sáust, á 1525-1530 m, 1540-1545 m og 1775-1780 m. Líklegt er að vatnsæðar tengjast þeim öllum. Frá 1830 - 1995 m eru súrar bergtegundir ráðandi og neðsta vatnsæðin er í þeim kafla. Gabbró eða mjög grófkorna dólerit er í neðstu 150 metrnum.

Forsendur fõðrunardýpis

Við hönnun háhitahola eru það einkum tvær meginforsendur sem ráða dýpi fõðringa:

Jarðfræðilegar forsendur ráða mestu um hönnun holunnar. Þá er ákveðið hve djúpt skuli borað og af hvaða dýptarbili vinnslan skuli eiga sér stað (opni hluti holunnar). Dýpt fõðringa ræðst af bordýpt næsta boráfanga eftir að fõðring er steyp. Þannig ræðst dýpt vinnslufõðringar af heildardýpi holu þegar öryggiskrõfur setja skilyrði á dýpt fõðringa.

Öryggisforsendum þarf að fullnægja með því að setja nokkrar fõðringar í holuna, þannig að ávalt sé tryggt að síðasta fõðringin geti tekið á sig á hámarksþrýsting sem vænta má við borun næsta áfanga á eftir, fari holan óvænt í gos. Þessu er náð með því að setja þrjár fõðringar í háhitaholur:

1. Yfirborðsfõðringu	frá 0 til 15m/100 m
2. Öryggisfõðringu	frá 0 til 200m/600 m
3. Vinnslufõðringu	frá 0 til 600m/1200 m

Fõðringar þessar eru settar að lokinni borun hvers áfanga og eru steypar fastar. Öryggiskrõfur leiða til þess að fõðringar skarist um 40 %, en minn skõrun er algeng í Krõflu eða um 30 %.

Ákveðið hefur verið að bora holu KJ-30 niður í 2.000 m dýpi og hefur síð fõðringa verið áætluð sem hér segir:

1. Yfirborðsfõðring	56 m (var frágengin 1982)
2. Öryggisfõðring	Allt að 300 m dýpi
3. Vinnslufõðring	Allt að 800 m dýpi
4. Raufaður leiðari í vinnsluhluta holunnar	

Dýptartölur hér að ofan miðast við bordýpi.

Öryggislokar við borun

Til þess að loka holunni meðan borstengur eru í holunni eru svonefndir öryggislokar "blow-out preventers" og eru þeir af fjórum gerðum. Á mynd 8 er sýnt hvernig þeim er komið fyrir á holunni og val þeirra við hvern áfanga.

- Belggosvarar (Shafer og Hydri) loka að borstõngum, álagsstõngum og fõðringum. Er þá gúmmiþétting þrýst saman og lokar hún þá holunni. Hitapól þessara loka er takmarkað. Gert er ráð fyrir að belggosvarar verði hafðir á holunni við borun allra áfanga holunnar.
- Öryggisloki sem lokar að stõngum er með stáltungu og gúmmiþéttingu (Cameron). Lokinn getur aðeins þétt við borstengur og takmarkar það notkunarsvið hans. Loki af þessari gerð er notaður við áfanga 2 og 3.
- Pakkdós (Grant) er höfð efst á öryggisventlunum til að beina því sem úr holunni kemur út um hliðarstút og vernda þar með starfsmenn borsins gegn gufugosi. Í pakkdósinni er gúmiþétting sem snýst með stõngunum.
- Holulokar sem geta fulllokað þegar tæki eru ekki í holunni verða hafðir í áfanga 2 og 3 og er endanlegur aðaloki holunnar reyndar hafður á henni við áfanga 3.
- Kæfingarlokar eru hafðir til að hægt sé að dæla vatni eða þungri leðju í holuna eftir að öryggislokum hefur verið lokað til að "kæfa" holuna. Dæla borsins er fasttengd kæfingarlokanum (3") um stálleiðslu eða sambærilegri lögn.

Niðurlag

Greinargerð þessi kemur sem viðbót við verksamning, KRA-08, milli Landsvirkjunar og Jarðborana hf. Hér er kveðið nánar á um hvernig hönnun holu KJ-30 á að vera auk þess sem lagðar eru til upplýsingar frá nærliggjandi holum, sem gætu reynst gagnlegar við framkvæmd verksins. Jafnframt fylgja með í viðauka 1 og 2 hitamælingar úr holum KJ-19 og 20 frá þeim tíma er þær voru boraðar.

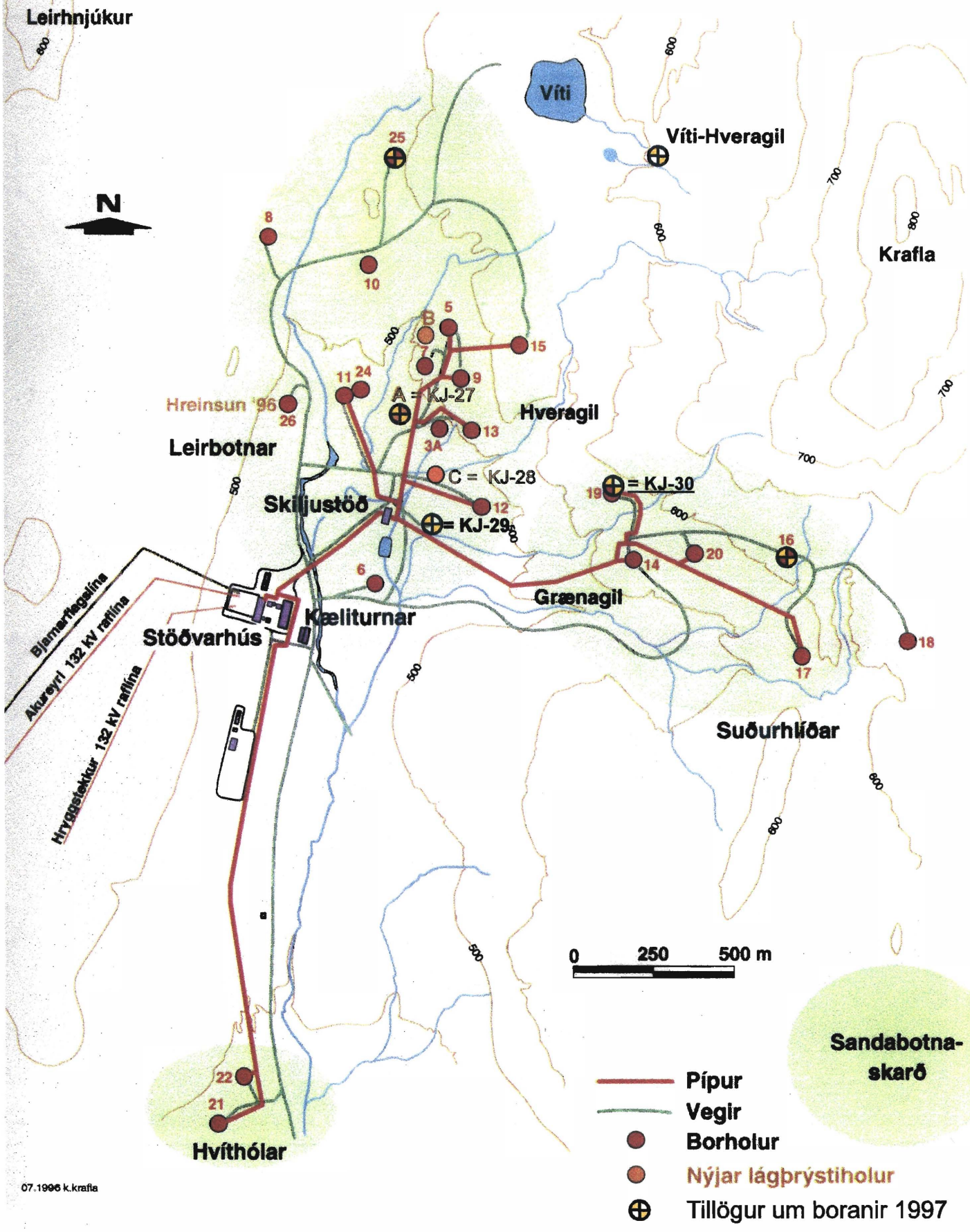
Halli holu KJ-30

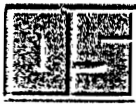
Bordýpi III	Hallauppb. 2.5° III	Heildar frávík III	Raundýpi III	Hallauppb. 2° III	Heildar frávík III	Raundýpi III	Halli 8 III	Suður misgengi	Norður misgengi
0	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	8	112,00	160,00
300	0	0,00	300,00	0	0,00	300,00	8	153,75	201,75
330	2,5	1,31	329,97	2	1,05	329,98	8	157,93	205,93
360	5	3,92	359,86	4	3,14	359,91	8	162,10	210,10
390	7,5	7,84	389,60	6	6,28	389,74	8	166,28	214,28
420	10	13,05	419,14	8	10,45	419,45	8	170,45	218,45
450	12,5	19,54	448,43	10	15,66	449,00	8	174,63	222,63
480	15	27,31	477,41	12	21,90	478,34	8	178,80	226,80
510	17,5	36,33	506,02	14	29,16	507,45	8	182,98	230,98
540	20	46,59	534,21	16	37,42	536,29	8	187,15	235,15
570	22,5	58,07	561,93	18	46,69	564,82	8	191,33	239,33
600	25	70,75	589,12	20	56,96	593,01	8	195,50	243,50
630	27,5	84,60	615,73	22	68,19	620,83	8	199,68	247,68
660	30	99,60	641,71	24	80,40	648,23	8	203,85	251,85
690	32,5	115,72	667,01	26	93,55	675,20	8	208,03	256,03
720	35	132,93	691,59	28	107,63	701,68	8	212,20	260,20
750	35	150,13	716,16	30	122,63	727,67	8	216,38	264,38
780	35	167,34	740,74	30	137,63	753,65	8	220,56	268,56
810	35	184,55	765,31	30	152,63	779,63	8	224,73	272,73
840	35	201,75	789,89	30	167,63	805,61	8	228,91	276,91
870	35	218,96	814,46	30	182,63	831,59	8	233,08	281,08
900	35	236,17	839,03	30	197,63	857,57	8	237,26	285,26
930	35	253,38	863,61	30	212,63	883,55	8	241,43	289,43
960	35	270,58	888,18	30	227,63	909,53	8	245,61	293,61
990	35	287,79	912,76	30	242,63	935,51	8	249,78	297,78
1020	35	305,00	937,33	30	257,63	961,49	8	253,96	301,96
1050	35	322,21	961,91	30	272,63	987,47	8	258,13	306,13
1080	35	339,41	986,48	30	287,63	1013,45	8	262,31	310,31
1110	35	356,62	1011,06	30	302,63	1039,43	8	266,48	314,48
1140	35	373,83	1035,63	30	317,63	1065,42	8	270,66	318,66

1170	35	391,04	1060,21	30	332,63	1091,40	8	274,83	322,83	502,83
1200	35	408,24	1084,78	30	347,63	1117,38	8	279,01	327,01	507,01
1230	35	425,45	1109,35	30	362,63	1143,36	8	283,18	331,18	511,18
1260	35	442,66	1133,93	30	377,63	1169,34	8	287,36	335,36	515,36
1290	35	459,86	1158,50	30	392,63	1195,32	8	291,53	339,53	519,53
1320	35	477,07	1183,08	30	407,63	1221,30	8	295,71	343,71	523,71
1350	35	494,28	1207,65	30	422,63	1247,28	8	299,88	347,88	527,88
1380	35	511,49	1232,23	30	437,63	1273,26	8	304,06	352,06	532,06
1410	35	528,69	1256,80	30	452,63	1299,24	8	308,23	356,23	536,23
1440	35	545,90	1281,38	30	467,63	1325,22	8	312,41	360,41	540,41
1470	35	563,11	1305,95	30	482,63	1351,20	8	316,58	364,58	544,58
1500	35	580,32	1330,53	30	497,63	1377,18	8	320,76	368,76	548,76
1530	35	597,52	1355,10	30	512,63	1403,16	8	324,93	372,93	552,93
1560	35	614,73	1379,67	30	527,63	1429,15	8	329,11	377,11	557,11
1590	35	631,94	1404,25	30	542,63	1455,13	8	333,29	381,29	561,29
1620	35	649,14	1428,82	30	557,63	1481,11	8	337,46	385,46	565,46
1650	35	666,35	1453,40	30	572,63	1507,09	8	341,64	389,64	569,64
1680	35	683,56	1477,97	30	587,63	1533,07	8	345,81	393,81	573,81
1710	35	700,77	1502,55	30	602,63	1559,05	8	349,99	397,99	577,99
1740	35	717,97	1527,12	30	617,63	1585,03	8	354,16	402,16	582,16
1770	35	735,18	1551,70	30	632,63	1611,01	8	358,34	406,34	586,34
1800	35	752,39	1576,27	30	647,63	1636,99	8	362,51	410,51	590,51
1830	35	769,60	1600,85	30	662,63	1662,97	8	366,69	414,69	594,69
1860	35	786,80	1625,42	30	677,63	1688,95	8	370,86	418,86	598,86
1890	35	804,01	1649,99	30	692,63	1714,93	8	375,04	423,04	603,04
1920	35	821,22	1674,57	30	707,63	1740,91	8	379,21	427,21	607,21
1950	35	838,42	1699,14	30	722,63	1766,90	8	383,39	431,39	611,39
1980	35	855,63	1723,72	30	737,63	1792,88	8	387,56	435,56	615,56
2010	35	872,84	1748,29	30	752,63	1818,86	8	391,74	439,74	619,74
2040	35	890,05	1772,87	30	767,63	1844,84	8	395,91	443,91	623,91
2070	35	907,25	1797,44	30	782,63	1870,82	8	400,09	448,09	628,09
2100	35	924,46	1822,02	30	797,63	1896,80	8	404,26	452,26	632,26
2130	35	941,67	1846,59	30	812,63	1922,78	8	408,44	456,44	636,44
2160	35	958,88	1871,17	30	827,63	1948,76	8	412,61	460,61	640,61
2190	35	976,08	1895,74	30	842,63	1974,74	8	416,79	464,79	644,79
2220	35	993,29	1920,31	30	857,63	2000,72	8	420,96	468,96	648,96

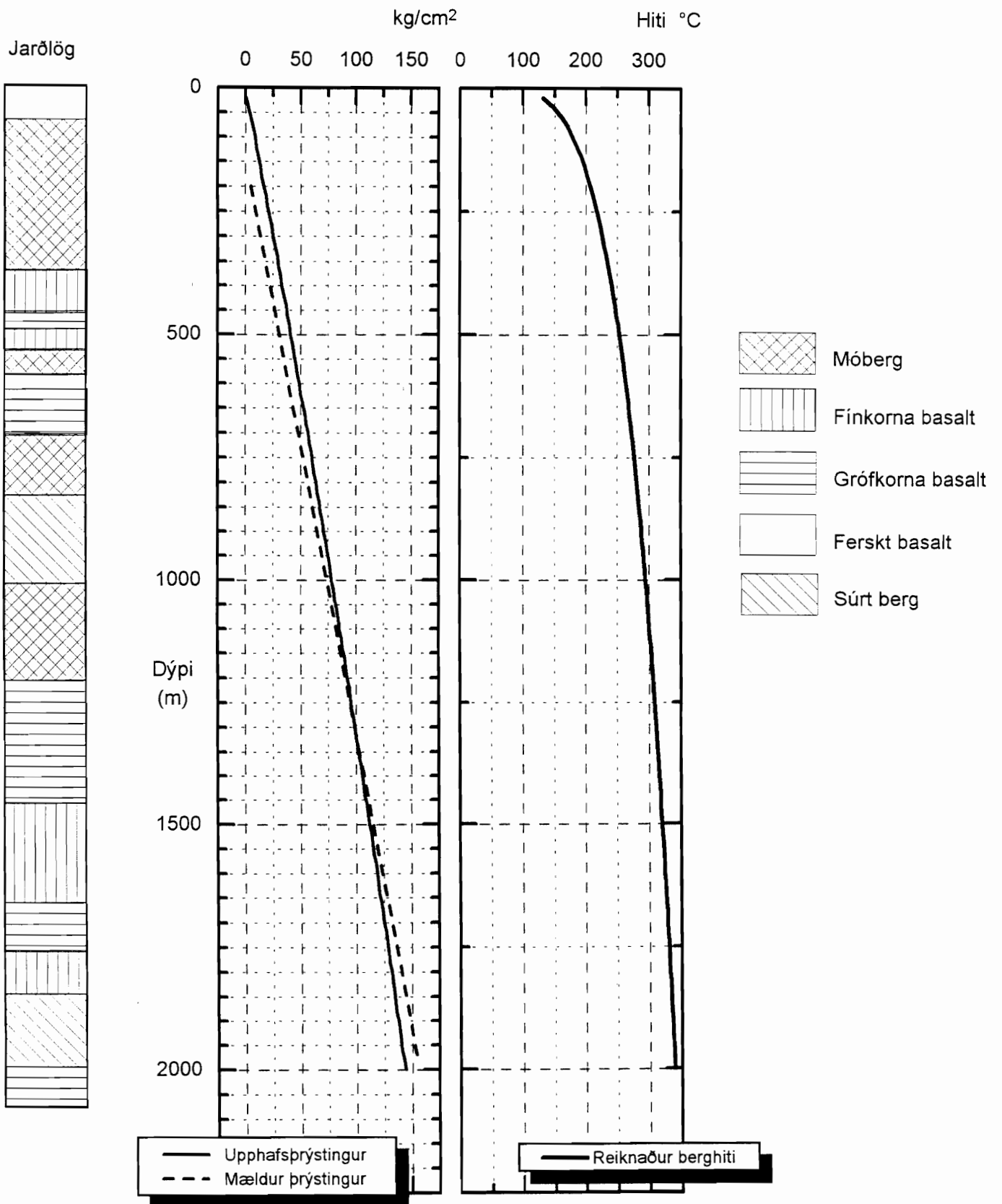
Krafla 30+30 MW

Staðsetning holu KJ-30

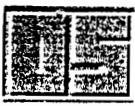




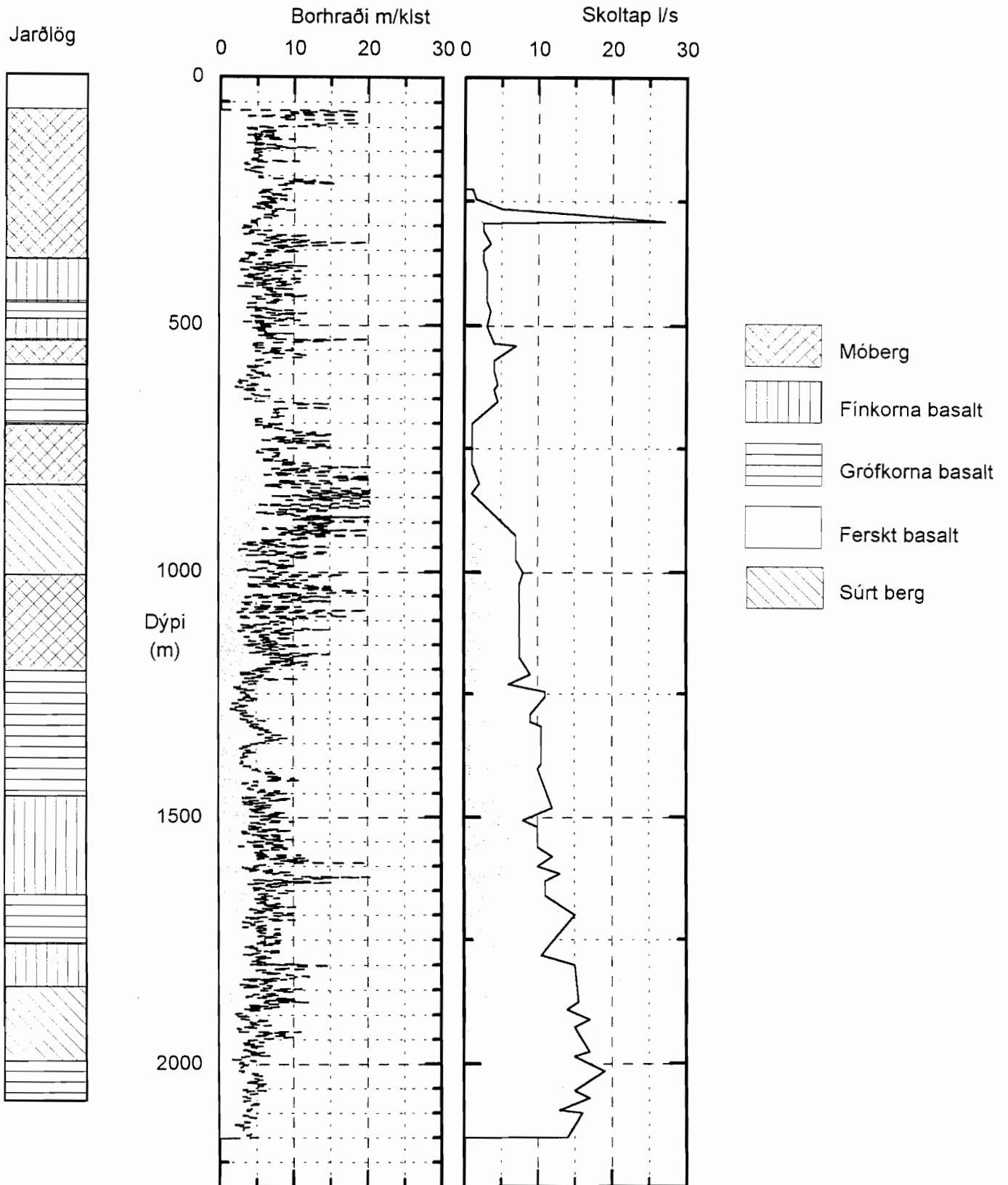
Einfaldað jarðlagasnið, þrýstingur og berghiti



Mynd 3

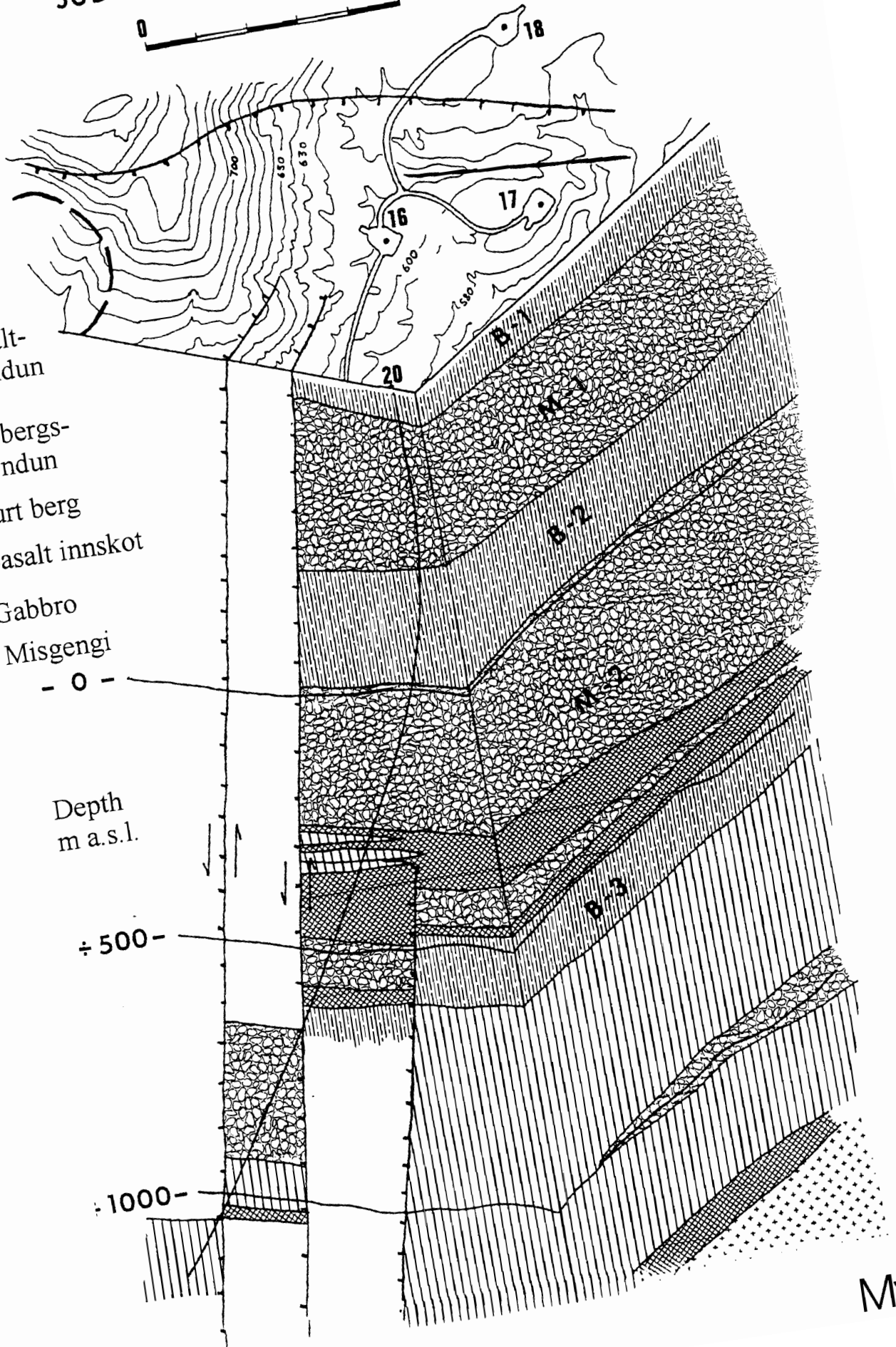


Einfaldað jarðlagasnið, borhraði og skoltap í borun

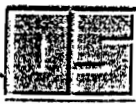


Mynd 4

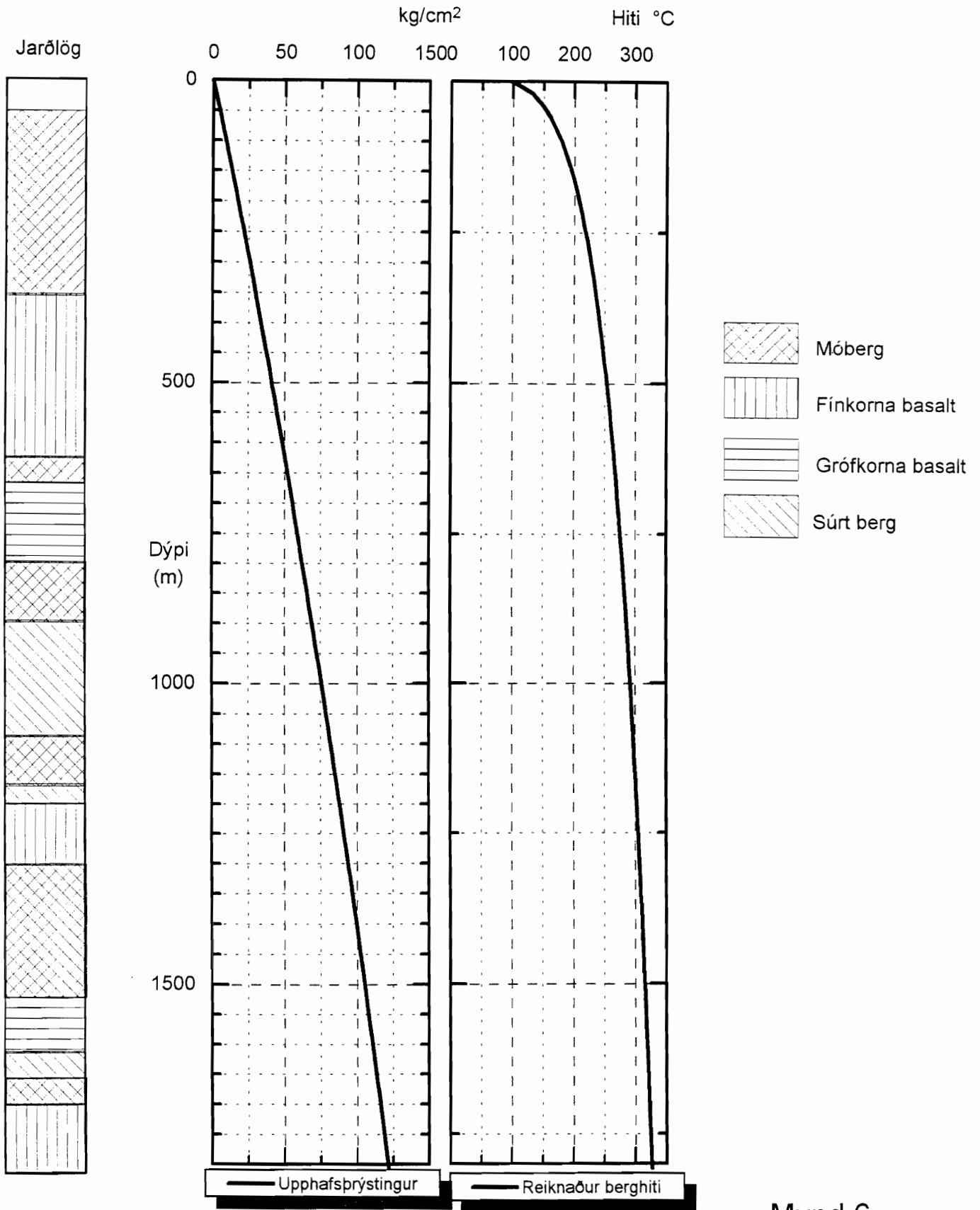
SUÐURHLÍÐAR KRÖFLU



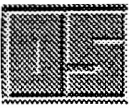
Mynd



Einfaldað jarðlagasnið, þrýstingur og berghiti

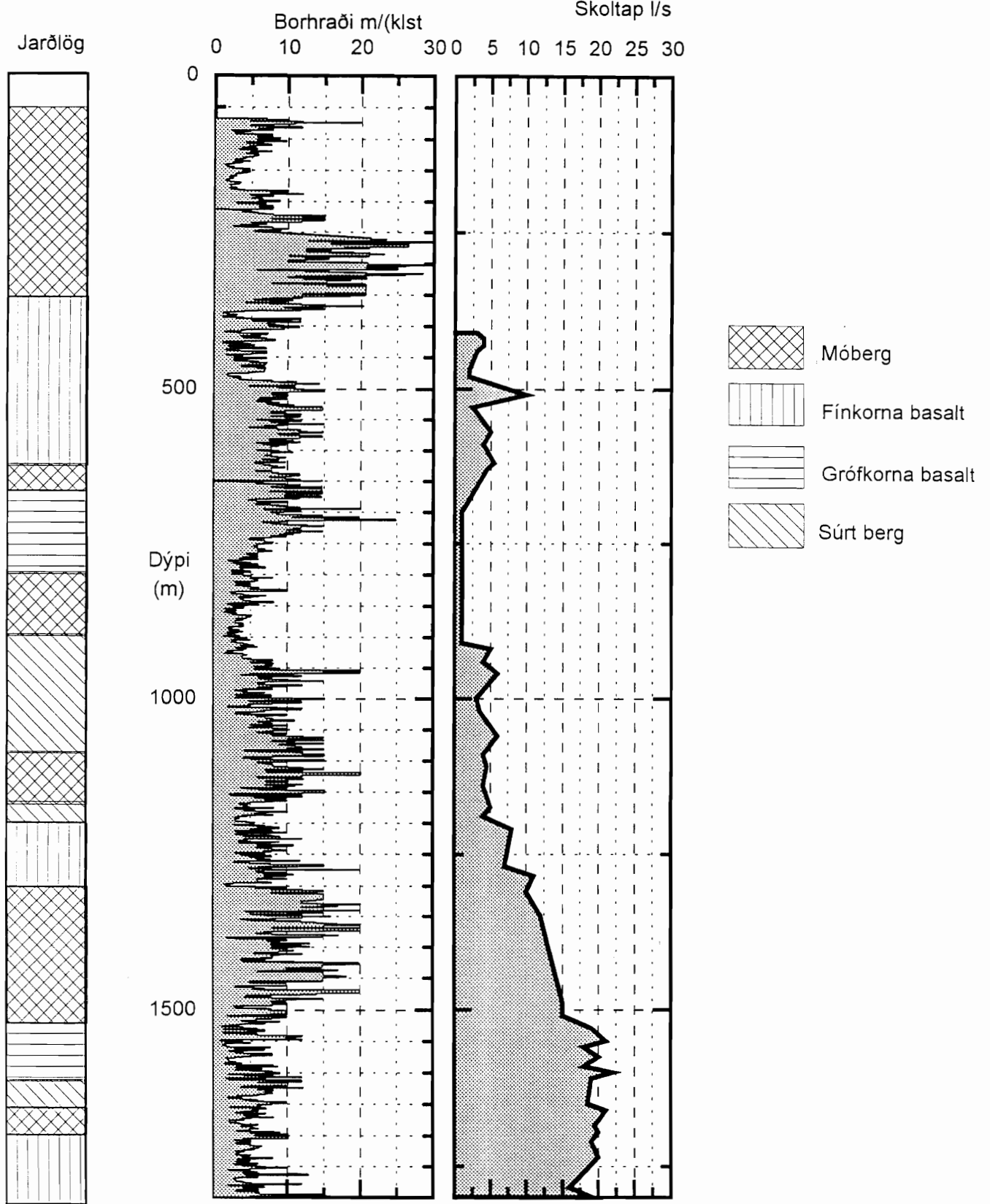


Mynd 6



Krafla hola KJ-20

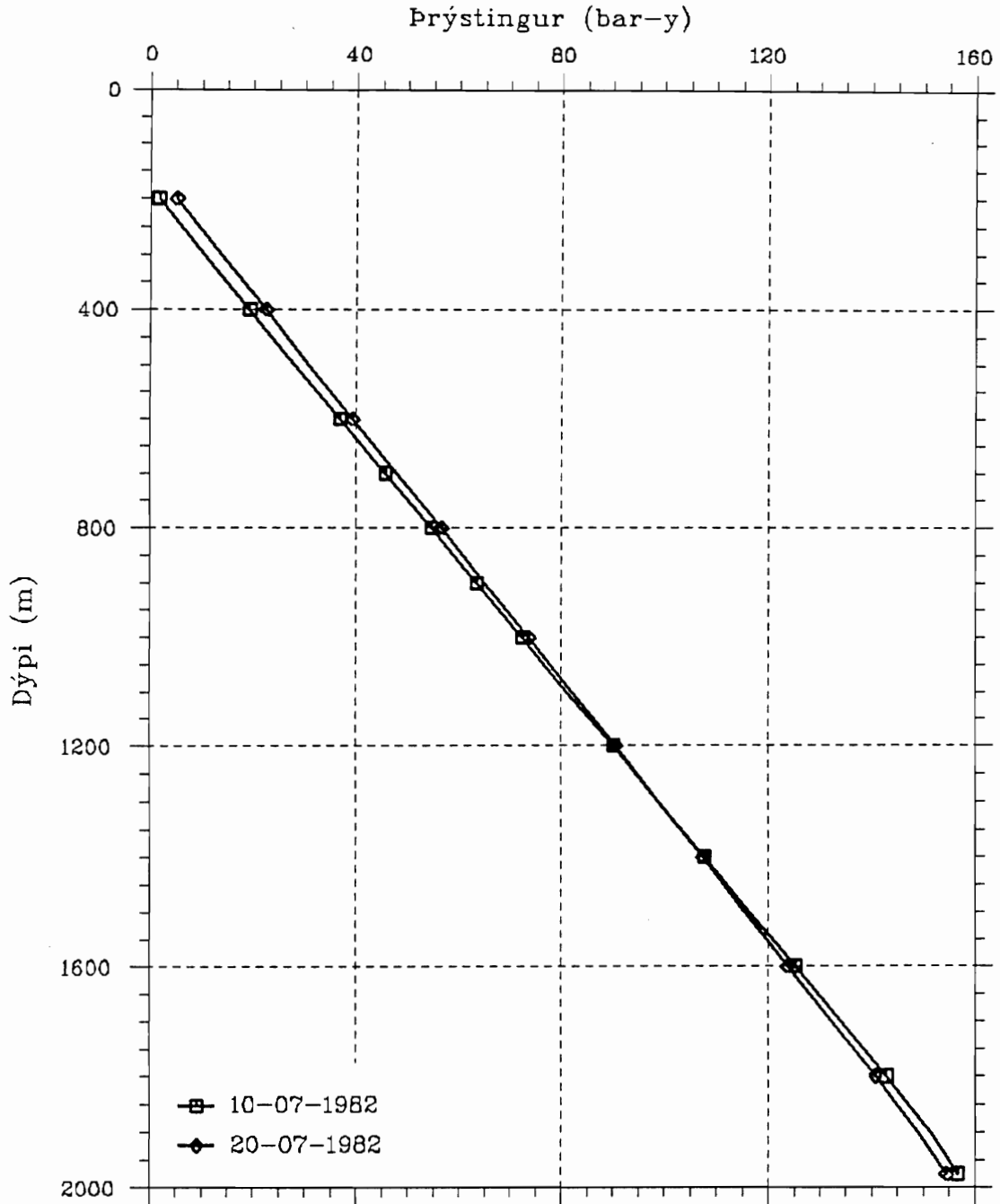
Einfaldað jarðlagasnið, borhraði og skoltap í borun



Viðauki 1

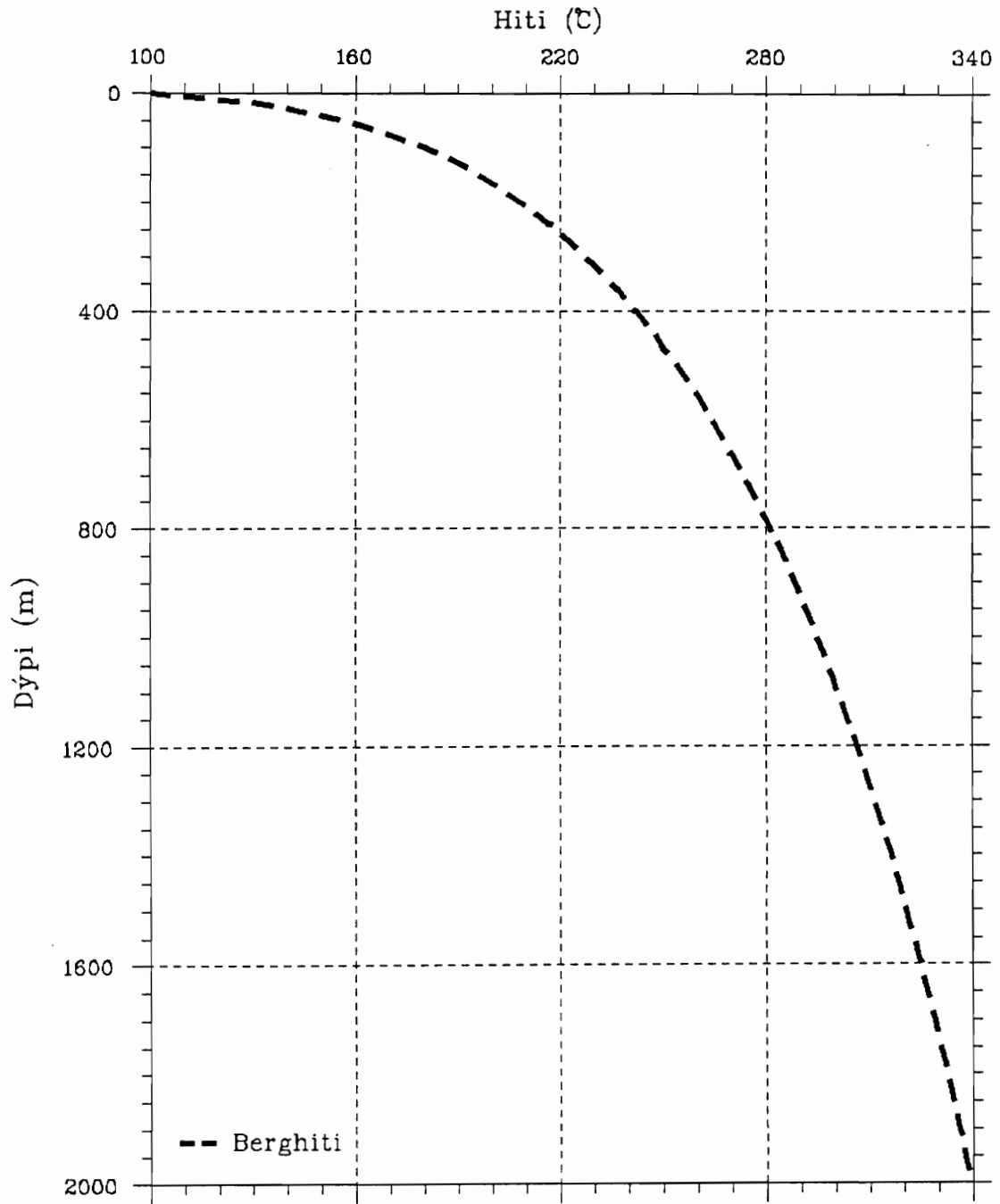
IE 17 Apr 1997 asg
L= 58018 Oracle

Krafla hola KJ-19 Prýstingur



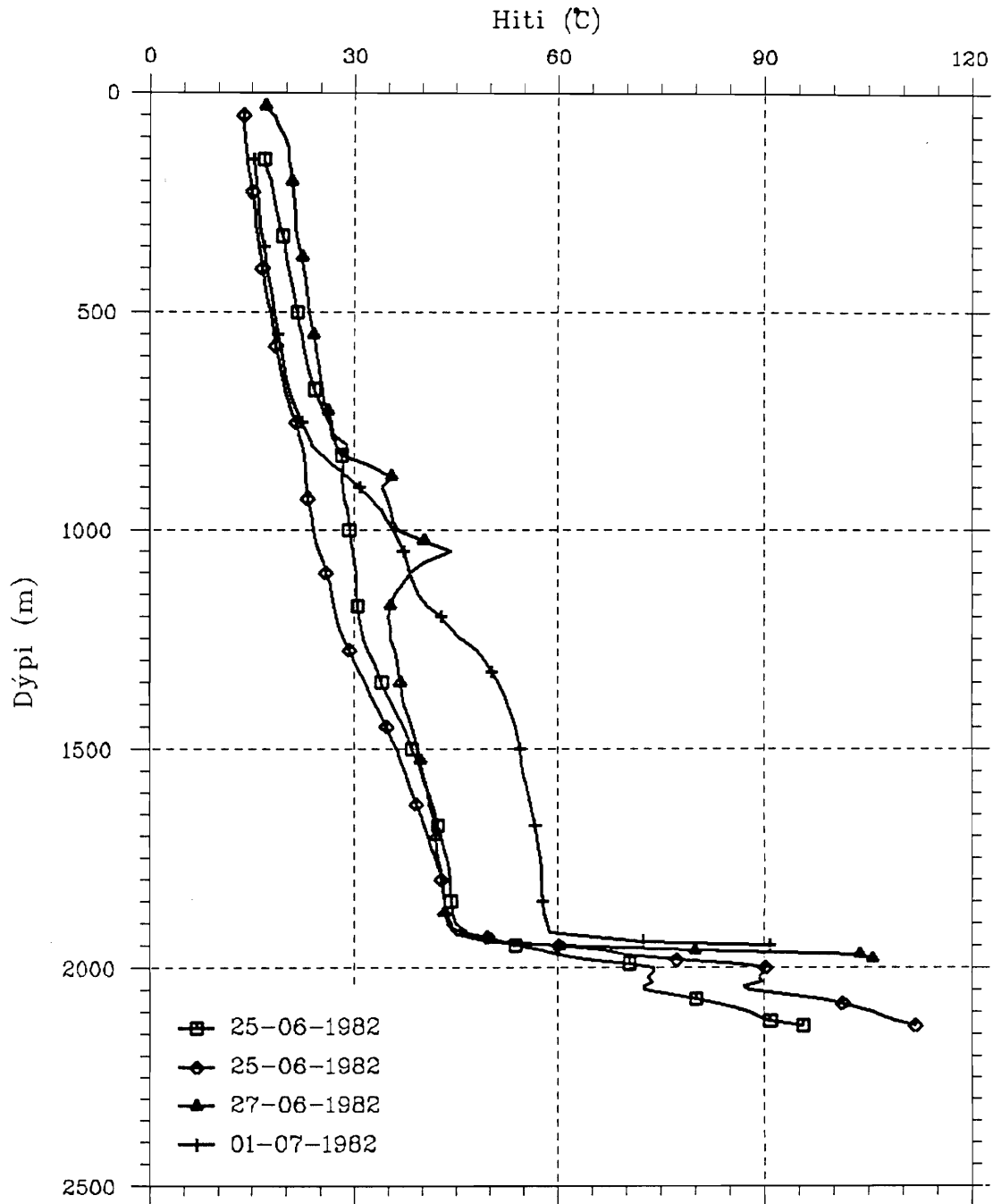
17 Apr 1997 asg
L= 58019 Oracle

Krafla hola KJ-19 Reiknaður berghiti



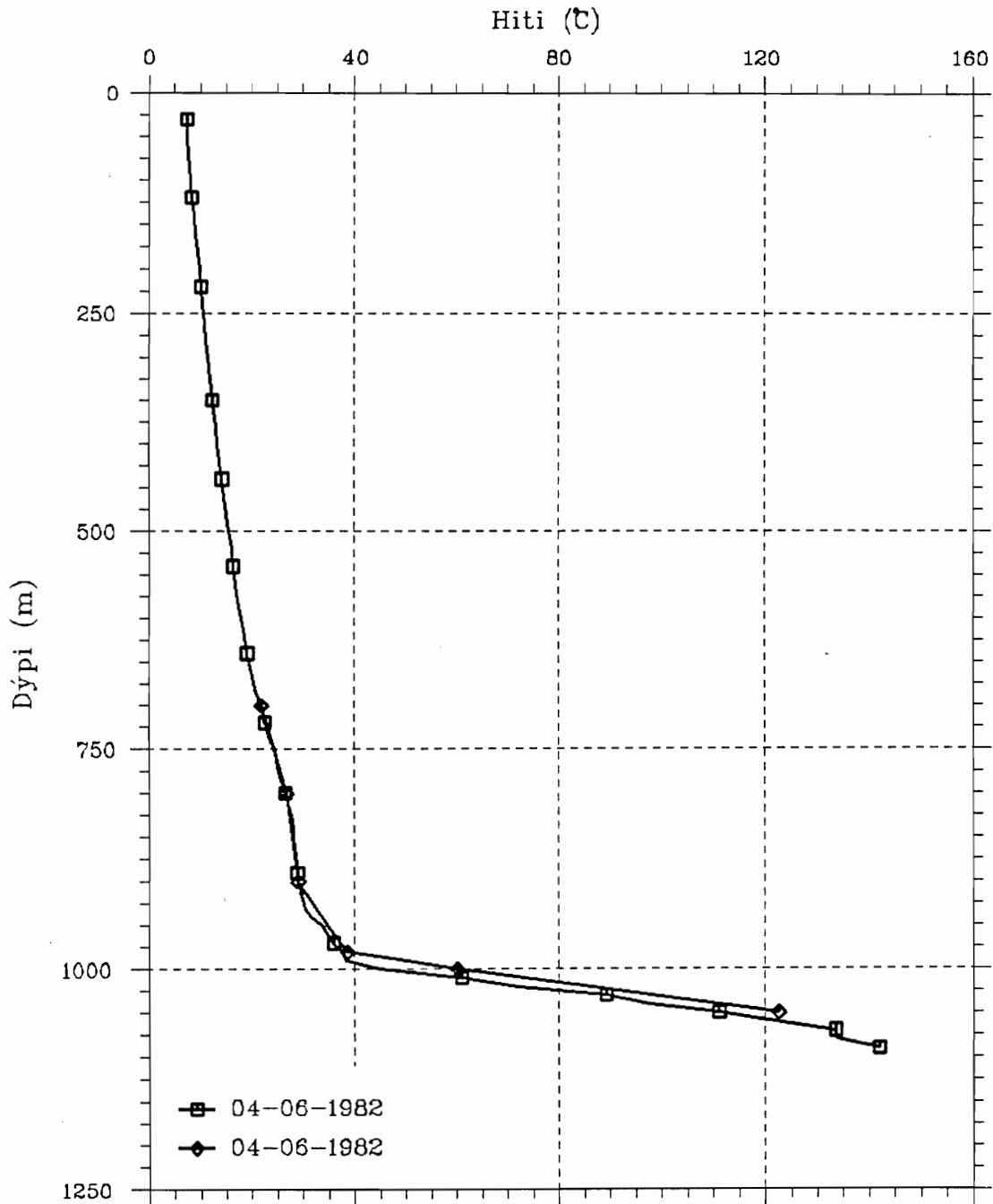
21 May 1997 asg
L= 58019 Oracle

Krafla hola KJ-19 Hitamælingar i lok vinnsluhluta



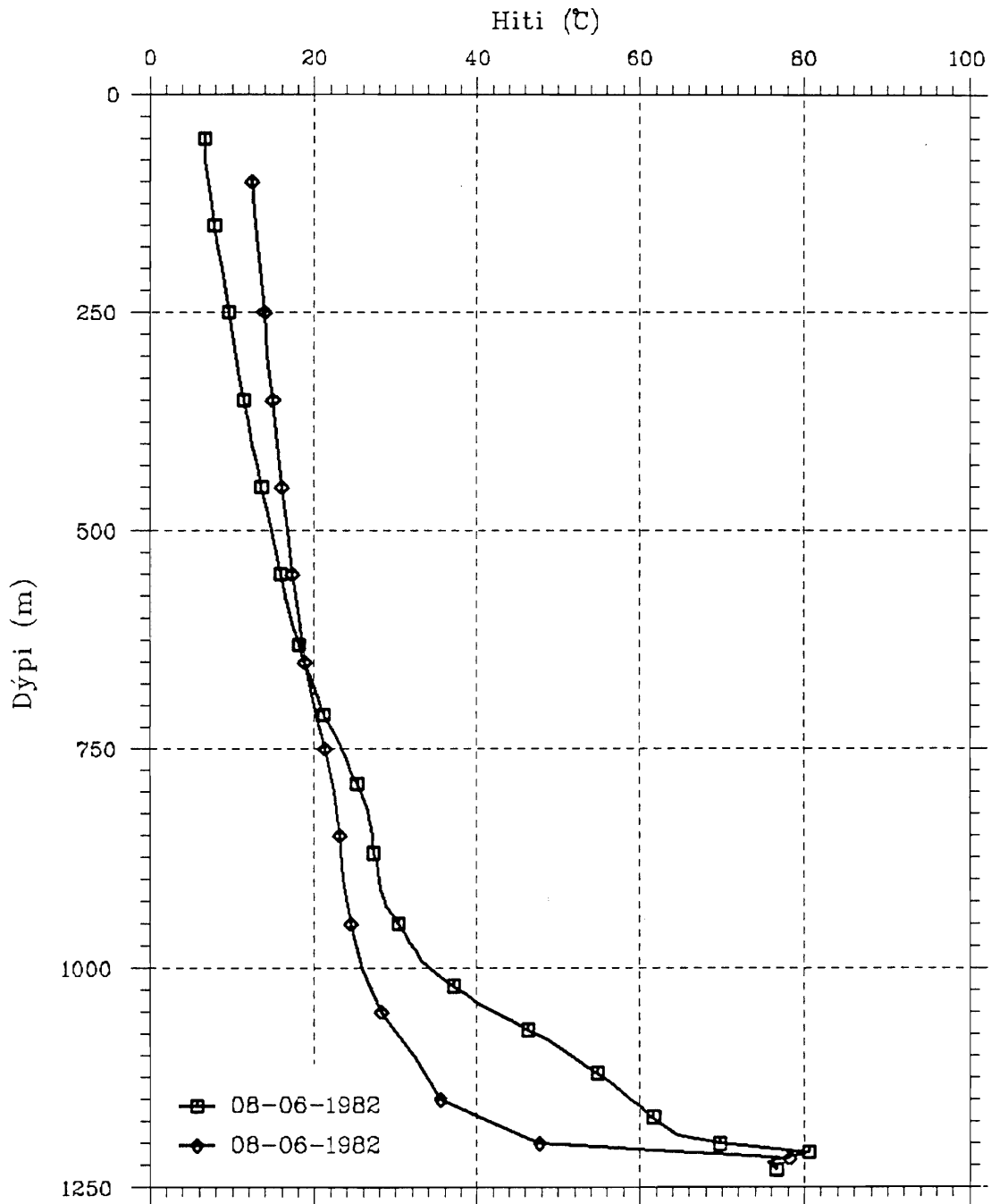
21 May 1997 asg
L= 58019 Oracle

Krafla hola KJ-19 Hitamælingar vegna fiskunar



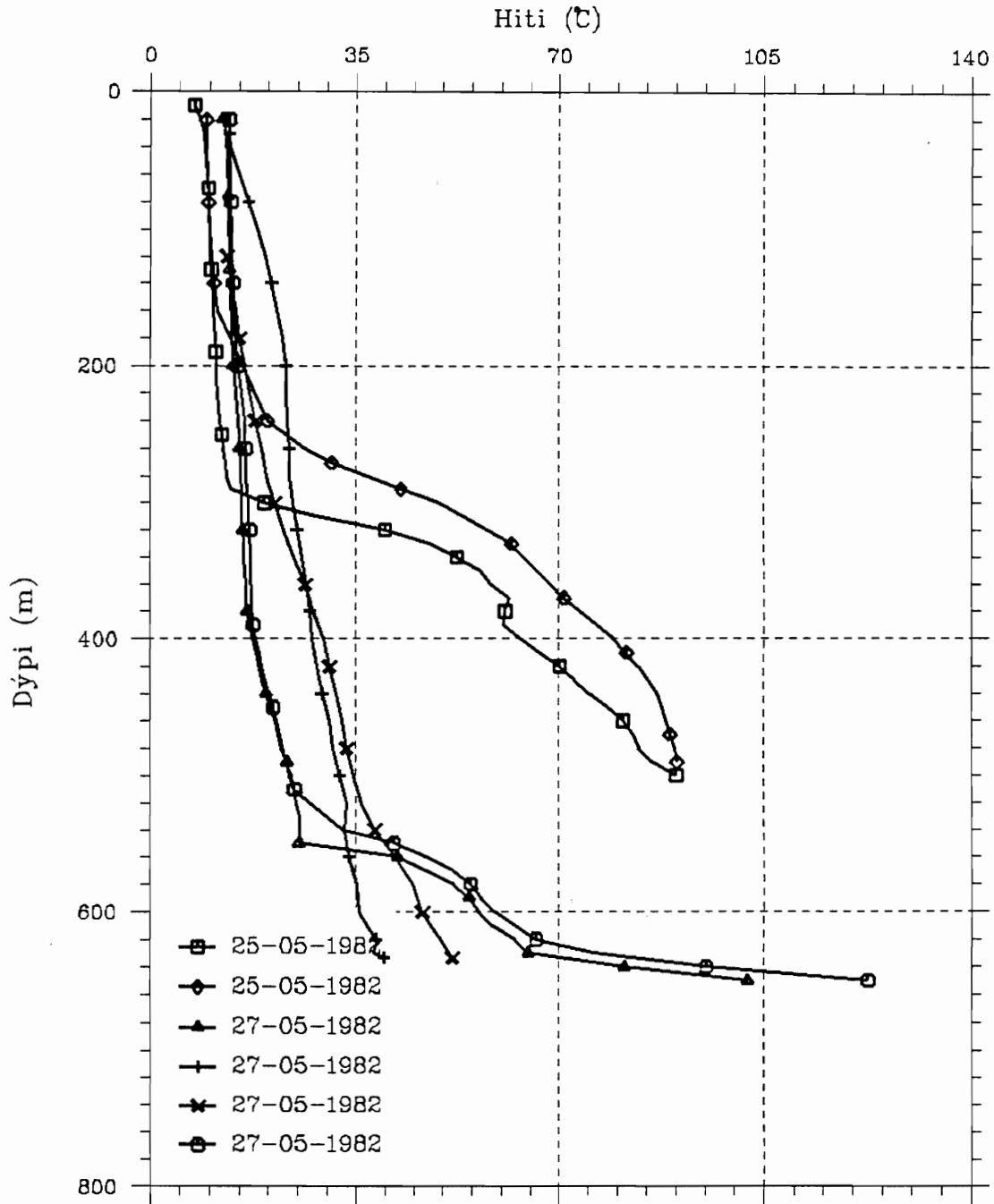
21 May 1997 asg
L= 58019 Oracle

Krafla hola KJ-19 Hítamælingar vegna hruns



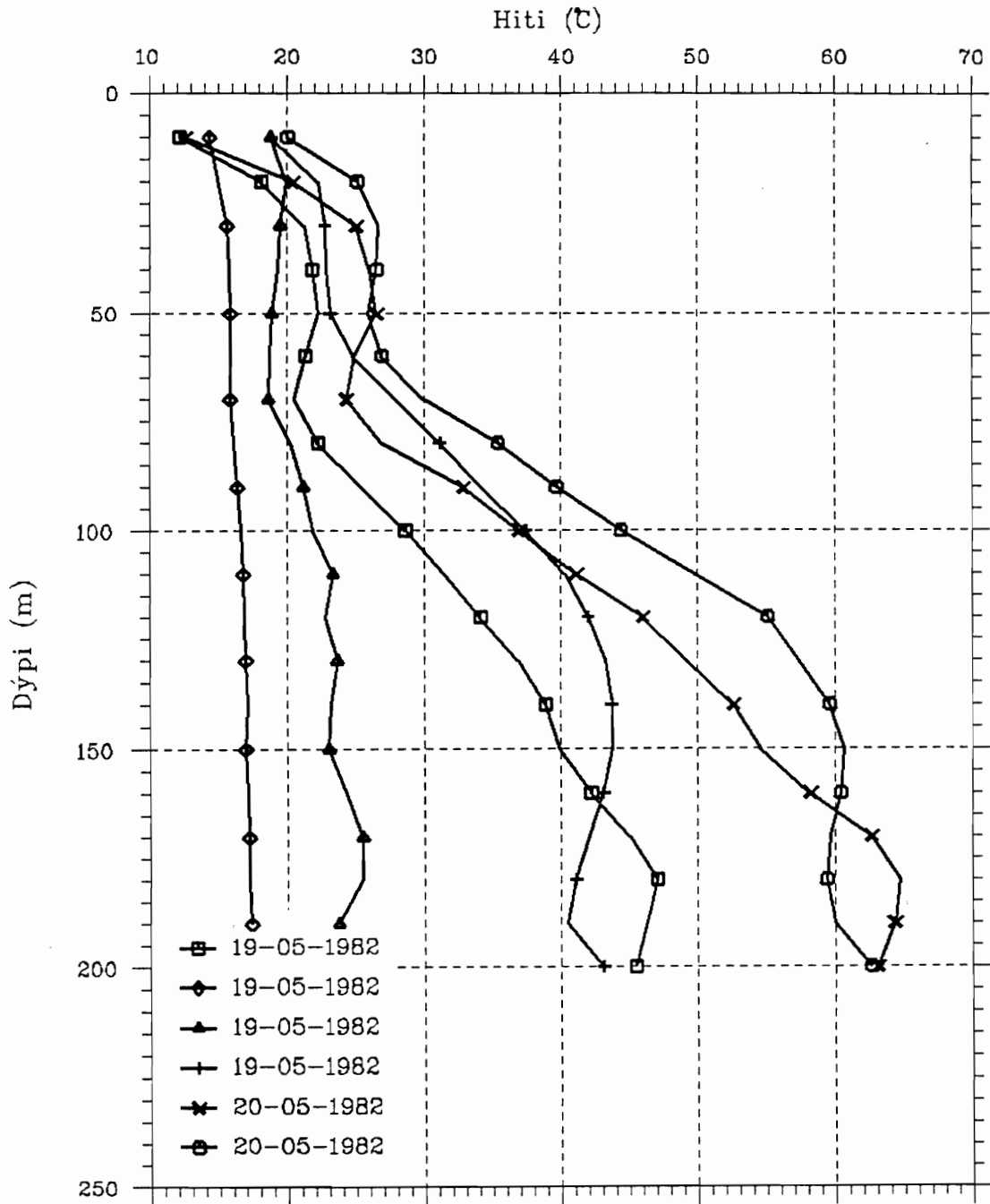
21 May 1997 asg
L= 58019 Oracle

Krafla hola KJ-19 Hitamælingar fyrir vinnslufóðringu



21 May 1997 asg
L= 58018 Oracle

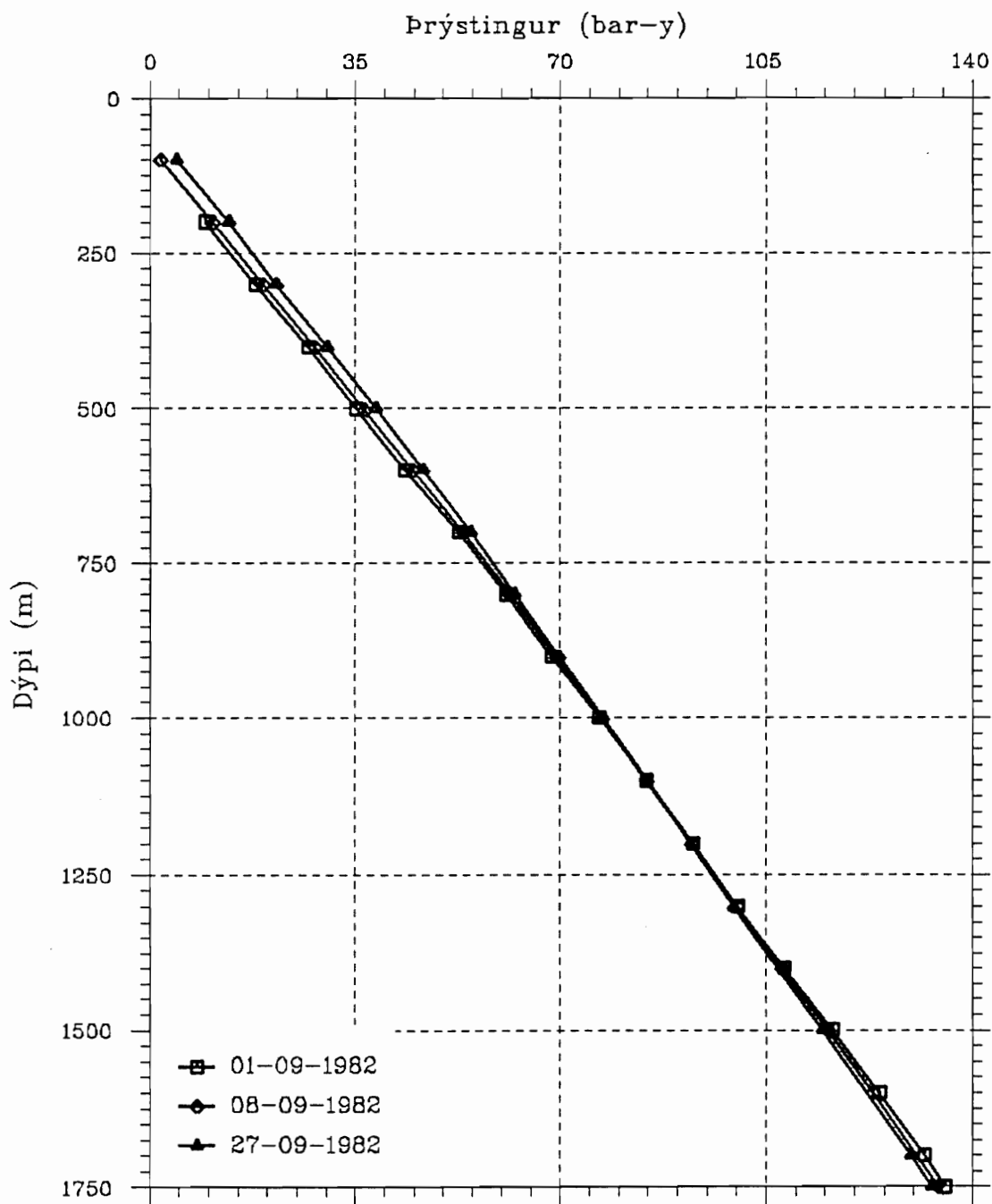
Krafla hola KJ-19 Hitamælingar fyrir öryggisfóðringu



Viðauki 2

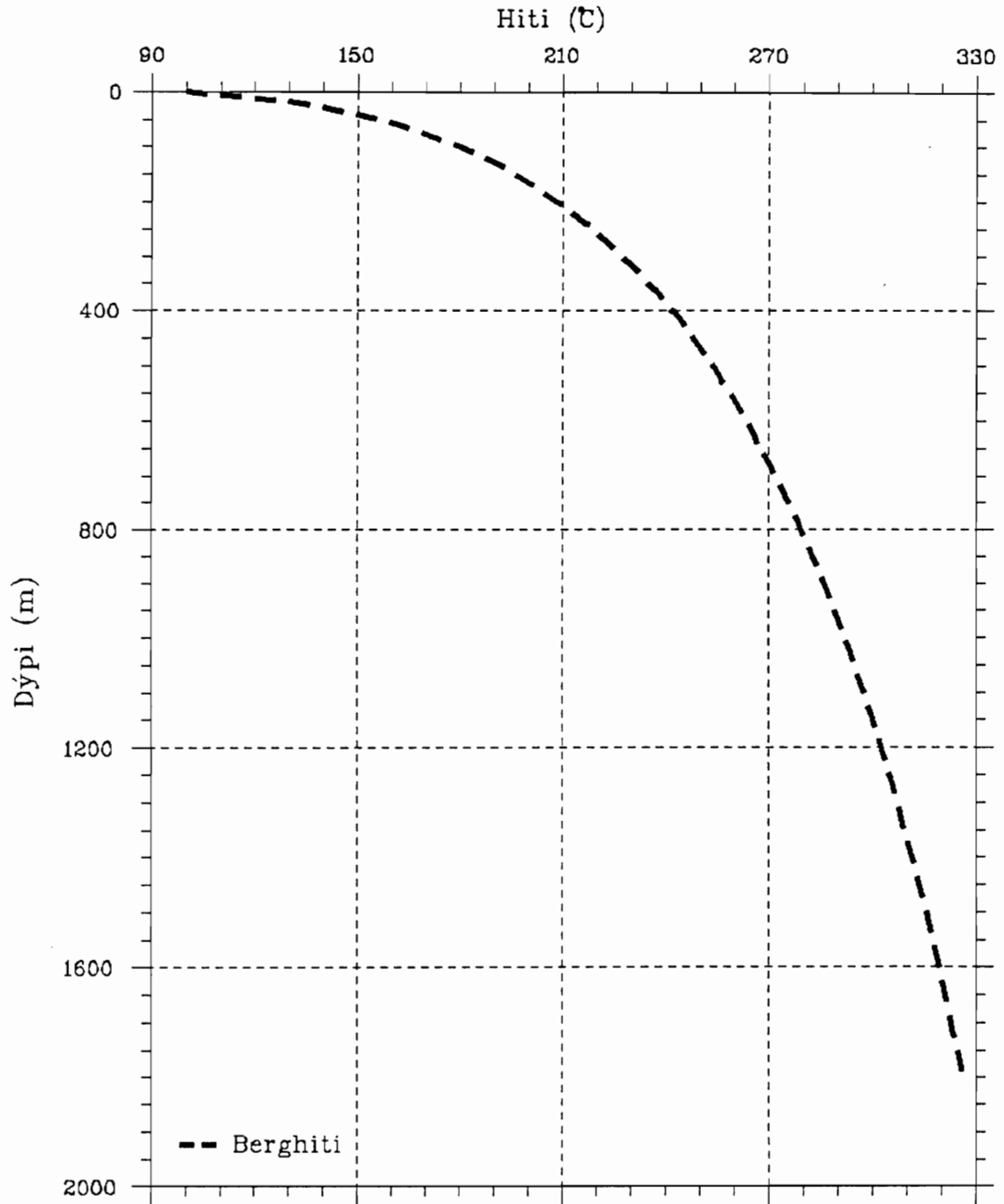
17 Apr 1997 asg
L= 58020 Oracle

Krafla hola KJ-20 Prýstímælingar



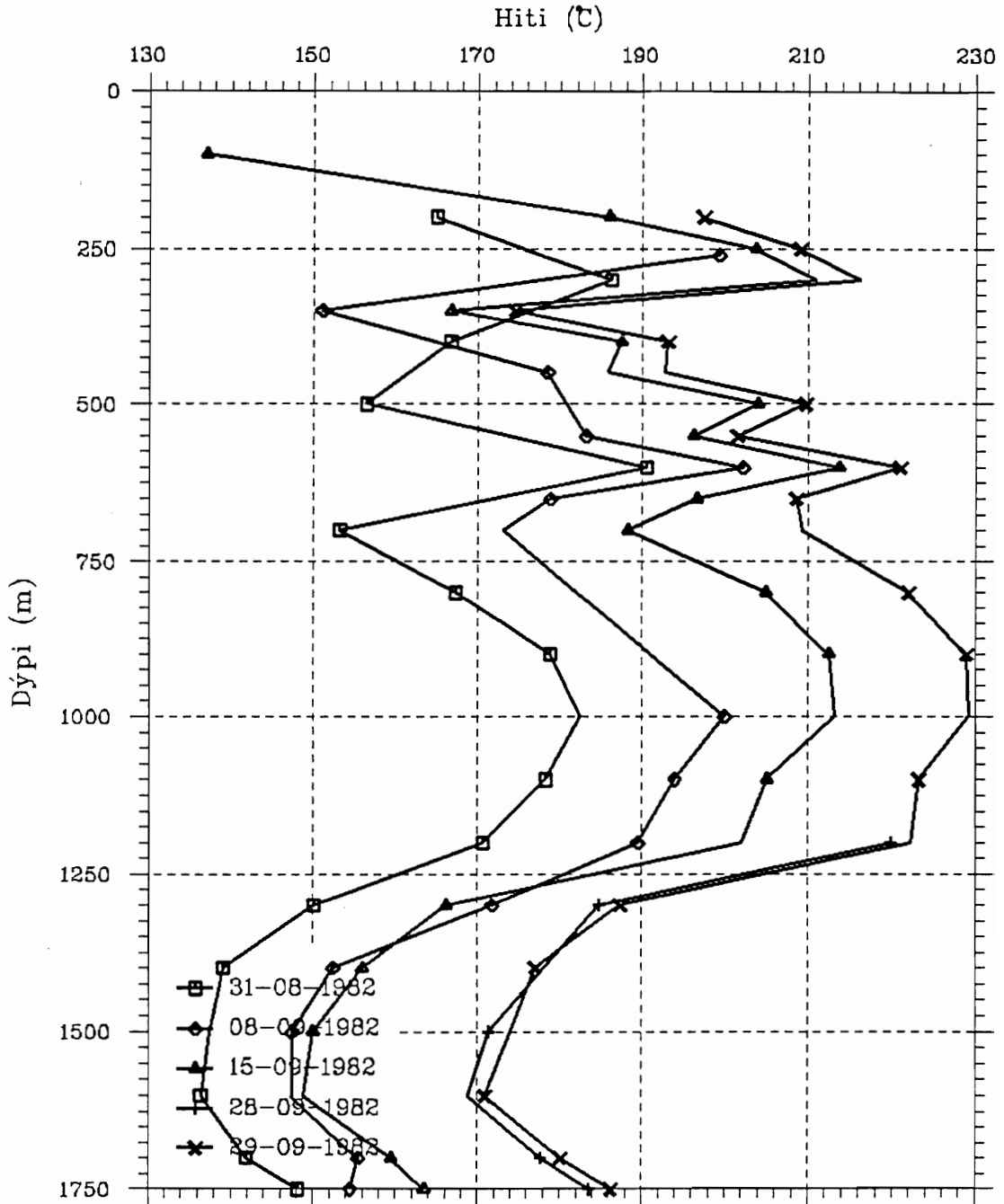
17 Apr 1997 asg
L= 58020 Oracle

Krafla hola KJ-20 Reiknaður berghiti



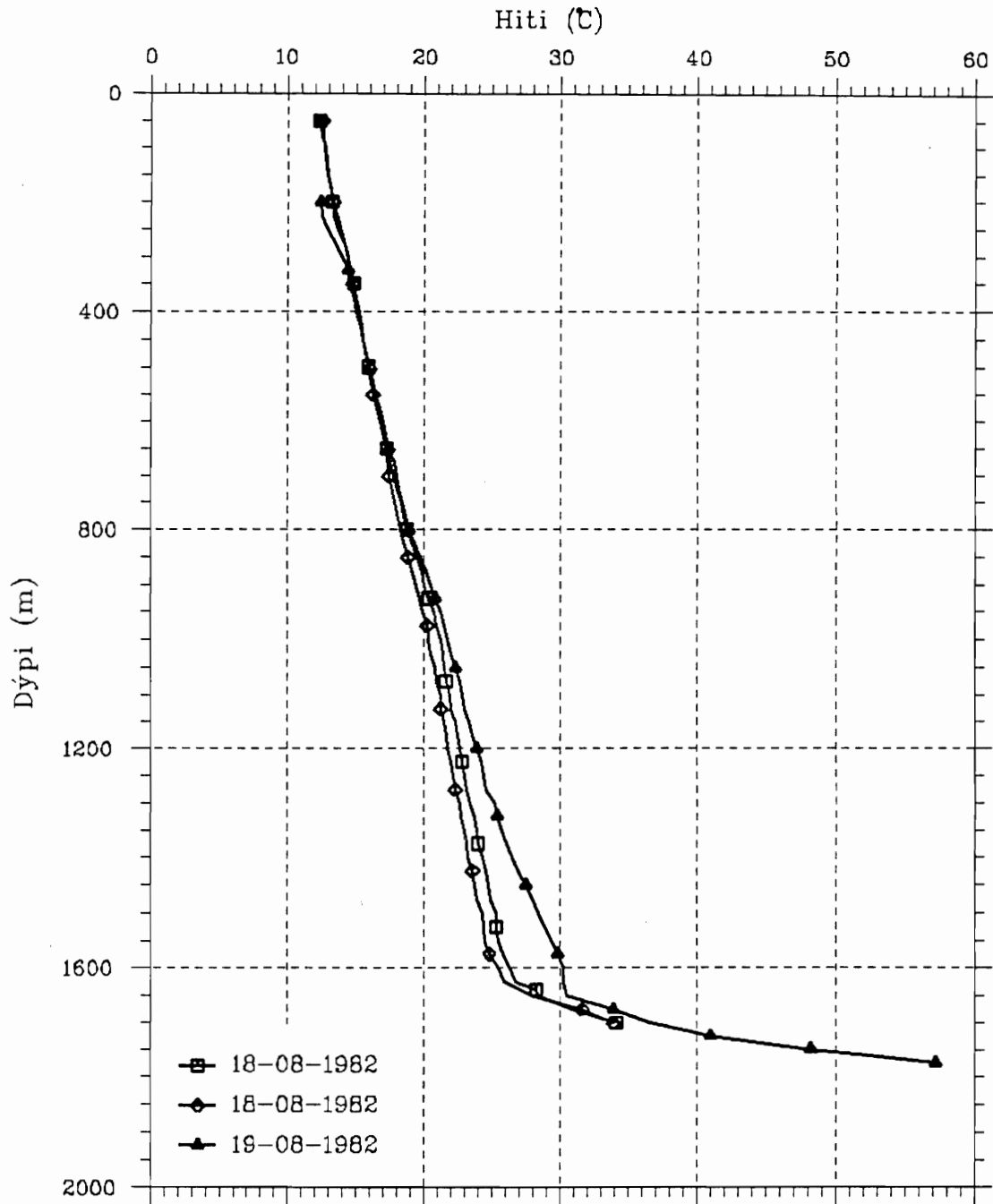
17 Apr 1997 asg
L= 58020 Oracle

Krafla hola KJ-20 Upphitunarmælingar eftir borun



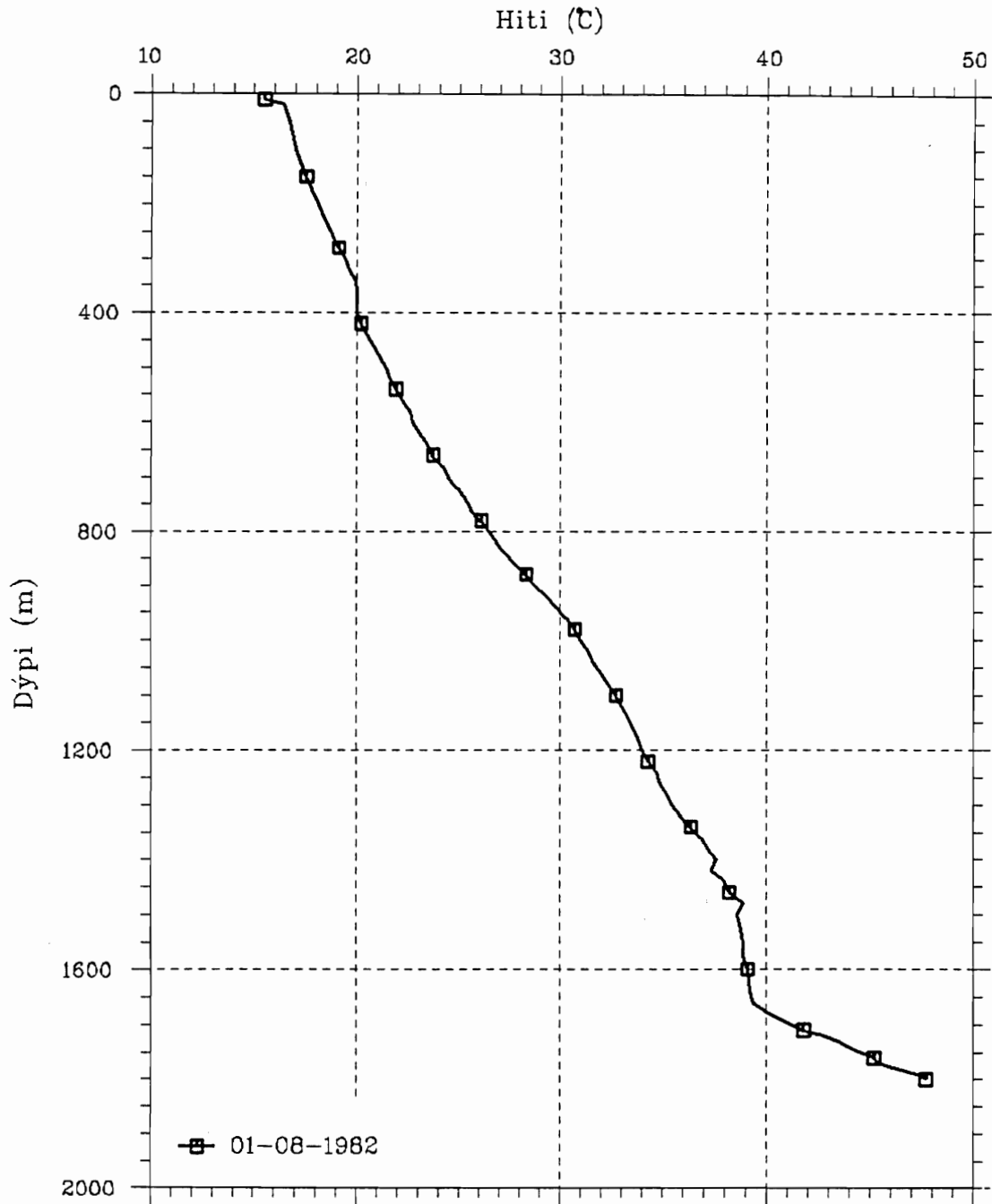
21 May 1997 asg
L= 58020 Oracle

Krafla hola KJ-20 Hitamælingar i lok vinnsluhluta



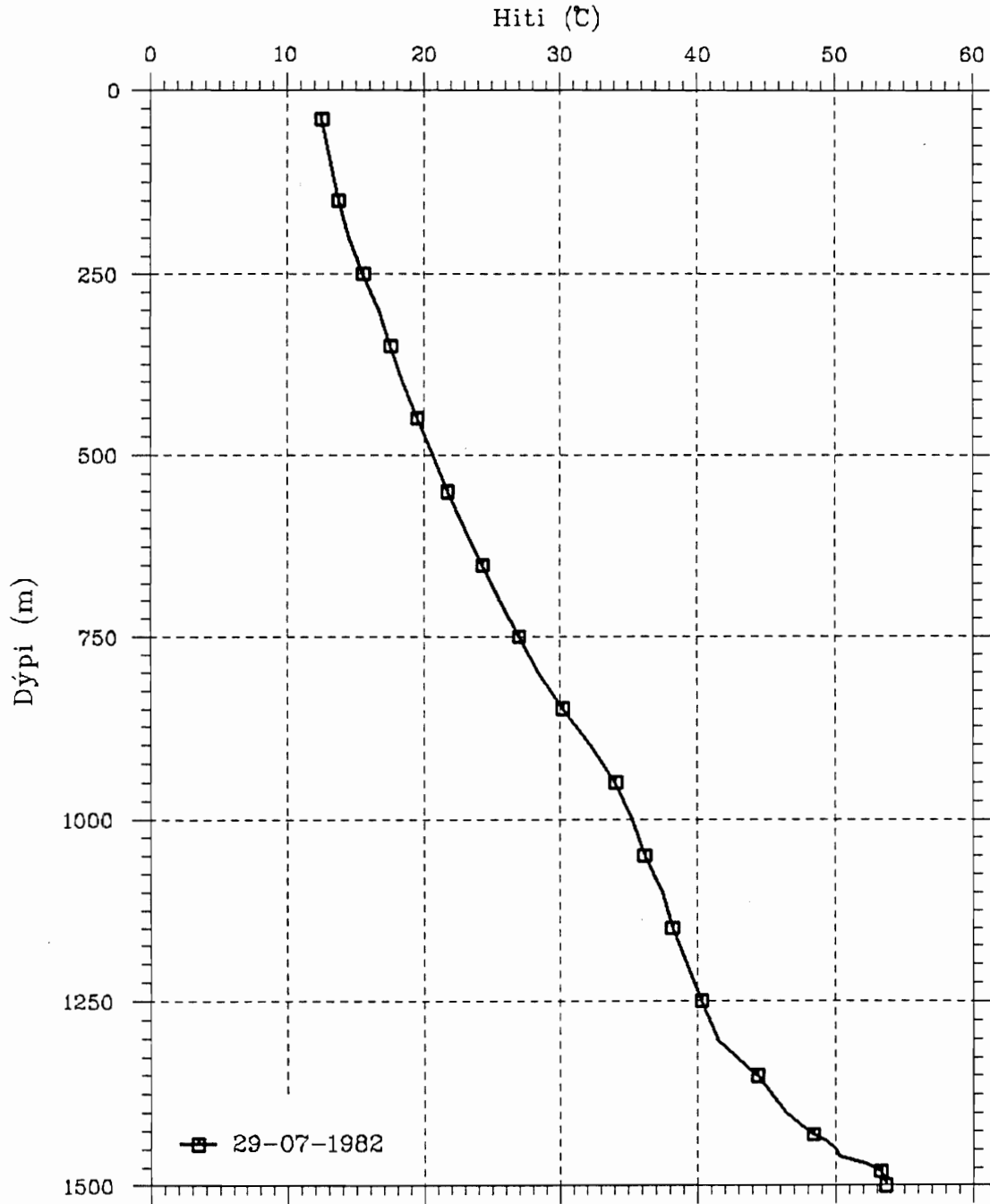
21 May 1997 asg
L= 58020 Oracle

Krafla hola KJ-20
Hitamæling - Gat á borstöng
Dýpi 1810 m



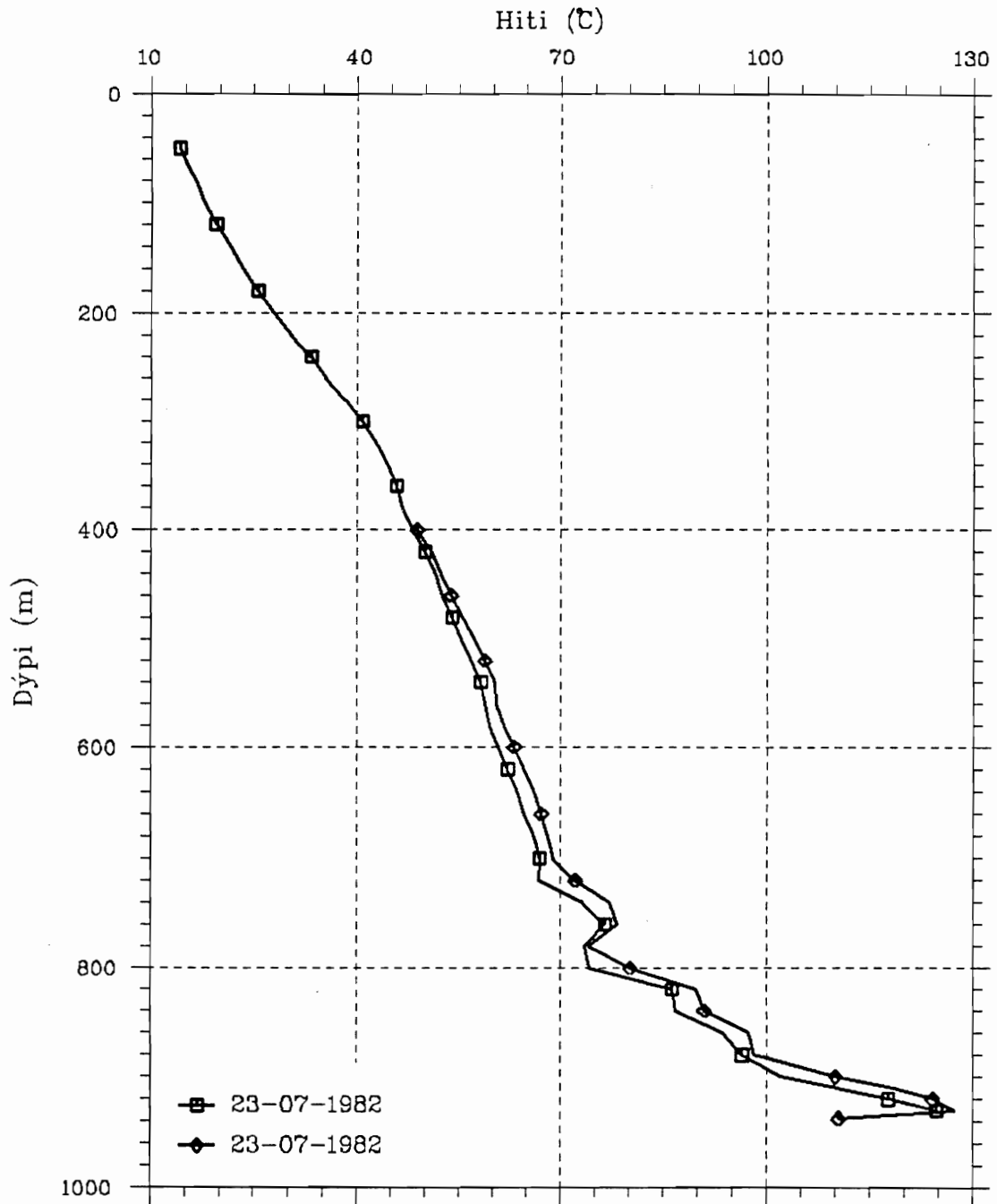
☐ 21 May 1997 asg
L= 58020 Oracle

Krafla hola KJ-20
Hitamæling - Krónuskípti
Dýpi 1500 m



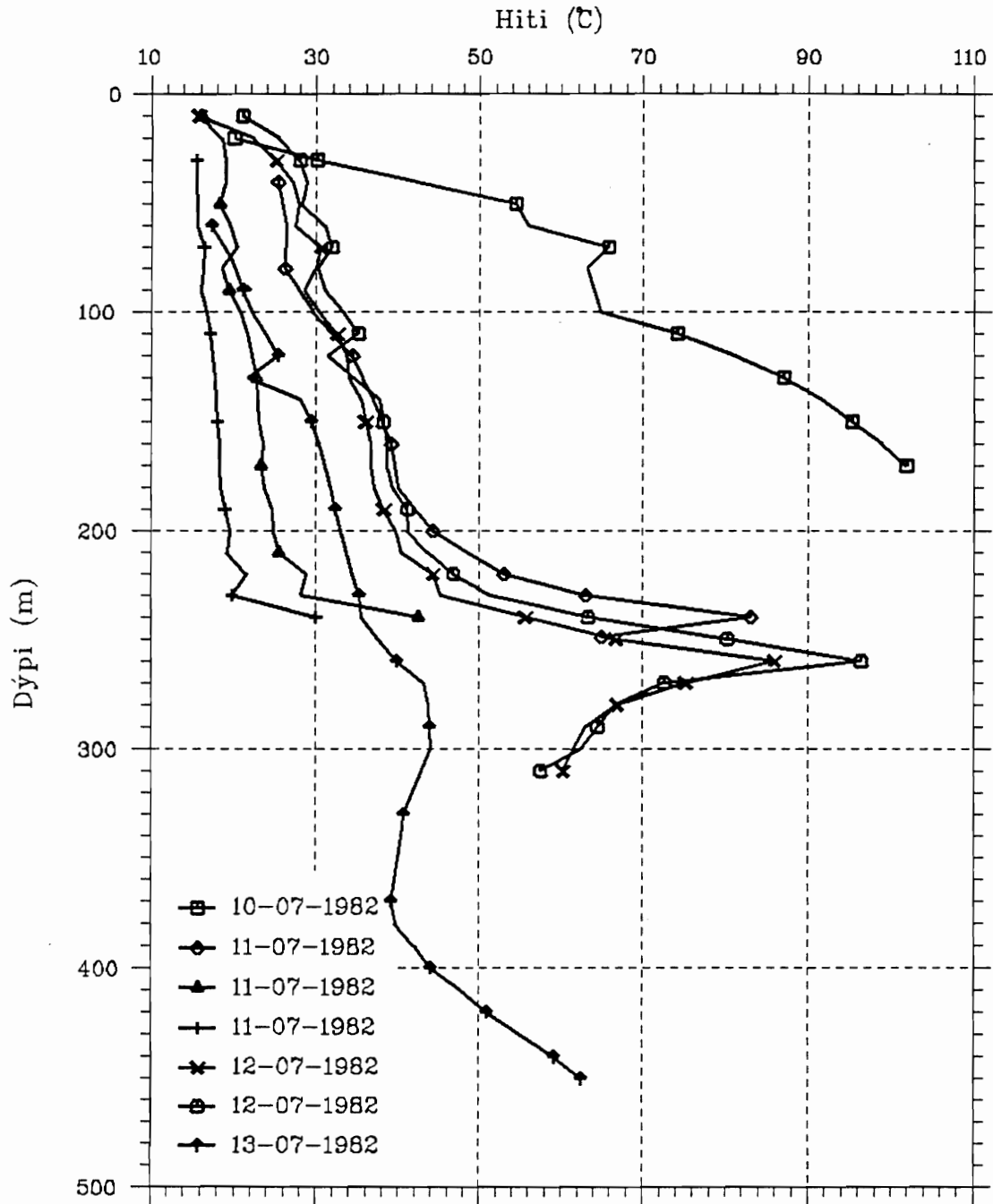
☐ 21 May 1997 asg
L= 58020 Oracle

Krafla hola KJ-20 Hitamælingar - Breyting á borstreng Dýpi 937 m



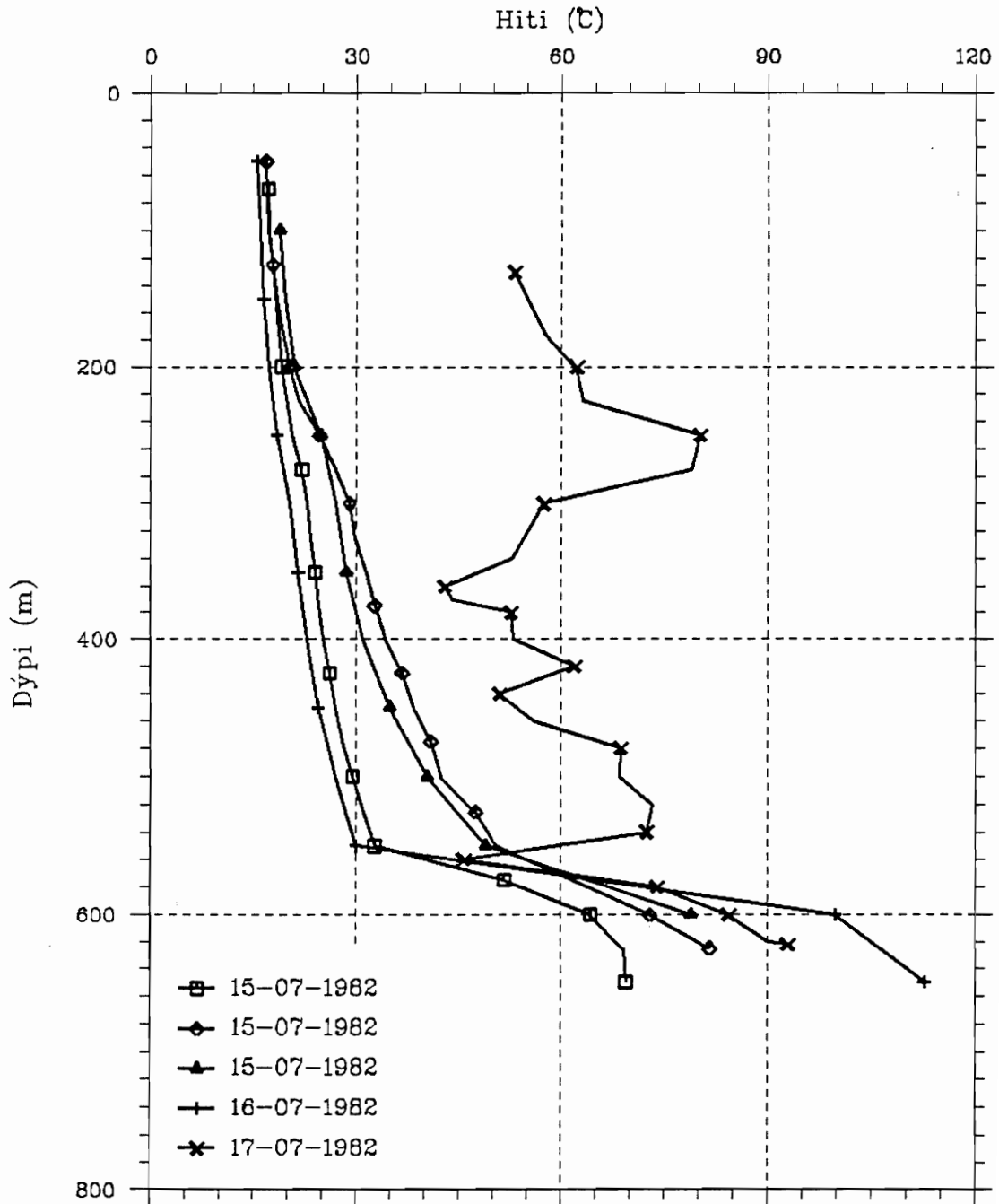
17 Apr 1987 asg
L= 58020 Oracle

Krafla hola KJ-20 Hitamælingar vegna skáborunar



17 Apr 1997 asg
L= 58020 Oracle

Krafla hola KJ-20 Hitamælingar fyrir vinnslufóðringu



17 Apr 1997 asg
L= 58020 Oracle

Krafla hola KJ-20 Hitamælingar fyrir öryggisfóðringu

