

**Torfajökulssvæðið. Efnasamsetning bergs
og staða úrvinnslu á jarðfræðigögnum**

Guðmundur Ómar Friðleifsson, Kristján Sæmundsson

Greinargerð GÓF-KS-99-01



01.02.199

**TORFAJÖKULSSVÆÐIÐ.
EFNASAMSETNING BERGS OG
STAÐA ÚRVINNSLU Á JARÐFRÆÐIGÖGNUM**

Jarðfræðikortlagning á Torfajökulssvæðinu hófst í ágúst 1992, en þá var farið í eina 10 daga ferð. Strax þá ákváðum við að safna bergsýnum af öllum helstu bergmyndunum. Fyrri rannsóknir (einkum Grétar Ívarson, 1992, o.fl.) bentu til að efnasamsetning bergmyndanna breyttist kerfisbundið með aldri. Tilgáta okkar gekk því út að hafa efnasamsetningu bergsins til hliðsjónar við aldursröðun bergeininga og tenginga frá einum stað til annars og tenginga yfir allt rannsóknarsvæðið. Sýnum var því safnað frá byrjun kortlagningar og síðan hafa bæst við sýni í öllum rannsóknarleiðöngurum. Nú eru til sýni af öllum bergeiningum eða því sem næst, enda fer ókortlögðum svæðum mjög fækkandi. Þó vitum við að talsvert vantar af sýnum af móbergsmýndunum syðst á rannsóknarsvæðinu. Auk venjulegra bergsýna hefur nokkur fjöldi sýna verið tekinn af jarðhitaummyndun og útfellingum. Taflan hér að neðan gefur yfirlit yfir sýnasafnið.

TAFLA 1: Sýnasafn úr Torfajökulseldstöðinni.

Sýnatökuár	Fjöldi sýna *	Sýnanúmer	Fjöldi efnagreininga
1992	33	T-1 til T-33	24 (73%)
1993	106	T-34 til T-139	96 (91%)
1994	117	T-140 til T-256	81 (69%)
1995	190	T-257 til T-446	59 (31%)
1996	0		
1997	0		
1998	70	T-447 til T-516	0 (0%)
Samtals	516		260
Hlutfall	100 %		~ 50 %

* stundum tekin sýni A,B,C með sama númeri

Fjöldi sýna frá hverju ári er gefinn til kynna í töflunni. Að vísu eru sýnin heldur fleiri því stundum voru tekin sýni A, B, C, með sama númeri, t.d. sitthvort sýnið af kristölluðum og glerjuðum hluta sama bergsýnis, eða sýnahópur af mismunandi jarðhitaummyndun á sama sýnatökustað. Alls hafa um 50 % sýnanna verið efnagreind. Hlutfall efnagreindra sýna frá hverju sýnatökuári er jafnframt gefið til kynna aftast í fjórða dálki.

Sé hlutfallsleg dreifing efnagreindra sýna skoðuð, sést að mjög hallar á síðustu tvö sýnatökuárin. Það er nokkuð bagalegt því um nýkortlagningu hefur verið að ræða öll sýnatökuárin, þar til í síðasta úthaldi í fyrra að við vorum komnir aftur inn á svæðið sem við byrjuðum á. Þá bættust við bergeiningar sem við höfðum ekki séð áður, svo sem eins og sérstök bergmyndun við öskjurimann sem snarhallar inn í öskjuna, og basaltlög (hlýskeiðshraun) í Barmi milli súrra myndanna, utan við öskjubrotið. Það er því ljóst að talsvert vantar af efnagreiningum til að upphaflegu markmiði sé náð. Gróflega má áætla að efnagreining á um 150-200 bergsýnum myndi duga til að ná upphaflegu markmiði um að skoða nákvæmlega bergfræðilega þróun eldstöðvarinnar. Þetta kann að hljóma undarlega, en helgast af því að mun eldra berg finnst á yfirborði en áður var talið, sem ætti þá að gefa skýrari mynd af bergfræðilegri þróun, og svo því að óvenjuleg samkeppni hefur verið milli Torfajökulseldstöðvarinnar sjálfrar, sem er transalkalísk og alkalísk með óvenjumiklu magni af síru bergi, og Veiðivatnasprungukerfisins sem er póleitískt. Veiðvatnakerfið hefur brotist suður og inn í eldstöðvarkerfið, og eldgos hlotist af í formi basískra móbergshryggja innan eldstöðvarinnar og ísúrs blandbergs úr báðum kerfum. Basíska bergið (hraun og móberg) sunnan við Torfajökul er transalkalískt, a.m.k. hvað nútímahraunin varðar, en minna er vitað um samspil þess við

MÁL. G. N. S. S. S.

eldstöðvarkerfi Torfajökuls. Talsvert er enn af óefnagreindum sýnum af hlýskeyðshraunum og misaldra móbergshryggjum í sýnasafni okkar, enda fór heildarmyndin ekki að skýrast fyrr en með kortlagningunni 1994 og 1995. Efnagreind sýni frá 1995 (um 30% af sýnum þess ára) eru eingöngu frá móbergshryggjunum á norðanverðu svæðinu. Það ætti að skýra þörf okkar á fleiri efnagreiningum, þó fleira komi til.

Ummyndun bergsins innan Törfajökulsöskjunnar er óvenju mikil eins og reyndar útbreiðsla virka jarðhitans óhjákvæmileg bendir til. Hann er þó vart svipur hjá sjón hjá því sem áður var því ljóst er að jarðhiti hefur leikið um nánast allt berg innan öskjunnar sem er eldra en 100 þúsund ára. Þetta er óvenjuleg staða miðað við önnur virk háhitasvæði og megineldstövar á Íslandi. Ummyndunin veldur efnaf lutningum, sem sést t.d. skýrt í flutningi alkalímálma. Á meðfylgjandi myndum eru sýnd nokkur dæmi um slíka efnaf lutninga. Mismikil ummyndun og efnaf lutningar valda því að velja þarf úr sýnasafninu þau sýni sem haldið hafa upprunalegri efnasamsetningu, ef meta skal bergfræðilega þróun eldstöðvarinnar.

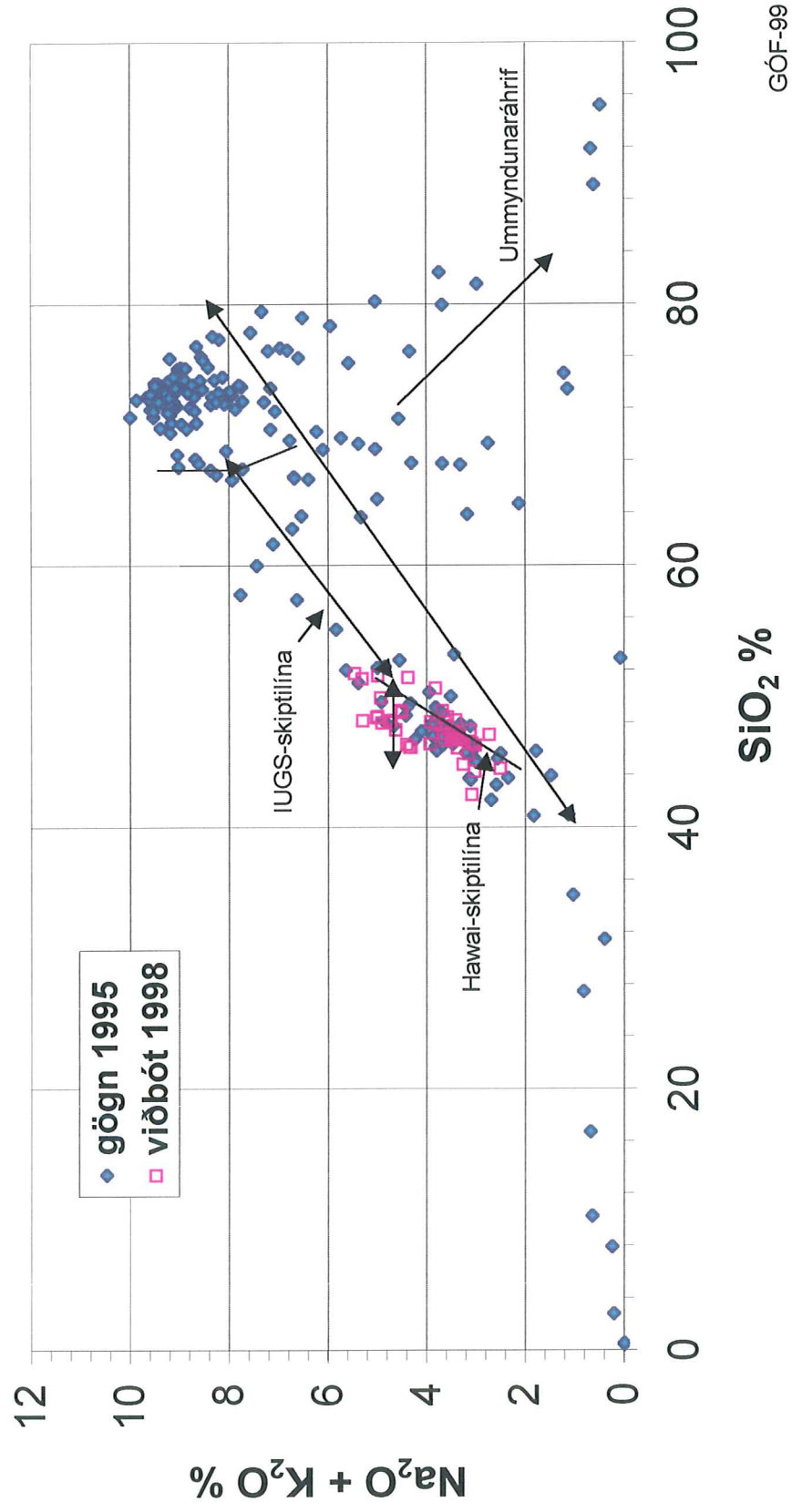
Mynd 1 sýnir mynd af SiO_2 -innhaldi á móti alkalímálmum efnagreindra sýna fyrir 1995 og sýnanna sem greind voru á síðasta ári, sem eru öll úr basísku móbergi. Á myndinni sjást jafnframt nokkrar efnagreiningar á jarðhitaútfellingum (neðan 40 % og ofan ca 90 % SiO_2). Ummyndun hefur jafnframt þau áhrif að styrkur alkalímálma minnkar vegna útskolunar úr berginu. Öll sýni neðan viðmiðunarlínu (alkalí 1-8 %, kísill ca 40-80%) hafa þannig greinilega orðið fyrir ummyndun. Á mynd 1 eru jafnframt sýndar tvær klassískar skiptilínur, önnur kennd við Hawai og skilur hún á milli alkalíbasalts of þóleiðs. Hin skiptilínun sem merkt er IUGS (International Union of Geological Sciences, (Le Maitre o.fl 1989)), er yngri og skilur á milli þess sem við getum kallað venjulegt basalt, basalt andesít, andesít og dasít, og þess sem auðkennt er með forskeytinu tracky- og sömu heitum. Talsverður hluti af sýnum okkar liggur "alkalí-megin" við umræddar skiptilínur. Greiningar okkar á mynd 1 eru óleiðréttar fyrir glæðitapi, en leiðréttung myndi hliðra gildunum eitthvað til. Ummyndun lækkar hins vegar alkalíinnihaldið.

Á mynd 2 er K_2O -innihald á móti SiO_2 -innihaldi sýnt fyrir sýnahópana úr Torfajökli og borið saman við sýnasafn úr Tinnárdalseldstöðinni í Skagafirði sem GÓF skoðaði fyrr á þessum áratug. Skagafjarðarsýnin eru úr dæmigerðri þóleið-röð og mega heita að séu óummynduð. Á myndinni sést skýrt að kalíuminnihald Skagafjarðarbergsins er mun lægra en Torfajökulsbergsins. Jafnframt sést að glettilega mörg Torfajökulssýnanna innihalda milli 75-80 % kísil, sem kann að hluta til að skrifast á jarðhitaummyndun. Basíska móbergið úr Torfajökli, sem að mestu er úr móbergfellunum austur með Landmannaleið, má heita að sé allt kalíumríkara en Skagafjarðarbasaltið, og sýnir greininlegan skyldleika við Torfajökulseldstöðina.

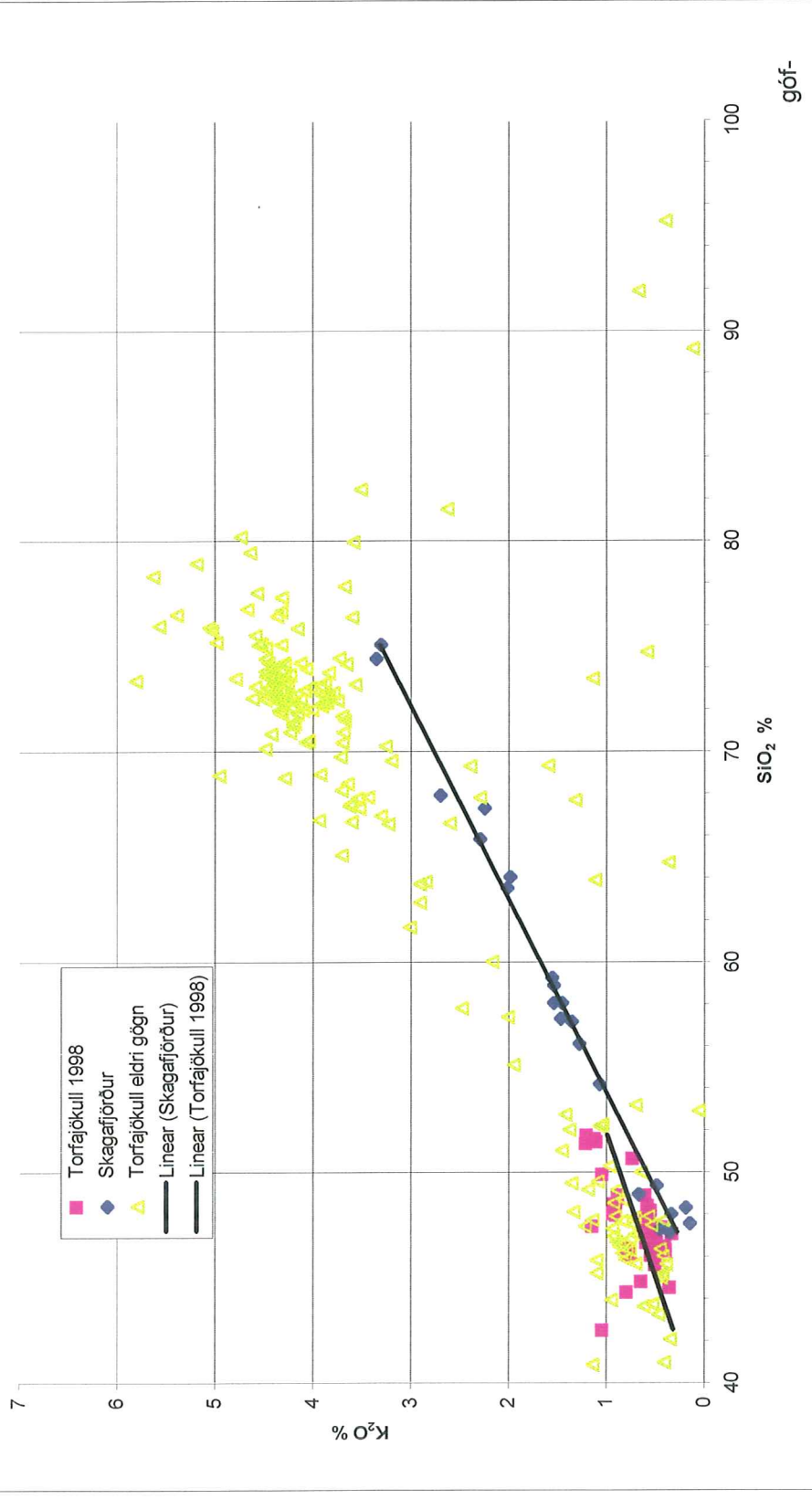
Ofangreind dæmi sýna að flokka þarf bergsýnasafnið með tilliti til ummyndunar fyrst og bera síðan saman mismunandi bergmyndanir, og efnagreiningagögn frá öðrum. Ærið verk er því fyrir hendi sem tekist verður á við á næstu mánuðum. Taka þarf afstöðu til hvort fjármagn sé til fyrir viðbótargreiningar á þessu ári. Forgangsýni verða valin úr sýnasafninu sem eftir er að efnagreina, áður en farið verður í felt. Reikna má með að nokkur bergsýni bætist við í sumar, þar sem við vitum af nokkrum eyðum sem fylla þarf upp í, en reynt verður að halda viðbótarsýnunum í lágmarki.

Nú er áætlað er um eitt 11-13 daga úthald tveggja manna þurfi til að ljúka því sem eftir er að vinna í grunnkortlagningu á jarðmyndunum og í jarðhitakortinu. Þar með mætti telja hraða yfirferð á jarðhitasvæðin vestan og austan Kaldaklofsfjalla og austan Kaldaklofs til að teikna virknikort ef það reynist vera gagnleg framsetning. Þá gefst jafnframt færi á að endurskoða og samræma jarðhitakortin frá einum stað til annars. Síðastliðið sumar var t.d. reynt að skilja jarðhitavirkni á nútíma frá eldri jarðhitavirkni. Það hafði ekki verið reynt áður vegna samfelldrar ummyndunar í berglögum frá síðasta jökulskeið og eldra. Það gekk hins vegar vel í unga berginu umhverfis Hrafninnusker svo sem sjá má á fyrirliggjandi vinnukorti, og sæmilega í gamla berginu í Ljósárgili. Viðunandi nálgun á jarðhitavirkni á nútíma virðist því mega aðgreina og klára um leið og fyrstu jarðfræði- og jarðhitakortin eru samræmd og endurskoðuð.

Torfajökulseldstöðin



Torfajökull - Skagafjörður



Sr númer	SiO2	TiO2	Al2O3	Fe2O3	MnO	MgO	CaO	Na2CO3	K2O	P2O5	LOI	Total	BaO	Cu	V	Zn	Ga	Nb	Pb	Rb	Sr	Th	U	Y	Zr
T 257	48,94	3,81	14,82	11,98	0,175	4,25	11,7	3,07	0,6	0,409	0,76	100,56	166	201	439	113	23,9	30,9	3,9	11,9	439,8	5,1	<d/	32,8	208,5
T 258	47,23	3,68	14,32	14,41	0,234	3,99	11,2	2,87	0,55	0,398	1,54	100,52	175	219	423	110	22,8	29,2	4	11,2	423,7	6	1,8	31,9	199,3
T 259	46,67	3,52	13,92	16,54	0,239	6,35	10,1	2,9	0,59	0,461	<d/	101,37	174	218	394	119	23,6	32,7	4,1	12,5	325,2	6,6	1,7	39,4	226,9
T 260	50,67	3,84	15,22	9,33	0,149	4,71	11,3	3,09	0,73	0,378	1,5	101,03	178	149	447	96	23,7	30,7	3	14,3	444,9	4,6	<d/	30,6	212,1
T 261	51,61	3,94	14,4	11,07	0,198	3,12	8,82	3,86	1,12	1,046	1,33	100,6	335	46	252	228	26	54,4	7,4	21,4	534,3	8,7	3,9	55,2	367,4
T 262	46,08	3,44	14,36	16,98	0,233	6,2	9,84	2,83	0,54	0,4	<d/	101	153	290	423	112	23,3	29,2	3,1	12,7	340,4	5,9	1,3	36,3	208,6
T 263	48,5	3,48	12,61	16,6	0,369	4,14	8,36	4,06	0,92	1,844	<d/	100,95	298	68	170	175	24,2	47,9	5,6	18,3	555,6	7,6	1,7	66	353,5
T 264	51,77	3,26	13,81	13,48	0,277	3,64	8,14	4,25	1,2	1,121	<d/	101,01	313	35	197	165	25,8	54,2	7,7	25,8	504,7	11	5	63,8	419,6
T 265	51,39	3,25	13,68	13,23	0,283	3,55	8,08	4,09	1,21	1,208	0,09	100,13	321	26	186	178	25,5	54	8,2	25,2	506,1	9,9	4,5	65,4	415
T 266	46,77	3,52	13,95	15,14	0,206	6,18	11,1	2,86	0,5	0,372	<d/	100,68	151	242	413	101	21,8	27,8	4,1	10,7	411,3	6,3	1,1	30	185,3
T 267	46,48	3,55	13,8	14,99	0,199	6,38	11,2	2,68	0,46	0,378	0,61	100,86	175	243	426	99	21,5	26,9	3,5	8,2	424,6	5,8	<d/	29,4	186,2
T 268	46,94	3,58	13,88	15,34	0,212	6,29	11,2	2,99	0,52	0,388	<d/	101,45	155	203	417	100	21,6	27,2	3,9	10,8	406,5	6,1	1,4	30,2	187,6
T 269	48,17	3,97	12,78	15,24	0,305	4,37	9,13	3,79	0,92	1,849	0,12	100,71	253	37	214	176	24,9	45,2	5	19,2	547,8	7,8	1,2	69,5	340
T 270	47,01	3,22	14,05	14,84	0,208	6,25	11,3	2,99	0,5	0,387	<d/	100,85	149	239	391	95	22,2	27	4	11	383,2	5,8	1,7	31,2	181,2
T 271	46,83	3,62	13,87	15,34	0,21	6,15	11,2	2,81	0,58	0,383	<d/	101,13	206	261	420	105	22,1	28,4	3,7	8,8	417,2	6,1	<d/	31,1	192,5
T 272	47,87	3,88	14,68	13,44	0,182	4,77	11,8	3,2	0,59	0,407	<d/	100,86	180	188	455	97	23,1	30,5	3,7	11,9	431	5,9	<d/	33	206,8
T 273	46,81	3,6	13,77	15,35	0,21	6,1	10,9	2,96	0,55	0,418	<d/	100,75	161	189	408	94	22,1	28,4	3,6	12,1	397,5	5,5	1,6	31	192,8
T 274	44,32	4,18	12,22	15,04	0,238	4,45	7,98	2,23	0,79	0,606	8,01	100,13	217	90	292	129	21,8	41,3	3,5	17,1	433,7	5,4	<d/	41,3	288,6
T 275	47,11	3,59	14,04	14,95	0,203	6,2	11,3	2,93	0,52	0,376	<d/	101,3	153	252	416	101	21,9	27,4	3,6	11,4	410,5	5,7	1,2	30,2	187,9
T 276	48,93	3,95	13,75	15,31	0,248	4,29	9,2	3,67	0,88	0,874	0,07	101,25	255	31	286	165	23,9	45,6	5,6	16,8	473,2	8,6	1,3	52,3	353,1
T 277	48,78	4,02	13,76	15,12	0,24	4,33	9,3	3,61	0,88	0,79	<d/	100,91	262	28	309	155	24,3	42,7	6,1	17,7	453,6	7,4	1,5	48,2	316,6
T 278	46,41	4,72	12,78	16,25	0,26	4,69	9,78	3,14	0,78	0,768	1,05	100,71	244	67	374	136	22,9	41,1	6,1	18	461,7	7,1	1,8	41,5	267,9
T 279	47,2	3,35	13,89	14,85	0,209	5,98	11,2	2,94	0,54	0,417	<d/	100,62	178	214	407	102	21,5	29,5	3,6	11,6	375,6	6	<d/	32,9	195,5
T 280	46,81	3,59	13,79	15,47	0,209	6,27	11,2	2,94	0,51	0,377	<d/	101,2	139	164	434	107	22,6	27,8	4,1	11,7	405,3	6,5	1	30	190,9
T 281	46,13	4,15	12,29	16,93	0,33	4,81	9,22	3,55	0,76	1,84	<d/	100,08	248	42	246	156	23,3	42,9	3,5	15,6	522,6	7,8	2,1	60,5	290,3
T 282	46,35	4,1	12,4	16,76	0,328	4,72	9,19	3,61	0,78	1,836	<d/	100,14	238	53	234	164	23,8	43,7	4,1	16,4	533,9	8,2	2	60,8	294,3
T 283	47,03	3,57	13,78	15,31	0,206	6,22	11,1	2,9	0,53	0,384	<d/	101,1	156	256	414	98	22,2	28	3,4	11,3	399,8	5,3	<d/	31,4	191,7
T 284	46,79	3,59	13,88	15,31	0,213	6,14	11,1	2,92	0,52	0,369	<d/	100,92	159	193	417	108	22,2	28,6	3,4	10,4	398,4	6,1	1	31,2	192,4
T 285	48,05	3,49	12,63	16,6	0,376	4,1	8,21	3,86	0,9	1,857	0,23	100,37	273	37	170	179	25,2	47,3	5,4	18,3	550,8	7,4	1,4	66,5	350,4
T 286	47,99	3,45	12,6	16,53	0,376	4,1	8,3	4	0,9	1,845	<d/	100,16	294	44	163	176	25	48,3	4,9	19,3	557,9	8,2	1,7	67	355,9
T 287	47	3,6	13,81	15,25	0,208	6,07	11	2,94	0,56	0,406	<d/	100,93	179	250	405	103	21,2	29	4,2	12,2	393,4	6,3	1,7	31,2	195,2
T 288	44,54	2,31	15,3	13,54	0,187	6,73	9,34	2,15	0,35	0,24	5,63	100,39	135	197	288	84	18,1	20,5	1,7	9,1	330,2	2,8	<d/	24,3	133,4
T 289	46,85	3,6	13,75	15,34	0,208	6,06	11	2,84	0,57	0,382	<d/	100,7	172	199	415	99	22,5	28,3	4,1	10	404,1	6,1	1,1	31	194,4
T 290	46,13	4,12	12,42	16,82	0,33	4,77	9,27	3,58	0,75	1,855	<d/	100,11	241	50	236	164	23,3	43,7	4,5	15,9	532,4	7,6	<d/	60,6	292,8
T 291	45,64	3,58	13,86	15,32	0,211	6,24	11,4	2,65	0,5	0,368	1,12	100,96	252	264	440	99	22,1	27,5	3,5	6,5	419,8	5,4	1	29,8	184,6

S/n	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	LOI	Total	BaO	Cu	V	Zn	Ga	Nb	Pb	Rb	Sr	Th	U	Y	Zr
T 292	47	3,62	13,81	15,55	0,215	6,19	11,1	2,85	0,53	0,382	<d/l	101,3	171	194	424	102	22,5	27,9	3,3	10,3	396,1	5,8	<d/l	31,3	195
T 293	46,69	3,66	13,71	15,5	0,214	5,97	10,8	3,06	0,57	0,411	<d/l	100,69	149	224	416	101	22,3	30,7	3,7	11,9	400,6	6,2	1,5	33	207,6
T 295	48,19	3,48	12,68	16,6	0,378	4,09	8,29	4,39	0,9	1,84	<d/l	100,9	307	64	165	170	25,7	48,8	4,6	18,3	555,8	7,5	1,7	67,6	360,1
T 296	48,38	3,48	12,63	16,49	0,376	4,1	8,37	4,11	0,9	1,829	<d/l	100,73	280	55	164	179	24,1	48,5	4,4	18,8	559,6	8,4	2,3	67,5	360,4
T 297	44,82	3,66	13,19	15,36	0,206	5,84	10,6	2,61	0,64	0,388	3,59	101,02	207	222	422	110	22,3	27,5	4,6	7,2	455,9	5,5	<d/l	29,9	190,8
T 298	47,77	3,63	14,27	14,49	0,205	4,37	11,3	3,05	0,57	0,386	0,51	100,65	172	231	434	104	22,3	28,8	3,7	11,9	423,3	5,4	<d/l	30,9	193,7
T 299	47,28	3,54	14,23	14,18	0,224	5,35	11,5	2,97	0,53	0,404	0,25	100,57	158	220	417	104	23	28,6	3,5	11,4	418,2	5,4	<d/l	31,9	197,7
T 300	48,43	3,78	14,24	13,28	0,209	4,38	11,5	2,99	0,58	0,42	0,96	100,82	161	250	428	107	22,3	30,3	3,8	12,3	428,4	5,3	<d/l	31,8	201,3
T 301	47,02	3,54	13,86	15,39	0,213	5,61	11,1	2,93	0,56	0,386	0,18	100,85	152	207	409	102	22,8	28,7	3,8	11,7	411,3	5,5	<d/l	30,8	191,3
T 302	47,34	3,78	14,62	11,66	0,174	5,15	11,1	2,82	0,59	0,408	2,77	100,53	360	216	449	128	22,9	28	4,3	9,5	417,6	4,5	<d/l	33,2	198,4
T 303	46,69	3,62	13,88	15,61	0,219	4,97	11,1	2,88	0,48	0,381	0,6	100,55	169	245	442	105	22,1	28	3,8	10,2	396,3	5,9	1,4	31,7	195,4
T 304	46,32	2,66	15,89	14,31	0,196	7,28	11,2	2,64	0,39	0,278	<d/l	101,19	113	218	349	93	22,1	21,1	3,3	8,5	370	4,9	1	25,6	147
T 305	46,45	2,39	15,95	13,92	0,191	7,23	11,5	2,67	0,4	0,254	0,13	101,2	133	153	329	85	21,4	21,2	2,6	8,1	362,1	4,7	<d/l	25,6	140,3
T 306	46,77	3,36	14,05	14,89	0,203	6,63	10,9	2,82	0,53	0,365	<d/l	100,65	143	192	407	99	22,2	27,1	3,4	11,3	406,4	6,3	1,7	29,5	184,1
T 307	46,3	2,43	16,09	14,16	0,194	7,56	10,8	2,61	0,39	0,247	<d/l	100,89	107	216	313	84	21,2	20,8	3	8,6	361,7	4,9	1,1	25,1	139,3
T 308	47,4	2,6	16,1	13,67	0,184	6,98	11,1	2,67	0,44	0,256	<d/l	101,44	127	221	334	95	21,6	20,6	2	8,9	372,6	4,2	1	25,4	144,7
T 309	47,11	2,26	15,97	15,07	0,206	4,03	12,1	2,39	0,33	0,223	1,5	101,28	97	184	307	78	19,9	18	3,5	7,9	358,4	5,5	1,6	22,3	121,1
T 310	42,53	2,81	11,46	13,29	0,267	3,87	7,22	2,03	1,04	1,289	14,2	100,07	555	51	166	129	21,3	51	2,5	20,8	489,3	4,6	<d/l	50,4	325,1
T 311	48,08	3,95	13,09	15,34	0,244	3,68	7,21	2,98	0,93	0,619	4,04	100,25	412	82	268	150	24,7	46,8	4,3	21,4	408,1	7,6	2	46,9	359,3
T 312	47,46	3,99	12,73	15,81	0,302	4,56	9,3	3,48	1,14	1,863	0,24	100,95	289	42	233	166	24,3	43,6	4,6	14,9	571,4	8,8	2,9	67,3	327,2
T 313	51,47	2,48	14,84	12,22	0,169	5,11	9,84	3,27	1,1	0,295	0,36	101,24	233	180	295	94	22,7	36,6	4,5	25	331,8	7,2	1,2	37,1	353,3
T 314	49,92	3,74	14,46	13,05	0,363	2,98	9,02	3,88	1,04	1,133	1,19	100,86	334	50	244	176	26,9	52,8	4,6	20,2	544,2	7,8	2,8	54,3	375,7
T 315	47,18	3,75	13,88	14,85	0,202	5,87	11,1	3,08	0,6	0,413	<d/l	101,01	148	214	437	99	23,2	30,1	3,7	12,5	415,2	6,8	1,5	32,4	202,7
T 316	48,22	3,68	14,06	13,8	0,202	5,57	11,3	2,85	0,55	0,379	0,47	101,17	154	255	429	122	21,6	28,2	3,2	12,2	434,9	5,8	<d/l	31	194,5

D. lim. 60 35 120 30 30 95 15 75 25 35 100 17 2 10 2 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1

The results are expressed as weight percent

Total iron present has been recalculated as Fe₂O₃. In cases where most of the iron was originally ferrous state (usually the case with unaltered rocks) a higher total is the result.

Analyses done on fused beads prepared from ignited samples.

Detection limits are based on three times the background sigma values.

"int" indicates that there is interference from unusually high quantities of other trace elements.

The results are expressed as ppm (ug/g).

Analyses done on pressed powder pellets.

Detection limits are based on three times the background sigma values.

"int" indicates that there is interference from unusually

high quantities of other trace elements.