



ELSEVIER

Contents lists available at ScienceDirect

Data in brief

journal homepage: www.elsevier.com/locate/dib



Data Article

Dataset on heavy metal content in background soils of the three gully catchments at Western Siberia



Ivan Semenkov ^{a,*}, Anton Yakushev ^b

^a Lomonosov Moscow State University, Russia

^b Institute of Geology of Ore Deposits, Petrography, Mineralogy and Geochemistry of Russian Academy of Sciences, Russia

ARTICLE INFO

Article history:

Received 18 December 2018

Received in revised form 29 August 2019

Accepted 2 September 2019

Available online 11 September 2019

Keywords:

Potentially toxic elements

Retisols

Phaeozems

Chernozems

Soil quality standards

Soil pollution

Environmental policy

Human health risk assessment

ABSTRACT

The criteria used include heavy metal (HM) levels in background soils of different countries and territories (Australia, China, Finland, North America, Northern Europe, and Western Siberia) and their threshold concentration values for soils of residential and/or agricultural areas in soil quality standards of Canada (soil quality guidelines), Germany (Trigger Values), the Netherlands (Serious Risk Concentrations), Russia (Maximum Permissible Concentrations), and the USA (Regional Screening Levels). The Retisols, Phaeozems and Chernozems of Western Siberia are characterized by the following range of mean concentrations of heavy metals in topsoil (in mg kg⁻¹): Pb 5–35, Cu 5–100, V 5–180, Cr 5–212, Ni 7–100, Zn 10–135, Mn 50–1800, and Ba 373–1360.

© 2019 The Author(s). Published by Elsevier Inc. This is an open access article under the CC BY license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

1. Data

According to soil maps [9] of lowland regions of countries within the temperate zone of the northern hemisphere, Russia has close similarities with Canada, Germany, Finland, the Netherlands,

* Corresponding author.

E-mail address: semenkov@geogr.msu.ru (I. Semenkov).

Specifications Table

Subject area	Earth Planetary Science
More specific subject area	Soil Science, Environmental Chemistry
Type of data	Tables
How data was acquired	Data were obtained by means of standard techniques, an 'Analyzer 22' equipment (Germany), an Axios X-Ray fluorescence spectrometer (made by PANalytical, Netherlands) [1]. Data on heavy metal concentration in the upper part of continental earth's crust (UCEC) and background soils of the world were estimated using published materials.
Data format	Raw and analysed
Experimental factors	Soil samples were taken for heavy metal analysis in the interfluvies, slopes and gully bottoms at three gully catchments at Western Siberia
Experimental features	The eight heavy metals as stated in the abstract were analysed statistically and compared with abundance of elements within the upper part of the continental earth's crust, their levels in background soils of countries and their threshold concentration values for soils of residential and/or agricultural areas in soil quality standards.
Data source location	Key area 1 – the upland of Tobolsky Materik – N 58°56' E 69°10' Key area 2 – the north of the Ishim Plain – N 56°31' E 67°32' Key area 3 – the eastern part of the Trans-Urals region N 56°02' E 63°35'
Data accessibility	All the data are in this article
Related research article	I.N.Semenov, E.V.Terskaya, N.S.Kasimov. Heavy metals' lateral fractionation in catenae of the central part of the Western Siberia. Vestnik Moskovskogo Unversiteta, Seriya Geografiya, 2019 (3) 25 – 37.

Value of the data

- First open access database on variations of heavy metals content in soils of small catchments at Western Siberia.
- These data are valuable for researchers interested in soil geochemistry. Policy makers, government official and stakeholders can benefit from this dataset. This data allows other researchers to extend the statistical analyses.
- This dataset can be used for benchmarking studies by comparing parameters of the Western Siberia soils to parameters of the other Retisols, Phaeozems and Chernozems.
- The data in this article may be used for educational and technical course purposes.
- The data set may be relevant for future researchers about soil geochemistry in the Western Siberia, for example, for ecological modeling.

Norway, Poland, Sweden and the USA in terms of the occurrence and distribution of reference soil groups (Table 1).

The field studies on soils were conducted in Western Siberia, at three sites within small gully catchments (Table 2, Fig. 1). The study sites were selected on the basis of analysing the maps of vegetation, soils, parent materials and geochemical migration factors within the Ob river basin area [7]. The study sites represented the most typical soil catenae of the central part of Western Siberia [12].

The soil pits were located in sequences from an interfluvium down to the slope in order to analyse the redistribution of substances along the soil catenae. In total, there were 142 samples taken from 25 soil pits (Table 3). In soil samples, pHwater, the particle-size distribution, content of total organic carbon (TOC) and HMs were measured (Table 4). Data on HM content were compared to mean concentration within the upper part of the continental earth's crust or a Clark and in soils of the world (Table 5). A Clark of a chemical element and its mean concentration within the UCEC are synonyms.

Total concentration of HMs in the soils were compared to several SQSs (Table 6), because the specified countries have the similar set of soil reference groups, background concentration of HMs (Table 7) and well-developed methodologies for soil quality assessment.

Spearman correlation analyses among the HMs and soil parameters (grain size fractions, TOC and pHwater) were conducted in order to visualize the kind of relationships that exist among the variables (Table 8).

Table 1

Reference soil groups at different countries within the temperate zone of the northern hemisphere.

Soils	Russia	the USA	Cabada	Germany	Poland	the Netherlands	Finland	Norway	Sweden	France	the UK	Denmark
1. Soils with thick organic layers:												
Histosols	+++	++	+++	+++	+++	+++	+++	++	++	–	–	++
2. Soils with strong human influence –												
Anthrosols	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Technosols	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
3. Soils with limitations to root growth –												
Cryosols	+++	+++	+++	–	–	–	+	+	+	–	–	–
Leptosols	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Solonetz	++	++	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Vertisols	–	+++	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Solonchaks	+	++	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
4. Soils distinguished by Fe/Al chemistry –												
Gleysols	+++	+++	+++	+	+	++	–	–	–	+	+++	–
Andosols	+++	+++	+++	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Podzols	+++	+++	+++	+++	+++	+	+++	+++	+++	–	–	–
Plinthosols	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Nitisols	–	++	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Ferralsols	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Planosols	++	+++	–	–	–	–	–	–	–	+	–	–
Stagnosols	+++	+++	+++	++	++	++	++	++	++	+++	+++	++
5. Pronounced accumulation of organic matter in the mineral topsoil –												
Chernozems	+++	+++	+++	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Kastanozems	+++	+++	++	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Phaeozems	+++	+++	++	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Umbrisols	–	+++	–	+	+	–	+	+	–	++	–	–
6. Accumulation of moderately soluble salts or non-saline substances –												
Durisol	+++	+++	+++	++	+	++	–	–	–	++	+++	++
Gypsisols	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Calcisols	–	+++	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
7. Soils with a clay-enriched subsoil –												
Retisols	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++
Acrisols	–	++	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Lixisols	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Alisols	–	++	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Luvisols	+++	+++	+++	+++	+++	+++	–	–	–	+++	+++	+++
8. Soils with little or no profile differentiation –												
Cambisols	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++
Arenosols	+++	+++	+++	+	+	–	–	–	–	+	+	–
Fluvisols	–	++	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Regosols	–	++	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

Source: maps at the FAO UNESCO website [9]. Reference soil groups: +++ dominant in some regions, ++ associated with other soils, + inclusions, – rare or not occur.

2. Experimental design, materials, and methods

Plastic and steel tools were used for sampling. After air-drying and declumping the aggregates, the soil was sieved through a 1 mm mesh sieve. Total organic carbon (dichromate digestion based on Walkley–Black method) and pHwater (the soil:solution ratio of 1:2.5) were determined. The particle-

Table 2
Characteristics of the study sites.

Study sites (m a.s.l.)	Area, km ²	Location	Soils	Pits	Geological features of parent material	Climate [9]
1. The upland of Tobolsky Materik (75–77)	0.003	N 58° 56' E 69° 10'	Retisols Gleyic	10	Sub-horizontally stratified well-sorted alluvial sands	Ever-humid taiga
2. The north of the Ishim Plain (123–126)	0.76	N 56° 31' E 67° 32'	Anthric Phaeozems	8	Alluvial-lacustrine clay loams and clays with high contents of carbonates and residual salinity	Humid cold continental
3. The eastern part of the Trans-Urals region (135–142)	0.48	N 56° 02' E 63° 35'	Anthric Chernozems	7	Alluvial-lacustrine clay loams and clays with high contents of carbonates and residual salinity	Humid cold continental

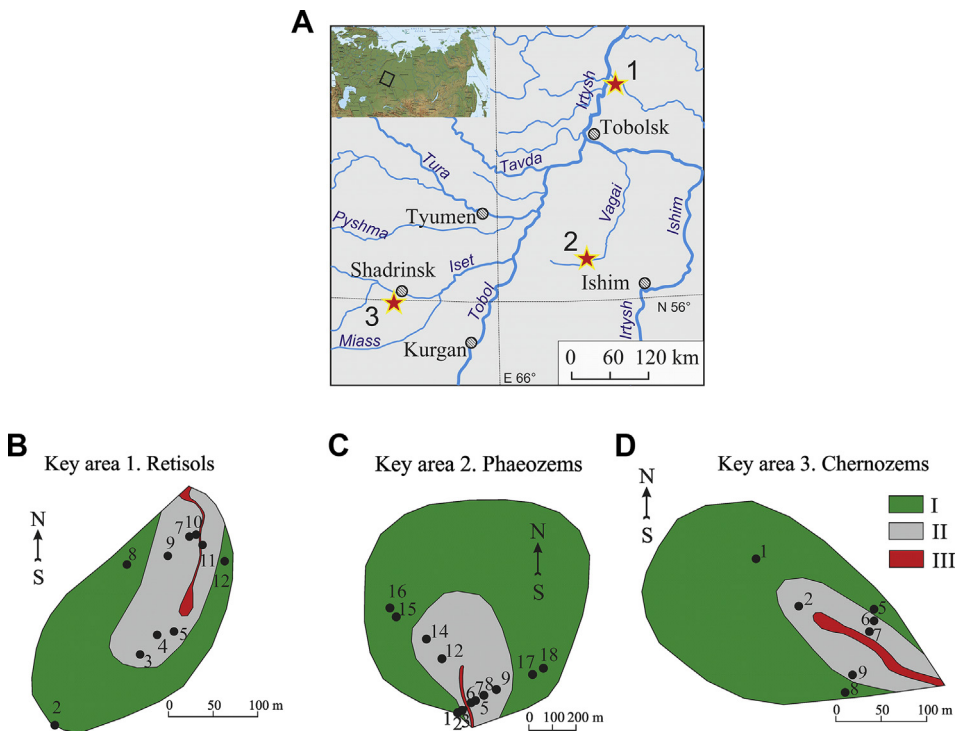


Fig. 1. The location of sampling area. Soil pits (numbers 1–18) are located in the following topographic locations: I – the levelled interfluve, II – slopes and III – the bottom of the U-shaped gully.

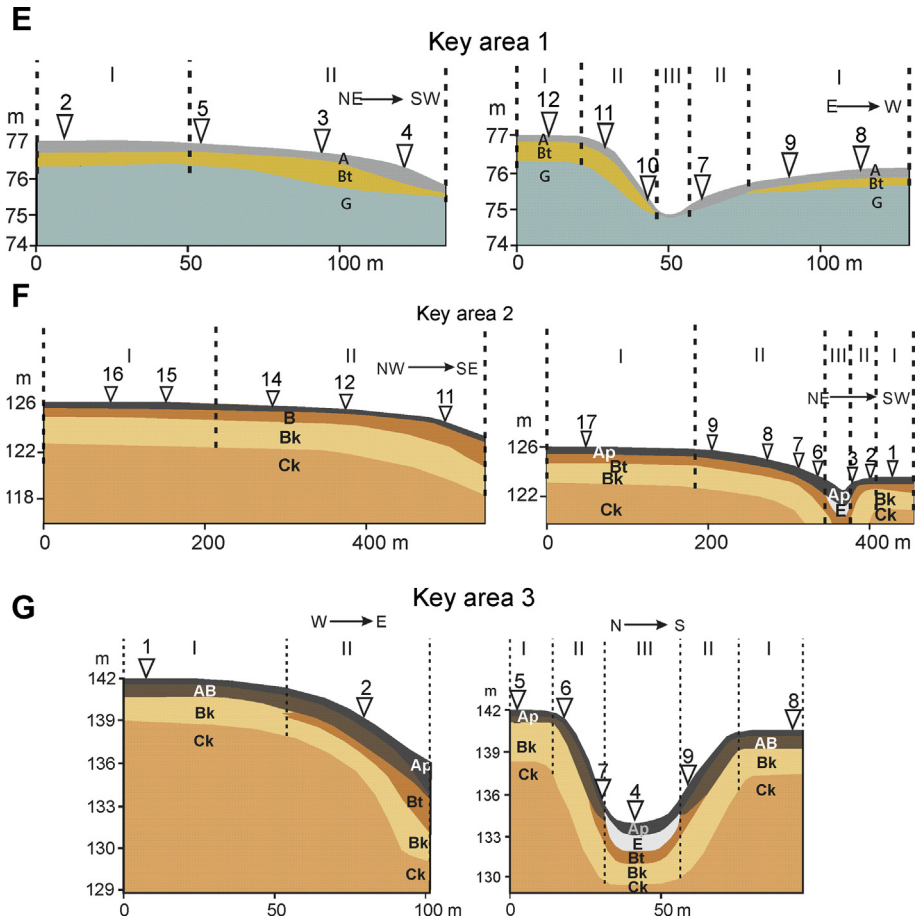


Fig. 1. (continued).

size distribution was analysed using a laser diffraction technique and an ‘Analyzer 22’ equipment (Germany) in samples pre-treated with 4% $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ at the Lomonosov Moscow State University.

The total content of heavy metals was measured using an X-Ray fluorescence technique (Table 4) and a PANalytical spectrometer (Netherlands) at the Institute of Geology of Ore Deposits, Petrography, Mineralogy and Geochemistry of the Russian Academy of Sciences. The instrument was calibrated for trace elements in soils using a certified, standard reference material of Russian soils (SP-1 ‘Retisols’, and SP-2 ‘Chernozems’).

Table 3 (continued)

No Pit no	Horizon	Sampling depth, cm	Particle size (mm), %	pH TOC, %										Microelements, mg kg ⁻¹																		
				<1	1-5	5-10	10-50	50-250	250-1000	Fe	Si	Al	Ca	Mg	Ti	Na	S	P	Mn	Pb	Co	Ni	Sr	Cu	Zn	Cr	V	Rb	Ba	Th		
17	6	Argic	60-70	7.8	24	16	47	46	0.0	6.8	1.2	5.0	29	8.4	0.9	1.4	0.76	0.45	0.02	0.04	844	25	11	70	149	33	90	204	189	99	546	7
18	6	Argic	80-90	8.2	23	15	45	33	5.8	7.6	1.0	5.0	29	8.3	1.0	1.4	0.75	0.45	0.00	0.03	829	28	21	75	157	36	100	201	175	100	569	12
19	6	(Proto)calcic	95-105	7.7	20	11	31	27	27.2	7.9	0.9	4.6	28	7.7	2.6	1.4	0.73	0.45	0.03	0.03	837	27	19	69	175	45	110	187	156	97	530	8
20	7	Mollic	9-19	7.4	29	16	41	6.3	0.0	6.7	5.4	4.5	33	7.6	1.3	1.2	0.77	0.68	0.06	0.07	1202	32	22	54	186	60	155	222	152	105	508	12
21	7	Argic	35-45	9.6	29	18	42	1.3	0.0	7.6	0.9	5.0	29	8.3	1.4	1.4	0.76	0.37	0.02	0.04	806	33	22	67	159	38	94	183	185	105	498	12
22	7	(Proto)calcic	52-60	10.5	31	15	40	2.7	0.0	7.9	1.4	4.5	27	7.5	3.7	1.4	0.71	0.45	0.03	0.04	767	23	20	69	191	37	106	167	144	92	457	<5
23	7	Mollic	30-40	6.0	26	19	48	0.6	0.0	6.7	1.2	4.8	33	7.6	1.2	0.79	0.59	0.06	0.05	1128	26	23	68	186	43	122	209	141	114	534	<5	
24	8	Mollic	0-10	9.2	33	17	40	1.2	0.0	6.7	4.9	4.8	33	7.8	1.1	0.77	0.59	0.03	0.06	1128	25	19	59	171	44	130	212	172	113	558	9	
25	9	Mollic	8-18	7.8	31	16	43	2.0	0.0	7.2	6.0	4.5	33	7.7	1.3	1.1	0.76	0.68	0.02	0.07	1165	26	21	49	172	51	166	219	191	111	585	10
26	9	Mollic	25-35	9.3	33	15	42	0.8	0.0	7.2	5.2	4.6	33	7.7	1.3	1.1	0.78	0.59	0.02	0.06	1134	31	25	54	178	42	180	210	169	111	608	10
27	9	Argic	42-52	8.1	27	16	46	2.0	0.0	7.5	1.4	5.0	30	8.7	0.8	1.4	0.76	0.45	0.00	0.03	782	15	24	56	140	41	91	189	191	109	508	12
28	9	Argic	80-90	9.6	30	16	41	3.8	0.0	7.8	0.9	5.0	30	8.6	0.9	1.4	0.77	0.45	0.00	0.04	868	36	18	64	157	43	113	196	192	101	538	10
29	9	(Proto)calcic	90-100	12.2	32	13	41	1.3	0.0	8.0	1.0	4.2	27	7.4	5.2	1.4	0.70	0.45	0.04	0.04	728	17	18	59	201	34	74	153	136	82	483	9
30	11	Mollic	8-18	9.5	36	3	52	0.2	0.0	6.6	4.2	4.5	31	7.4	1.1	1.1	0.75	0.45	0.04	0.07	1085	34	21	61	159	45	104	212	171	104	539	5
31	11	Argic	30-40	8.6	30	17	43	0.4	0.0	6.6	1.1	5.3	29	8.5	0.8	1.3	0.74	0.37	0.02	0.04	798	29	18	67	137	32	99	188	182	104	516	7
32	11	Argic	60-70	9.2	30	9	51	1.2	0.0	6.5	1.2	5.0	30	8.6	0.9	1.4	0.76	0.45	0.02	0.04	837	24	25	65	144	40	142	206	188	100	566	9
33	11	Argic	95-105	12.0	32	13	42	0.5	0.0	7.5	0.9	5.0	32	8.2	1.3	1.3	0.78	0.73	0.00	0.03	902	32	20	70	163	41	163	192	173	102	536	10
34	11	(Proto)calcic	112-116	17.3	43	8	32	0.2	0.0	8.0	0.8	4.7	28	7.7	2.3	1.3	0.73	0.45	0.02	0.03	821	23	18	70	162	49	115	174	156	94	552	9
35	11	Mollic	25-35	8.4	32	18	40	1.6	0.0	6.5	3.9	4.9	32	8.4	1.1	1.2	0.81	0.67	0.00	0.06	932	30	18	58	160	61	182	207	186	109	593	8
36	12	Mollic	5-10	8.5	35	8	48	0.7	0.0	7.0	6.1	4.2	33	7.3	1.3	1.1	0.76	0.60	0.05	0.08	1243	28	24	47	173	62	158	241	181	105	624	9
37	12	Argic	30-40	9.6	33	17	39	0.7	0.0	6.8	1.4	5.2	28	8.1	0.8	1.2	0.76	0.37	0.02	0.04	829	34	17	71	144	87	119	204	184	112	541	10
38	12	Argic	60-70	8.7	27	17	45	1.7	0.0	6.8	1.1	5.0	30	8.5	0.9	1.4	0.77	0.45	0.02	0.04	906	27	28	65	144	37	85	203	189	99	529	<5
39	12	Argic	85-95	9.0	26	17	46	2.7	0.0	7.4	0.8	4.9	29	8.2	0.9	1.4	0.75	0.45	0.02	0.03	837	29	19	76	152	119	145	209	178	101	524	8
40	12	(Proto)calcic	100-105	15.8	30	10	44	0.0	0.0	7.6	0.8	4.7	30	8.3	1.2	1.5	0.76	0.52	0.02	0.03	868	21	29	57	164	38	87	169	190	97	560	<5
41	12	Mollic	25-35	8.4	27	12	51	2.1	0.0	6.3	3.8	4.9	32	8.2	1.1	1.2	0.81	0.67	0.00	0.05	1053	32	22	62	168	45	130	195	200	112	554	15
42	14	Mollic	0-10	9.3	38	16	36	0.8	0.0	7.4	2.3	4.5	33	7.6	1.5	1.2	0.76	0.68	0.05	0.08	1143	28	22	55	184	51	158	279	179	105	596	8
43	15	Mollic	0-10	8.5	35	15	39	2.8	0.0	6.8	4.6	4.3	34	7.1	1.1	1.1	0.78	0.58	0.03	0.05	1228	22	29	47	172	60	135	226	156	107	526	11
44	16	Mollic	10-20	5.7	24	11	57	2.6	0.0	6.1	6.2	3.6	35	6.2	1.1	0.8	0.77	0.68	0.03	0.08	1400	17	17	39	158	58	127	153	152	96	588	<5
45	16	Mollic	20-30	6.1	26	8	51	2.3	5.9	6.2	4.9	3.9	35	6.6	1.0	0.9	0.82	0.66	0.09	0.06	1358	33	20	46	160	58	107	173	186	99	583	10
46	16	Argic	30-40	8.0	30	15	45	3.0	0.0	6.2	1.8	5.2	29	8.3	0.8	1.2	0.74	0.37	0.02	0.03	859	31	25	70	131	47	125	213	185	108	504	9
47	16	Argic	50-60	7.8	26	16	46	0.9	3.1	6.2	1.0	5.2	29	8.6	0.8	1.3	0.74	0.37	0.02	0.03	883	35	25	70	134	44	115	189	195	107	541	13
48	16	Argic	80-90	8.4	28	13	43	7.0	0.1	6.7	0.8	5.0	29	8.3	0.9	1.3	0.76	0.45	0.02	0.03	782	30	29	71	139	39	86	205	174	101	526	9
49	16	(Proto)calcic	95-105	13.4	36	11	39	0.9	0.0	8.0	0.8	4.5	27	7.2	3.9	1.3	0.71	0.45	0.03	0.03	751	37	24	71	167	43	78	153	152	92	472	11
50	17	Mollic	10-20	9.1	34	16	38	2.5	0.0	6.7	4.9	4.6	33	7.6	1.2	1.1	0.77	0.67	0.02	0.05	1170	27	17	53	173	53	117	248	184	110	595	15
51	17	Argic	41-51	9.1	29	13	46	3.1	0.0	6.8	0.9	4.9	29	8.2	0.9	1.3	0.76	0.45	0.02	0.03	775	18	26	69	154	37	82	212	180	97	534	9

Key area 3. Chernozems

1	1	Chernic	5-10	6.4	27	17	39	11	0.01	6.5	7.4	3.4	24	5.6	1.0	0.8	0.50	0.44	0.03	0.06	724	16	20	40	139	24	117	132	127	409	77	5.1
2	1	Chernic	21-31	6.4	27	16	35	15	0.21	6.6	7.3	3.5	24	5.7	1.0	0.8	0.52	0.45	0.03	0.05	720	18	16	38	144	28	132	141	130	404	77	10.3
3	1	Mollic-argic	38-48	7.1	27	18	37	11	0.04	7.7	3.3	4.2	27	6.6	0.8	1.0	0.58	0.47	0.03	0.04	669	23	18	51	146	24	114	166	157	459	82	4.5
4	1	(Proto)calcic	80-90	10.2	27	14	33	16	0.19	8.3	1.5	4.3	25	6.8	5.0	1.2	0.63	0.30	0.07	0.03	651	27	13	70	183	33	66	178	119	410	79	9.0
5	2	Chernic	5-10	7.2	29	15	38	10	0.06	6.6	6.8	3.6	24	5.8	1.0	0.9	0.52	0.51	0.02	0.06	756	18	17	45	149	33	138	158	124	413	74	8.6

6	2	Chemic	27-37	8.0	31	19	39	3	0.02	6.7	5.9	3.8	25	6.1	1.0	1.0	0.54	0.45	0.03	0.06	766	13	11	52	150	30	115	185	143	437	79	4.4
7	2	Mollic-argic	43-53	16.1	40	12	29	3	0	7.5	2.6	5.0	27	7.2	1.0	1.3	0.69	0.37	0.08	0.03	844	35	14	88	172	43	88	217	171	489	93	12.0
8	2	(Proto)calcic	65-75	7.3	24	15	38	16	0.44	8.3	1.3	4.3	26	6.8	6.0	1.4	0.62	0.45	0.06	0.04	759	27	19	70	222	44	71	166	139	407	79	7.0
9	5	Chemic	6-16	7.1	31	16	44	2	0.03	6.7	10.2	3.4	24	5.4	1.1	0.8	0.50	0.44	0.04	0.07	782	17	18	42	147	31	100	151	121	429	75	6.8
10	5	Chemic	36-36	6.6	28	18	42	5	0.05	7.6	5.0	4.0	25	6.4	1.0	1.0	0.57	0.46	0.05	0.05	769	31	19	50	149	28	115	165	149	451	82	10.6
11	5	Mollic-argic	42-52	7.1	26	17	39	10	0.11	8.1	3.7	4.1	27	6.5	1.0	1.1	0.57	0.47	0.06	0.04	745	25	15	54	148	31	116	187	161	443	80	9.1
12	5	(Proto)calcic	75-85	10.2	28	14	35	13	0.04	8.5	0.5	4.2	25	6.8	5.4	1.3	0.63	0.37	0.08	0.04	713	15	19	67	188	30	68	186	120	400	80	7.0
13	6	Chemic	8-18	7.0	28	17	41	6	0.09	6.7	8.5	3.6	24	5.5	1.1	0.9	0.50	0.38	0.06	0.07	819	25	13	48	153	30	89	156	130	388	76	4.3
14	6	Chemic	35-45	8.1	28	17	41	6	0.08	7.6	2.9	4.2	26	6.7	0.9	1.2	0.59	0.47	0.06	0.04	800	33	23	67	153	26	96	184	150	435	80	10.9
15	6	(Proto)calcic	75-85	12.4	34	15	36	3	0.02	8.4	0.9	4.3	25	6.8	5.8	1.5	0.63	0.37	0.07	0.03	720	18	17	68	219	35	69	165	133	358	81	6.0
16	7	Chemic	4-14	7.4	29	17	39	8	0.05	6.6	6.7	3.6	25	5.8	1.0	0.9	0.52	0.45	0.03	0.06	835	23	13	47	151	31	93	139	144	404	77	0.0
17	7	Chemic	19-29	5.3	21	13	28	6	26.64	6.9	6.3	3.7	25	5.9	1.0	1.0	0.54	0.45	0.02	0.06	809	24	13	48	143	23	110	174	124	441	77	12.2
18	7	Mollic-argic	33-43	11.3	34	16	36	2	0.05	7.7	1.1	4.9	28	7.7	1.2	1.4	0.69	0.37	0.06	0.03	852	23	22	84	170	33	83	214	177	507	93	10.0
19	7	(Proto)calcic	75-85	35.4	40	9	12	3	0.08	8.5	0.4	4.3	25	6.8	5.3	1.4	0.62	0.37	0.07	0.03	775	21	13	69	214	38	71	170	124	417	80	<5
20	8	Chemic	5-15	7.7	32	7	46	7	0.3	6.4	8.5	3.3	23	5.3	1.1	0.8	0.47	0.44	0.03	0.06	748	19	13	41	149	31	118	150	129	416	76	5.0
21	8	Chemic	20-30	4.6	19	9	31	5	29.98	6.7	7.1	3.4	23	5.3	1.1	0.8	0.49	0.44	0.03	0.06	729	23	14	39	147	30	119	168	126	366	79	0.0
22	8	Mollic-argic	45-55	9.9	26	10	43	11	0.38	7.0	2.0	4.2	27	6.5	0.9	1.0	0.60	0.54	0.02	0.03	743	22	24	54	153	30	113	209	159	466	78	9.1
23	8	Mollic-argic	60-65	9.3	30	16	39	5	0.02	7.6	0.8	4.1	28	6.4	0.9	1.1	0.58	0.54	0.03	0.03	724	27	23	49	151	28	147	190	158	476	76	7.3
24	8	(Proto)calcic	87-97	14.6	41	14	30	0	0.02	8.3	0.9	4.3	25	6.8	5.3	1.4	0.64	0.37	0.06	0.03	713	25	18	68	210	39	74	169	133	387	82	<5
25	9	Chemic	5-15	7.2	31	11	42	8	0.24	6.8	6.9	3.5	23	5.5	1.1	0.9	0.50	0.44	0.04	0.07	767	19	18	43	149	34	129	155	136	392	75	6.8
26	9	Chemic	25-35	6.8	30	11	42	10	0.24	6.9	7.4	3.6	23	5.6	1.2	0.9	0.50	0.44	0.04	0.06	752	19	15	46	151	38	129	157	140	397	78	6.0
27	9	(Proto)calcic	40-50	9.1	29	11	40	10	0.15	7.4	2.5	4.9	27	6.9	1.0	1.2	0.67	0.37	0.08	0.03	798	33	18	84	165	80	95	181	168	494	90	9.0
28	9	(Proto)calcic	62-72	21.6	31	8	35	4	0.3	8.3	0.8	4.4	24	6.5	5.2	1.3	0.62	0.37	0.08	0.04	689	24	20	75	212	32	72	181	133	380	79	9.0

na – not available. Pit location is presented in Fig. 1.

Table 4
Root mean square deviation (relative %) for X-Ray fluorescence analysis.

Concentration, %	Na ₂ O	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	K ₂ O	CaO	TiO ₂	MnO	Fe ₂ O ₃	P ₂ O ₅	S	V	Cr	Co,Ni,Cu, Zn	Rb, Sr	Ba	Pb	Th, U
60–100	na	OC.	0.6	0.4	na	na	na	na	0.4	na	na	na	na	na	na	na	na	na
50–60	na	0.7	0.6	0.4	na	0.6	0.4	0.4	0.4	na	na	na	na	na	na	na	na	na
40–50	na	0.9	0.8	0.5	na	0.7	0.5	0.5	0.5	na	0.4	na	0.5	na	na	na	na	na
30–40	na	0.9	1.1	0.7	na	0.9	0.6	0.6	0.6	0.6	0.5	na	0.6	na	na	na	na	na
20–30	na	1.3	1.4	1.0	na	1.1	0.8	0.7	0.7	0.8	0.6	na	0.8	0.7	0.6	na	na	na
10–20	1.8	1.7	1.8	1.6	1.8	1.6	1.1	1.1	1.1	1.4	0.8	na	1.0	1.1	0.9	na	1.1	na
5–10	2.7	2.3	2.7	2.5	2.7	2.5	1.8	2.2	2.2	1.6	1.7	na	1.3	1.4	1.1	1.4	1.4	na
2–5	4.0	3.3	4.0	3.4	4.0	3.4	2.7	3.5	3.5	2.5	2.7	3.0	1.8	2.3	1.6	2.4	2.4	na
1–2	5.0	4.5	5.5	4.7	5.0	4.7	3.5	5.0	5.0	2.2	3.8	4.0	2.3	3.4	2.5	3.4	3.4	2.0
0.5–1	6.0	6.5	7.5	6.0	6.0	6.0	4.5	6.5	6.5	3.0	5.0	5.0	3.0	4.5	3.5	4.5	4.5	2.7
0.2–0.5	8.0	8.0	10.0	8.5	8.0	8.5	5.5	8.5	8.5	4.1	6.0	6.0	3.5	5.5	4.5	5.5	5.5	4.0
0.1–0.2	10.0	10.5	12.5	10.5	10.0	10.5	7.0	10.5	10.5	4.7	7.0	8.0	4.3	7.0	6.0	7.0	7.0	5.0
(1000–500) × 10 ⁻⁴	12.0	13.5	14.0	13.5	12.0	13.5	9.0	12.5	12.5	6.0	8.5	9.0	5.0	9.0	8.0	9.0	8.5	6.5
(500–200) × 10 ⁻⁴	14.0	15.0	15.0	15.0	14.0	15.0	10.5	14.0	14.0	8.0	10.5	10.5	5.5	10.5	9.0	10.5	10.5	9.0
(200–100) × 10 ⁻⁴	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	13.5	15.0	15.0	10.5	13.0	12.5	7.0	12.5	10.5	12.5	12.5	12.5
(100–50) × 10 ⁻⁴	na	na	na	na	na	15.0	14.5	15.0	15.0	12.0	na	15.0	9.0	13.5	12.0	15.0	15.0	15.0
(50–20) × 10 ⁻⁴	na	na	na	na	na	na	15.0	15.0	na	12.5	na	15.0	10.5	15.0	13.5	na	15.0	15.0
(20–10) × 10 ⁻⁴	na	na	na	na	na	na	na	15.0	na	na	na	na	na	20.0	15.0	na	15.0	15.0

na – not available. Root mean square deviations corresponding to concentration in samples analysed are in bold.

Table 5Descriptive statistics results for grain size fractions (G1 – G6), pH, TOC, macroelements (%) and heavy metals (mg kg⁻¹).

Parameter	Min	P ₁₀	P ₂₅	M	GM	P ₅₀	P ₇₅	P ₉₀	Max	V	SD	Cv,%	Skewness	Kurtosis	N
Key site 1. Retisols															
Albic															
G1	1,5	2,5	2,9	33,7	9,1	3,6	100	100	100	2195	46,9	139	0,89	-1,39	16
G2	6,2	7,4	10,1	39,2	21,5	13,5	100	100	100	1859	43,1	110	0,88	-1,39	16
G3	4,2	5,9	6,4	37,2	17,3	10,3	100	100	100	1978	44,5	120	0,88	-1,39	16
G4	23,3	34,7	41,3	61,5	55,6	49,4	100	100	100	820	28,6	47	0,61	-1,38	16
G5	8,5	22,3	27,7	52,1	41,4	34,0	100	100	100	1235	35,2	67	0,68	-1,42	16
G6	0	0	0	34,4		0,04	100	100	100	2225	47,2	137	0,8	-1,47	16
pH	2,5	4,2	4,35	4,51	4,46	4,69	4,82	5	5,25	0,38	0,61	14	-2,48	8,11	16
TOC	0,27	0,41	0,53	0,81	0,72	0,69	1,06	1,37	1,82	0,17	0,41	50	1,11	1,06	16
Fe	1,8	1,82	2,23	2,98	2,83	2,75	3,43	3,79	6,29	1,19	1,09	36	1,88	5,17	16
Si	23,9	24,5	29,6	31,1	30,9	32,5	33,6	34,2	34,4	12,0	3,5	11	-1,22	0,2	16
Al	3,98	4,07	4,16	5,29	5,2	5,59	6,14	6,41	6,46	0,97	0,99	19	-0,26	-1,87	16
Ca	0,4	0,43	0,57	0,59	0,59	0,59	0,65	0,7	0,79	0,01	0,09	16	-0,28	1,04	16
Mg	0,27	0,29	0,32	0,52	0,48	0,56	0,66	0,72	0,72	0,03	0,18	35	-0,24	-1,86	16
Ti	0,45	0,49	0,51	0,6	0,6	0,62	0,69	0,71	0,71	0,01	0,1	16	-0,23	-1,75	16
Na	0,45	0,45	0,67	0,79	0,76	0,78	0,9	1,07	1,17	0,04	0,2	26	0,08	-0,19	16
S	0,02	0,02	0,02	69,44	6,95	101	101	101	101	2337	48	70	-0,9	-1,39	16
P	0,03	0,03	0,04	0,06	0,06	0,05	0,07	0,12	0,19	0	0,04	64	2,26	5,92	16
Mn	171	211	341	772	585	511	1422	1589	1994	356583	597	77	0,92	-0,73	16
Pb	6,5	7,5	10,8	15,3	14,1	13,7	18,7	27	28,2	39,7	6,3	41	0,74	0,04	16
Co	5,4	5,7	8,8	11,9	11,0	11,4	13	17	28,0	28,9	5,4	45	1,78	4,98	16
Ni	11,2	12,7	14,0	19,6	18,4	18,5	23	28	42,9	63,1	7,9	40	1,77	4,09	16
Sr	96	119	129	145	143	148	166	169	172	527	23	16	-0,53	-0,72	16
Cu	13	13	19	35	30	32	56	63	64	371	19	56	0,47	-1,4	16
Zn	33	40	44	52	51	50	58	63	88	162	13	25	1,46	3,81	16
Cr	89	102	107	132	129	133	153	168	169	672	26	20	-0,06	-1,42	16
V	88	90	104	113	112	113	126	131	133	201	14	13	-0,3	-0,7	16
Rb	58	63	65	71	70	70	73	85	89	65	8	11	0,82	0,85	16
Ba	380	424	479	519	514	521	568	596	636	4522	67	13	-0,27	-0,17	16
Th	3,7	4,1	5,2	36	14	6,9	101	101	101	2071	46	128	0,89	-1,39	16
Argic															
G1	1,7	1,7	3,0	3,5	3,3	3,6	4,1	4,9	4,9	1,2	1,1	32	-0,54	0,61	6
G2	3,8	3,8	7,2	9,8	9,0	10,7	12,9	13,4	13,4	13,9	3,7	38	-0,83	-0,42	6
G3	2,3	2,3	4,8	6,1	5,6	6,6	8,2	8,3	8,3	5,2	2,3	37	-0,91	0,08	6
G4	31,7	31,7	47,3	49,4	48,5	53,1	55,1	56,0	56,0	84,6	9,2	19	-1,9	3,64	6
G5	18,6	18,6	19,9	26,4	25,6	26,5	33,0	34,1	34,1	49,9	7,1	27	-0,02	-2,92	6
G6	0	0	0	4,89		0,01	0,02	29	29	143	12	245	2,45	6	6
pH	4,7	4,7	4,8	5,0	5,0	4,9	5,2	5,4	5,4	0,1	0,3	5	0,78	-1,08	6
TOC	0,21	0,21	0,33	0,37	0,36	0,38	0,44	0,46	0,46	0,01	0,09	25	-1,03	0,77	6
Fe	3,4	3,4	3,5	4,0	3,9	3,9	4,5	4,6	4,6	0,2	0,5	12	0,31	-1,85	6
Si	30,1	30,1	30,5	31,3	31,3	30,9	32,6	33,0	33,0	1,4	1,2	4	0,73	-1,58	6
Al	6,0	6,0	6,1	6,2	6,2	6,2	6,4	6,6	6,6	0,04	0,2	3	0,55	-0,24	6
Ca	0,65	0,65	0,67	0,7	0,7	0,69	0,73	0,76	0,76	0	0,04	6	0,72	-0,26	6
Mg	0,66	0,66	0,66	0,72	0,72	0,73	0,78	0,78	0,78	0	0,05	7	-0,2	-1,94	6
Ti	0,59	0,59	0,62	0,65	0,65	0,65	0,67	0,71	0,71	0	0,04	6	0,15	0,06	6
Na	0,59	0,59	0,59	0,66	0,66	0,65	0,74	0,74	0,74	0	0,07	10	0,37	-2,12	6
S	0,02	0,02	0,02	67,34	5,89	101	101	101	101	2719	52	77	-0,97	-1,88	6
P	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04	0	0,01	19	0,67	-1,93	6
Mn	349	349	364	451	442	438	511	606	606	10228	101	22	0,59	-1,05	6
Pb	8	8	15	16	16	16	19,79	23	23	25,97	5,1	31	-0,53	0,93	6
Co	12	12	12	13	13	13	14	17	17	3,8	2,0	15	1,67	2,63	6
Ni	24	24	31	35	34	35	40	43	43	46	6,8	20	-0,6	0,03	6
Sr	154	154	165	168	168	169	174	176	176	65	8	5	-1,15	1,4	6
Cu	37	37	47	57	56	58	67	78	78	227	15	26	0,01	-1,02	6
Zn	52	52	59	65	64	63	66	88	88	147	12	19	1,5	3,13	6
Cr	150	150	151	164	164	167	169	180	180	132	12	7	-0,12	-0,93	6
V	112	112	128	128	128	130	134	135	135	70	8,4	7	-1,91	4,07	6

(continued on next page)

Table 5 (continued)

Parameter	Min	P ₁₀	P ₂₅	M	GM	P ₅₀	P ₇₅	P ₉₀	Max	V	SD	Cv,%	Skewness	Kurtosis	N	
Rb	65	65	67	70	69	70	72	73	73	9	3,1	4	-0,45	-1,29	6	
Ba	530	530	535	543	543	538	547	570	570	207	14	3	1,74	3,21	6	
Th	4,7	4,7	7	7,8	7,6	8	9	10	10	4	1,9	25	-0,65	-0,22	6	
Follic																
pH	5,6	5,8	5,9	6,0	6,0	6,0	6,2	6,5	6,5	0,1	0,2	4	0,53	0,36	17	
TOC	9,8	10,1	12,2	24,1	21,2	21,4	35,4	41,1	48,5	145,7	12,1	50	0,5	-0,8	17	
Fe	0,04	0,1	0,2	1,2	0,6	0,7	2,0	2,7	4,0	1,4	1,2	99	0,93	-0,07	17	
Si	0,3	0,8	2,2	11,4	5,6	8,0	22,3	27,5	27,6	108,2	10,4	91	0,44	-1,56	17	
Al	0,04	0,1	0,4	1,9	0,9	1,3	3,7	4,3	4,7	3,0	1,7	91	0,42	-1,6	17	
Ca	0,2	0,3	0,4	1,3	0,7	0,6	1,0	3,9	6,3	2,8	1,7	132	2,24	4,5	17	
Mg	0,03	0,05	0,11	0,44	0,24	0,23	0,47	1,57	1,85	0,29	0,54	122	1,86	2,56	17	
Ti	0	0,01	0,04	0,2	0,1	0,14	0,38	0,5	0,52	0,04	0,19	93	0,46	-1,51	17	
Na	0,01	0,01	0,06	0,26	0,13	0,18	0,48	0,6	0,65	0,05	0,23	89	0,4	-1,53	17	
S	0,03	0,03	0,05	0,17	0,08	0,06	0,09	0,64	0,96	0,07	0,26	156	2,42	5,34	17	
P	0,01	0,03	0,04	0,12	0,07	0,06	0,09	0,47	0,57	0,03	0,16	129	2,24	4,13	17	
Mn	317	414	700	2684	1525	1209	3761	8967	10063	9141989	3024	113	1,57	1,57	17	
Pb	1,07	3,7	10	26	15	18	22	80	112	899	30	115	2,01	3,62	17	
Co	0	2,9	9,1	44		21	101	101	101	1932	44	100	0,6	-1,75	17	
Ni	2,65	3	7,7	26	14	11	23	102	125	1260	35	138	2,2	4,04	17	
Sr	5,99	10	23	85	51	53	125	225	271	6816	83	97	1,13	0,23	17	
Cu	2,25	2,7	6,0	16	11	10	20	44	50	198	14	91	1,41	1,31	17	
Zn	18,25	29	44	141	81	66	94	596	606	35296	188	133	2,07	3,08	17	
Cr	2,57	5,1	17	64	35	43	97	172	191	3730	61	95	0,91	-0,39	17	
V	1,07	2,2	7,3	39	19	23	64	90	96	1289	36	92	0,46	-1,5	17	
Rb	0,9	1,8	5,9	30	15	20	55	72	72	770	28	93	0,5	-1,51	17	
Ba	37	58	114	416	252	298	564	1136	1282	161256	402	97	1,1	0,02	17	
Th	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	
Gleyic																
G1	2,4	2,8	2,9	3,7	3,6	3,3	4,6	5,1	5,6	0,9	0,9	26	0,63	-0,98	19	
G2	6,7	6,8	8,1	10,0	9,7	9,4	11,3	14,4	15,1	6,2	2,5	25	0,74	-0,43	19	
G3	3,6	3,9	5,2	6,2	6,0	5,8	7,4	8,5	9,0	2,6	1,6	26	0,17	-0,93	19	
G4	35,9	36,2	39,6	45,1	44,8	45,5	51,0	52,4	54,8	36,4	6,0	13	-0,07	-1,4	19	
G5	18,9	21,2	25,7	35,0	33,6	34,9	45,0	46,9	47,5	94,3	9,7	28	-0,2	-1,42	19	
G6	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0,3	0	0,1	209	3,75	15,09	19	
pH	4,7	4,8	4,9	5,2	5,2	5,1	5,5	5,8	6,1	0,2	0,4	8	0,72	-0,39	19	
TOC	0,05	0,08	0,24	0,37	0,32	0,37	0,51	0,59	0,61	0,03	0,16	43	-0,42	-0,42	19	
Fe	2,9	3,0	3,6	4,1	4,0	3,9	4,2	4,7	8,4	1,3	1,1	28	3,22	12,51	19	
Si	27	30	31	31	31	31	32	33	34	1,9	1,4	4	-1,54	5,79	19	
Al	5,9	6,1	6,5	6,6	6,6	6,6	6,8	6,9	7,0	0,1	0,3	4	-0,79	0,23	19	
Ca	0,63	0,65	0,71	0,75	0,75	0,74	0,78	0,83	0,87	0	0,06	8	-0,07	0,29	19	
Mg	0,66	0,66	0,72	0,78	0,77	0,78	0,84	0,84	0,84	0	0,06	8	-0,58	-0,73	19	
Ti	0,59	0,64	0,66	0,67	0,67	0,67	0,68	0,7	0,73	0	0,03	4	-0,77	2,9	19	
Na	0,45	0,59	0,59	0,66	0,65	0,67	0,74	0,74	0,89	0,01	0,1	15	0,32	1,22	19	
S	0,02	0,02	0,03	0,03	0,01	0,01	0,03	0,03	0,04	0,08	0	0,01	36	2,87	10,37	19
P	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,08	0	0,01	36	2,87	10,37	19	
Mn	263	279	310	451	402	364	434	682	1635	94803	308	68	3,5	13,45	19	
Pb	11	11	17	21	20	23	24	28	31	32	5,6	27	-0,35	-0,57	19	
Co	1	9	12	14	13	14	18	25	26	31	5,6	38	0,03	1,71	19	
Ni	20	26	32	38	36	38	42	43	68	91	10	25	1,49	5,62	19	
Sr	165	165	168	172	172	171	175	179	179	22	4,7	3	0,17	-1,07	19	
Cu	17	36	42	59	53	45	65	102	171	1079	33	56	2,4	7,43	19	
Zn	50	56	59	65	64	63	69	76	91	81	9,0	14	1,29	2,99	19	
Cr	156	158	160	174	174	174	188	193	194	196	14	8	0,13	-1,72	19	
V	118	122	127	135	135	134	144	147	161	119	11	8	0,45	0,01	19	
Rb	69	70	72	74	74	75	77	79	80	10	3,2	4	-0,05	-0,86	19	
Ba	515	515	527	541	541	540	550	569	577	310	18	3	0,27	-0,42	19	
Th	5	5	6	17	10	8	10	101	101	871	30	169	2,77	6,41	19	

Table 5 (continued)

Parameter	Min	P ₁₀	P ₂₅	M	GM	P ₅₀	P ₇₅	P ₉₀	Max	V	SD	Cv,%	Skewness	Kurtosis	N
Umbric															
G1	1,2	1,3	1,8	11,0	3,4	3,1	3,8	4,5	100	805	28,4	259	3,46	11,96	12
G2	5,1	5,3	5,7	18,3	11,7	10,8	15,1	21,3	100	703	26,5	145	3,25	10,93	12
G3	3,4	4,1	4,9	16,0	9,2	8,7	12,0	14,8	100	730	27,0	169	3,36	11,45	12
G4	19,0	21,8	30,1	47,6	43,0	50,6	55,2	59,5	100	485	22,0	46	1,03	2,39	12
G5	8,6	9,3	16,1	31,0	25,0	27,5	33,1	45,1	100	599	24,5	79	2,36	6,78	12
G6	0,0	0,0	0,0	18,4		4,4	28,3	37,7	100	871	29,5	161	2,28	5,84	12
pH	4,7	4,7	4,9	5,3	5,2	5,1	5,7	5,9	6,0	0,2	0,5	9	0,39	-1,43	12
TOC	0,7	0,9	1,3	2,7	2,2	2,0	4,0	4,5	6,3	3,1	1,8	66	0,8	-0,25	12
Fe	1,88	2,17	2,26	3,22	3,03	2,85	3,93	5,28	5,54	1,48	1,21	38	1	-0,09	12
Si	25,26	27,03	28,19	30,46	30,32	30,58	32,94	33,84	35,23	9,1	3,02	10	-0,11	-0,87	12
Al	3,59	4,26	4,63	5,27	5,2	5,5	5,73	6,3	6,49	0,74	0,86	16	-0,62	-0,2	12
Ca	0,55	0,58	0,58	0,77	0,73	0,66	0,89	0,99	1,52	0,08	0,28	36	2,06	4,64	12
Mg	0,3	0,4	0,48	0,57	0,56	0,59	0,69	0,75	0,75	0,02	0,14	25	-0,54	-0,26	12
Ti	0,47	0,48	0,52	0,59	0,58	0,61	0,64	0,66	0,67	0	0,07	12	-0,62	-1,01	12
Na	0,56	0,58	0,59	0,68	0,67	0,62	0,79	0,84	0,89	0,01	0,12	17	0,94	-0,78	12
S	0,02	0,02	0,02	8,45	0,06	0,03	0,06	0,11	101	849	29	345	3,46	12	12
P	0,02	0,03	0,04	0,07	0,06	0,07	0,08	0,09	0,22	0	0,05	74	2,43	7,22	12
Mn	245	426	510	1940	1239	1265	3307	4005	5576	3116490	1765	91	0,95	-0,21	12
Pb	11	11	16	21	20	20	24	30	41	68	8,3	39	1,23	1,87	12
Co	6,0	11	14	17	16	17	22	23	26	33	5,8	33	-0,36	-0,26	12
Ni	14	15	16	27	24	22	36	43	47	146	12	45	0,54	-1,35	12
Sr	115	115	136	150	148	154	162	171	187	484	22	15	-0,38	-0,28	12
Cu	11	13	15	30	26	25	43	51	61	269	16	55	0,67	-0,68	12
Zn	44	47	58	76	72	76	89	95	129	580	24	32	0,76	0,84	12
Cr	104	106	109	131	129	124	149	170	179	650	26	19	0,75	-0,61	12
V	85	94	106	116	115	115	128	136	147	308	18	15	-0,03	-0,24	12
Rb	50	60	62	70	69	65	80	88	92	164	13	18	0,61	-0,52	12
Ba	447	470	509	587	574	534	641	735	952	20013	141	24	1,79	3,46	12
Th	4,6	4,7	5,3	45	19	6,9	101	101	101	2406	49	108	0,39	-2,26	12

Key site 2. Phaeozems
(Proto)calcic

G1	5,4	5,4	10,5	11,5	11,0	10,8	13,4	17,3	17,3	14	3,71	32	-0,05	-0,19	9
G2	12,5	12,5	26,6	28,9	27,5	30,2	32,3	42,6	42,6	76	8,75	30	-0,52	0,8	9
G3	6,0	6,0	8,3	10,7	10,3	10,5	13,3	15,0	15,0	9,6	3,11	29	-0,01	-1,09	9
G4	15,8	15,8	32,3	36,2	34,8	39,2	40,9	45,3	45,3	80	8,94	25	-1,62	3,12	9
G5	0	0	0,9	1,4		1,3	2,7	2,7	2,7	1,2	1,07	75	0,17	-1,53	9
G6	0	0	0	11,3		0	14,5	59,5	59,5	419	20,47	182	2,02	3,96	9
pH	7,6	7,6	7,9	7,9	7,9	8,0	8,0	8,1	8,1	0,02	0,14	2	-1,91	4,32	9
TOC	0,25	0,25	0,56	0,76	0,67	0,78	0,93	1,37	1,37	0,12	0,35	46	0,16	0,01	9
Fe	3,98	3,98	4,24	4,43	4,42	4,5	4,63	4,69	4,69	0,07	0,26	6	-0,82	-0,73	9
Si	27	27	27	28	28	27	28	30	30	1,3	1,2	4	1,15	1,34	9
Al	6,8	6,8	7,4	7,5	7,5	7,5	7,7	8,3	8,3	0,18	0,42	6	0,14	1,3	9
Ca	1,2	1,2	2,6	3,7	3,4	3,7	5,2	6,0	6,0	2,4	1,6	42	-0,08	-0,87	9
Mg	1,3	1,3	1,4	1,4	1,4	1,4	1,5	1,6	1,6	0,01	0,11	8	-0,58	-0,84	9
Ti	0,65	0,65	0,7	0,71	0,71	0,71	0,73	0,76	0,76	0	0,03	4	-0,23	0,49	9
Na	0,37	0,37	0,45	0,45	0,44	0,45	0,45	0,52	0,52	0	0,04	8	0	4	9
S	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,05	0,05	0	0,01	30	0,5	-0,01	9
P	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,03	0,04	0,04	0,04	0	0	10	0	-1,45	9
Mn	705	705	751	782	780	775	821	868	868	2737	52	7	0,26	-0,64	9
Pb	17	17	22,5	25	25	26	27	37	37	31	5,6	22	0,8	1,87	9
Co	17,5	17,5	18	21	21	19	24	29	29	15	3,9	19	1,29	0,92	9
Ni	57	57	59	63	63	60	69	71	71	37	6,1	10	0,22	-2,35	9
Sr	162	162	167	190	189	191	201	243	243	727	27	14	0,88	0,33	9
Cu	34	34	37	41	41	43	45	49	48,5	26	5,1	12	-0,06	-1,46	9
Zn	70	70	74	89	87	86	106	115	115	298	17	19	0,55	-1,52	9
Cr	153	153	154	164	163	161	169	187	187	138	12	7	1,01	0,46	9
V	121	121	136	150	149	152	156	190	190	390	20	13	0,7	1,34	9
Rb	81	81	85	90	90	92	93,5	97	97	36	6,0	7	-0,49	-1,21	9

(continued on next page)

Table 5 (continued)

Parameter	Min	P ₁₀	P ₂₅	M	GM	P ₅₀	P ₇₅	P ₉₀	Max	V	SD	Cv,%	Skewness	Kurtosis	N
Ba	421	421	463	497	495	483	537	560	560	2379	49	10	-0,08	-1,43	9
Th	6	6	8,5	40	20	11	102	102	102	2161	46	116	0,85	-1,71	9
Argic															
G1	7,8	7,9	8,1	8,9	8,8	8,7	9,4	9,9	12,0	1,0	1,0	11	1,64	3,77	20
G2	23,2	23,4	26,0	28,2	28,0	28,6	29,9	32,8	34,0	10,0	3,2	11	-0,01	-0,6	20
G3	8,7	11,3	13,9	15,1	14,9	15,9	16,8	17,6	19,3	6,6	2,6	17	-1,07	1,27	20
G4	39,2	41,4	42,5	44,7	44,6	44,9	46,2	48,7	50,7	8,5	2,9	7	0,27	0,02	20
G5	0,4	0,6	1,1	2,6	2,0	2,4	3,5	4,9	7,0	3,2	1,8	69	0,81	0,22	20
G6	0	0	0	0,5	0	0	2,4	5,8	2,1	1,5	268	3,05	9,43	20	
pH	6,2	6,4	6,7	7,0	7,0	6,8	7,5	7,7	7,8	0,3	0,5	7	0,01	-1,39	20
TOC	0,23	0,75	0,87	1,08	1,01	1,06	1,31	1,58	1,82	0,13	0,36	33	-0,02	0,92	20
Fe	4,87	4,91	4,99	5,1	5,09	5,05	5,2	5,29	5,67	0,03	0,18	4	1,65	3,93	20
Si	28	28	29	29	29	29	30	30	32	0,71	0,84	3	1,76	6,29	20
Al	7,62	8,14	8,23	8,4	8,4	8,39	8,6	8,76	8,84	0,08	0,28	3	-0,76	1,68	20
Ca	0,78	0,8	0,83	0,9	0,89	0,85	0,93	1,01	1,39	0,02	0,13	15	2,92	10,06	20
Mg	1,14	1,2	1,31	1,34	1,34	1,38	1,38	1,44	1,44	0,01	0,09	6	-1,01	0,38	20
Ti	0,71	0,74	0,74	0,75	0,75	0,76	0,76	0,77	0,78	0	0,02	2	-1,11	2,14	20
Na	0,37	0,37	0,37	0,43	0,43	0,45	0,45	0,45	0,73	0,01	0,08	18	2,93	11,3	20
S	0	0	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,04	0	0,01	66	-0,29	0,11	20
P	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0	0	9	0,62	-0,8	20
Mn	775	782	802	832	831	825	856	900	906	1677	41	5	0,57	-0,66	20
Pb	15	21	27	29	28	29	32	36	39	32	5,69	20	-0,73	1,11	20
Co	11	16	18	21	20	20	25	26	28	20	4,44	21	-0,39	-0,36	20
Ni	56	65	67	69	69	70	71	76	78	25	5	7	-0,49	1,45	20
Sr	131	136	142	148	148	151	156	158	163	80	9,0	6	-0,37	-0,77	20
Cu	32	33	37	46	43	40	44	75	119	446	21	46	2,76	7,74	20
Zn	82	86	93	110	108	104	125	144	163	508	23	20	0,79	-0,07	20
Cr	183	189	193	200	200	201	206	213	214	80	8,9	4	-0,09	-0,86	20
V	171	174	179	184	184	185	189	192	195	50	7,0	4	-0,42	-0,97	20
Rb	97	99	101	104	104	103	108	113	114	26	5,1	5	0,6	-0,65	20
Ba	498	506	514	531	530	530	541	566	569	418	20	4	0,46	-0,42	20
Th	5	7	8	14	10	9	11	13	102	435	21	151	4,4	19,57	20
Mollic															
G1	5,7	6,1	7,4	7,9	7,8	7,9	8,5	9,3	9,5	1,2	1,1	14	-0,44	-0,44	22
G2	20,7	23,9	27,0	30,1	29,8	30,1	33,2	35,2	37,9	18,9	4,4	14	-0,32	-0,34	22
G3	3,2	8,4	12,5	14,1	13,4	15,3	16,1	17,6	19,4	14,3	3,8	27	-1,42	2,24	22
G4	36,4	38,3	40,0	43,5	43,2	42,3	48,0	50,8	56,6	27,4	5,2	12	0,98	0,31	22
G5	0,2	0,7	1,2	2,8	1,9	2,2	2,6	4,7	16,0	10,7	3,3	116	3,41	13,41	22
G6	0	0	0	1,5	0	0,02	5,9	18,8	19,7	4,4	291	3,33	11,67	22	
pH	6,1	6,3	6,7	6,8	6,8	6,8	7,1	7,3	7,4	0,1	0,4	5	-0,15	-0,3	22
TOC	0,7	2,0	3,8	4,7	4,1	4,9	6,0	6,4	9,3	3,8	2,0	42	-0,17	0,77	22
Fe	3,6	4,2	4,5	4,6	4,6	4,6	4,8	4,9	5,6	0,16	0,4	9	-0,25	2,32	22
Si	30	32	32	33	33	33	33	34	35	1,3	1,1	3	-0,68	2,84	22
Al	6,2	7,1	7,6	7,6	7,6	7,7	7,8	8,4	8,6	0,28	0,53	7	-0,74	1,69	22
Ca	0,81	0,99	1,06	1,15	1,14	1,12	1,25	1,32	1,51	0,02	0,15	13	0,02	0,74	22
Mg	0,82	1,08	1,1	1,15	1,14	1,16	1,21	1,24	1,44	0,01	0,12	10	-0,54	2,94	22
Ti	0,75	0,76	0,77	0,78	0,78	0,77	0,8	0,81	0,82	0	0,02	3	0,42	-0,89	22
Na	0,45	0,57	0,59	0,61	0,61	0,6	0,67	0,68	0,68	0	0,07	11	-1,23	1,51	22
S	0	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,05	0,06	0,09	0	0,02	58	0,77	1,86	22
P	0,03	0,05	0,05	0,06	0,06	0,06	0,08	0,08	0,08	0	0,01	21	-0,24	-0,64	22
Mn	829	932	1112	1145	1138	1168	1202	1243	1400	17189	131	11	-0,63	1,18	22
Pb	17	22	25	28	28	28	32	33	36	21	4,6	16	-0,35	0	22
Co	17	17	18	21	21	21	23	26	32	15	3,9	18	1,3	1,59	22
Ni	39	47	49	56	55	56	61	68	73	66,62	8,2	15	0,09	0,04	22
Sr	155	159	161	175	174	173	186	190	195	155	12	7	-0,03	-1,24	22
Cu	33	37	43	50	49	49	60	62	65	93	9,6	19	-0,07	-1,15	22
Zn	104	112	127	139	138	135	157	166	182	469	22	16	0,33	-0,46	22
Cr	153	183	207	217	215	212	232	248	289	923	30	14	0,46	1,37	22
V	141	152	171	178	177	180	187	197	208	271	16	9	-0,54	0,16	22
Rb	96	104	105	108	108	109	112	113	116	23	4,8	4	-0,87	0,83	22

Table 5 (continued)

Parameter	Min	P ₁₀	P ₂₅	M	GM	P ₅₀	P ₇₅	P ₉₀	Max	V	SD	Cv,%	Skewness	Kurtosis	N
Ba	505	516	539	571	570	584	596	608	636	1403	37	7	-0,27	-0,9	22
Th	5	6,73	7,94	18	12	10	12	16	102	743	27	150	3	7,85	22
Key site 3. Chernozems (Proto)calcic															
G1	7,3	7,3	9,6	15,1	13,3	11,3	18,1	35,4	35,4	87,0	9,3	62	1,82	3,21	8
G2	23,7	23,7	27,6	31,8	31,3	30,4	36,8	41,3	41,3	37,7	6,1	19	0,52	-0,82	8
G3	7,5	7,5	10,1	12,5	12,2	14,0	14,7	15,1	15,1	8,3	2,9	23	-0,92	-0,74	8
G4	12,4	12,4	31,3	32,4	30,8	35,0	36,7	40,4	40,4	75,1	8,7	27	-2,12	5,12	8
G5	0,0	0,0	3,0	8,1	3,8	7,2	14,1	15,7	15,7	38,8	6,2	77	0,12	-2	8
G6	0,02	0,02	0,03	0,15	0,09	0,12	0,24	0,44	0,44	0,02	0,15	97	1,08	0,37	8
pH	7,4	7,4	8,3	8,2	8,2	8,3	8,4	8,5	8,5	0,1	0,4	4	-2,55	6,89	8
TOC	0,45	0,45	0,66	1,1	0,96	0,88	1,39	2,51	2,51	0,44	0,67	60	1,49	2,41	8
Fe	4,2	4,2	4,3	4,4	4,4	4,3	4,4	4,9	4,9	0,05	0,22	5	2,43	6,39	8
Si	24	24	25	25	25	25	26	27	27	0,37	0,6	2	0,57	1,32	8
Al	6,5	6,5	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,9	6,9	0,02	0,13	2	-2,31	6,06	8
Ca	1,0	1	5,1	4,9	4,4	5,3	5,6	6,0	6,0	2,55	1,6	33	-2,58	7,01	8
Mg	1,2	1,2	1,26	1,34	1,34	1,35	1,41	1,5	1,5	0,01	0,11	8	-0,14	-0,74	8
Ti	0,62	0,62	0,62	0,63	0,63	0,63	0,63	0,67	0,67	0	0,01	2	1,19	5,23	8
Na	0,3	0,3	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,45	0,45	0	0,04	11	0	3,5	8
S	0,06	0,06	0,07	0,07	0,07	0,07	0,08	0,08	0,08	0	0,01	12	-0,28	-1,39	8
P	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,03	0,04	0,04	0,04	0	0	9	-0,4	-0,23	8
Mn	651	651	701	727	726	717	767	798	798	2288	48	7	-0,03	-0,48	8
Pb	15	15	19,5	24	23	25	27	33	33	32	5,7	24	-0,02	-0,09	8
Co	13	13	15	17	17	18	19	20	20	7,27	2,7	16	-0,99	-0,53	8
Ni	67	67	68	71	71	70	73	84	84	32	5,7	8	1,98	3,9	8
Sr	165	165	186	202	201	211	217	222	222	417	20	10	-0,91	-0,46	8
Cu	30	30	33	41	39	37	42	80	80	263	16	39	2,43	6,25	8
Zn	66	66	69	73	73	71	73	95	95	83	9,1	12	2,42	6,34	8
Cr	165	165	168	175	174	174	181	186	186	63	7,95	5	0,15	-1,81	8
V	119	119	122	134	133	133	136	168	168	243	16	12	1,72	3,7	8
Rb	358	358	384	407	405	404	414	494	494	1608	40	10	1,56	3,66	8
Ba	79	79	79	81	81	80	82	90	90	14	3,7	5	2,39	6,05	8
Th	6	6	7	31	15	9	56	102	102	1901	44	139	1,44	0	8
Chernic															
G1	4,6	5,3	6,4	6,8	6,8	7,0	7,4	8,0	8,1	0,9	1,0	14	-1,06	1,31	14
G2	19,5	21,3	26,8	28,0	27,8	28,7	30,5	31,2	32,2	13,1	3,6	13	-1,47	1,81	14
G3	7,3	9,2	11,4	14,6	14,1	16,1	16,8	18,2	19,4	13,0	3,6	25	-0,79	-0,35	14
G4	28,2	31,4	38,2	39,1	38,8	39,7	42,1	43,9	45,5	22,4	4,7	12	-1,11	1,08	14
G5	1,5	2,9	5,4	7,4	6,5	6,7	10,0	10,7	15,3	12,5	3,5	48	0,54	0,78	14
G6	0,01	0,02	0,05	4,1	0,17	0,09	0,24	26,6	30,0	105,3	10,3	248	2,31	3,94	14
pH	6,4	6,5	6,6	6,8	6,8	6,7	6,9	7,6	7,6	0,13	0,36	5	1,65	2,08	14
TOC	2,9	5,0	6,3	6,9	6,7	7,0	7,4	8,5	10,2	2,83	1,68	24	-0,56	2,06	14
Fe	3,3	3,4	3,4	3,6	3,6	3,6	3,7	4,0	4,2	0,06	0,24	7	1,22	1,42	14
Si	23	23	23	24	24	24	25	25	26	0,86	0,93	4	1,04	1,05	14
Al	5,3	5,3	5,5	5,8	5,8	5,7	5,9	6,4	6,7	0,16	0,4	7	1,03	0,71	14
Ca	0,89	0,99	1,01	1,05	1,05	1,03	1,12	1,14	1,15	0,01	0,07	7	-0,42	0,22	14
Mg	0,81	0,81	0,82	0,91	0,91	0,89	0,99	1,01	1,2	0,01	0,11	12	1,3	2,02	14
Ti	0,47	0,49	0,5	0,52	0,52	0,51	0,54	0,57	0,59	0	0,03	6	1	0,72	14
Na	0,38	0,44	0,44	0,45	0,45	0,44	0,45	0,47	0,51	0	0,03	6	-0,11	4,25	14
S	0,02	0,02	0,03	0,04	0,03	0,03	0,04	0,06	0,06	0	0,01	41	0,53	-0,72	14
P	0,04	0,05	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,07	0,07	0	0,01	13	-0,66	0,44	14
Mn	720	724	748	770	769	766	800	819	835	1268	36	5	0,37	-0,73	14
Pb	13	16	18	21	21	19	24	31	33	31	5,6	26	0,84	0,22	14
Co	11	13	13	16	16	16	18	20	23	10	3,2	20	0,51	-0,24	14
Ni	38	39	41	45	45	45	48	52	57	29	5,3	12	0,58	0,25	14
Sr	139	143	147	148	148	148	151	153	153	17	4,1	3	-1,08	0,91	14
Cu	24	24	28	30	30	30	31	34	38	15	3,9	13	0,25	0,84	14
Zn	89	93	100	114	113	116	129	132	138	232	15	13	-0,26	-0,88	14
Cr	132	139	150	158	158	157	168	184	185	253	16	10	0,24	-0,46	14

(continued on next page)

Table 5 (continued)

Parameter	Min	P ₁₀	P ₂₅	M	GM	P ₅₀	P ₇₅	P ₉₀	Max	V	SD	Cv,%	Skewness	Kurtosis	N
V	121	124	126	134	134	130	143	149	150	98	10	7	0,45	-1,21	14
Rb	366	388	397	413	412	411	435	441	451	553	24	6	-0,19	-0,4	14
Ba	74	75	76	77	77	77	79	80	82	4,2	2,0	3	0,51	-0,02	14
Th	0	0	4,4	6,5	na	6,4	10	11	12	14	3,8	58	-0,28	-0,53	14
Mollic-argic															
G1	7,1	7,1	7,1	10,1	9,7	9,6	11,3	16,1	16,1	11,3	3,4	33	1,25	1,72	6
G2	25,9	25,9	26,2	30,5	30,1	28,5	33,8	40,2	40,2	32,1	5,7	19	1,17	0,58	6
G3	10	10	12	15	14	16	17	18	18	9,3	3,0	21	-0,91	-1,03	6
G4	29	29	36	37	37	38	39	43	43	21	4,6	12	-1,14	2,31	6
G5	2,5	2,5	2,6	7,2	6,0	7,9	10,9	11,5	11,5	17,8	4,2	59	-0,19	-2,74	6
G6	0	0	0,02	0,1	na	0,05	0,11	0,38	0,38	0,02	0,14	142	2,1	4,57	6
pH	7,0	7,0	7,5	7,6	7,6	7,7	7,7	8,1	8,1	0,1	0,3	4	-0,65	1,84	6
TOC	0,9	0,9	1,1	2,3	2,0	2,3	3,3	3,7	3,7	1,4	1,2	51	-0,05	-1,79	6
Fe	4,1	4,1	4,1	4,4	4,4	4,2	4,9	5,0	5,0	0,2	0,4	10	0,93	-1,7	6
Si	27	27	27	27	27	27	28	28	28	0,33	0,58	2	0,9	-0,15	6
Al	6,5	6,5	6,5	6,8	6,8	6,5	7,2	7,7	7,7	0,26	0,51	7	1,29	0,21	6
Ca	0,82	0,82	0,87	0,94	0,93	0,91	0,95	1,18	1,18	0,02	0,13	13	1,64	3,06	6
Mg	1,03	1,03	1,04	1,15	1,14	1,09	1,26	1,38	1,38	0,02	0,14	12	1,11	-0,17	6
Ti	0,57	0,57	0,58	0,62	0,62	0,59	0,69	0,69	0,69	0	0,06	9	0,82	-1,92	6
Na	0,37	0,37	0,37	0,46	0,46	0,47	0,54	0,54	0,54	0,01	0,08	17	-0,31	-1,87	6
S	0,02	0,02	0,03	0,05	0,04	0,04	0,06	0,08	0,08	0	0,03	54	0,23	-2,12	6
P	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04	0	0	8	0,71	0,69	6
Mn	669	669	724	763	760	744	844	852	852	5131	72	9	0,29	-1,26	6
Pb	22	22	23	26	25	24	27	35	35	24	4,9	19	1,76	3,3	6
Co	14	14	15	19	19	20	23	24	24	18	4,3	22	-0,34	-2,37	6
Ni	49	49	51	63	62	54	84	88	88	312	18	28	0,95	-1,74	6
Sr	146	146	148	157	156	152	170	172	172	128	11	7	0,8	-1,8	6
Cu	24	24	28	31	31	30	33	43	43	42	6,5	21	1,14	2,39	6
Zn	83	83	88	110	108	113	116	147	147	535	23	21	0,5	0,39	6
Cr	166	166	187	197	196	199	214	217	217	386	20	10	-0,65	-0,76	6
V	157	157	158	164	164	160	171	177	177	67	8,2	5	1,05	-0,62	6
Rb	443	443	459	473	473	471	489	507	507	515	23	5	0,25	-0,29	6
Ba	76	76	78	84	83	81	93	93	93	57	7,6	9	0,69	-1,87	6
Th	4,6	4,6	7,3	8,7	8,3	9,1	10	12	12	6,4	2,5	29	-0,61	0,91	6

Concentration of grain fractions (G1 – clay (particles <1 µm), G2 – fine silt (1–5), G3 – medium silt (5–10), G4 – coarse silt (10–50), G5 – fine sand (50–250) and G6 – medium and coarse (250–1000) sand), TOC, Fe, Si, Al, Ca, Mg, Ti, Na, P is in %. Concentration of all other elements is in mgkg⁻¹. Min – minimum, P₁₀, P₂₅, P₅₀, P₇₅, P₉₀ – percentiles, M – mean, GM – geometric mean, Max – maximum, V – variance, SD – standard deviation, Cv – coefficient of variation.

Table 6

SQGs for Ba, Cr, Cu, Mn, Ni, Pb, V, and Zn of the five countries analysed, mg kg⁻¹.

Metals	Threshold levels of soil quality standards						
	Russia [10,11]		Netherlands, ISRCs [13]	Germany, TVs [14]	Canada, SQGs [15]		The USA, RSLs [16]
	MPCs	EPCs		Ila	I	II	Ila
Ba	–	–	890	–	750	500	1500
Cr	–	–	–	400	64	–	–
Cu	–	66	96	–	63	–	310
Mn	1500	–	–	–	–	–	180
Ni	–	40	100	140	70	140	–
Pb	32	65	580	400	45	–	–
V	150	–	–	–	130	–	–
Zn	–	110	350	–	250	–	–

MPCs – maximum permissible concentrations, EPCs – estimated permissible concentrations, ISRC – integrated serious risk concentration, TV – Trigger Values, SQG – soil quality guidelines, RSL – regional screening levels. I – agricultural lands; II – residential and parkland, Ila – residential zones.

Table 7Heavy metal concentration (mg kg⁻¹) in the upper part of continental earth's crust (UCEC) and background soils of the world.

Metals	UCEC or Clark [2]	World's soils [3]	Northern Europe [3]	North America [4]	Australia [3]	China [5]	Finland [6]	Western Siberia [7,8]
Ba	510–1070	315–500	43	968	67	440–469	–	373–1360
Cr	35–92	42–200	13	130	24	37–61	31	5–190
Cu	14–47	11–13	9.4	35	18	17–25	22	5–100
Mn	527–1000	310–1007	280	538	281	333–600	–	50–1800
Ni	19–58	15–50	8.2	88	9.8	13–27	17	7–100
Pb	16–20	10–35	10	19	7.2	16–27	5	5–35
V	53–121	55–100	25	112	32	58–82	38	5–140
Zn	51–83	31–90	30	106	86.3	48–74	31	10–120

Table 8

Correlation matrices between metal concentration and particle-size fractions, pHwater and TOC.

Properties	Ba	Cr	Cu	Mn	Ni	Pb	V	Zn
Retisols, n = 65								
G1, n = 49	–0.04	0.40**	0.29*	–0.11	0.64***	0.03	0.36*	0.35*
G2, n = 49	–0.13	0.19	0.06	0.14	0.37**	–0.05	0.10	0.18
G3, n = 49	–0.20	–0.01	–0.20	0.34*	0.13	–0.17	–0.11	0.05
G4, n = 49	–0.17	0.21	0.22	0.00	0.32*	–0.15	0.10	0.23
G5, n = 49	0.21	0.13	0.08	– 0.40**	–0.21	0.20	0.10	–0.26
G6, n = 49	0.07	–0.34*	–0.31*	0.14	–0.06	0.28	0.05	0.15
pHwater	–0.01	– 0.43***	– 0.38**	0.40**	–0.09	0.17	– 0.47***	0.29*
TOC	–0.29*	– 0.71***	– 0.70***	0.56***	– 0.50***	–0.12	– 0.78***	0.04
Phaeozems, n = 51								
G1	–0.16	–0.27	–0.10	– 0.43**	0.20	–0.01	–0.22	–0.24
G2	0.17	0.27	0.20	0.18	–0.23	–0.07	–0.22	0.29*
G3	0.01	0.27	0.00	0.12	0.21	0.08	0.28*	0.18
G4	0.20	–0.03	–0.01	0.12	0.04	0.03	0.33*	–0.01
G5	–0.07	0.20	0.11	0.04	0.07	0.08	0.14	0.00
G6	–0.22	–0.24	–0.16	–0.25	0.07	0.11	–0.07	–0.36*
pHwater	–0.30*	– 0.41**	–0.25	– 0.52***	0.10	–0.13	–0.24	–0.31*
TOC	0.49***	0.59***	0.49***	0.68***	– 0.45***	0.11	0.16	0.62***
Chernozems, n = 28								
G1	0.10	0.55**	0.53**	–0.07	0.78***	0.18	0.18	– 0.64***
G2	–0.04	0.06	0.51**	0.19	0.31	–0.09	0.10	–0.22
G3	0.22	–0.13	– 0.50**	0.11	–0.14	–0.02	0.23	0.10
G4	0.18	–0.28	–0.17	0.21	–0.38*	–0.10	0.28	0.46*
G5	–0.06	–0.20	–0.13	–0.37	–0.19	–0.05	–0.13	0.14
G6	–0.20	–0.09	0.07	–0.02	–0.15	0.13	–0.17	0.12
pHwater	0.02	0.57**	0.32	–0.31	0.77***	0.29	0.10	– 0.68***
TOC	–0.14	– 0.68***	–0.31	0.26	– 0.81***	–0.30	–0.20	0.61***

Spearman's rank correlation coefficients marked are statistically significant at $p < 0.05$ (*), **0.01** (**) and **0.001** (***).

Acknowledgments

The work was supported by the Russian Science Foundation (Project 17-77-20072). The authors thank A. Konstantinov and E. Zaitseva for their assistance in field and laboratory work.

Conflict of Interest

The authors declare that they have no known competing financial interests or personal relationships that could have appeared to influence the work reported in this paper.

References

- [1] I.N. Semenkov, T.V. Koroleva, The spatial distribution of fractions and the total content of 24 chemical elements in soil catenas within a small gully's catchment area in the Trans Urals, Russia, *Appl. Geochem.* (2019), <https://doi.org/10.1016/j.apgeochem.2019.04.010>.
- [2] N.S. Kasimov, D.V. Vlasov, Clarks of chemical elements as comparison standards in ecogeochemistry, *Vestn. Mosk. Univ. Seriya 5 Geogr.* 2 (2015) 7–17.
- [3] C. Reimann, K. Fabian, M. Birke, P. Filzmoser, A. Demetriades, P. Négrel, K. Oorts, J. Matschullat, P. de Caritat, S. Albanese, M. Anderson, R. Baritz, M.J. Batista, A. Bel-lan, D. Cicchella, B. De Vivo, W. De Vos, E. Dinelli, M. Duris, A. Dusza-Dobek, O.A. Eggen, M. Eklund, V. Ernsten, D.M.A. Flight, S. Forrester, U. Fügedi, A. Gilucis, M. Gosar, V. Gregorauskiene, W. De Groot, A. Gulan, J. Halamić, E. Haslinger, P. Hayoz, J. Hoogewerff, H. Hrvatovic, S. Husnjak, F. Jähne-Klingberg, L. Janik, G. Jordan, M. Kaminari, J. Kirby, V. Klos, P. Kwečko, L. Kuti, A. Ladenberger, A. Lima, J. Locutura, P. Lucivjansky, A. Mann, D. Mackovych, M. McLaughlin, B.I. Malyuk, R. Maquil, R.G. Meuli, G. Mol, P. O'Connor, R.T. Ottesen, A. Pasniecezna, V. Petersell, S. Pfeleiderer, M. Poňavić, C. Prazeres, S. Radusinović, U. Rauch, I. Salpeteur, R. Scanlon, A. Schedl, A. Scheib, I. Schoeters, P. Šečik, E. Sellersjö, I. Slaninka, J.M. Soriano-Disla, A. Šorša, R. Svrkota, T. Stafilov, T. Tarvainen, V. Tendavilov, P. Valera, V. Verougstraete, D. Vidojević, A. Zissimos, Z. Zomeni, M. Sadeghi, GEMAS: establishing geochemical background and threshold for 53 chemical elements in European agricultural soil, *Appl. Geochem.* (2018), <https://doi.org/10.1016/j.apgeochem.2017.01.021>.
- [4] D.B. Smith, Geochemical studies of North American soils: results from the pilot study phase of the north American soil geochemical landscapes project, *Appl. Geochem.* 24 (2009) 1355–1356, <https://doi.org/10.1016/j.apgeochem.2009.04.006>.
- [5] J. Chen, F. Wei, C. Zheng, Y. Wu, D.C. Adriano, Background concentrations of elements in soils of China, *Water, Air, Soil Pollut.* 57–58 (1991) 699–712, <https://doi.org/10.1007/BF00282934>.
- [6] R. Salminen, M.J. Batista, M. Bidovec, A. Demetriades, B. De Vivo, W. De Vos, A. Gilucis, V. Gregorauskiene, J. Halamić, P. Heitzmann, A. Lima, G. Jordan, G. Klaver, P. Klein, J. Lis, J. Locutura, K. Marsina, A. Maxreçu, P.J. O'Connor, S.A. Olsson, R.T. Ottesen, V. Petersell, J.A. Plant, S. Reeder, I. Salpeteur, H. Sandstrom, U. Siewers, A. Steenfelt, T. Tarvainen, *Geochemical Atlas of Europe. Part. 1*, Geological Survey of Finland, Espoo, 2005.
- [7] I.N. Semenkov, N.S. Kasimov, E.V. Terskaya, Lateral differentiation of metal fractions in loamy soil catenas of the central part of Western Siberia Plain, *Vestn. Mosk. Univ. Seriya 5 Geogr.* 3 (2019) 25–37.
- [8] V.B. Il'in, A.I. Syso, N.L. Baidina, G.A. Konarbaeva, A.S. Cherevko, Background concentrations of heavy metals in soils of southern Western Siberia, *Eurasian Soil Sci.* 36 (5) (2003) 494–500.
- [9] FAO UNESCO Soil Maps, <http://www.fao.org/soils-portal/soil-survey/soil-maps-and-databases/faunesco-soil-map-of-the-world/en/>, 2019. (Accessed 24 March 2019).
- [10] MR 2609-82, Methodical recomm. Hyg. Justif. MPC chem, *Subst. Soil.* (1982). <http://docs.cntd.ru/document/1200126486>. (Accessed 27 March 2019).
- [11] HS 2.1.7.2511-09, Hyg. Stand. 2.1.7.2511-09. Estim. Permis. Conc, *Chem. Soil.* 6 (2009). http://www.np-ciz.ru/userfiles/2_1_7_2511-09.pdf. (Accessed 27 March 2019).
- [12] I.N. Semenkov, A.Y. Miroshnikov, Evaluating the runoff of global-fallout cesium-137 from landscapes of the Ob river basin, *Water Resour.* 42 (2015), <https://doi.org/10.1134/S0097807815070118>.
- [13] E. Brand, J. Bogte, B.J. Baars, P. Janssen, G. Tiesjema, R. van Herwijnen, P. van Vlaardingen, E. Verbruggen, *Proposal for Intervention Values Soil and Groundwater for the 2nd, 3rd and 4th Series of Compounds*, 2012.
- [14] *Bundesgesetzblatt, Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV)*, *Bundesgesetzblatt I* (2013), <https://doi.org/10.1002/9783527678495.hbbk2001005>.
- [15] Canadian Environmental Quality Guidelines, *Can. Counc. Minist. Environ.* (2019). <http://st-ts.cmec.ca/en/index.html>.
- [16] United States Environmental Protection Agency. <https://www.epa.gov/risk/>, 2019.