

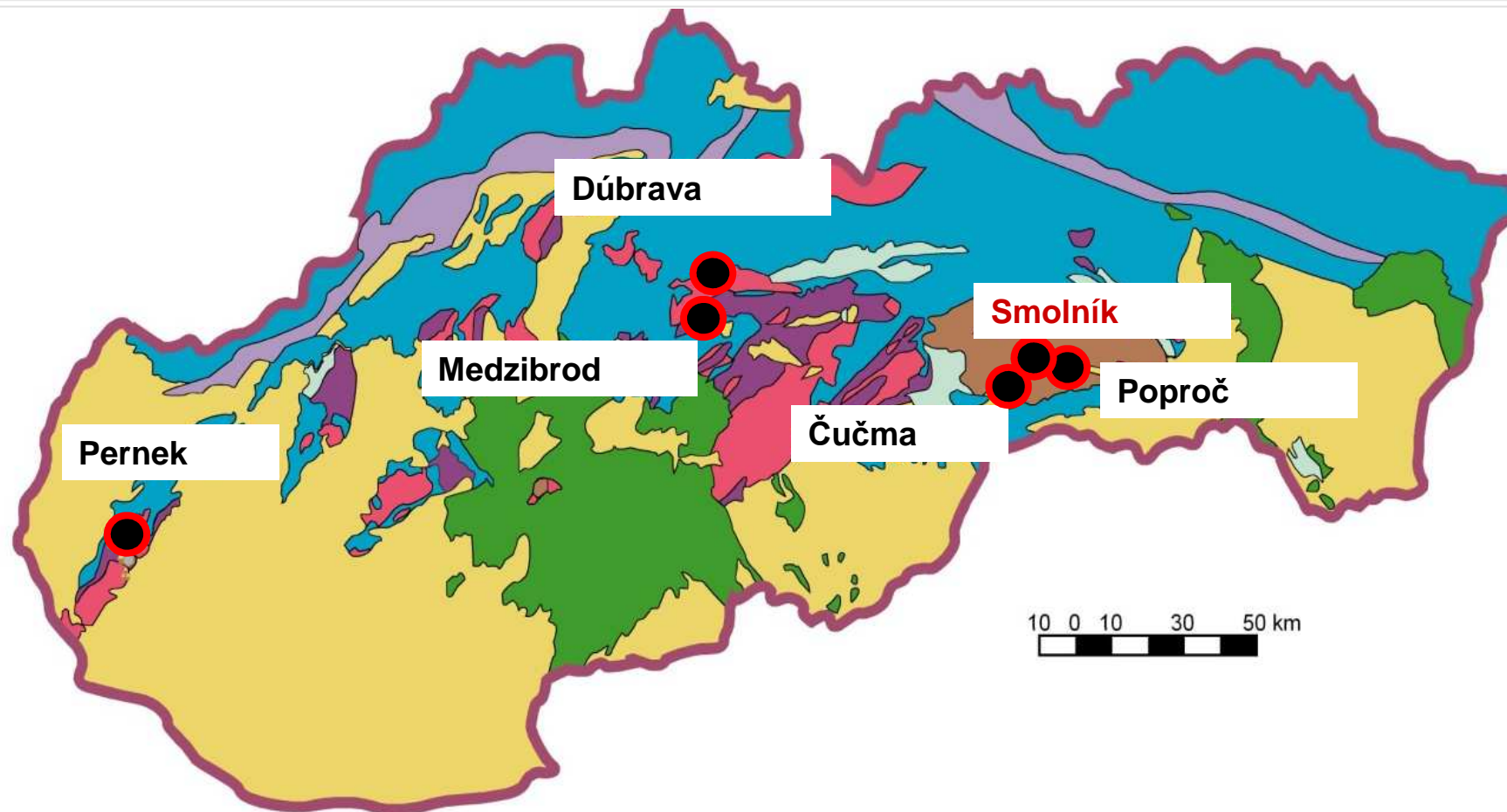
TRANSPORT, MOBILITA A AKUMULÁCIA VYBRANÝCH PRVKOV V RIEČNYCH SEDIMENTOCH V OBLASTIACH OVPLYVNEŇENÝCH ŤAŽBOU RUDNÝCH NERASTNÝCH SUROVÍN NA SLOVENSKU.



Peter Šottník
Marián Petrák
Vladimír Čavajda



*Univerzita Komenského v Bratislave,
Prírodovedecká fakulta,
Katedra ložiskovej geológie*

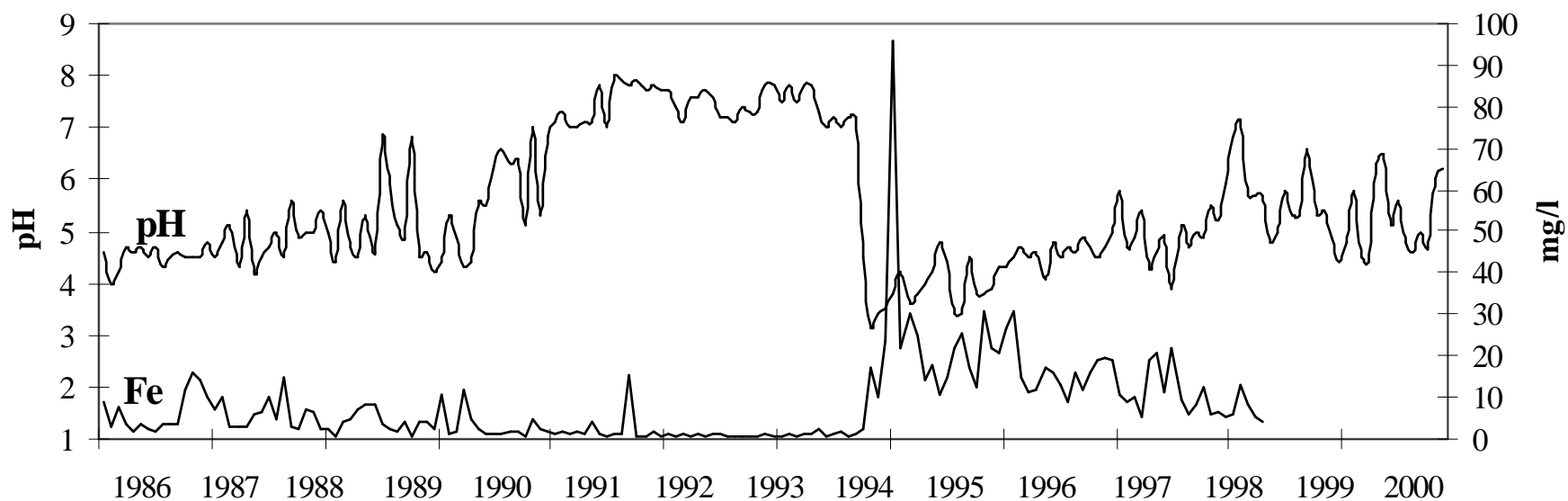


hydrotermálne Sb ložiská

vulkanicko-sedimentárne Cu ložisko

Potok Smolník 1986-2000

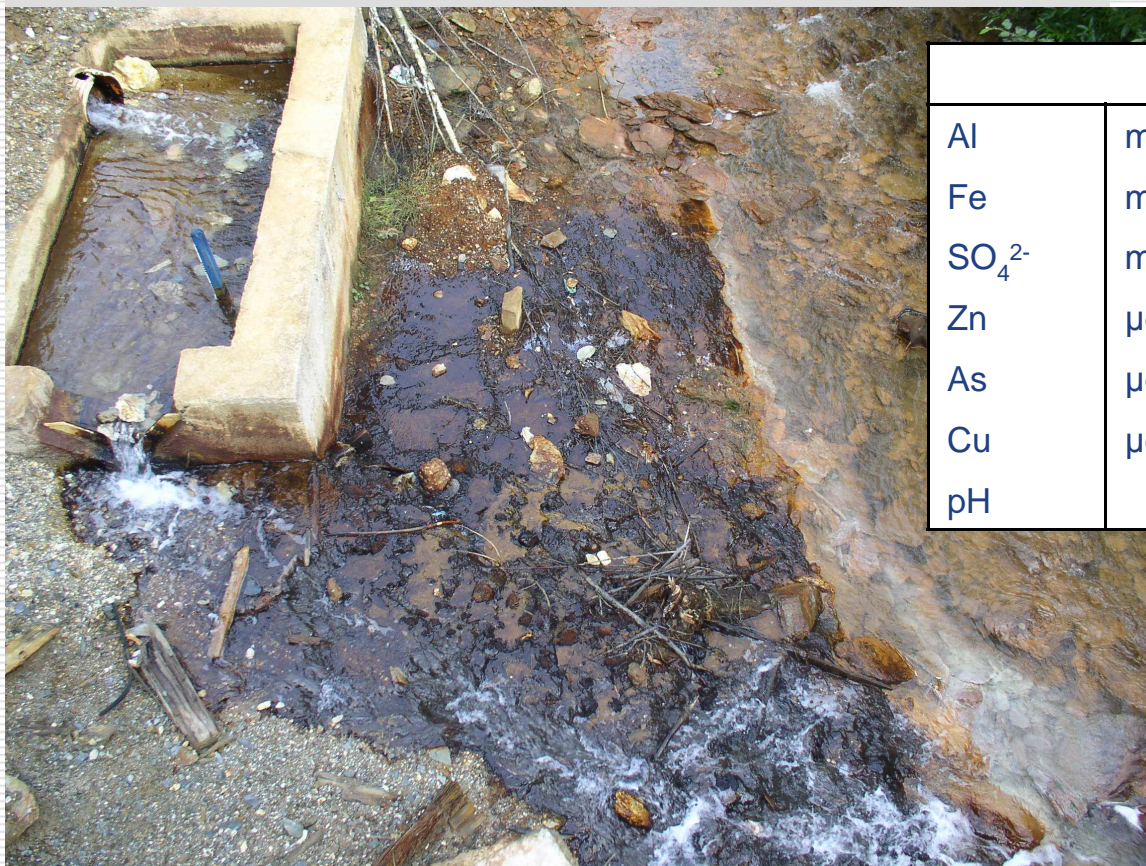
- sůtok s Hnilcom



B-68	pH	Fe	SO₄²⁻	Cd	Pb	As	Cu	Zn
(SM-9)		mg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
May 4	7.2	0.7	35	0.1	2.9	9	43	41
May 30	7.2	1.2	41	2.3	5.5	6	50	37
Jun 6	4.5	2.4	50	3.8	4.1	7	111	57
August 10	3.2	17.2	450	14.6	81.1	634	2340	1200

Nová drenáž – SM2

Najvýraznejší a trvalý zdroj znečistenia potoka Smolník. Obsah kovov vo vode je niekoľkonásobne vyšší ako v nekontaminovanej časti potoka.



Zmiešavacia zóna

		SM1	SM2	SM4
Al	mg/l	0,18	82,05	1,47
Fe	mg/l	0,380	539,8	11,52
SO ₄ ²⁻	mg/l	18,38	3557	94,88
Zn	µg/l	7,3	9291	249,8
As	µg/l	2,1	96,33	2
Cu	µg/l	6,3	1813	116,5
pH		7,05	3,91	5,59

Nekontaminovaná voda

Odkalisko SM-OD

Nekontaminovaná
voda

Zmiešavacia
zóna

		SM1	SM OD	SM6
Al	mg/l	0,18	0,19	1,29
Fe	mg/l	0,380	12,61	10,41
SO ₄ ²⁻	mg/l	18,38	456,3	112,3
Zn	µg/l	7,3	70,5	211,6
As	µg/l	2,1	123,2	6,5
Cu	µg/l	6,3	9,17	56,6
pH		7,05	6,67	5,73

Takmer neutrálne pH, ale vysoký obsah As a
SO₄²⁻.



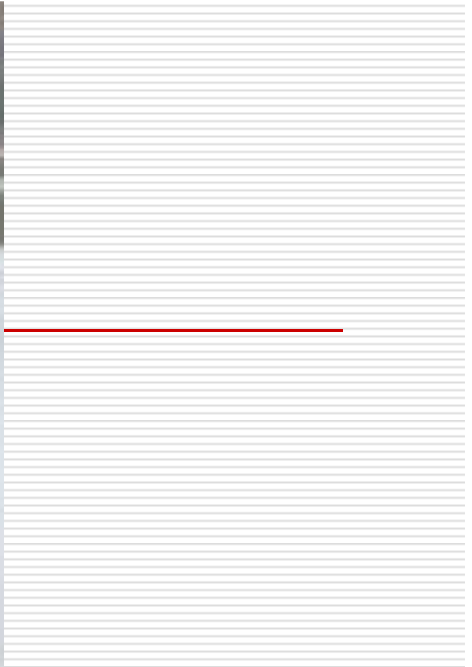
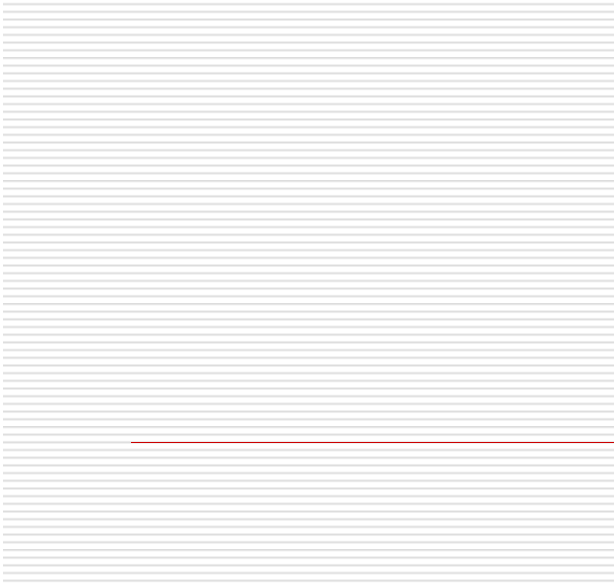


SM9

**sútok potoka
Smolník s
Hnilcom**

**Vplyv potoka Smolník na
rieku Hnilec sa dá
sledovať na veľkú
vzdialenosť od sútoku a
ovplyvňuje sedimenty
nádrže Ružín.**

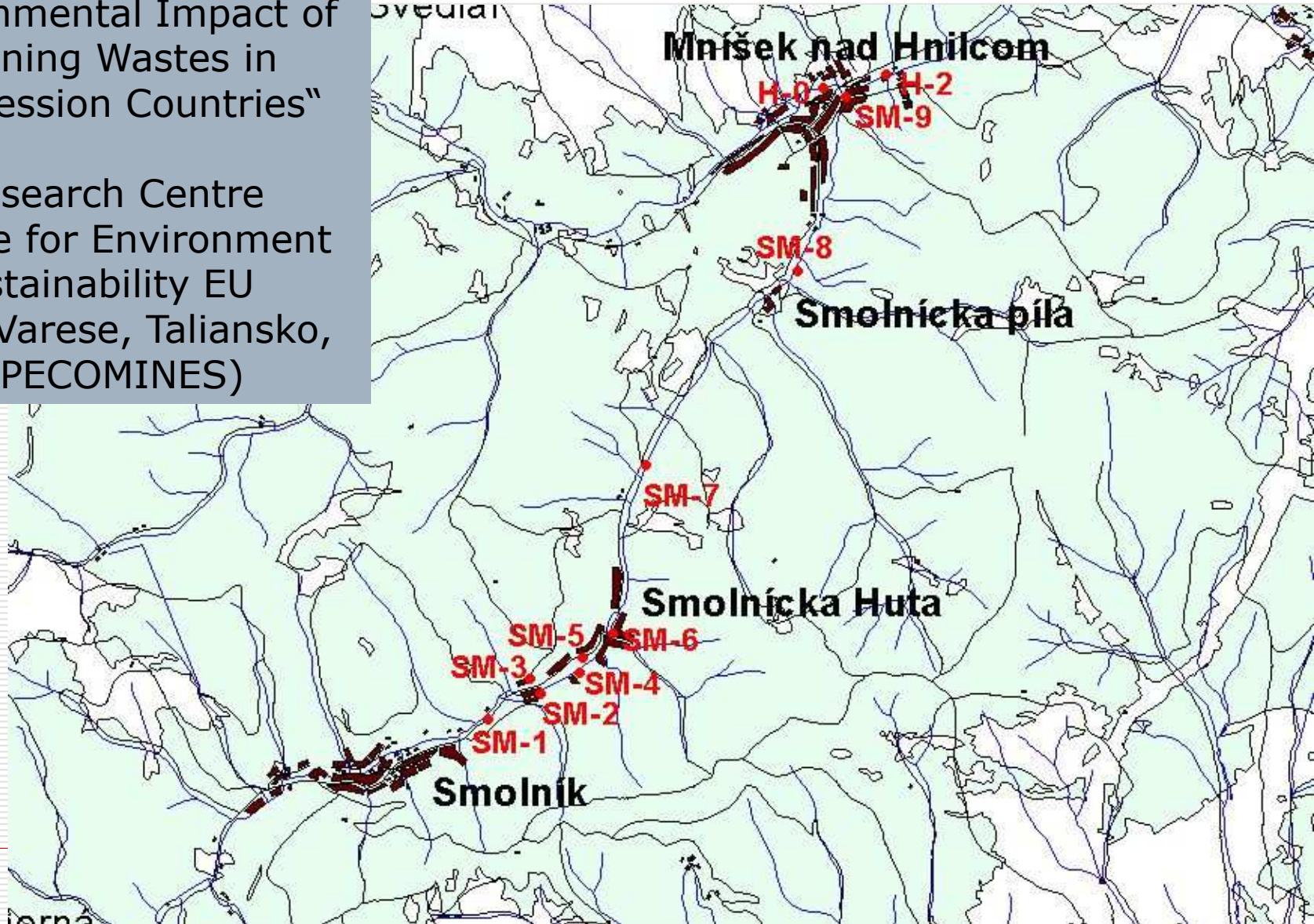




Monitorovacia sieť

„Environmental Impact of Toxic Mining Wastes in Pre-Accession Countries“

Joint Research Centre
Institute for Environment
and Sustainability EU
(Ispra, Varese, Taliansko,
projekt PECOMINES)



Študovaný materiál

- vody - pravidelne
- jednorázovo
 - **suspenzie** - filtráciou
- dekantáciou
 - **riečne sedimenty**
 - okrové zrazeniny
 - rastlinný materiál
 - pôdy, zeminy
 - banské odkaliská
 - banské odpady - trosky
-



Chemické analýzy suspenzií a riečnych sedimentov

1. vysušené pri 60 °C a **rozložené** v koncentrovanej HNO_3 –
2 hodiny pri teplote do 95 °C
stanovenie: Ca, Mg, Na, K, Fe, Al, Mn, Cu, Zn, Pb, As.

2. Sekvenčná analýza

stanovenie: Fe, Si, Al, Cu, Zn, Mn and As

Frakcia 1: Extrakcia vo vode – anorganické soli

Frakcia 2: Iónovymeniteľná a karbonátová fáza

Frakcia 3: Redukovateľná fáza – Fe a Mn oxidy

Frakcia 4: Oxidovateľná fáza – organický material, sulfidy

Frakcia 5 : alumosilikatový nerozpustný zvyšok

Chemické zloženie suspenzií

		SM-1	SM-4	SM-6	SM-8	H-0	H-1
Fe	%	5.26	12.99	16.34	17.61	8.43	14.6
Al	%	1.96	7.96	8.68	6.36	3.71	3.76
As	mg/kg	112	142	251	135	124	103
Pb	mg/kg	196	171	163	166	150	106
Zn	mg/kg	1026	512	798	1235	1079	1979
Cu	mg/kg	592	1818	2157	2407	665	1856
Mg	mg/kg	6854	6261	4812	4738	18089	4778
Ca	mg/kg	16990	9531	12217	5306	33924	19101
K	mg/kg	11662	2638	1938	2366	8613	5942
Na	mg/kg	7997	2759	2755	2136	9549	8582
Mn	mg/kg	2536	940	769	819	5379	1439
number of samples		2	3	4	4	2	3

Prepočet – transport v bode SM-8

priemerný prietok - 1 m³/s (5 m³/s)

priemerný obsah suspenzií - 30mg/l

priemerné zloženie suspenzií - 10.79 % Fe, 0.136 % Cu a 0.055 % Zn,

potok transportuje v dolnom toku denne

2 590 kg suspenzií

obsahujúcich 280 kg Fe, 3.54 kg Cu a 1.44 kg Zn.

a zároveň

238.5 kg Fe, 13.05 Zn a 1.99 kg Cu v rozpustenej forme
(na základe analýz vôd)

Riečne sedimenty

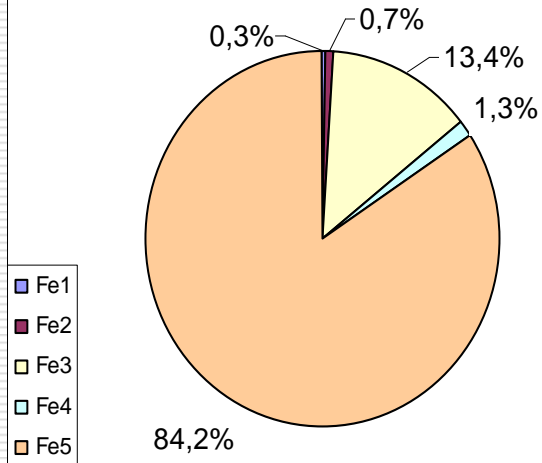
	SM-1	SM-4	SM-7	SM-8	SM-9
pH(voda)	6,95	3,23	6,24	5,12	6,58
pH(KCl)	6,59	3,05	5,73	4,86	6,28
Eh	240	390	-150	190	-147
Al (mg/kg)KCl	1,12	228	1,2	2,48	0,8
SO ₄ (v H ₂ O)	800	3550	650	1650	850
Fe (v H ₂ O)	0	154	12	3,5	7

kremeň, chlorit, svetlá sl'uda, +/- Fe-oxidy

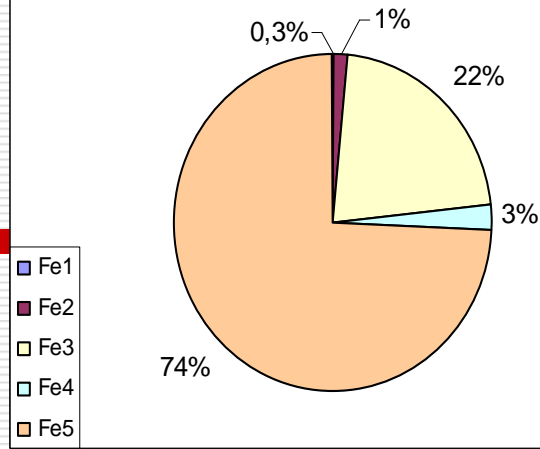
Chemické analýzy extraktov stream sedimentov (HNO₃) (v ppm)

	SM-1	SM-4	SM-7	SM-8	SM-9
Fe	40800	49600	50800	122800	94800
Al	10540	10200	12540	11960	12080
Mn	676	254	612	484	552
Cu	348	308	254	308	356
Zn	226	130	228	184	54
As	54	76	46	50	53
Pb	94	66	68	90	12
Na	296	298	268	202	198
K	1514	1724	2434	1308	1554
Ca	87,6	32,2	123,8	51,8	234
Mg	6820	5940	4820	4420	4380
NZ(%)	24	23	31	43	40

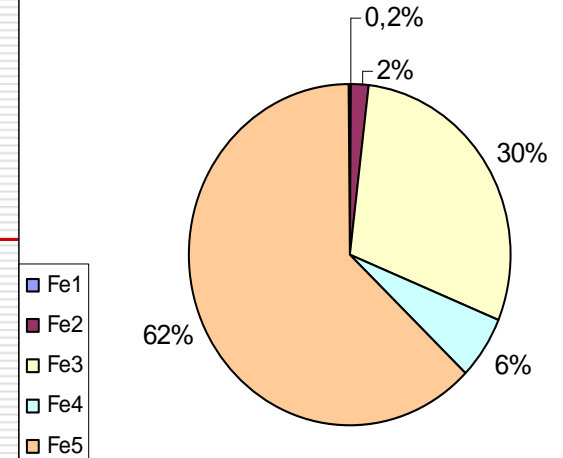
SM-1 stream sediment: Fe



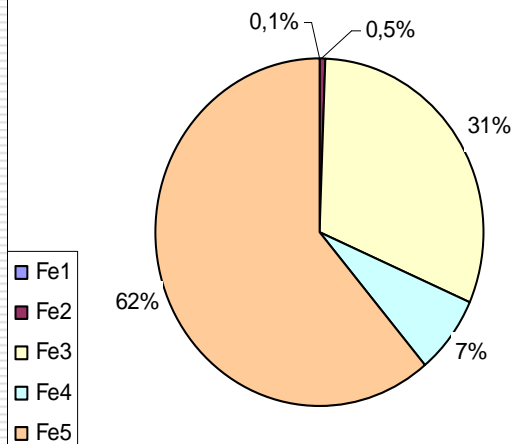
SM-4 stream sediment: Fe



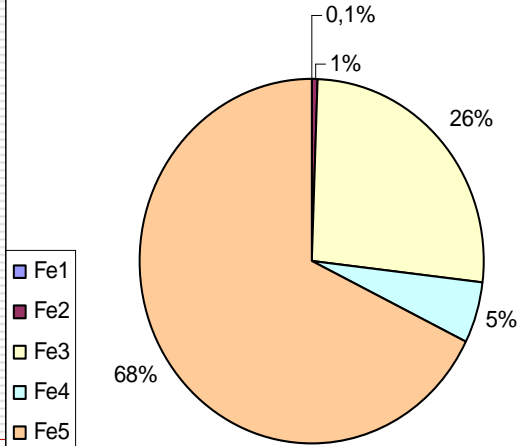
SM-7 stream sediment: Fe



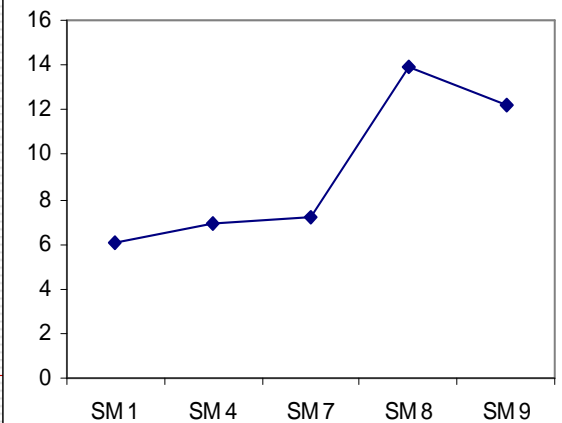
SM-8 stream sediment: Fe

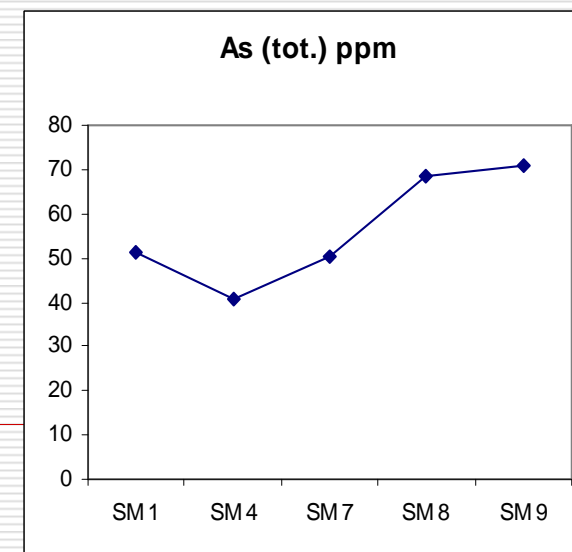
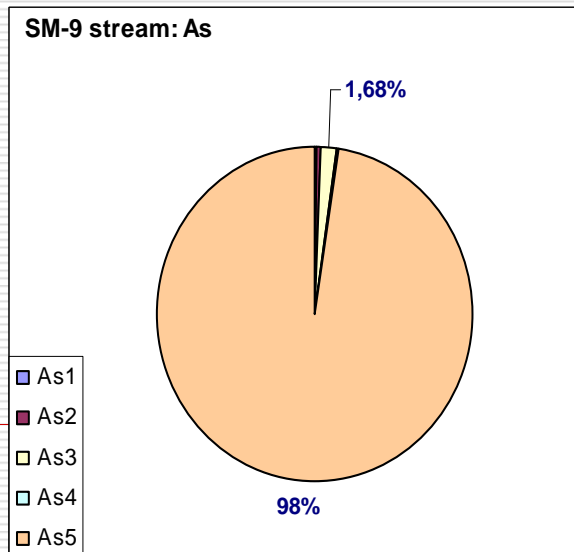
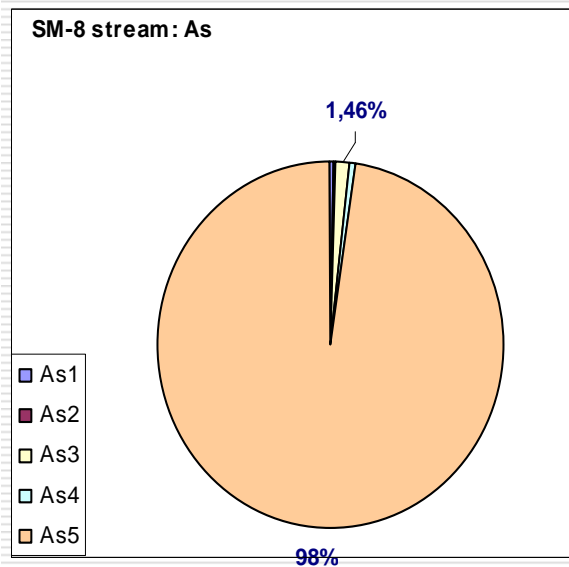
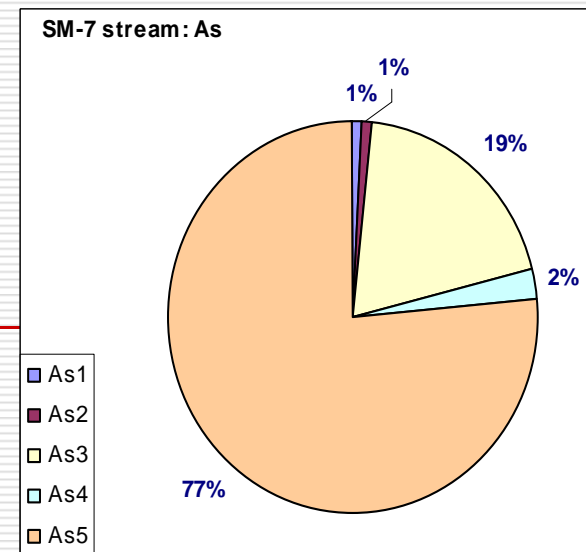
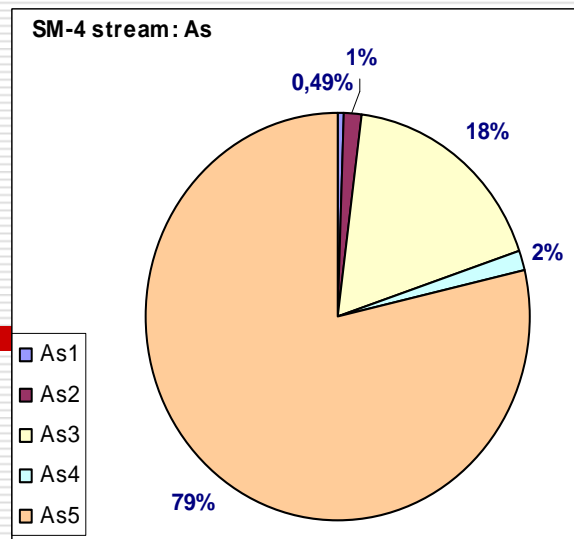
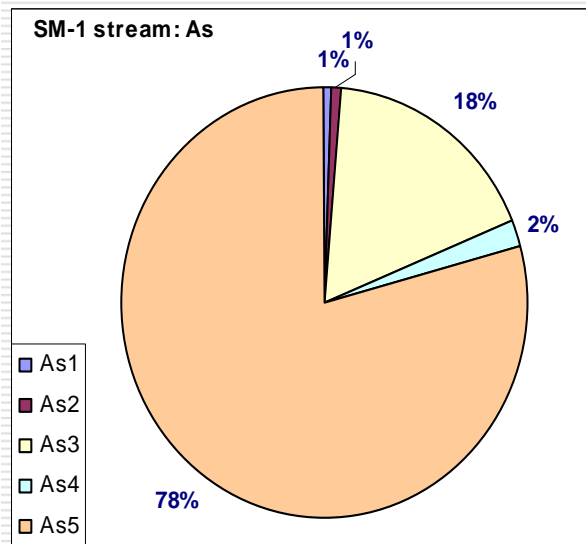


SM-9 stream sediment: Fe

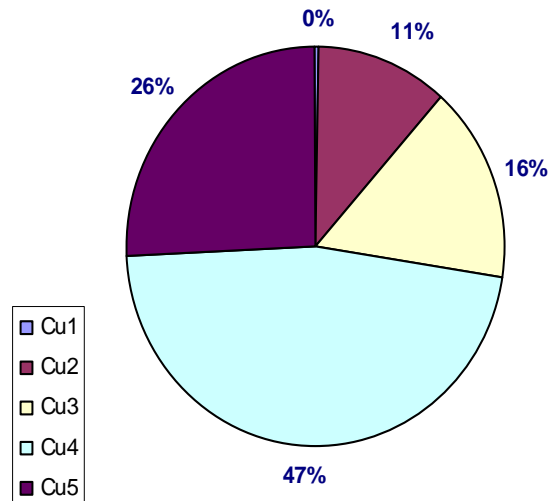


Fe (tot.) %

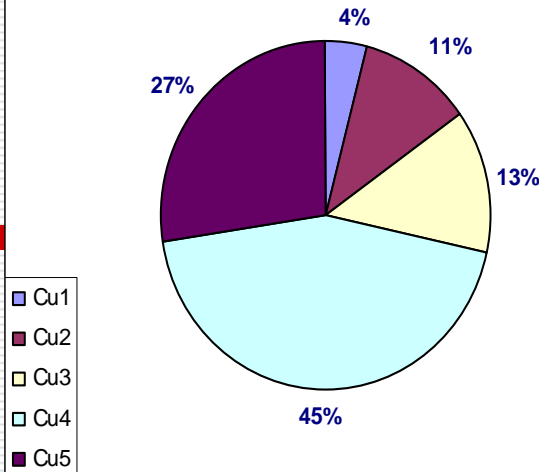




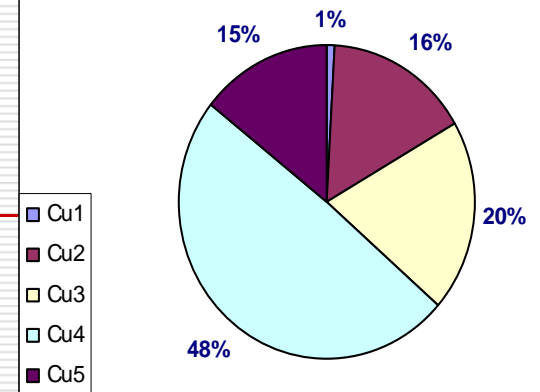
SM-1 stream: Cu



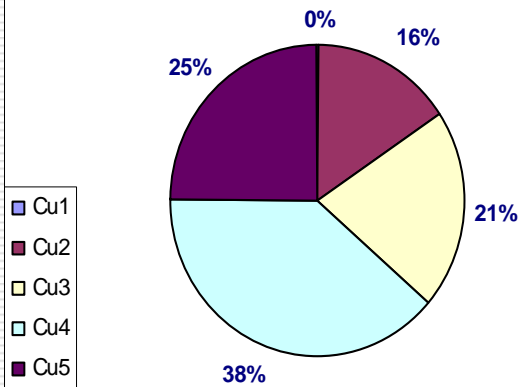
SM-4 stream: Cu



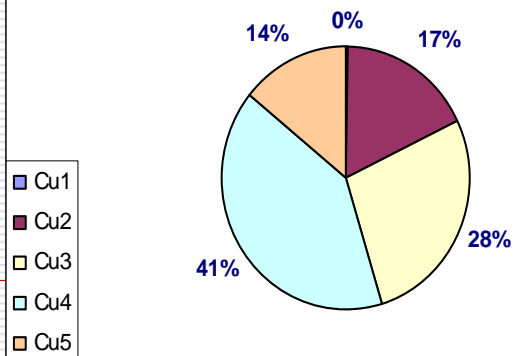
SM-7 stream: Cu



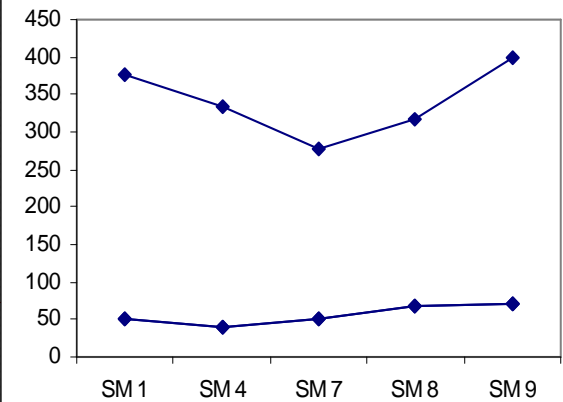
SM-8 stream: Cu



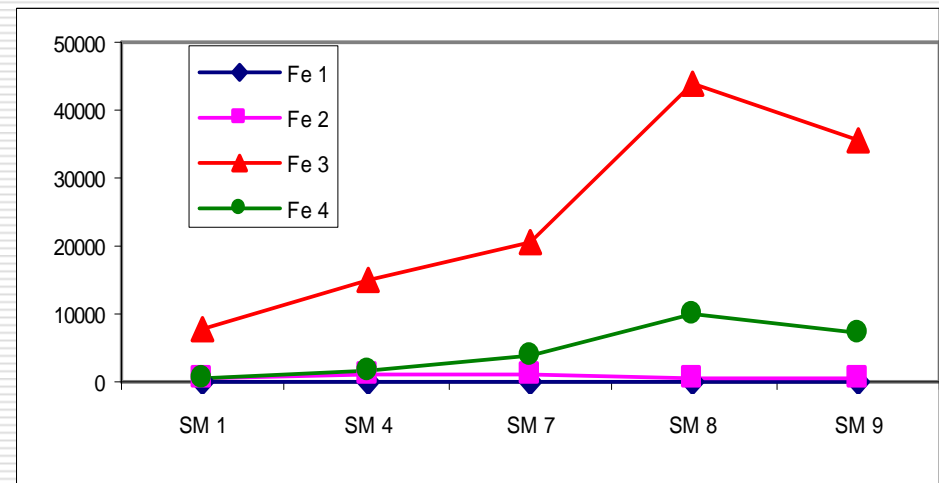
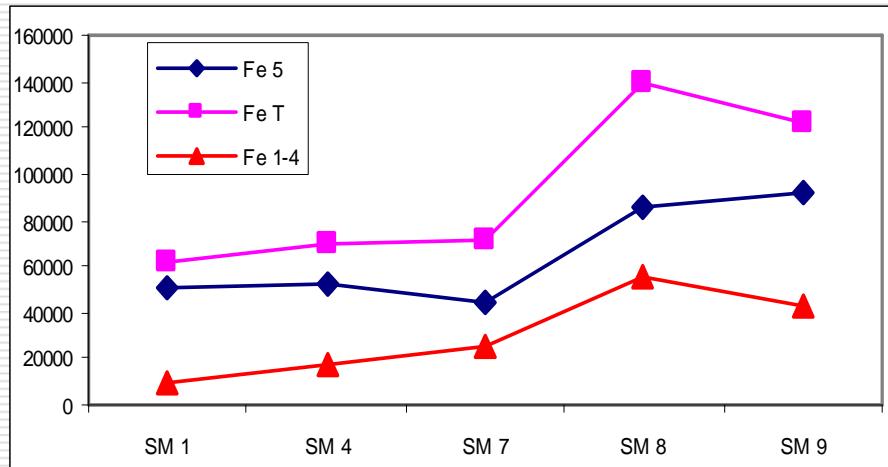
SM-9 stream: Cu



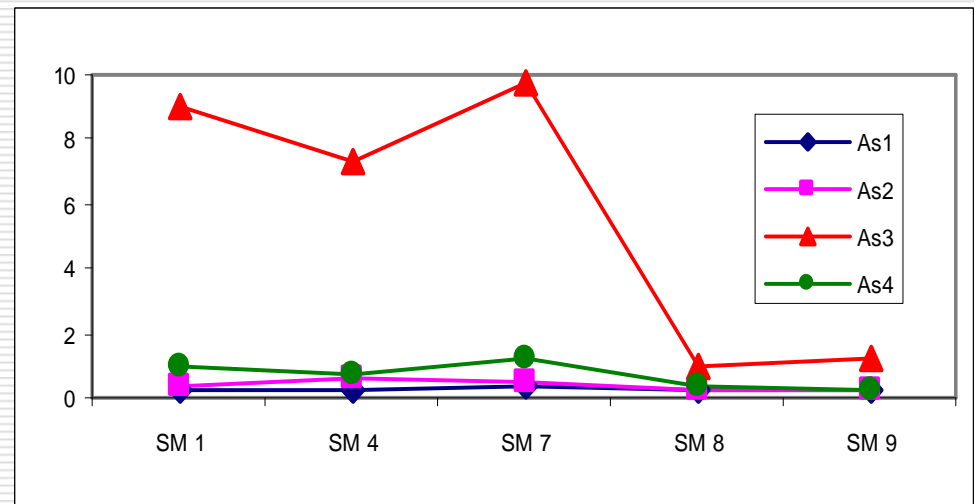
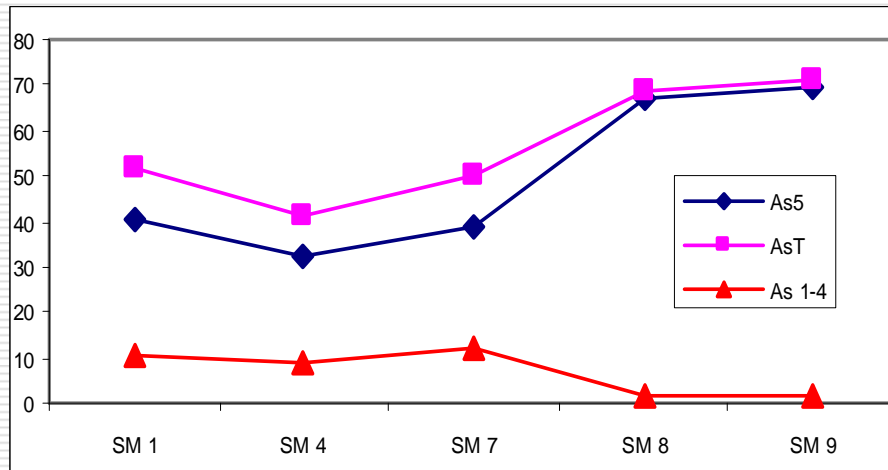
CU (tot.) ppm



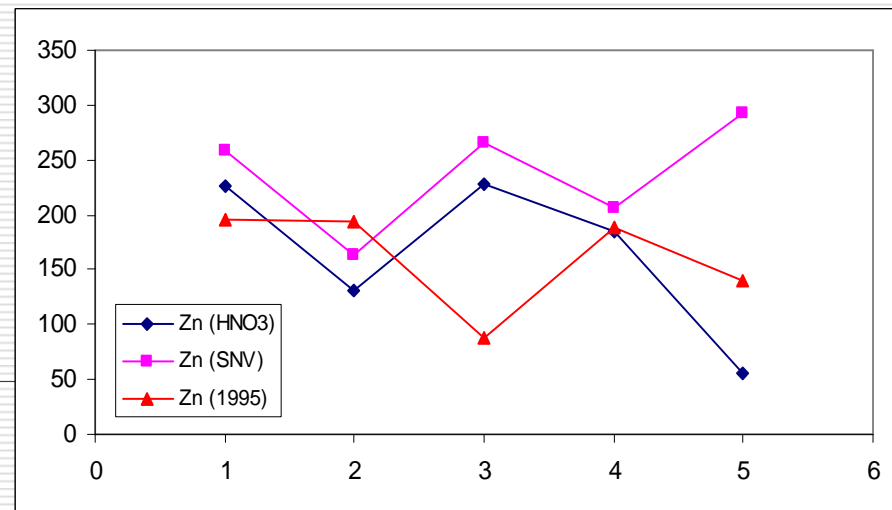
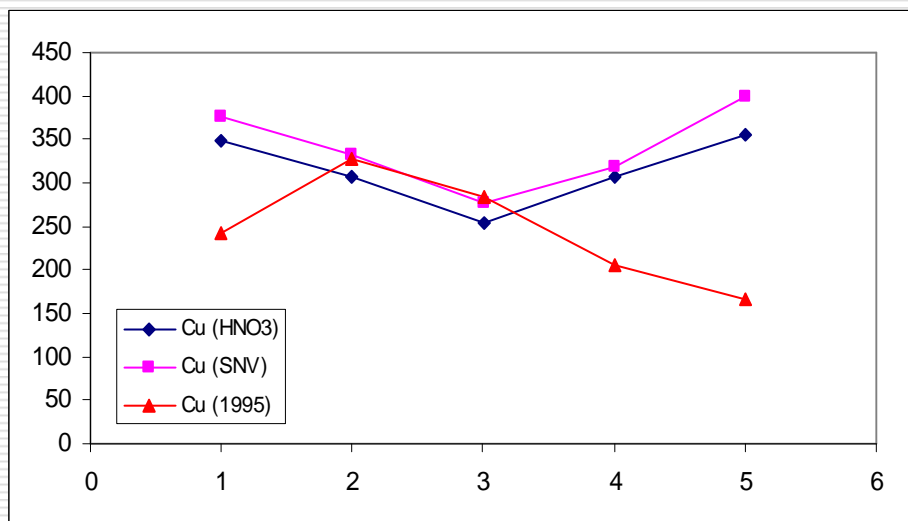
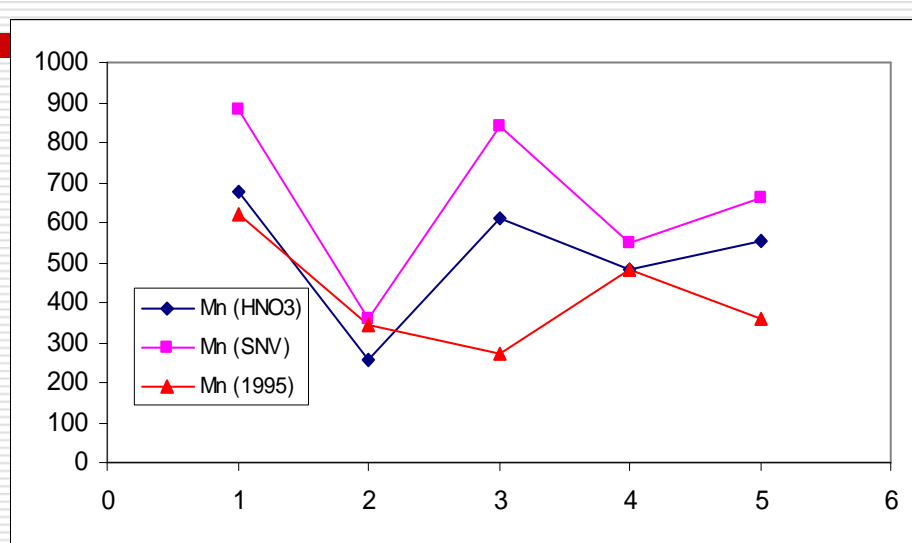
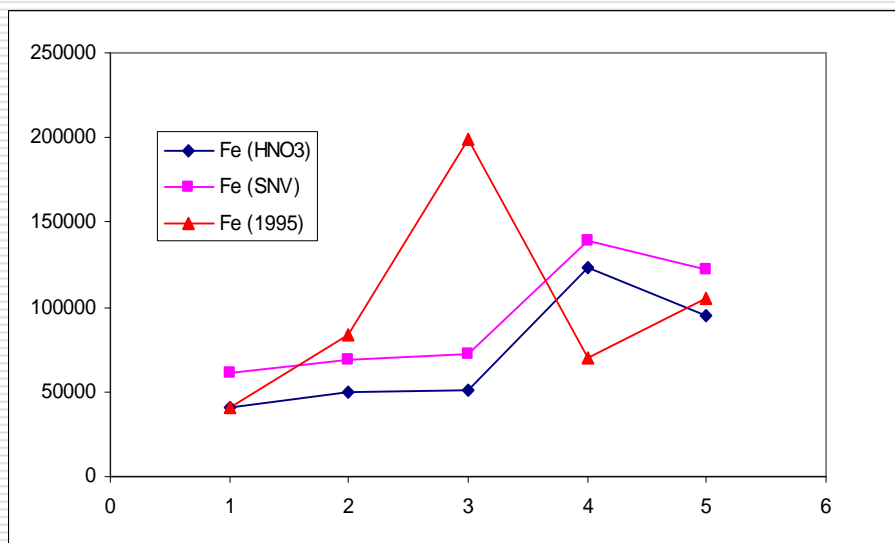
Sekvenční analýza - Fe



Sekvenčná analýza - As



Porovnanie HNO₃ extrakcie a sekvenčnej analýzy



Riečne sedimenty opustených Sb ložísk

APVV-0268-06 "Zhodnotenie vplyvu banskej činnosti na okolie opustených Sb ložísk Slovenska s návrhmi na remediáciu."

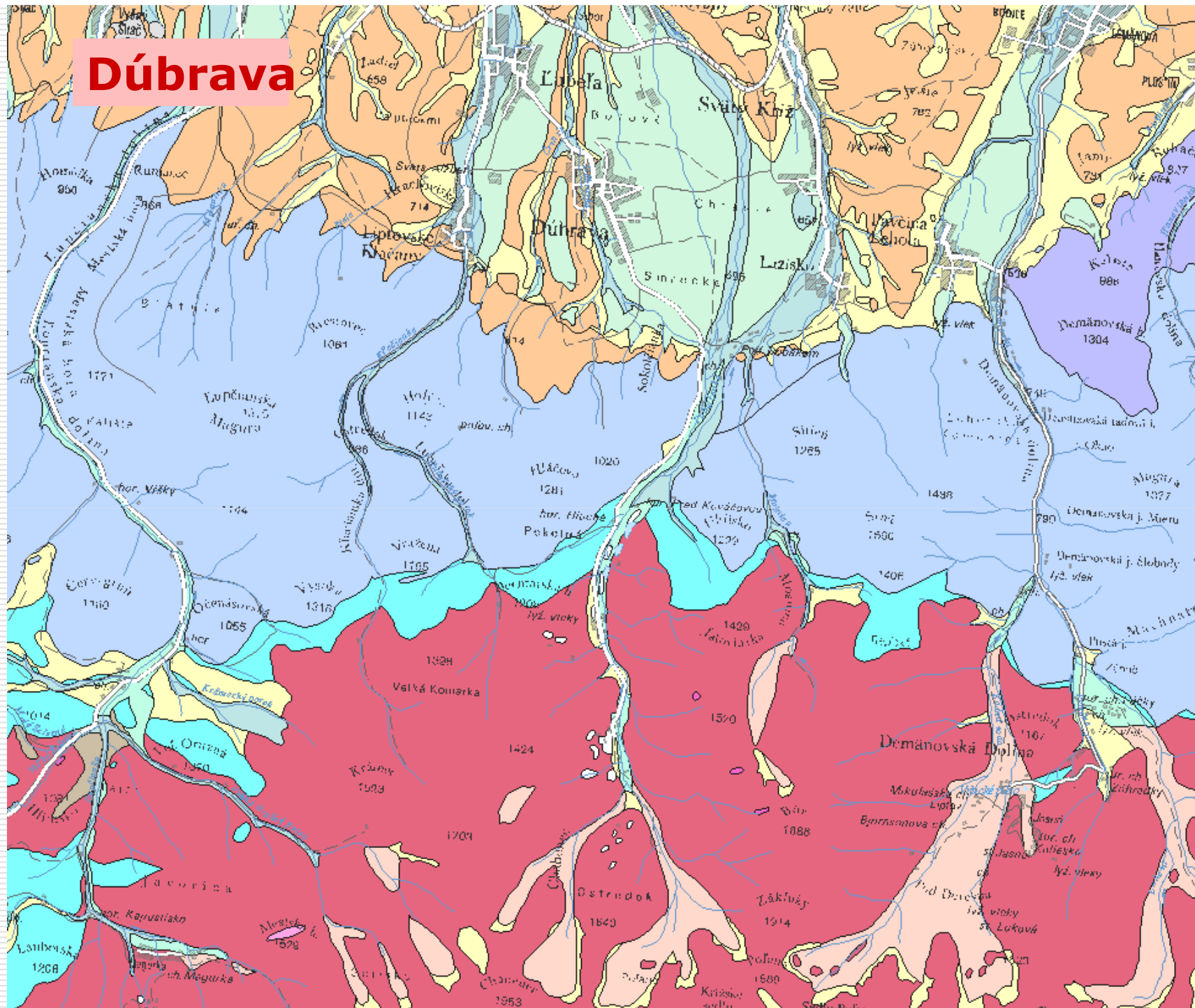
	pH(H ₂ O)	pH(KCl)	EC		pH(H ₂ O)	pH(KCl)	EC
MEDZIBROD (8 samples)				POPROČ (13 samples)			
min	6,13	4,52	41,00	min	5,83	5,35	152,00
max	8,01	7,71	624,00	max	7,90	7,36	995,00
average	7,31	6,93	281,50	average	7,24	6,66	287,54
median	7,43	7,25	268,50	median	7,41	6,80	215,00
ČUČMA (7 samples)				DÚBRAVA (20 samples)			
min	6,34	5,46	414,00	min	6,62	5,46	66,00
max	7,66	7,31	1319,00	max	7,47	6,72	285,00
average	6,94	6,41	691,00	average	7,01	6,08	151,05
median	6,86	6,41	563,00	median	6,96	6,03	149,00
PERNEK (7 samples)							
min	6,06	5,78	269,00				
max	6,90	6,47	821,00				
average	6,45	6,09	467,43				
median	6,36	6,04	379,00				

55 vzoriek z piatich lokalít

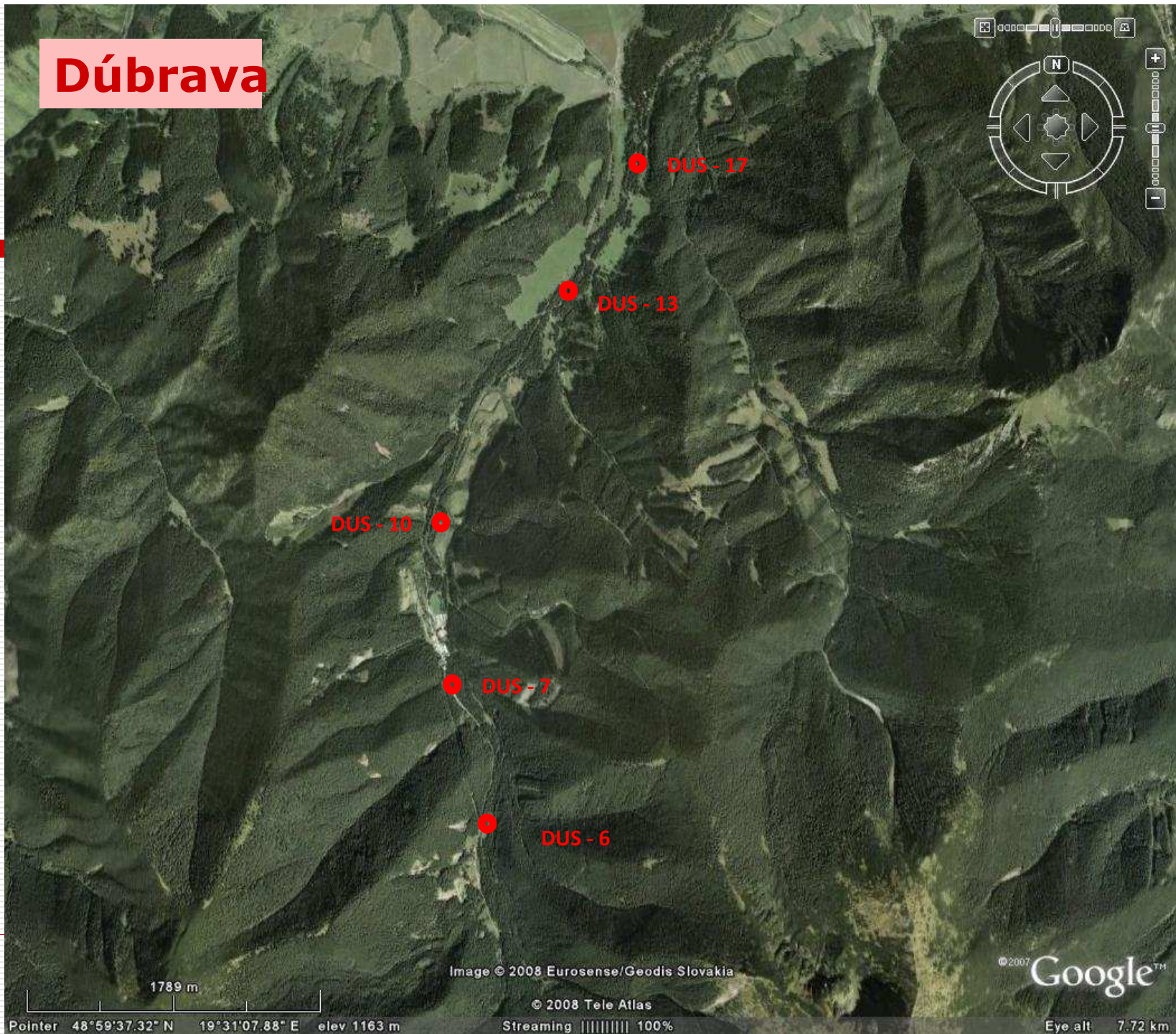
Riečne sedimenty – celkové analýzy

prvok	Cu	Pb	Zn	Ni	Co	As	Sb	Fe
jednotka	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	%
det. limit	0,5	0,5	5	0,5	0,5	5	0,5	0,01
max	128	66,8	665	544,7	76,3	9180	1360	13,61
min	3,2	14,1	34	5,6	3,2	25	10,9	0,84
average	38,73	34,22	161,23	83,56	20,46	740,70	409,64	3,84
median	21,5	31,3	75	18,1	11,45	144,5	323,1	2,265

Dúbrava



Dúbrava



Pointer 48°59'37.32" N 19°31'07.88" E elev 1163 m

Image © 2008 Eurosense/Geodis Slovakia

© 2008 Tele Atlas

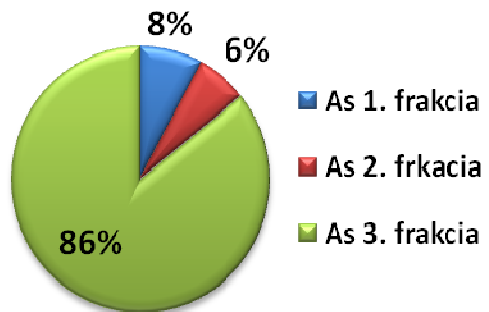
Streaming 100%

© 2007 Google™

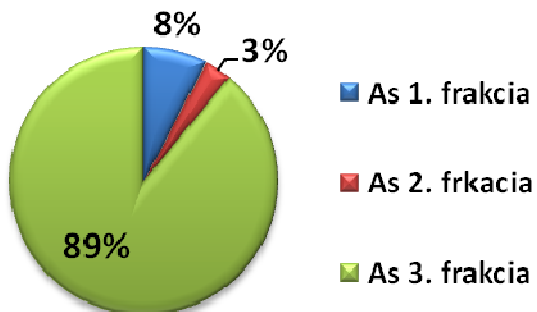
Eye alt 7.72 km



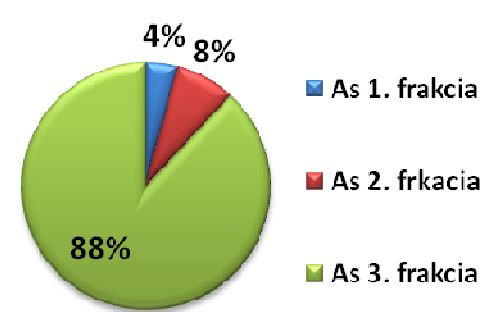
DUS-6



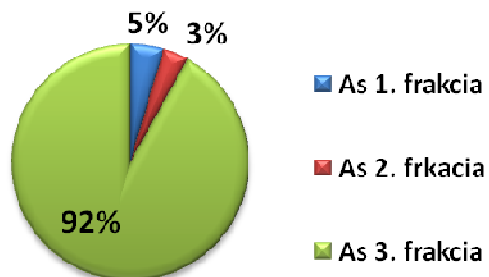
DUS-7



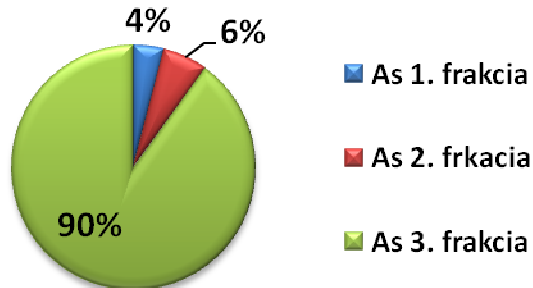
DUS-10



DUS-13

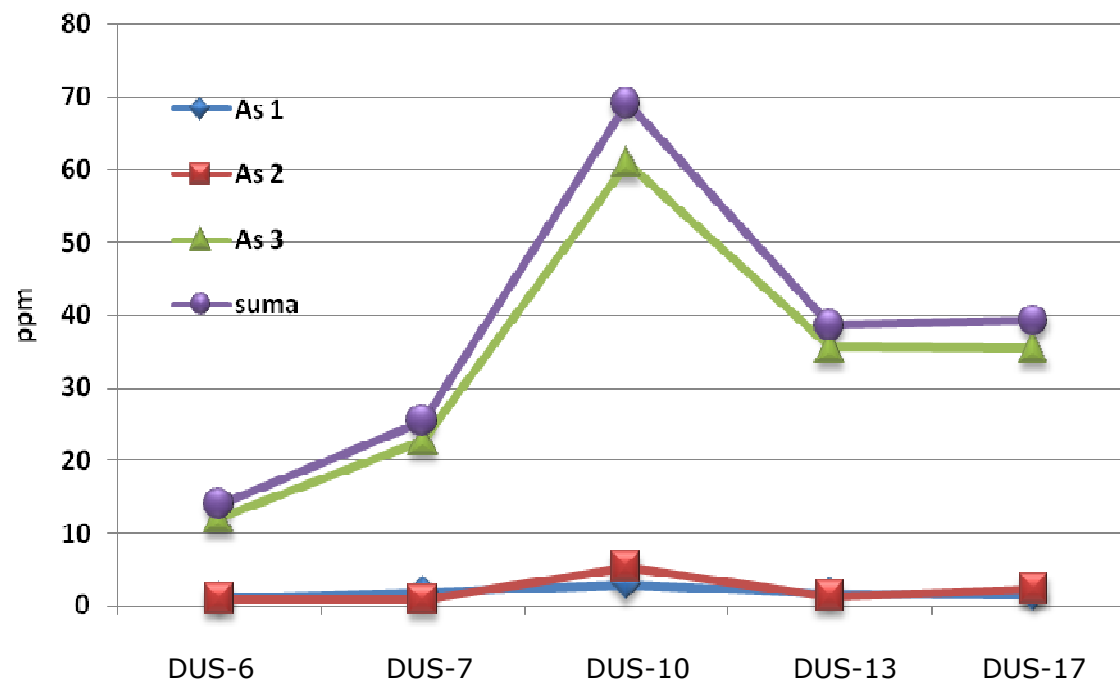


DUS-17

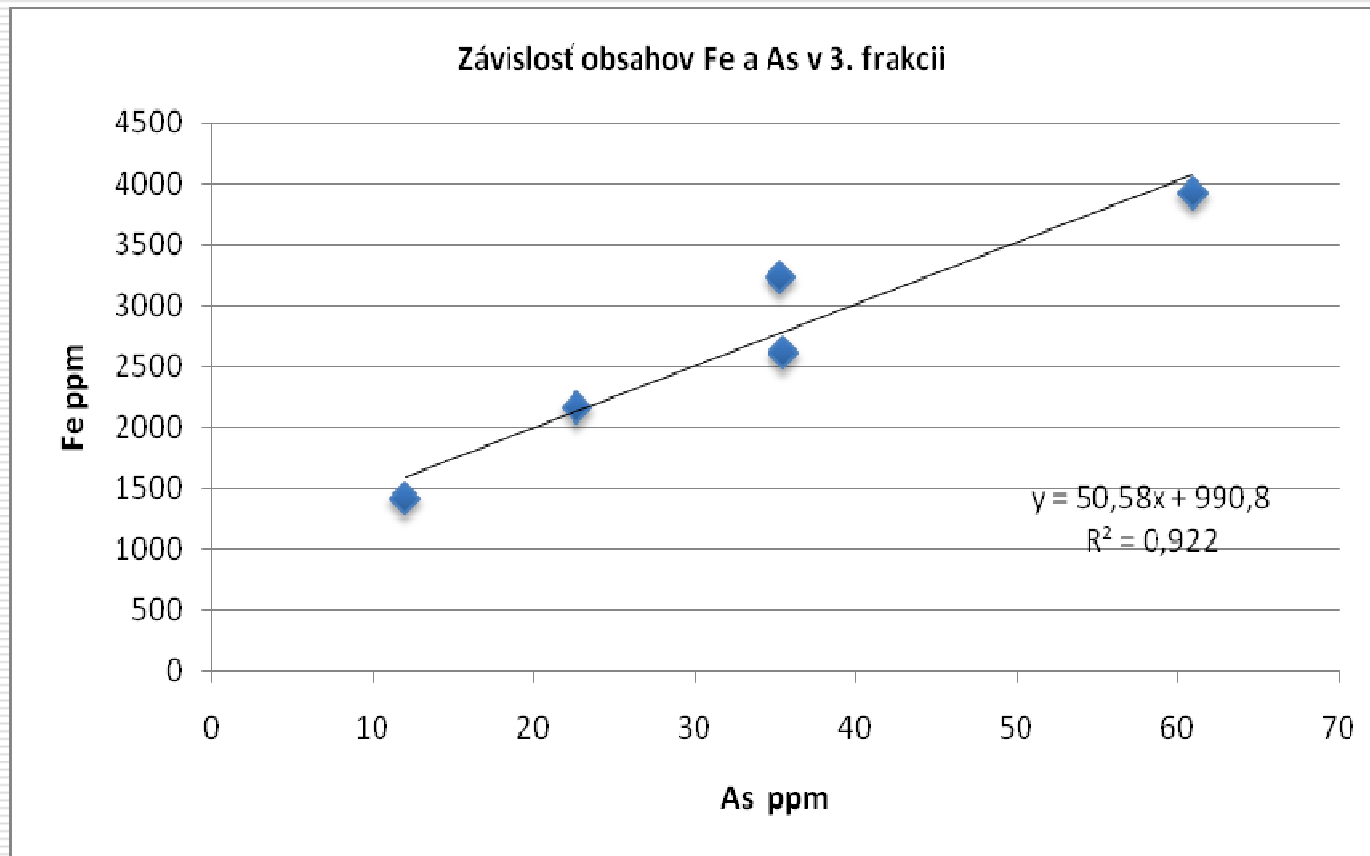


As v riečnych sedimentoch

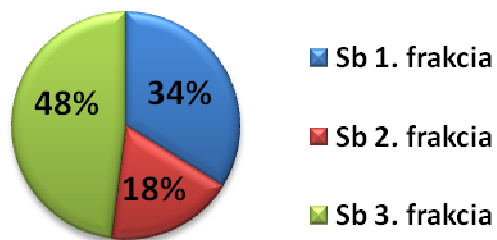
Obsah As vo všetkých 3 frakciách



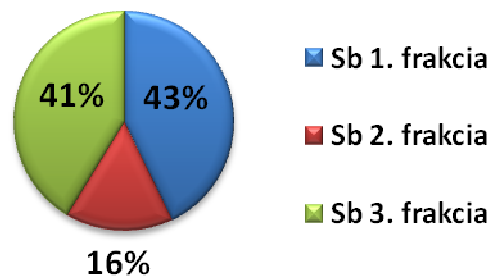
Fe vs. As v III. frakcii



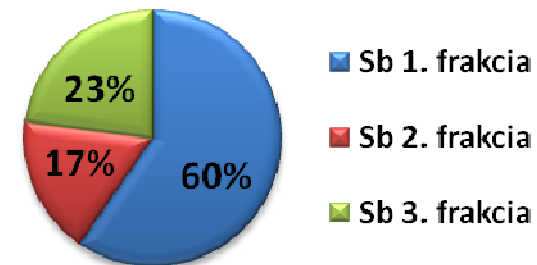
DUS-6



DUS-7

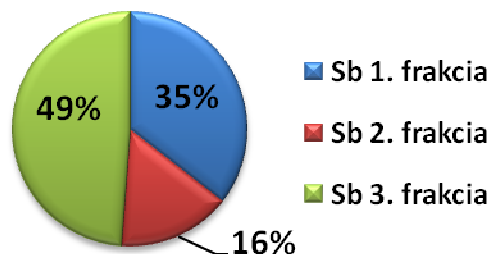


DUS-10

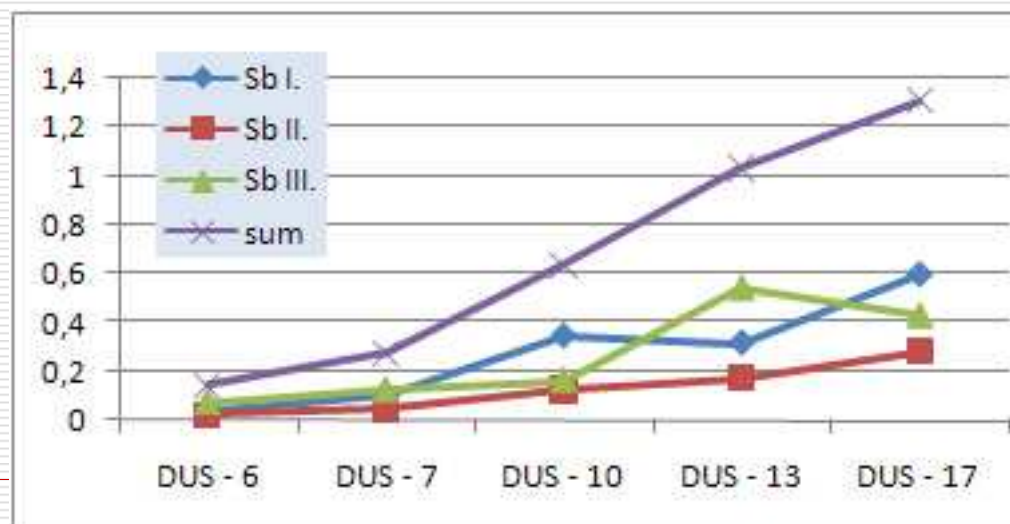
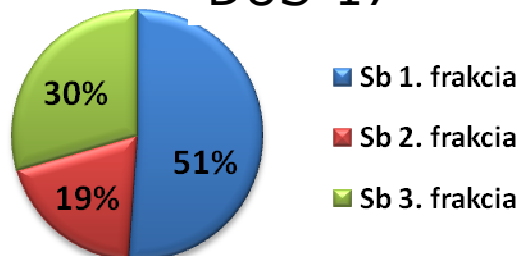


Sb v riečnych sedimentoch

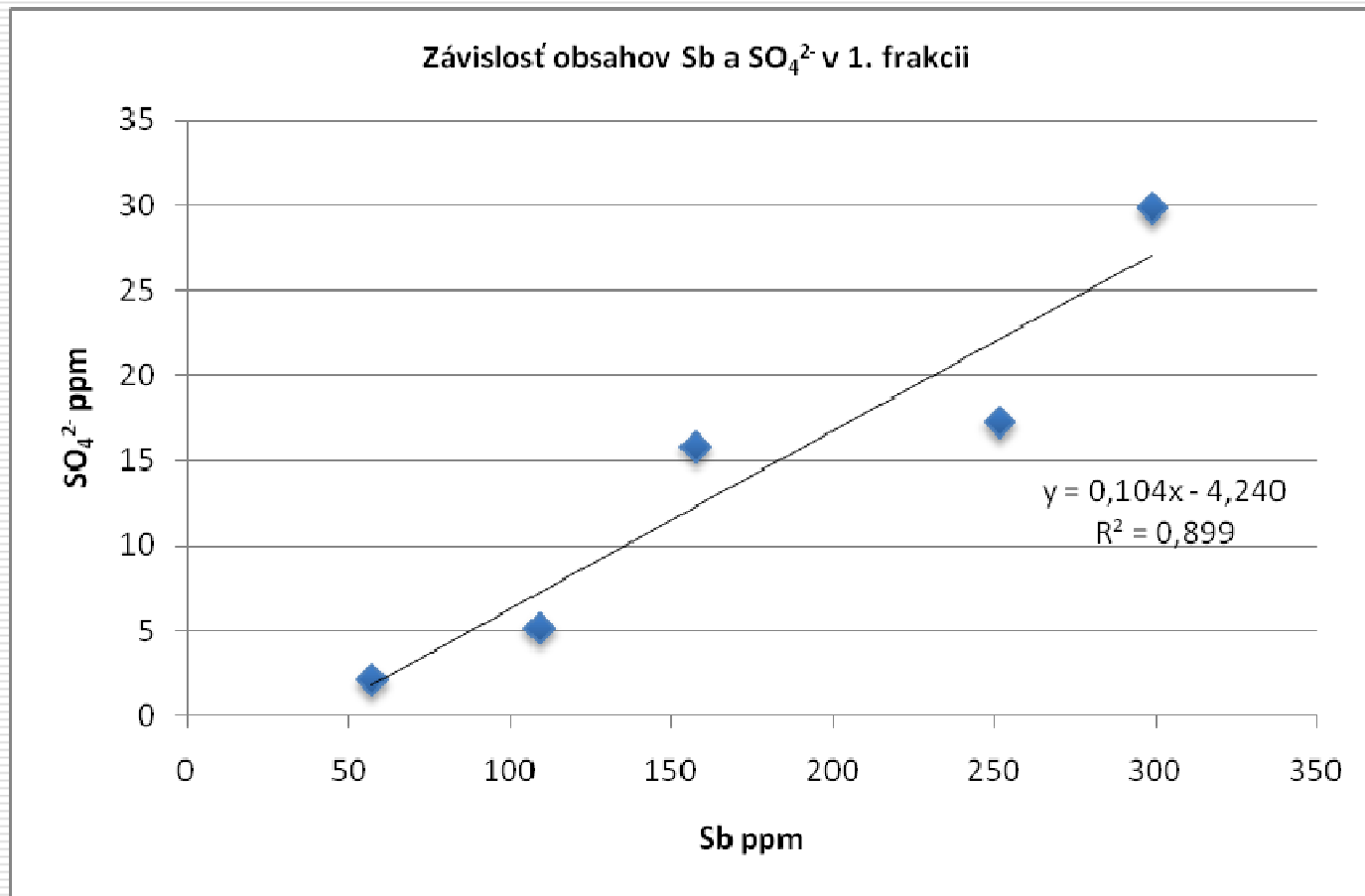
DUS-13



DUS-17



Sb vs. sírany v I. frakcii



Coquandite



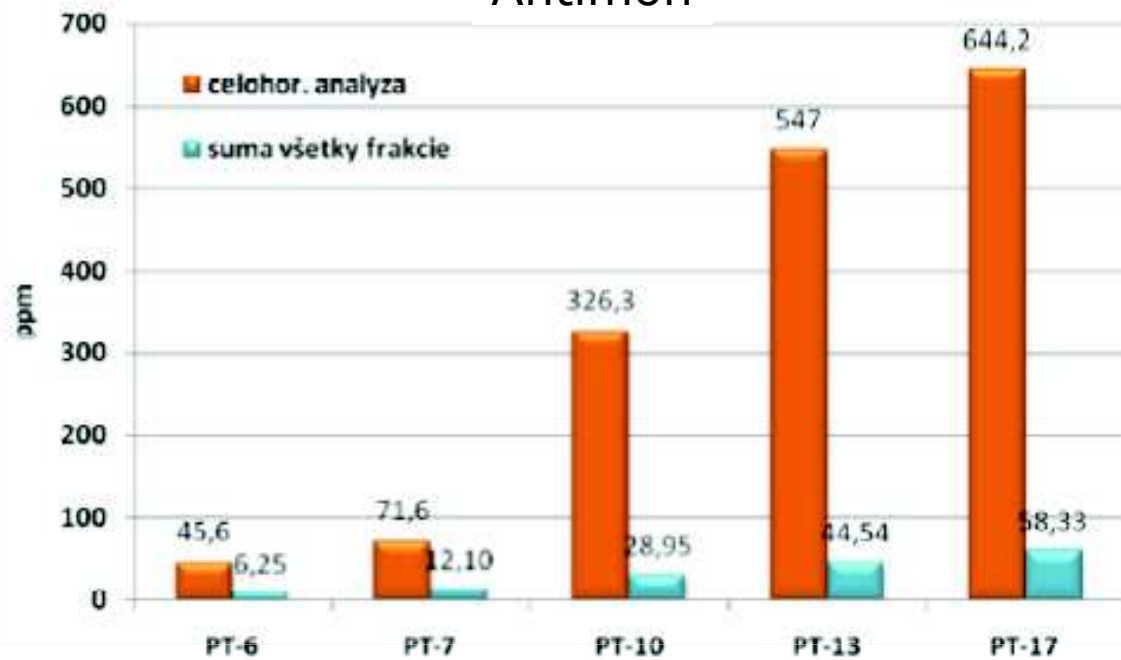


Peretaite
 $\text{Ca}(\text{SbO})_4[(\text{OH})|\text{SO}_4]_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

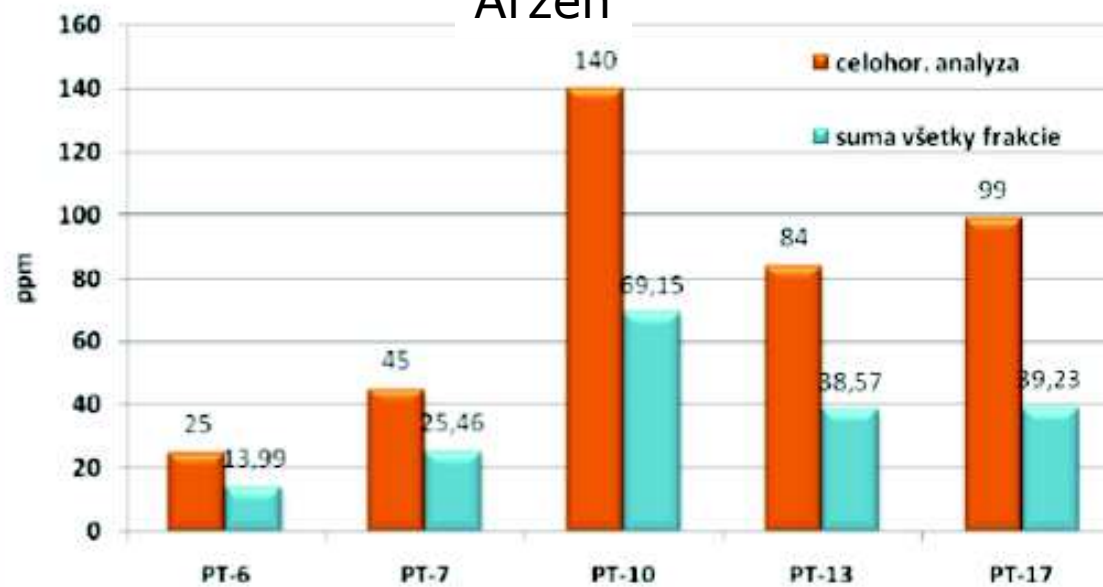


Klebelsbergite
 $\text{Sb}_4[\text{O}_4|(\text{OH})_2|\text{SO}_4]$

Antimón



Arzén



Medzibrod



POS - 1



POS - 2



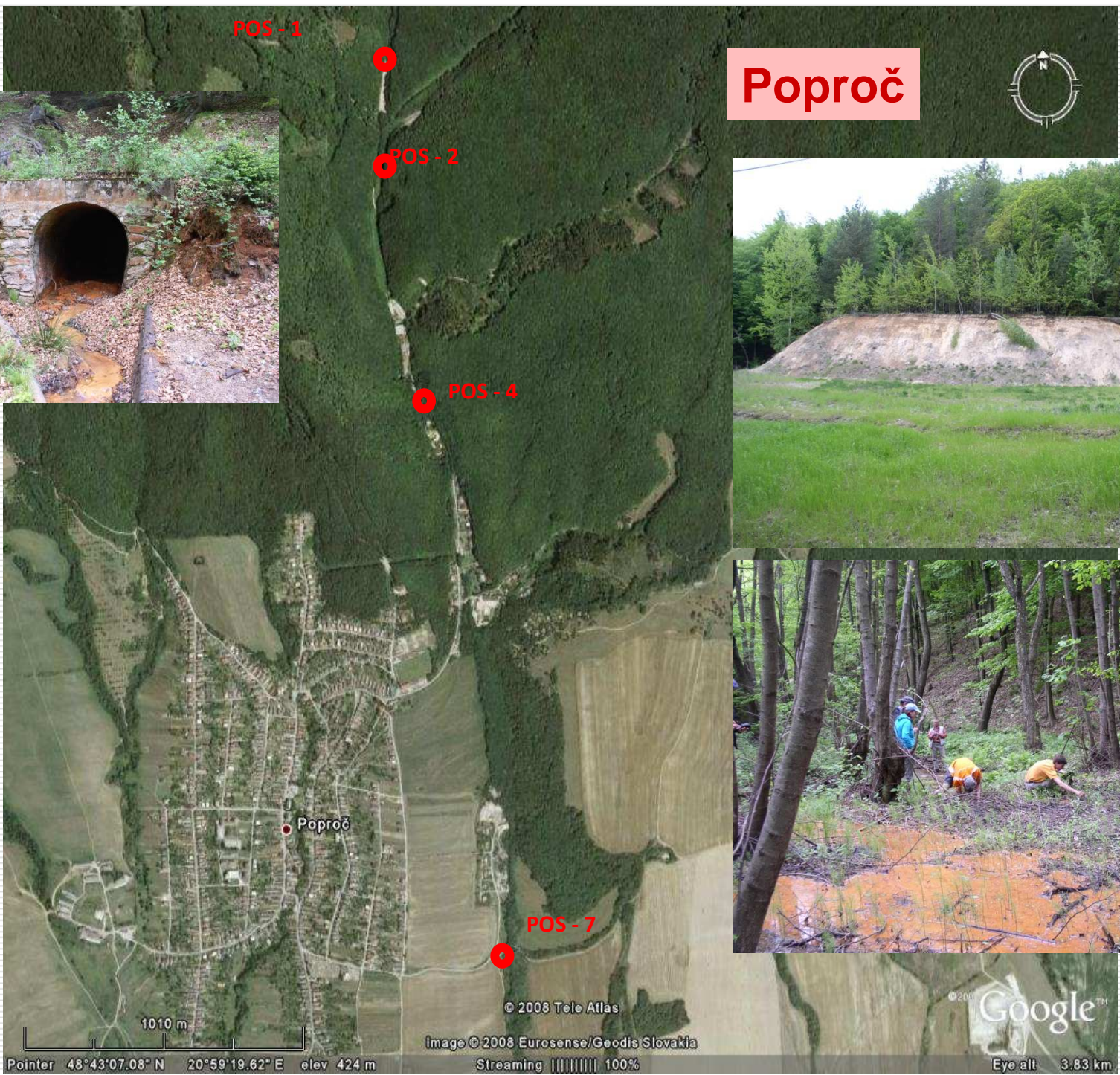
POS - 4



POS - 7



Poproč

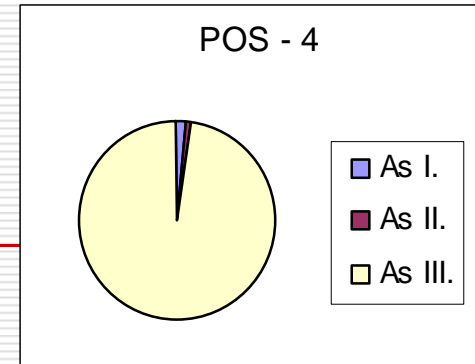
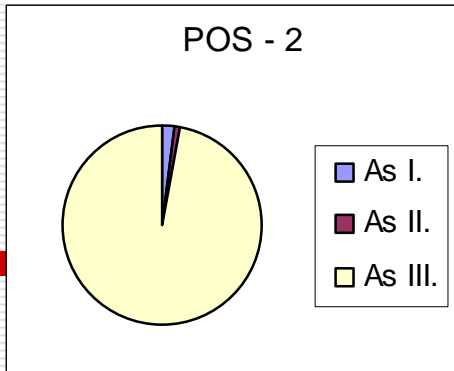
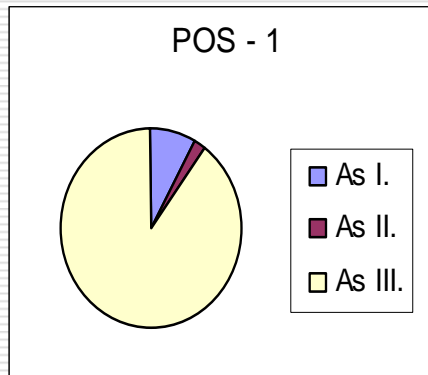


1010 m
Pointer 48°43'07.08" N 20°59'19.62" E elev 424 m

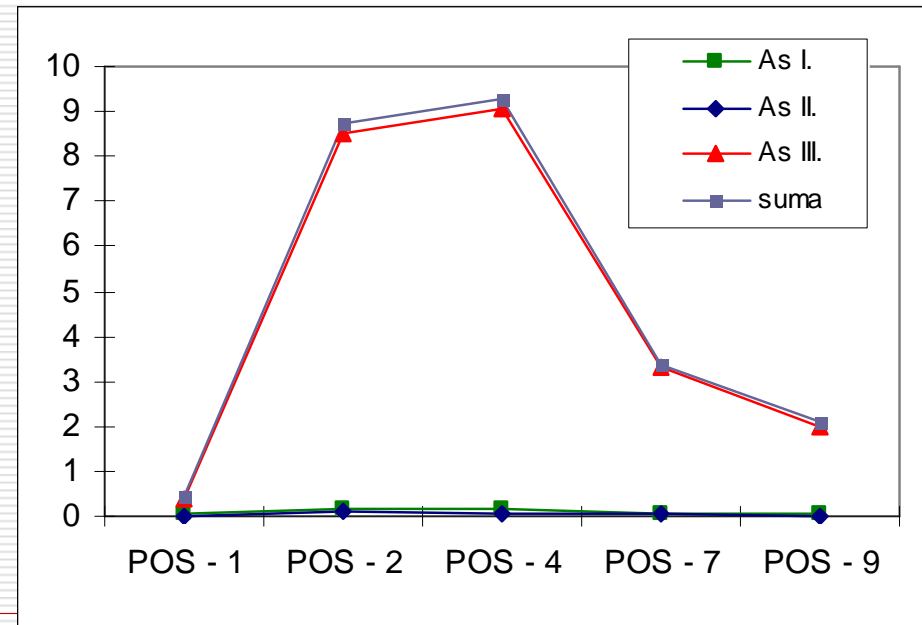
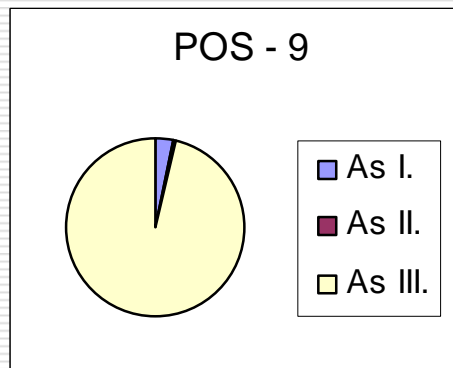
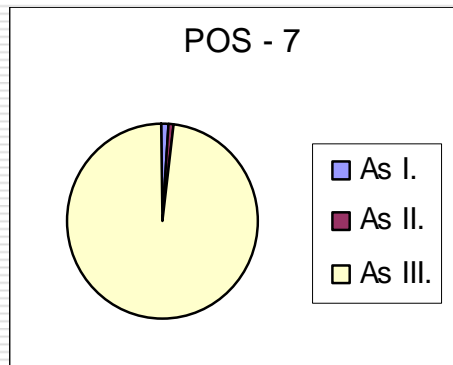
© 2008 Tele Atlas
Image © 2008 Eurosense/Geodis Slovakia
Streaming ||||| 100%

© 2008 Google™
Eye alt 3.83 km

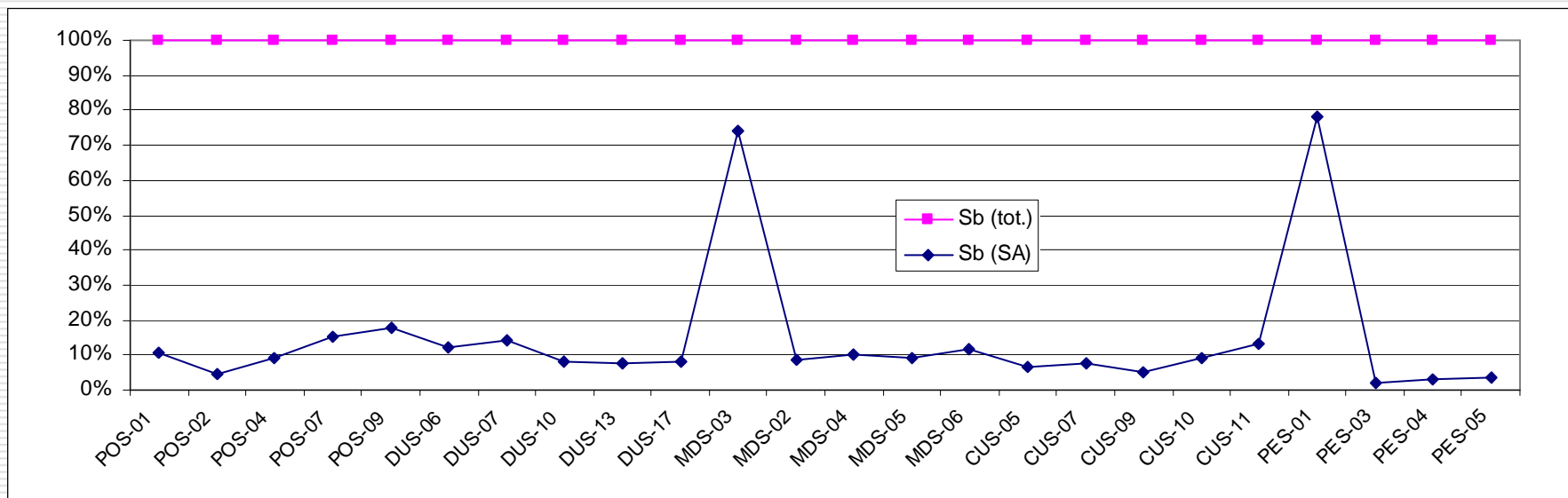
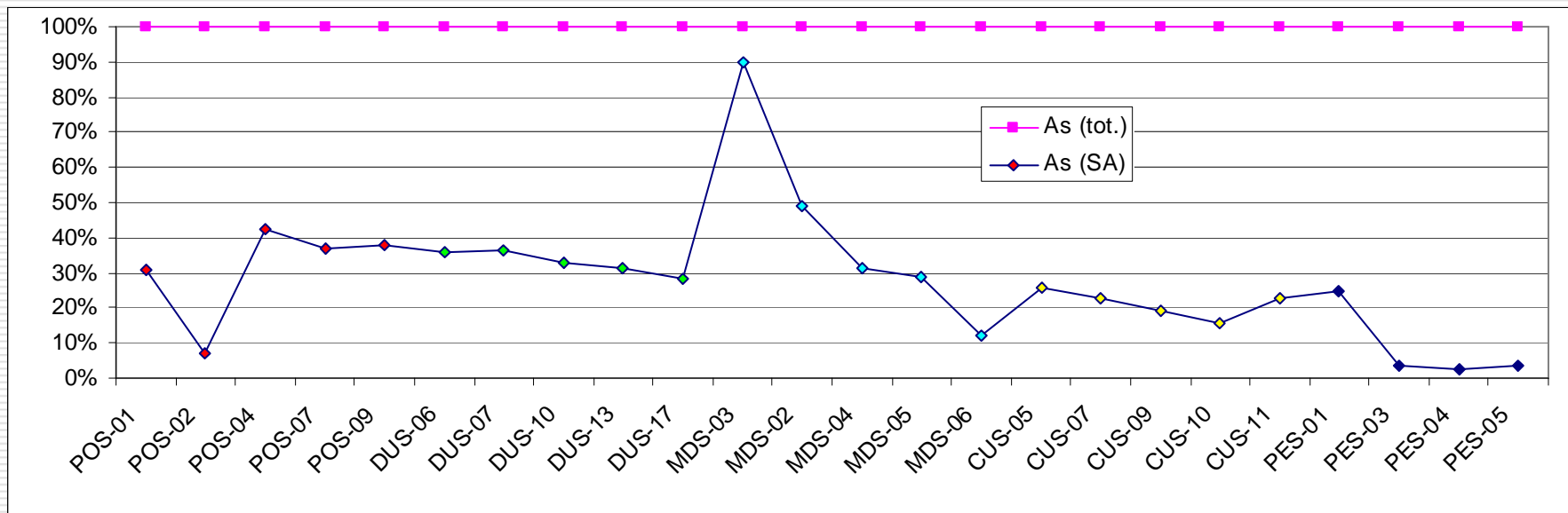




As v riečnych sedimentoch - Poproč



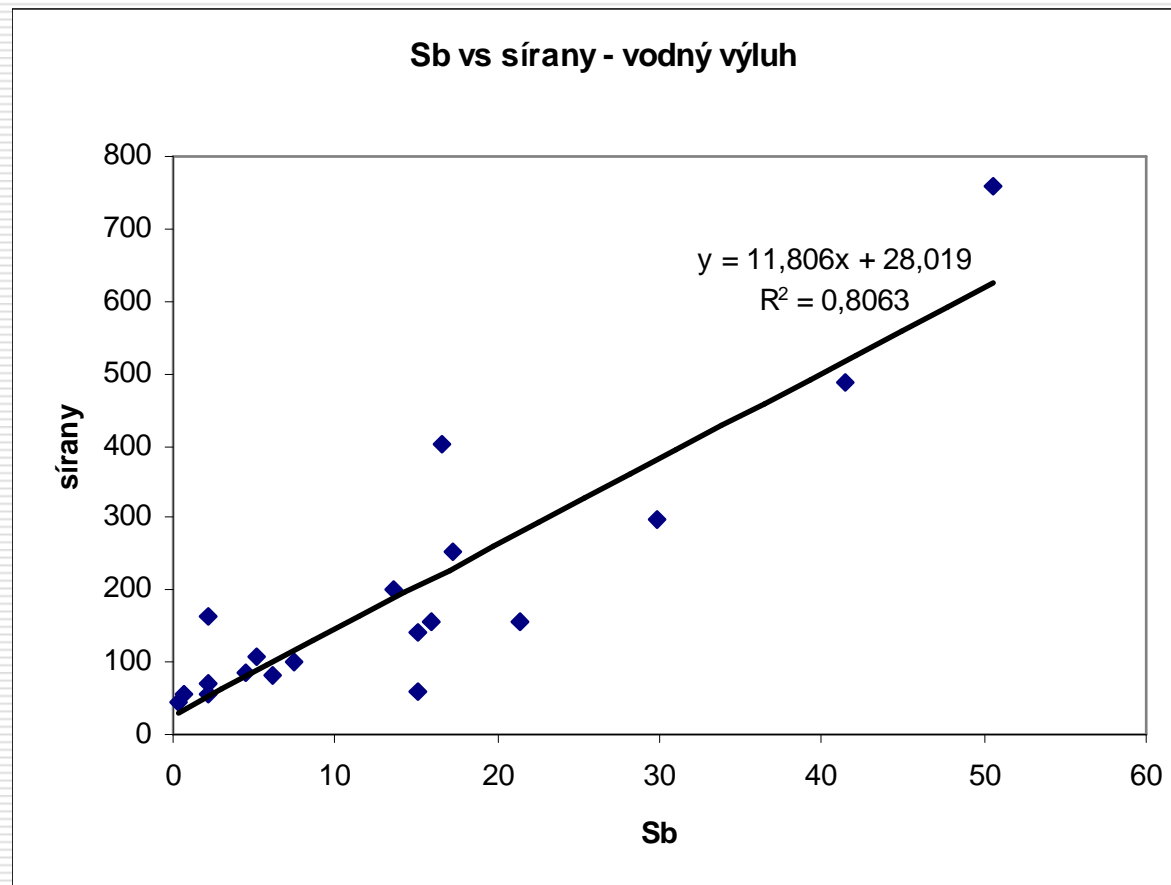
Extrahovateľné podiely As a Sb



Extrahovateľné podiely As a Sb

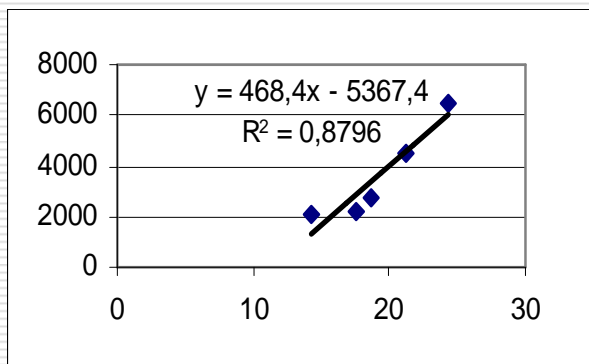
	ext. As (%)	ext. Sb (%)
Poproč	48,92	13,28
Dúbrava	49,5	11,34
Medzibrod	25,68	10,99
Čučma	27,07	9,24
Pernek	2,47	2,33
priemer	33,64	10,12
min	2,66	2,26
max	73,30	21,69

Korelácia obsahov Sb a síranov vo vodnom výluhu riečnych sedimentov z piatich študovaných lokalít

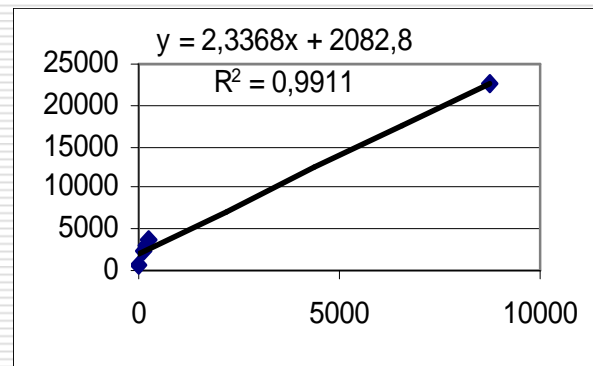


Korelácia obsahov Fe a As viazaných na oxyhydroxidy Fe v riečnych sedimentoch študovaných lokalít

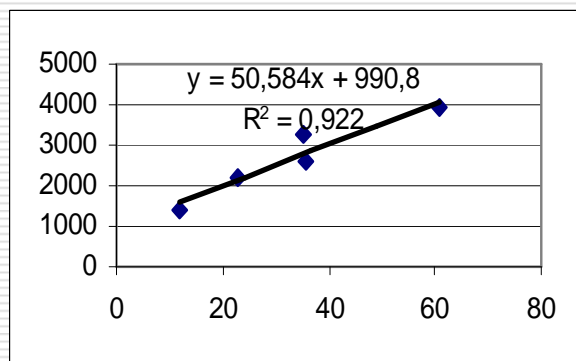
Čučma



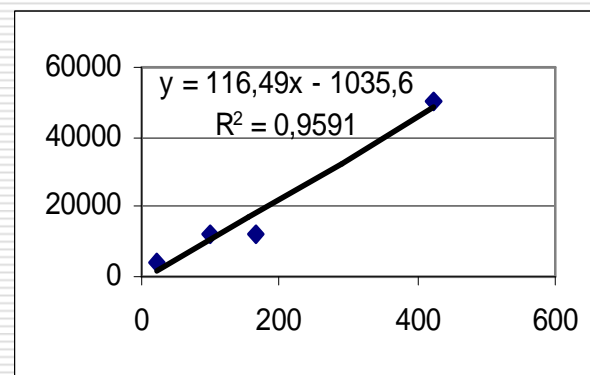
Medzibrod



Dúbrava



Poproč



Závery

- kontaminácia je v povodiach ovplyvnených banskou činnosťou šírená vo vode v rozpustenej forme, ale aj vo forme suspendovaných častíc, ktoré sa usadzujú v stream sedimentoch
 - obsah niektorých sledovaných prvkov v riečnych sedimentoch aj suspenziách v smere dolu po toku potoka plynule narastá, čo je spôsobené znižovaním prietoku, ale aj mobilitou vybraných prvkov
 - v riečnych sedimentoch je asi 30% Fe viazaného vo forme oxyhydroxidov, ktoré sa hromadia hlavne v dolných častiach potokov
 - rozklad vzoriek stream sedimentov v HNO_3 veľmi dobre koreluje s výsledkami sekvenčnej analýzy – môže ju čiastočne nahradiť
 - Sb vykazuje výrazne väčšiu mobilizovateľnosť vo vodnom výluhu ako As a jeho obsah výrazne koreluje s obsahmi síranov
 - As sa prednostne viaže na oxyhydroxidy Fe a ich transport v pevnej fáze limituje aj mobilitu As
 - pomocou sekvenčnej extrakcie je možné uvoľniť z riečnych sedimentov cca 1/3 As a 1/10 Sb
-

Ďakujem za pozornosť...

www.banskeodpady.sk