



משרד התשתיות הלאומיות  
המכון הגיאולוגי

Characterization of Waste – Leaching Behaviour Tests  
Influence of pH on Leaching with Initial Acid/Base Addition

Yoetz Deutsch

Report submitted to the National Coal Ash Board

Jerusalem, March 2008

תוצאות בדיקת שני מדגמי אפר פחם על פי השיטה האירופית, CEN/TC 292, נתונים להלן.  
התקן האירופי מתחשב בהשפעת דרגת החומציות, pH, על מיצוי מרכיבים אנאורגניים מחומרי פסולת. תנאי שווי משקל כפי שהם מוגדרים בתקן מושגים על ידי הוספת כמות שנקבעה מראש של חומצה או בסיס לקבלת דרגת pH הסופית הרצויה.

המדגמים שנמסרו לנו על ידכם לביצוע הבדיקה הם:

Rutenberg	28.2.2006	Drummond
Orot Rabin	2.3.2006	Billiton

תנאי הבדיקה והתוצאות נתונים בדפים הבאים בשיטת הצגה המוצעת על ידי מחברי נוסח התקן האמור ICS: 13.030.10 נספח A וסרטוט A.2 המציג את השפעת דרגת החומציות pH על התנהגות המיצוי של שפכים בתחום 4 – 12 pH המושג על ידי הוספה מראש של חומצה או בסיס לקבלת ערך pH סופי רצוי.

החומצה בה נעשה שימוש בעבודה זו היא:

Conc. HNO<sub>3</sub> J.T. Baker cat. No. 9606-03 diluted to concentration of 3.931 mol/l.

הבסיס בו נעשה שימוש בעבודה זו הוא:

Titrisol NaOH Natronlauge Merck Art. 9956 diluted to concentration of 1.000 mol/l.

המדגמים עורבבו במשך 0.5, 2, 4, 44 ו 48 שעות במכשיר טלטול IKA HS basic.  
האנליזה ליסודות הקורט בוצעה בתנאים ובמכשור דומים לאלו בהם מבוצעת הבדיקה של תוצרי המיצוי לפי שיטת TCLP.

Rutenberg	Bottle No.	Rut - 19	Rut - 1	Rut - 2	Rut - 3	Rut - 4
Dry mass (g)		15	15	15	15	15
Acid volume (ml)			0.00	0.40	0.70	1.10
Acid conc, (mol/l)			3.931	3.931	3.931	3.931
Base volume (ml)		1.80				
Base conc, (mol/l)		1.000				
H <sub>3</sub> O <sup>+</sup> or OH <sup>-</sup> (mol/kg)		0.0120	0.0000	0.0105	0.0183	0.0288
Leachant vol. (ml)		150	150	150	150	150
Resulting L/S (l/kg)		10	10	10	10	10
pH at t <sub>0</sub> + 4h		11.94	11.30	10.52	6.74	6.58
pH at t <sub>0</sub> + 44h		11.90	11.30	10.90	10.54	9.54
pH at t <sub>0</sub> + 48h		11.74	11.43	11.03	10.56	9.51
ΔpH ( t <sub>0</sub> + 4h)-( t <sub>0</sub> + 44h)		0.04	0.00	-0.38	-3.80	-2.96
ΔpH ( t <sub>0</sub> + 44h)-( t <sub>0</sub> + 48h)		0.16	-0.13	-0.13	-0.02	0.03

trace elements (mg/l):

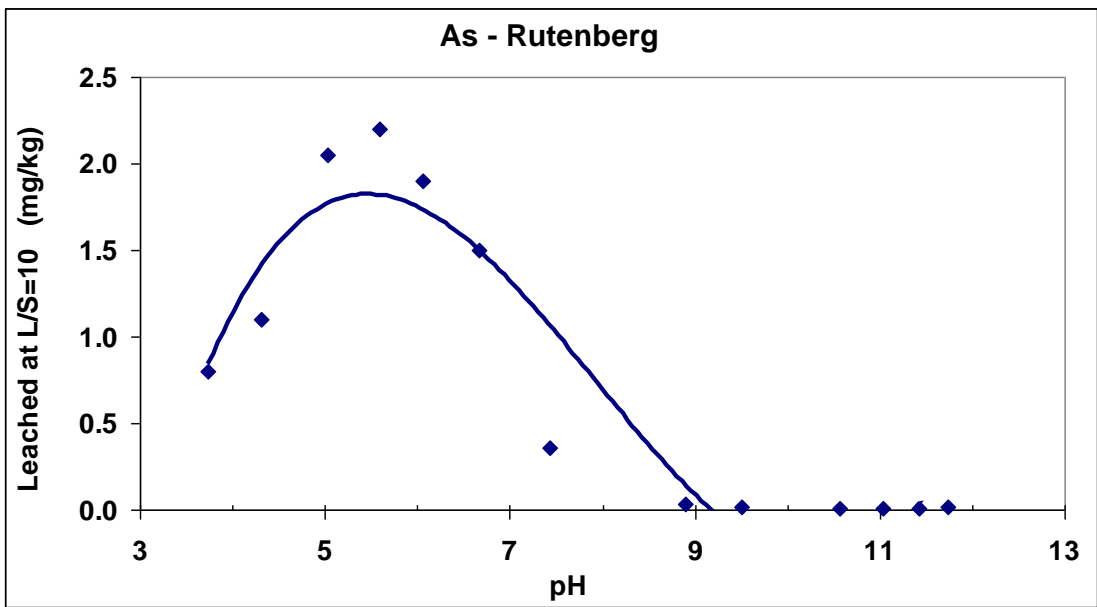
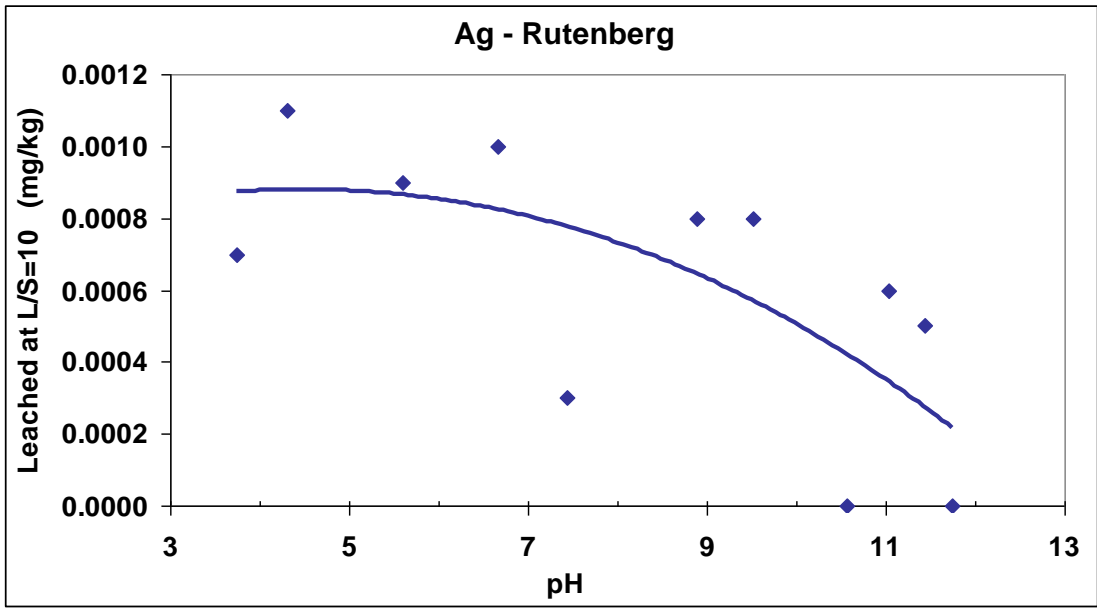
Ag	<0.0002	0.0005	0.0006	< 0.0002	0.0008
As	0.015	0.011	0.008	0.007	0.013
B	< 0.02	0.22	2.05	4.5	5.8
Ba	0.53	1.425	0.255	0.175	0.355
Be	<0.0005	< 0.0005	≤ 0.0005	< 0.0005	< 0.0005
Cd	0.0066	0.0036	0.0046	0.004	0.0034
Co	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
Cr	0.145	0.16	0.25	0.275	0.37
Cu	0.05	0.037	0.032	0.035	0.027
Hg	0.00008	0.00016	0.00014	0.00007	0.0003
Mn	< 0.002	0.003	0.003	0.003	0.002
Mo	1.6	1.5	1.65	1.55	1.4
Ni	< 0.01	0.017	0.03	≤ 0.01	0.034
Pb	0.0004	0.0004	0.0003	0.0003	0.0002
Sb	0.0006	0.0017	0.0019	0.016	0.02
Se	0.115	0.1	0.6	0.77	0.48
Th	<0.0001	0.0002	0.0004	≤ 0.0001	< 0.0001
U	0.0002	0.0004	0.0005	0.0003	0.0001
V	0.115	0.105	0.1	0.16	0.365
Zn	0.045	0.095	0.09	0.15	0.03

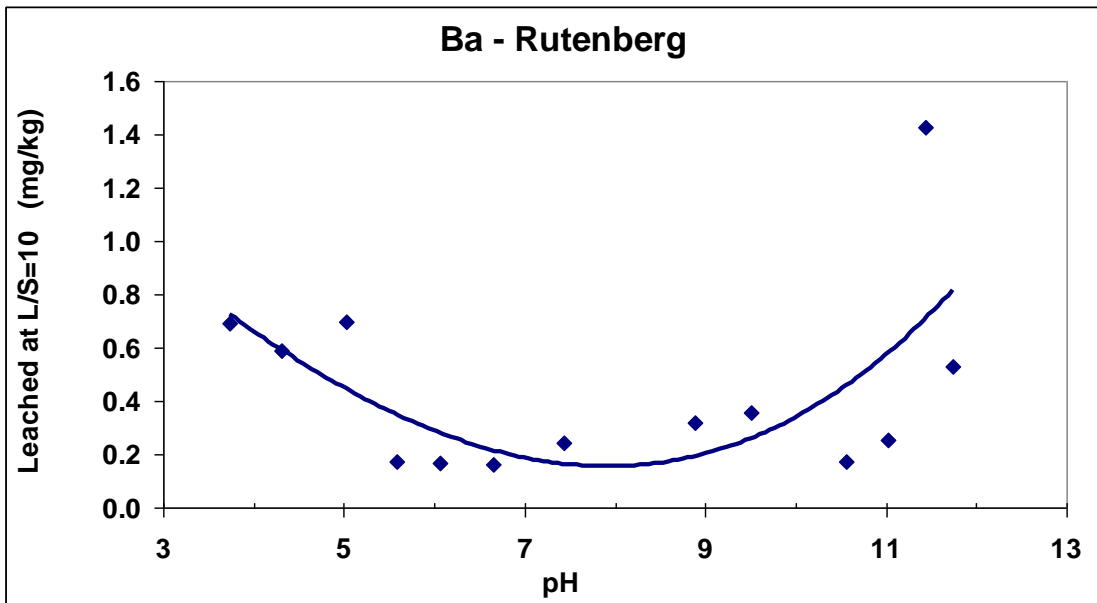
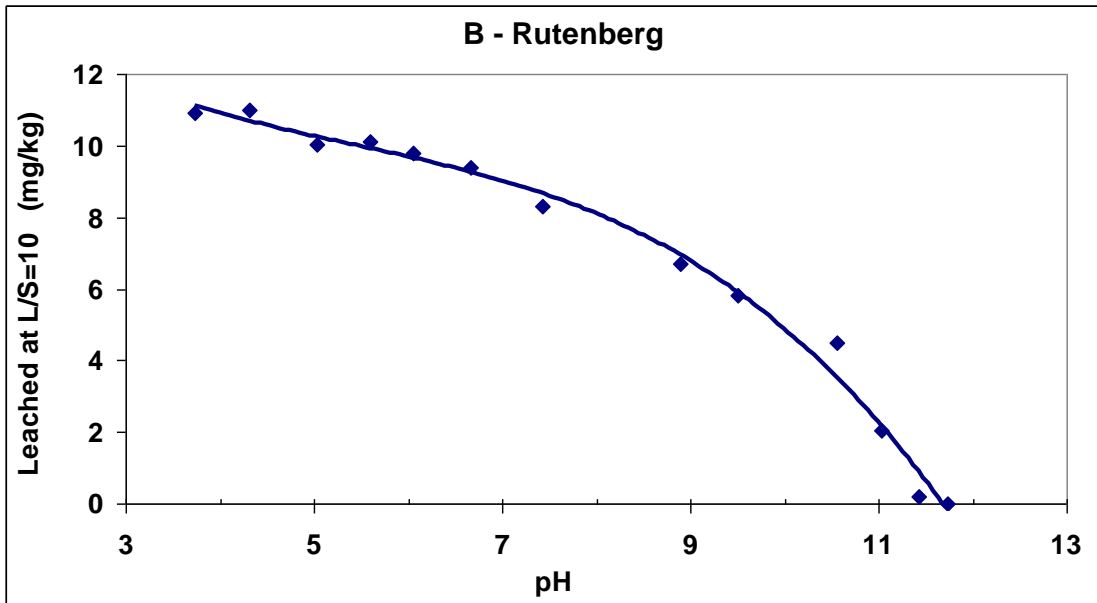
Rutenberg	Bottle No.	Rut - 5	Rut - 6	Rut - 8	Rut - 9
Dry mass (g)		15	15	15	15
Acid volume (ml)		1.50	1.90	2.60	3.00
Acid conc, (mol/l)		3.931	3.931	3.931	3.931
Base volume (ml)					
Base conc, (mol/l)					
H <sub>3</sub> O <sup>+</sup> or OH <sup>-</sup> (mol/kg)		0.0393	0.0498	0.0681	0.0786
Leachant vol. (ml)		150	150	150	150
Resulting L/S (l/kg)		10	10	10	10
pH at t <sub>0</sub> + 4h		6.09	5.69	5.48	5.07
pH at t <sub>0</sub> + 44h		8.73	7.11	6.65	6.06
pH at t <sub>0</sub> + 48h		8.89	7.43	6.66	6.06
ΔpH ( t <sub>0</sub> + 4h)-( t <sub>0</sub> + 44h)		-2.64	-1.42	-1.17	-0.99
ΔpH ( t <sub>0</sub> + 44h)-( t <sub>0</sub> + 48h)		-0.16	-0.32	-0.01	0.00
<u>trace elemens (mg/l):</u>					
Ag		0.0008	0.0003	0.001	
As		0.03	0.36	1.5	1.9
B		6.7	8.3	9.4	9.8
Ba		0.32	0.245	0.16	0.165
Be		< 0.0005	< 0.0005	< 0.0005	< 0.0005
Cd		0.0033	0.0027	0.0039	0.0078
Co		< 0.01	0.015	0.043	0.067
Cr		0.4	0.35	0.14	0.035
Cu		0.033	0.038	0.04	0.044
Hg		0.00008	< 0.00005	<0.00005	0.00008
Mn		0.012	0.22	1.265	2.24
Mo		1.45	1.05	0.93	0.92
Ni		0.028	0.074	0.175	0.22
Pb		0.0004	0.0006	0.0006	0.0006
Sb		0.018	0.012	0.022	0.027
Se		0.6	0.52	0.94	1.2
Th		< 0.0001	≤0.0001	≤0.0001	0.0003
U		0.0004	0.0002	0.0003	0.0005
V		0.7	1.2	2.2	2.35
Zn		0.03	0.12	0.06	0.08

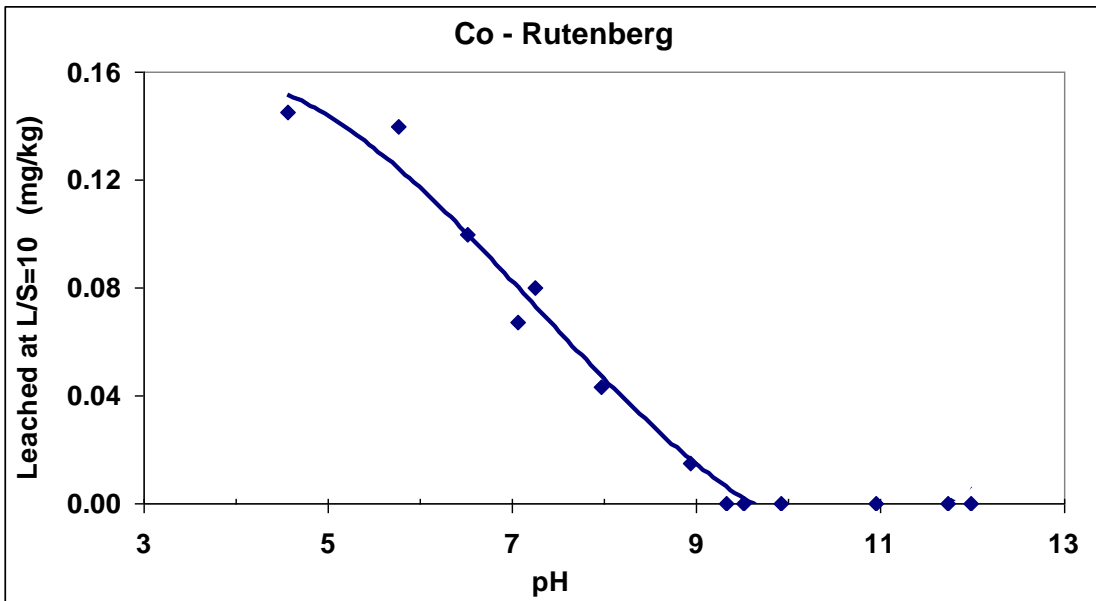
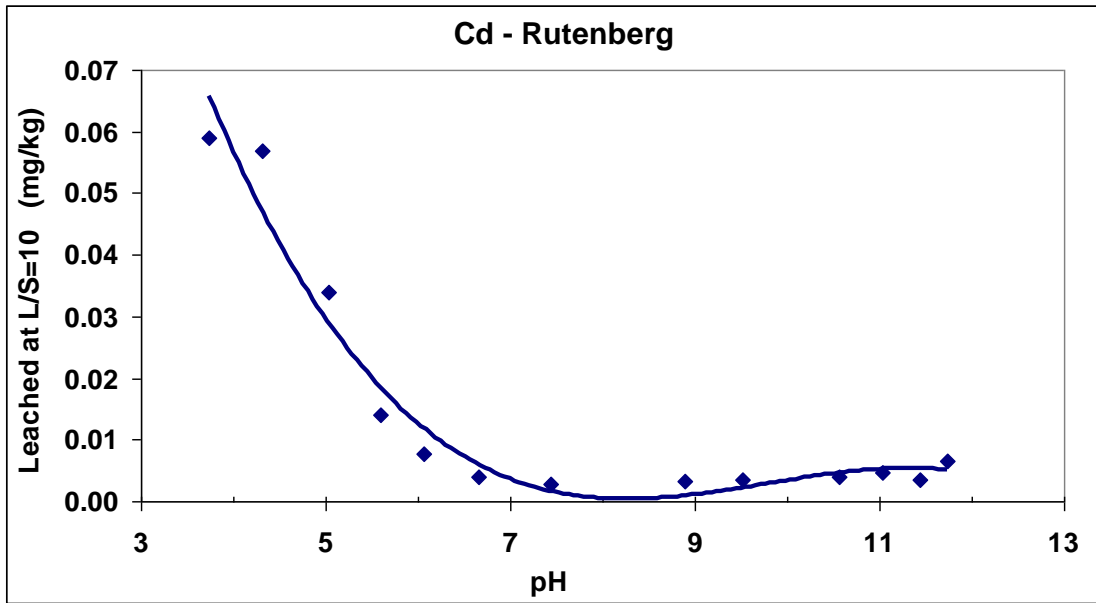
Rutenberg	Bottle No.	Rut - 10	Rut - 11	Rut - 12	Rut - 13
Dry mass (g)		15	15	15	15
Acid volume (ml)		3.40	3.80	4.00	4.40
Acid conc, (mol/l)		3.931	3.931	3.931	3.931
Base volume (ml)					
Base conc, (mol/l)					
H <sub>3</sub> O <sup>+</sup> or OH <sup>-</sup> (mol/kg)		0.0891	0.0996	0.1048	0.1153
Leachant vol. (ml)		150	150	150	150
Resulting L/S (l/kg)		10	10	10	10
pH at t <sub>0</sub> + 4h		3.56	3.08	3.07	2.89
pH at t <sub>0</sub> + 44h		5.61	5.06	4.30	3.72
pH at t <sub>0</sub> + 48h		5.59	5.03	4.31	3.74
ΔpH ( t <sub>0</sub> + 4h)-( t <sub>0</sub> + 44h)		-2.05	-1.98	-1.23	-0.83
ΔpH ( t <sub>0</sub> + 44h)-( t <sub>0</sub> + 48h)		0.02	0.03	-0.01	-0.02

trace elemens (mg/l):

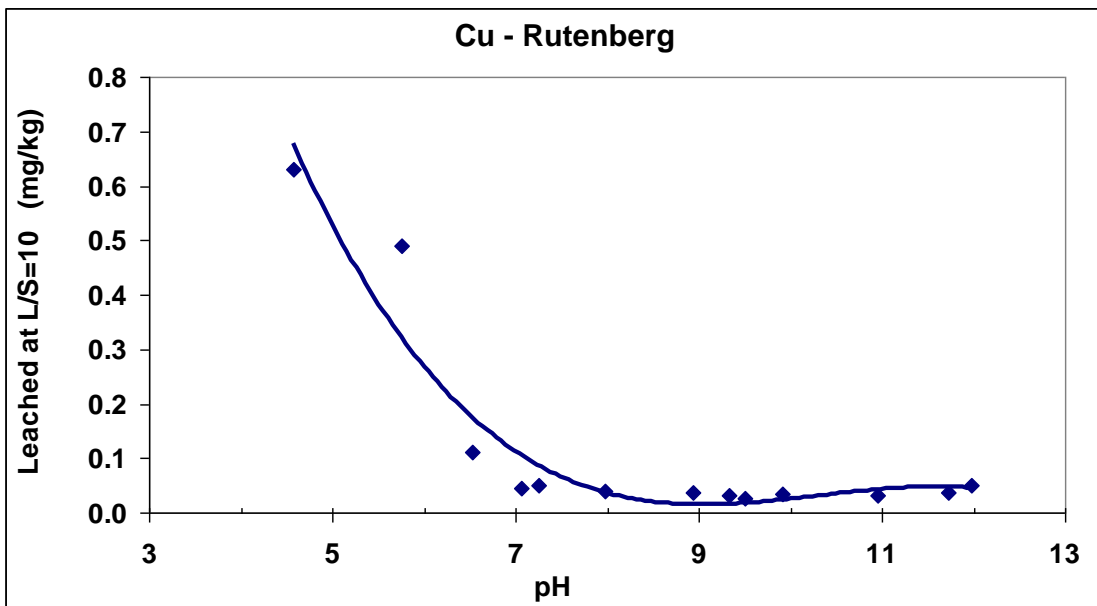
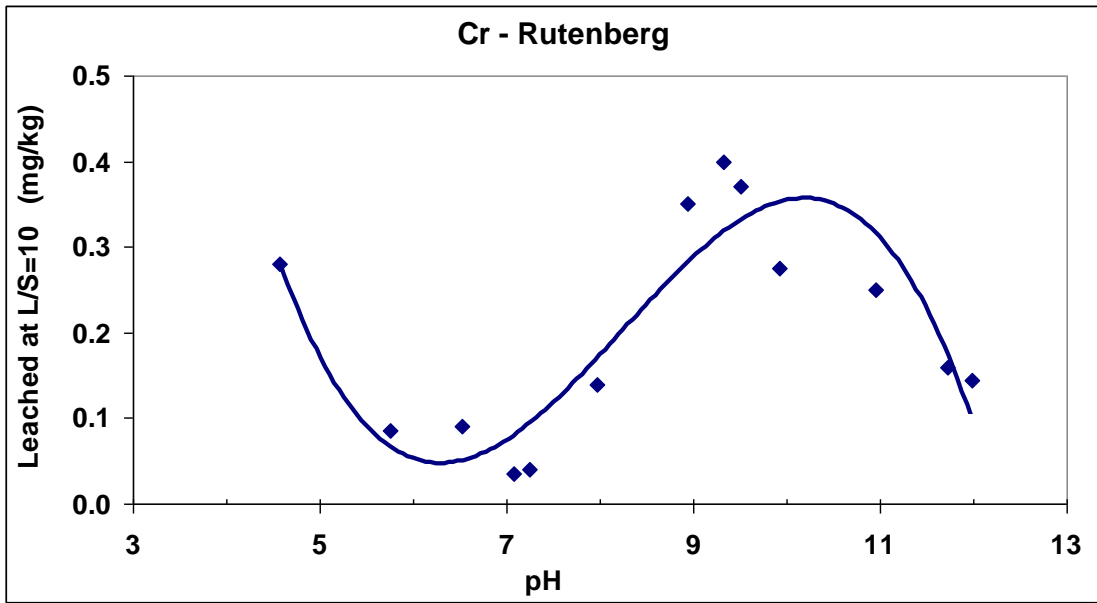
Ag	0.0009		0.0011	0.0007
As	2.2	2.05	1.1	0.8
B	10.1	10.05	11	10.9
Ba	0.175	0.7	0.59	0.69
Be	< 0.0005	0.0027	0.0022	0.0074
Cd	0.014	0.034	0.057	0.059
Co	0.08	0.1	0.14	0.145
Cr	0.04	0.09	0.085	0.28
Cu	0.05	0.11	0.49	0.63
Hg	0.00009	< 0.00005	< 0.00005	<0.00005
Mn	3.1	4.35	4.6	6.2
Mo	0.825	0.65	0.27	0.085
Ni	0.28	0.3	0.435	0.435
Pb	0.0007	0.0041	0.0023	0.0015
Sb	0.027	0.027	0.03	0.019
Se	1.3	1.3	1.35	0.8
Th	0.0002	0.0006	0.001	0.0002
U	0.0006		0.0013	0.0004
V	2.2	1.92	1.07	0.78
Zn	0.05	0.16	0.5	0.6

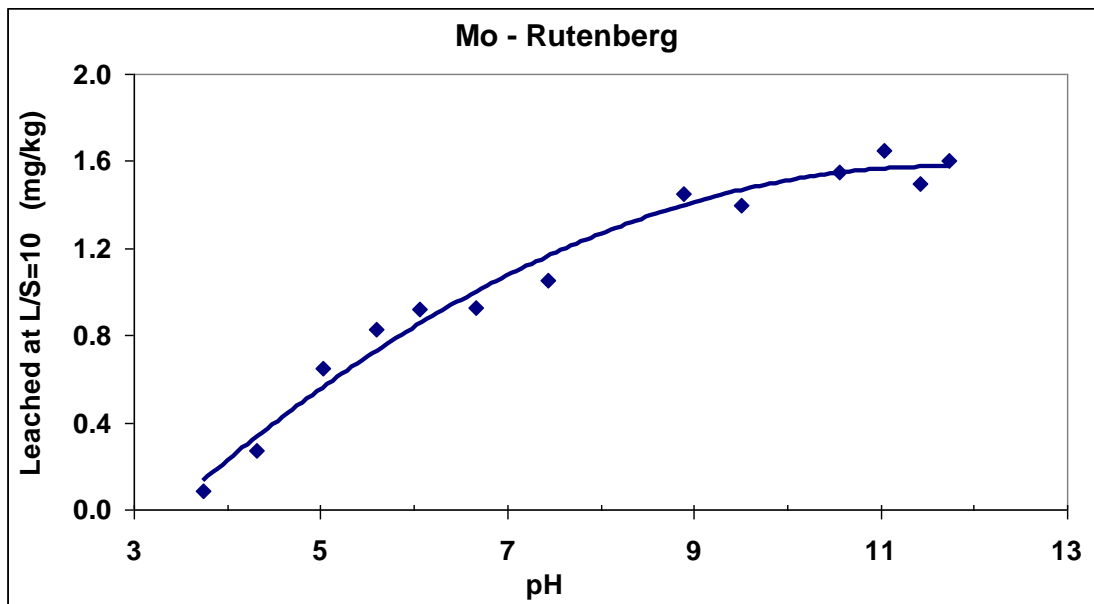
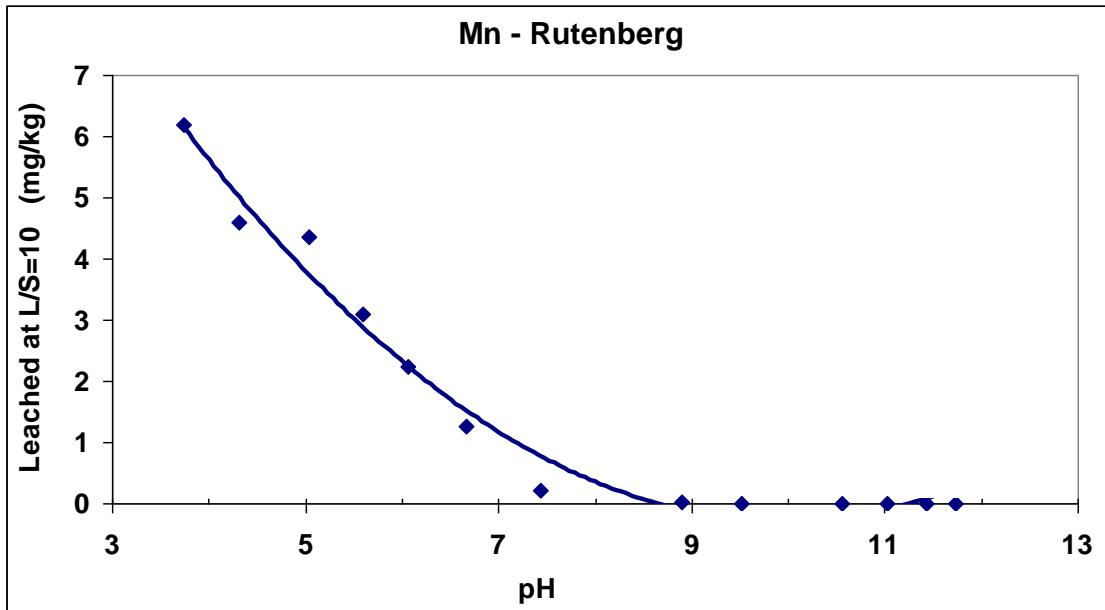


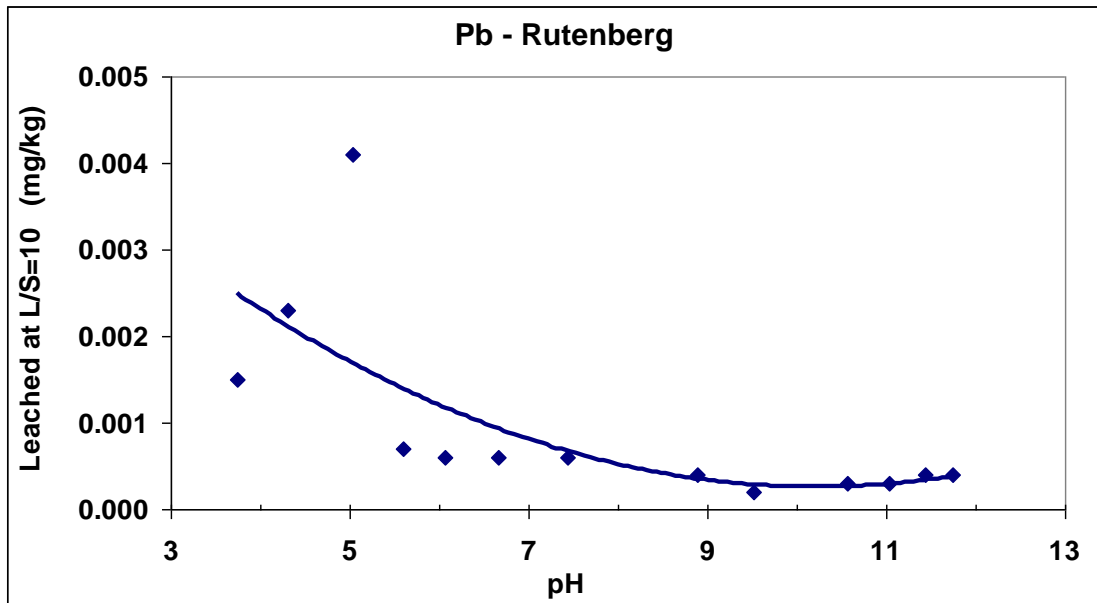
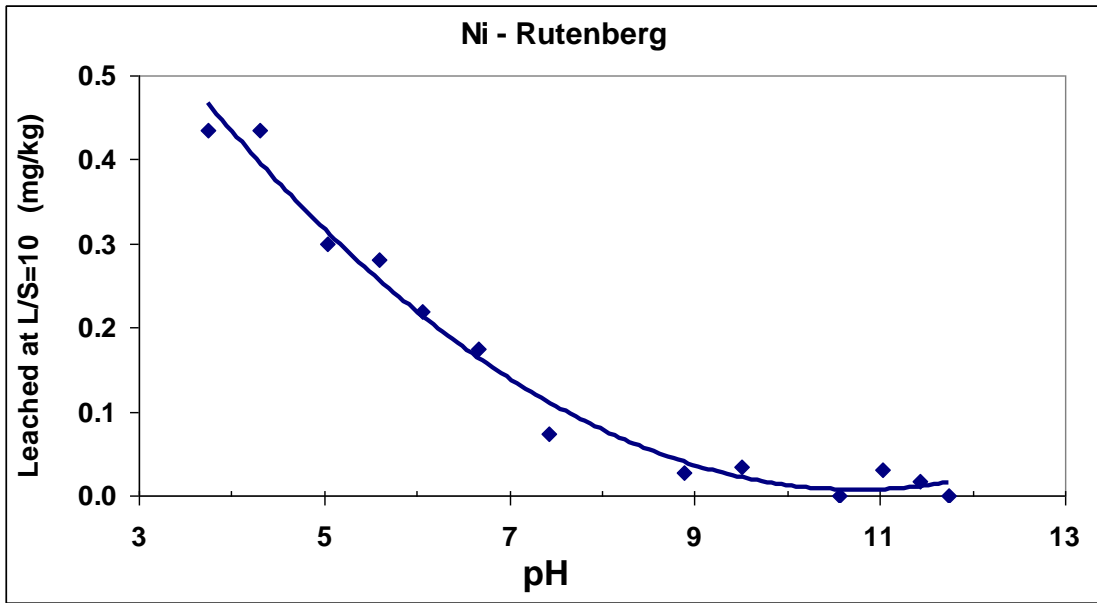


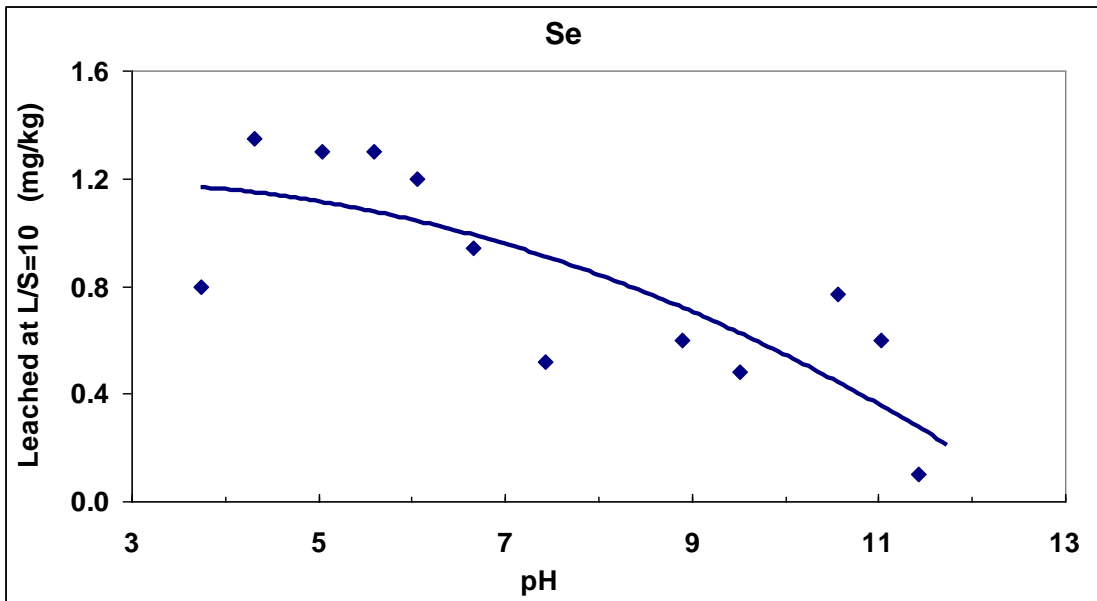
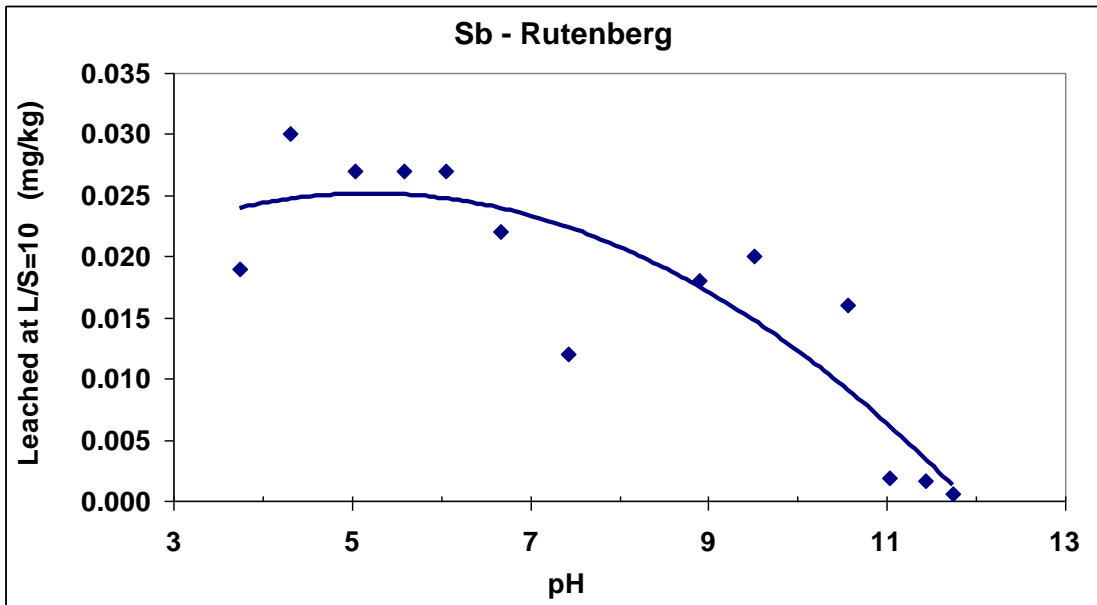


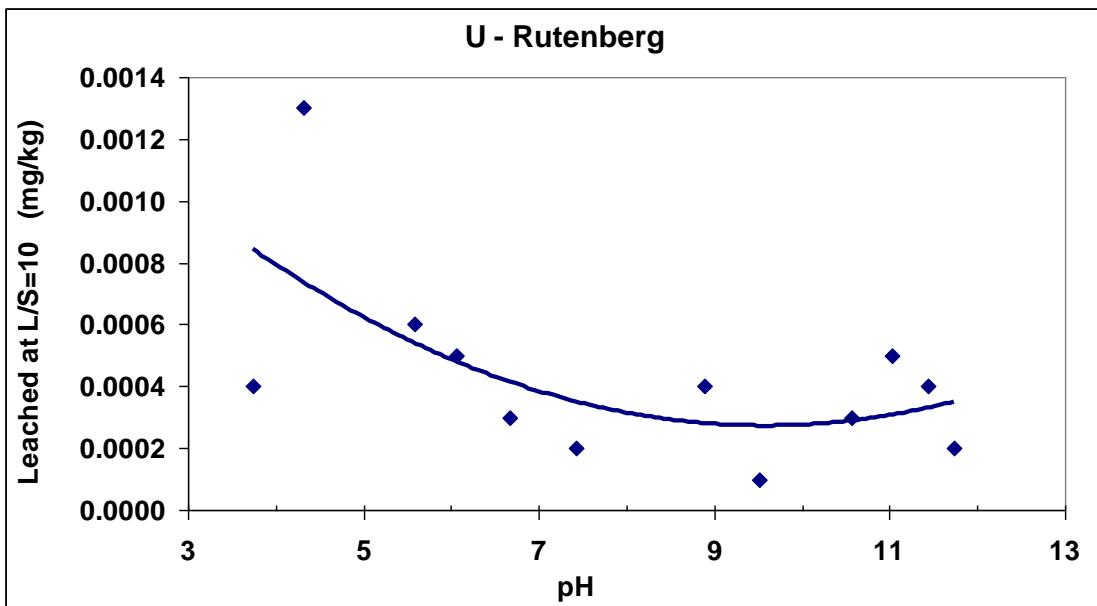
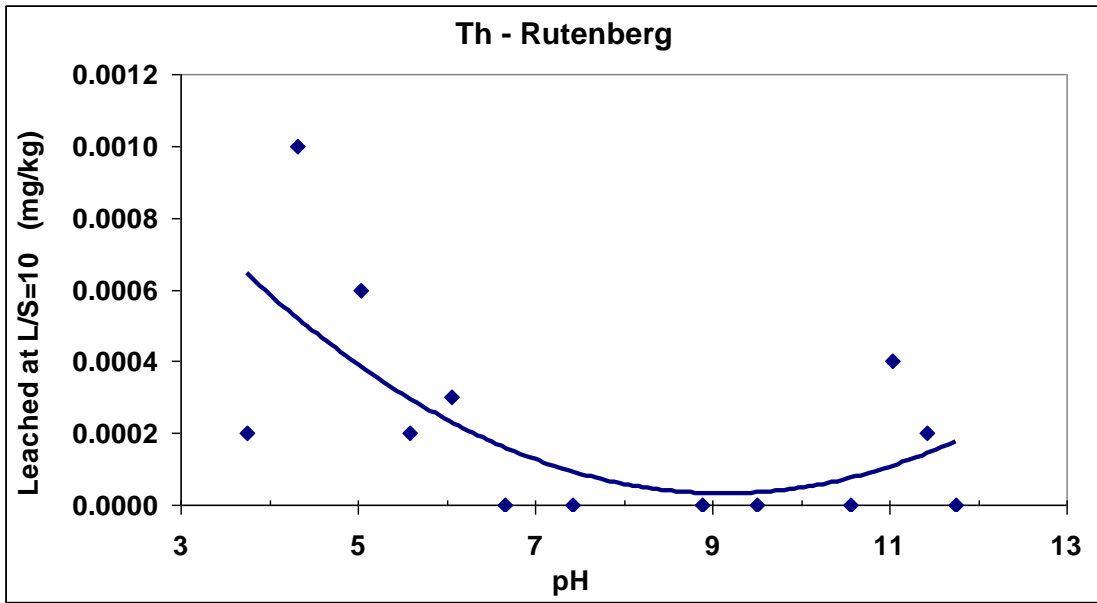


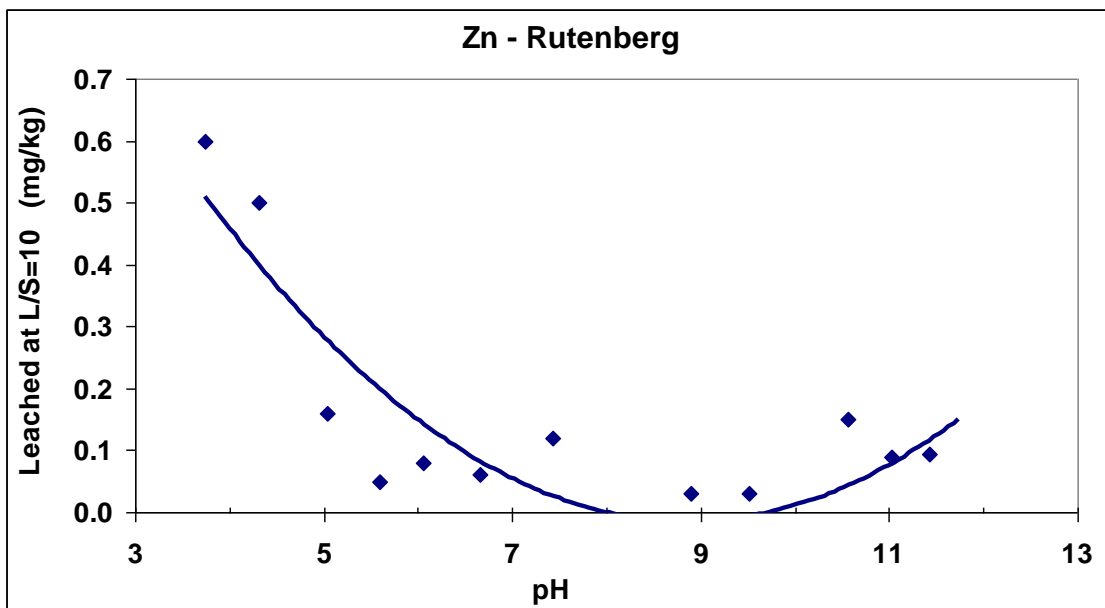
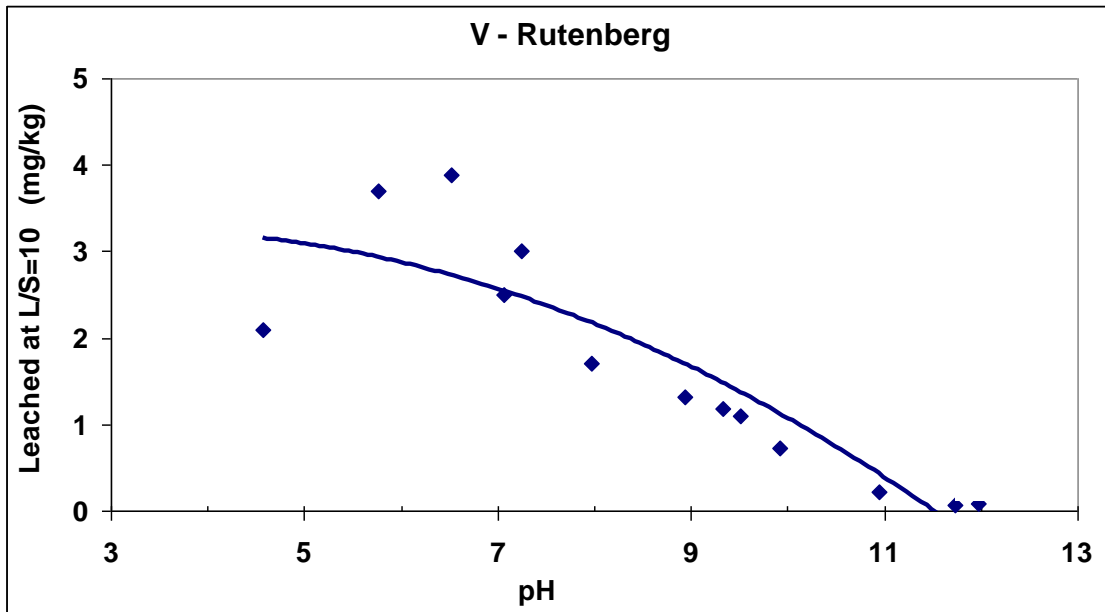












Orot Rabin	Bottle No.	OR - 30	OR - 31	OR - 44	OR - 21	OR - 27
Dry mass (g)		15	15	15	15	15
Acid volume (ml)			0.00	0.80	1.07	1.35
Acid conc, (mol/l)			3.931	3.931	3.931	3.931
Base volume (ml)		0.70				
Base conc, (mol/l)		1.000				
H <sub>3</sub> O <sup>+</sup> or OH <sup>-</sup> (mol/kg)		0.0047	0.0000	0.0210	0.0280	0.0354
Leachant vol. (ml)		150	150	150	150	150
Resulting L/S (l/kg)		10	10	10	10	10
pH at t <sub>0</sub> + 4h		11.87	11.80	7.27	7.32	6.69
pH at t <sub>0</sub> + 44h		12.02	11.89	10.97	10.04	9.44
pH at t <sub>0</sub> + 48h		11.98	11.73	10.95	9.92	9.51
ΔpH ( t <sub>0</sub> + 4h)-( t <sub>0</sub> + 44h)		-0.15	-0.09	-3.70	-2.72	-2.75
ΔpH ( t <sub>0</sub> + 44h)-( t <sub>0</sub> + 48h)		0.04	0.16	0.02	0.12	-0.07

trace elemens (mg/l):

Ag	0.0006	0.0021	0.0003	0.0021	0.0032
As	0.005	0.003	0.003	0.003	0.005
B	≤0.02	0.1	5.2	6.3	7.5
Ba	0.69	2.13	0.25	0.395	0.64
Be	0.0007	≤ 0.0005	0.0007	≤ 0.0005	≤ 0.0005
Cd	0.0006	0.0006	0.0009	0.0009	0.0009
Co	≤ 0.01	≤ 0.01	< 0.01	≤ 0.01	< 0.01
Cr	0.265	0.235	0.75	0.96	1.1
Cu	0.027	0.036	0.026	0.02	0.02
Hg	<0.00005	0.00007	<0.00005	<0.00005	<0.00005
Mn	0.014	0.008	0.051	0.01	0.016
Mo	0.195	0.17	0.32	0.35	0.39
Ni	0.022	0.047	< 0.01	0.06	< 0.01
Pb	0.001	0.0036	0.0018	0.0023	0.0017
Sb	0.0008	0.001	0.008	0.014	0.012
Se	0.009	0.007	0.042	0.04	0.037

Th		0.0003	0.0008	0.0013	0.0005	0.0005
U		0.0028	0.0008	0.0014	0.0009	0.0023
V		0.09	0.06	0.22	0.72	1.1
Zn		0.1	0.22	0.13	0.1	0.06
Orot Rabin	Bottle No.	OR - 28	OR - 34	OR - 38	OR - 42	OR - 45
Dry mass (g)		15	15	15	15	15
Acid volume (ml)		1.40	1.60	1.80	2.00	2.20
Acid conc, (mol/l)		3.931	3.931	3.931	3.931	3.931
Base volume (ml)						
Base conc, (mol/l)						
H <sub>3</sub> O <sup>+</sup> or OH <sup>-</sup> (mol/kg)		0.0367	0.0419	0.0472	0.0524	0.0577
Leachant vol. (ml)		150	150	150	150	150
Resulting L/S (l/kg)		10	10	10	10	10
pH at t <sub>0</sub> + 4h		6.58	6.25	6.17	6.08	5.46
pH at t <sub>0</sub> + 44h		9.15	8.97	7.93	7.08	7.22
pH at t <sub>0</sub> + 48h		9.33	8.94	7.97	7.07	7.25
ΔpH ( t <sub>0</sub> + 4h)-( t <sub>0</sub> + 44h)		-2.57	-2.72	-1.76	-1.00	-1.76
ΔpH ( t <sub>0</sub> + 44h)-( t <sub>0</sub> + 48h)		-0.18	0.03	-0.04	0.01	-0.03
<u>trace elemens (mg/l):</u>						
Ag		0.0024	0.0018	0.0023	0.0011	0.001
As		0.009	0.008	0.064	0.195	0.26
B		7.6	7.7	8.5	8.8	9
Ba		0.47	0.53	0.555	0.305	0.3
Be		≤ 0.0005	< 0.0005	0.0032	< 0.0005	≤ 0.0005
Cd		0.0011	0.0026	0.0012	0.001	0.001
Co		≤ 0.01	< 0.01	0.04	0.04	0.05
Cr		1.1	1.13	1.1	1.03	0.775
Cu		0.025	0.02	0.047	0.025	0.032
Hg		≤0.00005	0.00006	<0.00005	<0.00005	0.00005
Mn		0.016	0.013	0.235	0.4	0.465
Mo		0.365	0.355	0.345	0.3	0.3
Ni		0.034	0.03	0.13	0.21	0.22
Pb		0.0027	0.0009		0.0018	0.0027
Sb		0.013	0.01	0.004	0.007	0.008
Se		0.037	0.032	0.03	0.042	0.05



Th		0.0007	0.0001		0.0004	0.0013
U		0.0048	0.0073	0.0081	0.0005	0.0013
V		1.18	1.32	1.7	2.5	3
Zn		0.2	0.045	0.09	0.055	0.22
Orot Rabin	Bottle No.	OR - 47	OR - 52	OR - 53	OR - 54	OR - 55
Dry mass (g)		15	15	15	15	15
Acid volume (ml)		2.50	3.00	3.30	3.60	3.90
Acid conc, (mol/l)		3.931	3.931	3.931	3.931	3.931
Base volume (ml)						
Base conc, (mol/l)						
H <sub>3</sub> O <sup>+</sup> or OH <sup>-</sup> (mol/kg)		0.0655	0.0786	0.0865	0.0943	0.1022
Leachant vol. (ml)		150	150	150	150	150
Resulting L/S (l/kg)		10	10	10	10	10
pH at t <sub>0</sub> + 4h		4.81	3.11	2.84	2.74	2.56
pH at t <sub>0</sub> + 44h		6.55	5.70	4.51	3.43	3.21
pH at t <sub>0</sub> + 48h		6.52	5.76	4.57	3.46	3.21
ΔpH ( t <sub>0</sub> + 4h)-( t <sub>0</sub> + 44h)		-1.74	-2.59	-1.67	-0.69	-0.65
ΔpH ( t <sub>0</sub> + 44h)-( t <sub>0</sub> + 48h)		0.03	-0.06	-0.06	-0.03	0.00
<u>trace elemens (mg/l):</u>						
Ag		0.0005	0.0009	0.0004	0.0005	0.0008
As		0.495	0.5	0.415	0.3	0.325
B		9.3	9.4	9.25	9.8	10
Ba		0.215	0.2	0.415	0.815	1.085
Be		≤ 0.0005	< 0.0005	0.0013	0.027	0.054
Cd		0.0015	0.0036	0.012	0.013	0.014
Co		0.1	0.165	0.22	0.25	0.28
Cr		0.735	0.46	0.165	0.72	1.2
Cu		0.033	0.04	0.092	0.31	0.37
Hg		0.00007	0.00015	<0.00005	<0.00005	≤0.00005
Mn		1.16	2.38	3.46	3.96	4.56
Mo		0.265	0.23	0.11	0.03	0.05
Ni		0.3	0.41	0.515	0.53	0.6
Pb		0.0021	0.0018	0.0006	0.0044	0.0066
Sb		0.011	0.01	0.01	0.007	0.01
Se		0.056	0.054	0.054	0.052	0.052

Th	0.0008	0.0002	< 0.0001	0.0002	
U	0.0013	0.0006	0.0002	0.0041	0.0123
V	3.88	3.7	2.1	1.35	2.25
Zn	0.175	0.14	0.75	1	1.2