6.3.2 気象

Miskolc市Avas測候所の過去10年間(1986-1995)の気象データを収集・整理した。また、ボルショド発電所近傍の常時監視測定局の気象データとの比較を行い、整合性について検討した。

気象条件は環境汚染に深く関与しており、降水量は取水河川であるSajo川等の水量や地下水汚染の増長に影響し、風速は石炭灰貯蔵場からの灰の飛散に関与する。特に、大気汚染については、風向・風速、大気安定度等の気象条件の影響が甚大である。冬期には、気温の逆転層が形成され、霧もよく発生する。充分な環境保全対策がなされない場合、気象条件によっては風下側に重大な影響を与える場合がある。

(1) 風向・風速

風向はNNW、NW～N及びSSE～Sが支配的で、年平均風速は2.6～2.8 m/s である。

ボルショド発電所から約20km離れたMiskolcに位置するAvas測候所とJM1 、EC2 測定局との関係を、風向・風速について検討した。使用データは1995年のデータである。なお、Avasについては、過去 5年間のデータについても検討した。

風配の地点間対比を図 6.3.2 に示す。風速の使用データは、1993年以降の月平均値データである。風速の地点間対比を図 6.3.3 に示す。

1) 風配図を対比してみると、JM-1とEC-2の卓越風向はNNWであり、分布パターンも酷似しており、Sajo valleyの地形に沿った風配となっている。一方、Avas測候所では、WNW及びSの風向が卓越しており、JM1及びEC2と一方位程度の差異はみられるが、全体的な風系は近似している。

2) 風速の地点間対比では、丘の上に位置するAvas測候所の風速が最も強く、平坦地に設置されているJM-1では若干弱い。また、Sajoszentpeter市内に位置するEC-2の風速は最も弱く、Avas測候所の半分強であり、それぞれ地形条件を反映した結果となっている。以上のように、EC-2の風速に差異のある他は、風向・風速に大きな差異はない。

3) Avas測候所の気象データは、上記のことを考慮することを条件に、ボルショド発電所の近傍の気象を代表できるものとして取扱うものとする。なお、気温、湿度、降水量等の他の気象項目についても、測定点の位置関係からほぼ同レベルで推移していると考えられるので、同様に取扱うものとする。

4) 過去10年間の月別瞬間最大風速の平均値は 16.4m/s、最小値 6.3m/s、最大値 40.0m/s である（サポーティングレポート参照）。
（図6.3.2、図6.3.3）

(2) 気温・湿度

年平均気温は8～9℃である。冬期の最低気温は－25℃、夏期の最高気温は＋35℃である。

過去10年間の月別の平均、最高、最低気温を図 6.3.4 に示す。また、過去10年間の月別相対湿度を図6.3.5 に示す。過去10年間の気温・湿度については、次のことが言える。

1) 月平均気温の高い月は7～8月であり、一方、気温の低い月は12～1月である。

2) 10年間の変動幅は、平均、最高、最低とも、夏期よりも冬期の方が大きい。

3) 冬期には最低気温が－25℃以下、月平均値が－5℃以下になるような年がある。

4) 月平均湿度は、夏期に低く、冬期に高くなる傾向がある。年平均湿度は70～75％である。

(3) 降水量

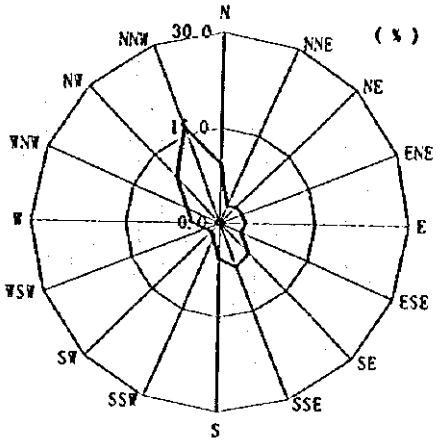
年平均降水量は、約650mm である。

Avas 測候所における過去10年間の月間降水量を図6.3.6 に示す。

月別降水量は、年により変動が大きいことが判る。平均値でみると、4～8月に降水量が多く、11～3月にかけては降水量は比較的安定して少ない。特に、8～3月にかけてはほとんど雨の降らない月もある。過去10年間で最も降水量の多かった月は1995年 6月の178mm 、次いで1988年8月の161mm であった。
（図 6.3.4、図 6.3.5、図 6.3.6）

(JM1)

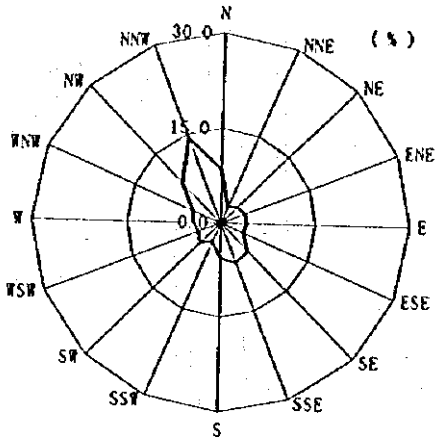
Average Wind Rose in 1995



Calm 9.2%

(EC2)

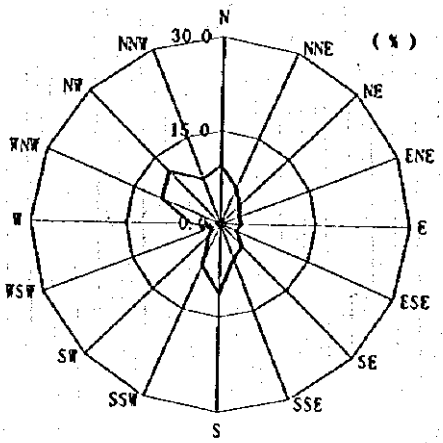
Average Wind Rose in 1995



Calm 10.2%

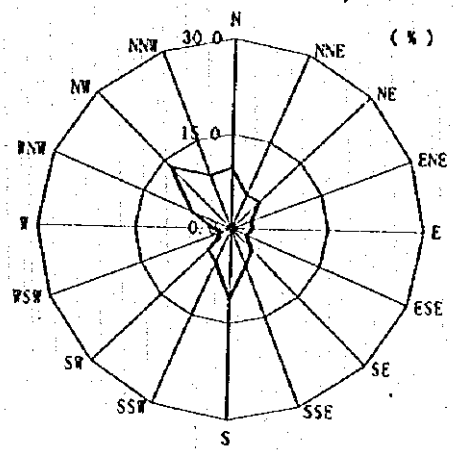
(Avas Observatory)

Average Wind Rose in 1995



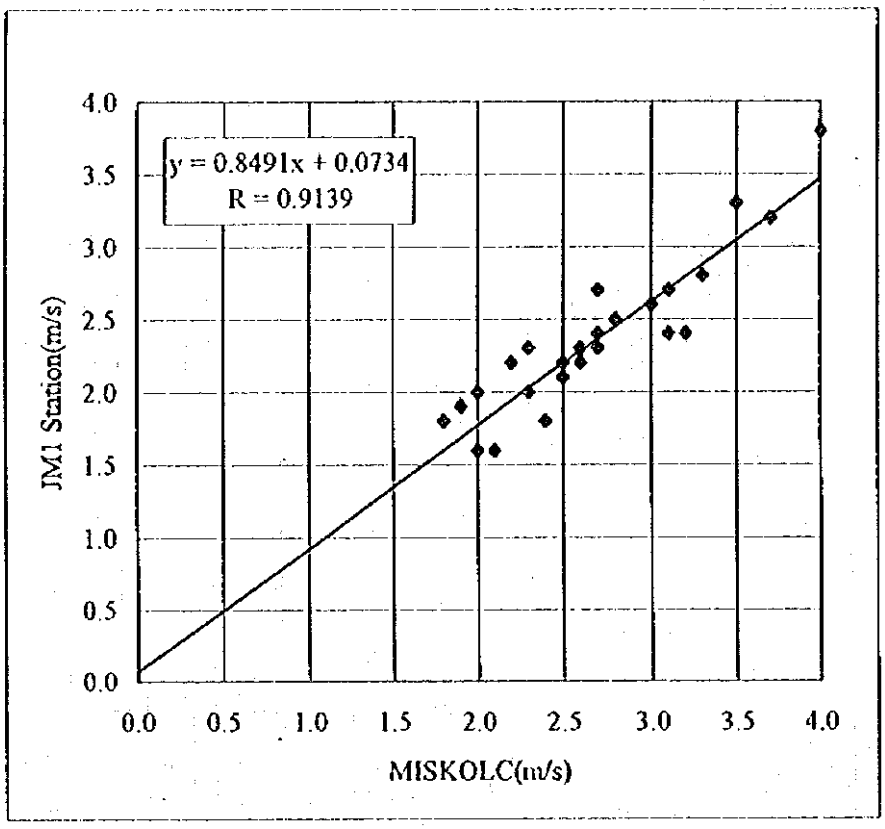
Calm 2.6%

Average Wind Rose in last 5 years (1991-1995)



Calm 2.6%

Figure 6.3.2 Comparison of Wind Direction Distribution Diagram



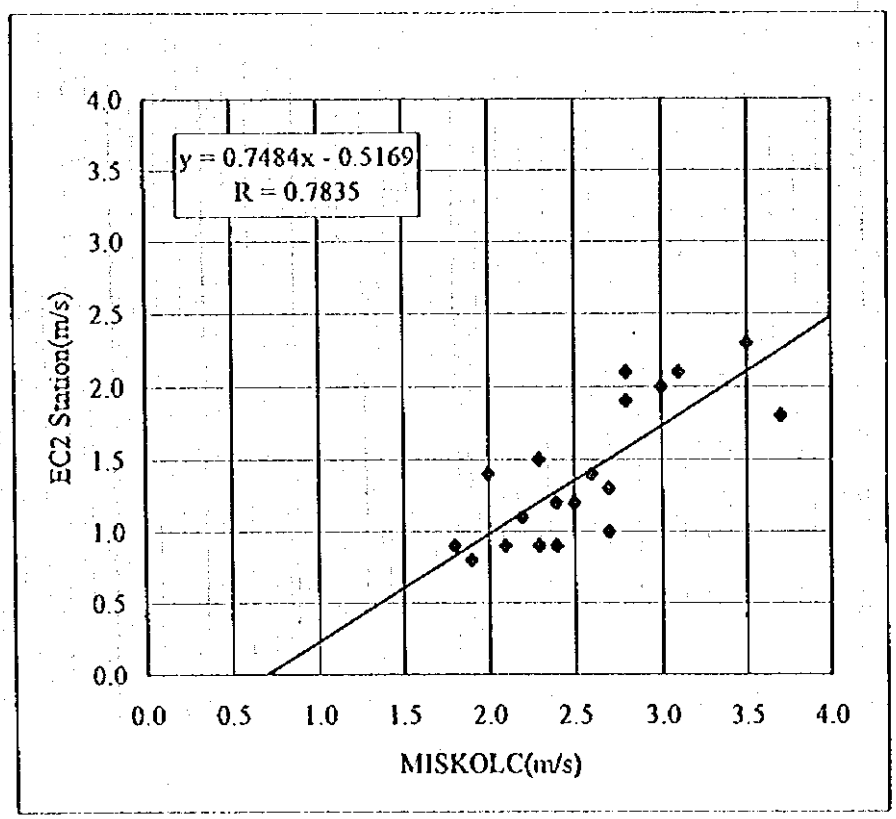


Figure 6.3.3 Correlation Between Each Measuring Point of Observed Wind Speed

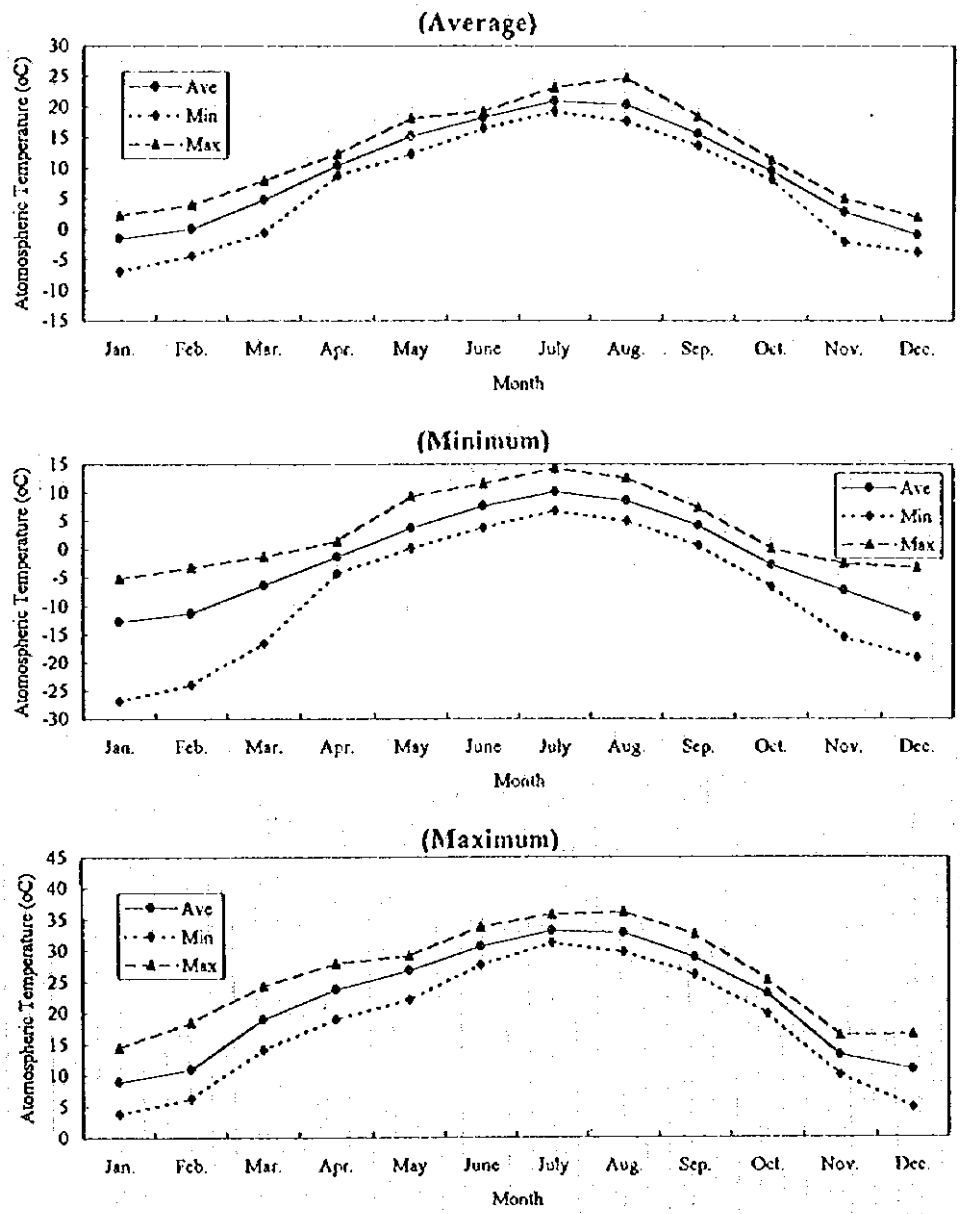


Figure 6.3.4 Average, Maximum and Minimum Values of Monthly Atmospheric Temperature in Last 10 Years (1986-1995)

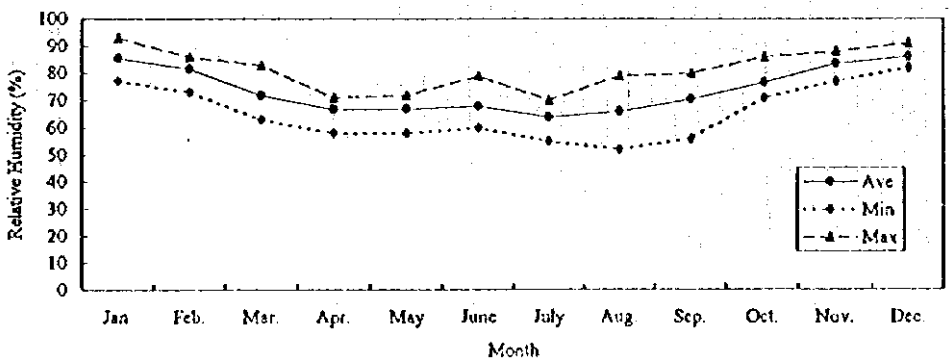


Figure 6.3.5 Average Values of Monthly Relative Humidity in Last 10 Years (1986-1995)

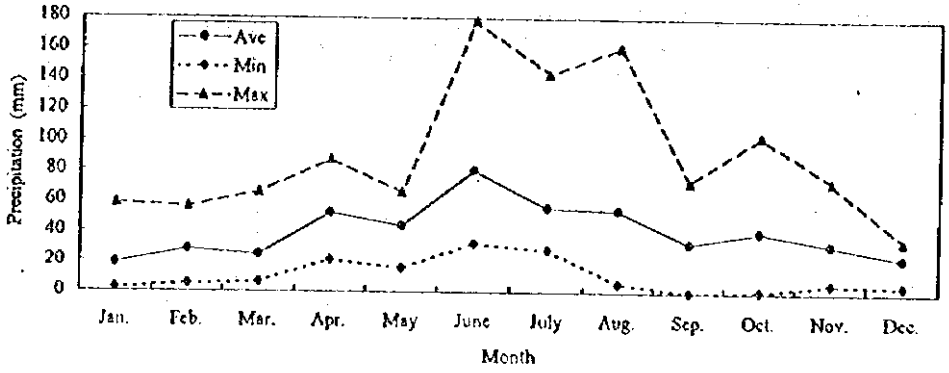


Figure 6.3.6 Average Values of Monthly Precipitation in Last 10 Years (1986-1995)

6.3.3 環境大気

ボルショド発電所から排出される汚染物質の環境大気への影響を把握するため、秋期と冬期の2回調査を実施した。測定地点と測定項目は、表6.3.1のとおり、自動連続測定局3局、降下ばいじんは11地点で調査した。ＳＰＭはハイボリュームサンプラーで、降下ばいじんは簡易ばいじん計でサンプリングした。サンプリングした両物質は、環境評価を行ううえで重要と考え、重金属成分を分析した。降下ばいじんの測定点は、季節的に弱風時の多いことを想定して、ボルショド発電所の周辺3～4 kmのエリアに10点、南東7 kmの地点にバックグラウンド地点1点の１１点を設置した。なお、この調査期間中、1996年4月以降のボルショド発電所近傍の自動連続測定データを収集した。

大気質自動測定局及び降下ばいじん測定地点を図6.3.7に示す。

表6.3.1　大気質濃度測定地点と測定項目

Monitoring and Sampling Station	Location	Measuring Items
J3	Eszak-Magyarországi 408 Tüzéptelep, Berente	SO_2, NO, NO_2, NO_X, CO, SPM
EC2	Mentök, Sajószentpéter	SO_2, NO, NO_2, NO_X, CO, SPM, Wind Speed and Direction
EC3	Chemical Secondary School, Kazincbarcika	SO_2, NO, NO_2, NO_X, CO, SPM
1(EC2)	Sajószentpéter, mentô állomás	Dust Fall
2(J3)	Berente, Tüzéptelep	Dust Fall
3	Berente, Hôerômü	Dust Fall
4	Kazincbarcika, BVK óvoda	Dust Fall
5	Mucsony, parókia udvar	Dust Fall
6	Dusnokpuszta, templom kert	Dust Fall
7	Alacska, Parókia (Dózsa u.1.)	Dust Fall
8	Sajószentpéter 2.akna (Rotó Elzett Kft. udvara)	Dust Fall
9	Sajószentpéter, (Katona József u.12.)	Dust Fall
10	Sajószentpéter, (Gyöngyvirág u.51.)	Dust Fall
11	Sajóecseg, (Széchenyi u.15.)	Dust Fall

(図6.3.7)

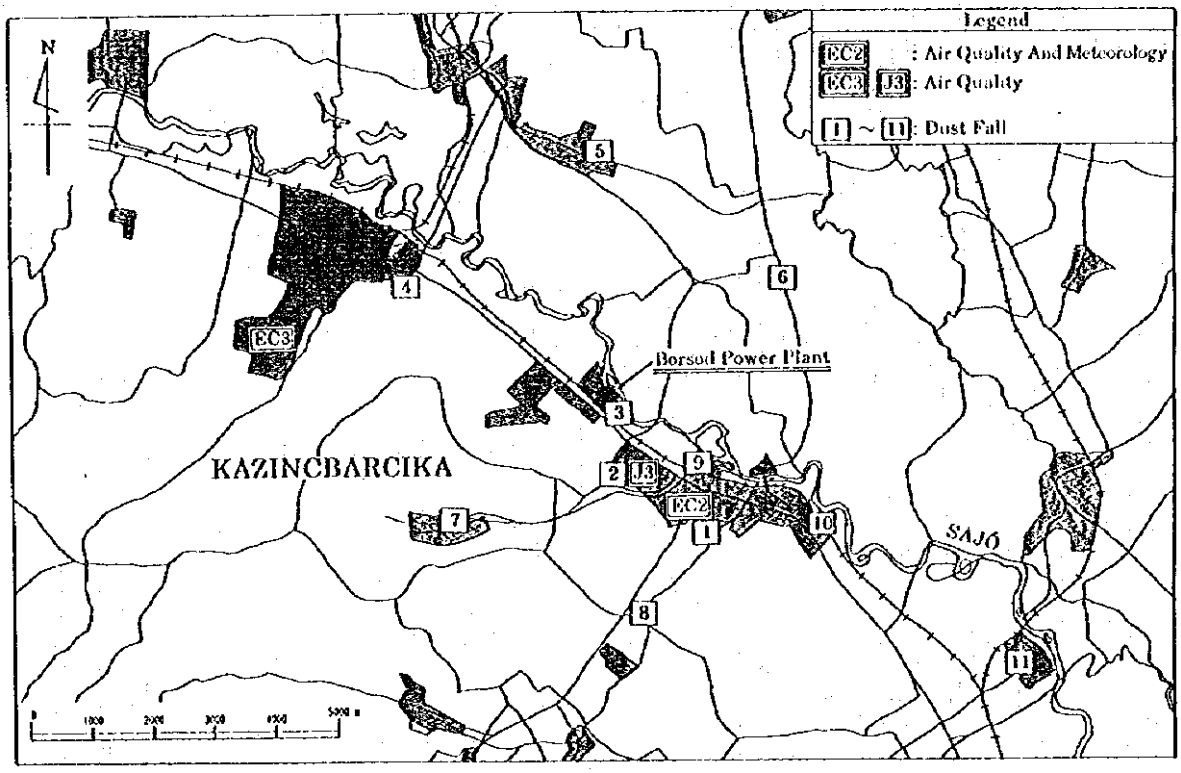


Figure 6.3.7 Location of Ambient Air and Dust Fall Monitoring Stations

(1) 調査期間

1) 大気質自動測定器

秋期 1996 年 10 月 29 日～11 月 5 日（8 日間）
冬期 1997 年 1 月 20 日～ 1 月 27 日（8 日間）

2) ＳＰＭ

秋期 1996 年 10 月 29 日～11 月 1 日（4 日間）
冬期 1997 年 1 月 20 日～ 1 月 23 日（4 日間）

3) 降下ばいじん

秋期 1996 年 11 月 1 日～11 月 30 日（30 日間）
冬期 1996 年 1 月 1 日～ 1 月 30 日（30 日間）

(2) 測定及び分析方法

1) 大気質測定

SOx	：紫外線パルス蛍光法(UV)
NOx	：化学発光法(CLD)
CO	：非分散型赤外線吸収法(NDIR)
SPM	：ハイボリュームエアーサンプラー(Hi-Vol)
降下ばいじん	：簡易ばいじん計

2) 重金属及び SO_4^{2-} 分析

分析項目：As, Cd, Cr, Cu, Fe, Hg, Mn, Pb, Zn, SO_4^{2-}
分析方法：GF-AAS(Graphite Furnace Atomic Absorption Spectrophtometer)
SPMの成分分析における試料溶液の調製は、酸分解法を採用した。また、SO_4^{2-}は水で抽出し、分光光度法で分析した。

(3) 調査結果

環境大気調査結果の概要を以下に示す。

1) 自動測定データ

各大気質自動測定データの時間変動図を図 6.3.8 及び図 6.3.9 に示す。

図 6.3.8 及び図 6.3.9 からは、概ね下記のことが言える。

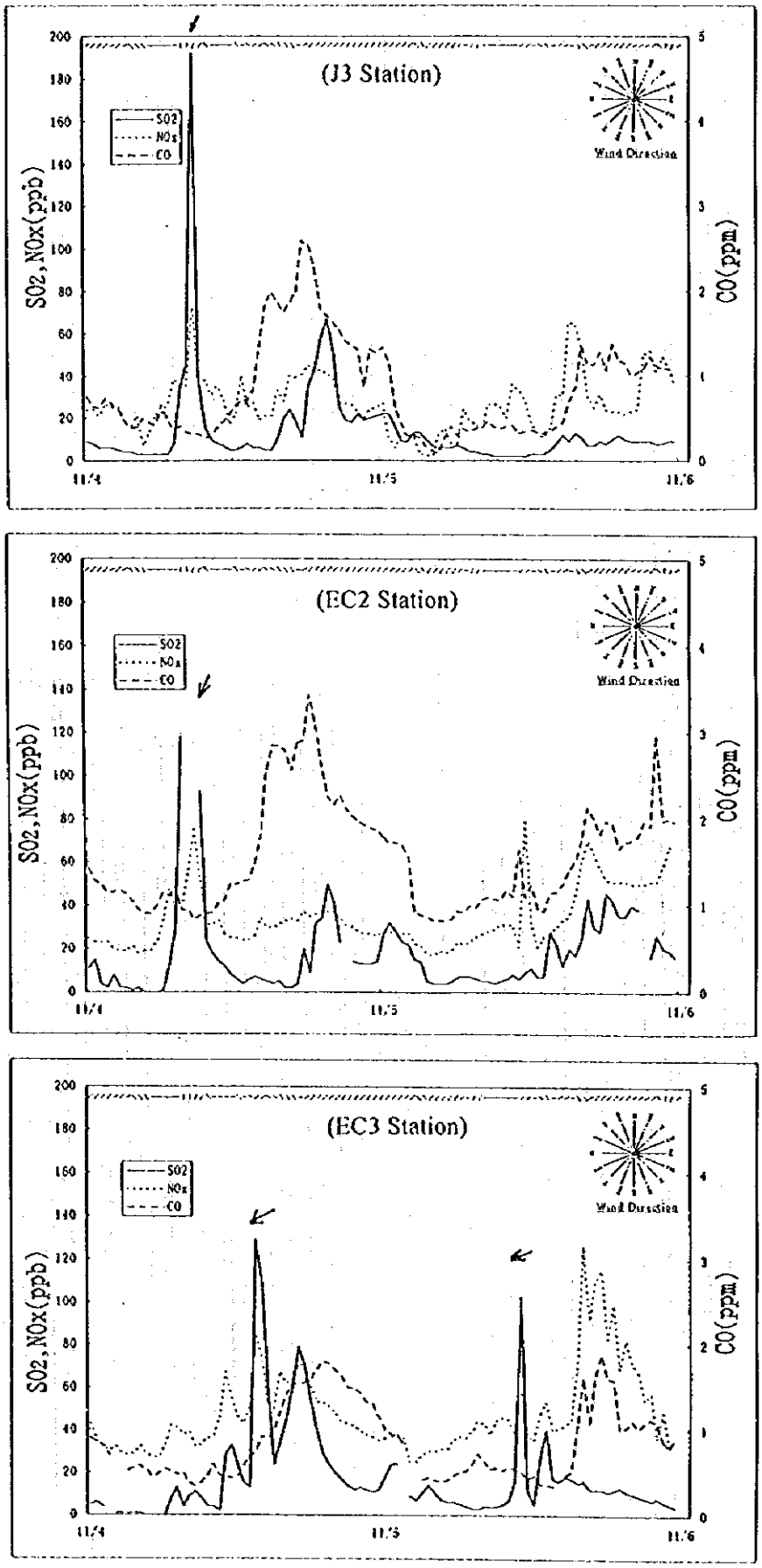


Figure 6.3.8 The Chronological Transition of the Automatic Measurement Data of Each Air Pollutant in Autumn

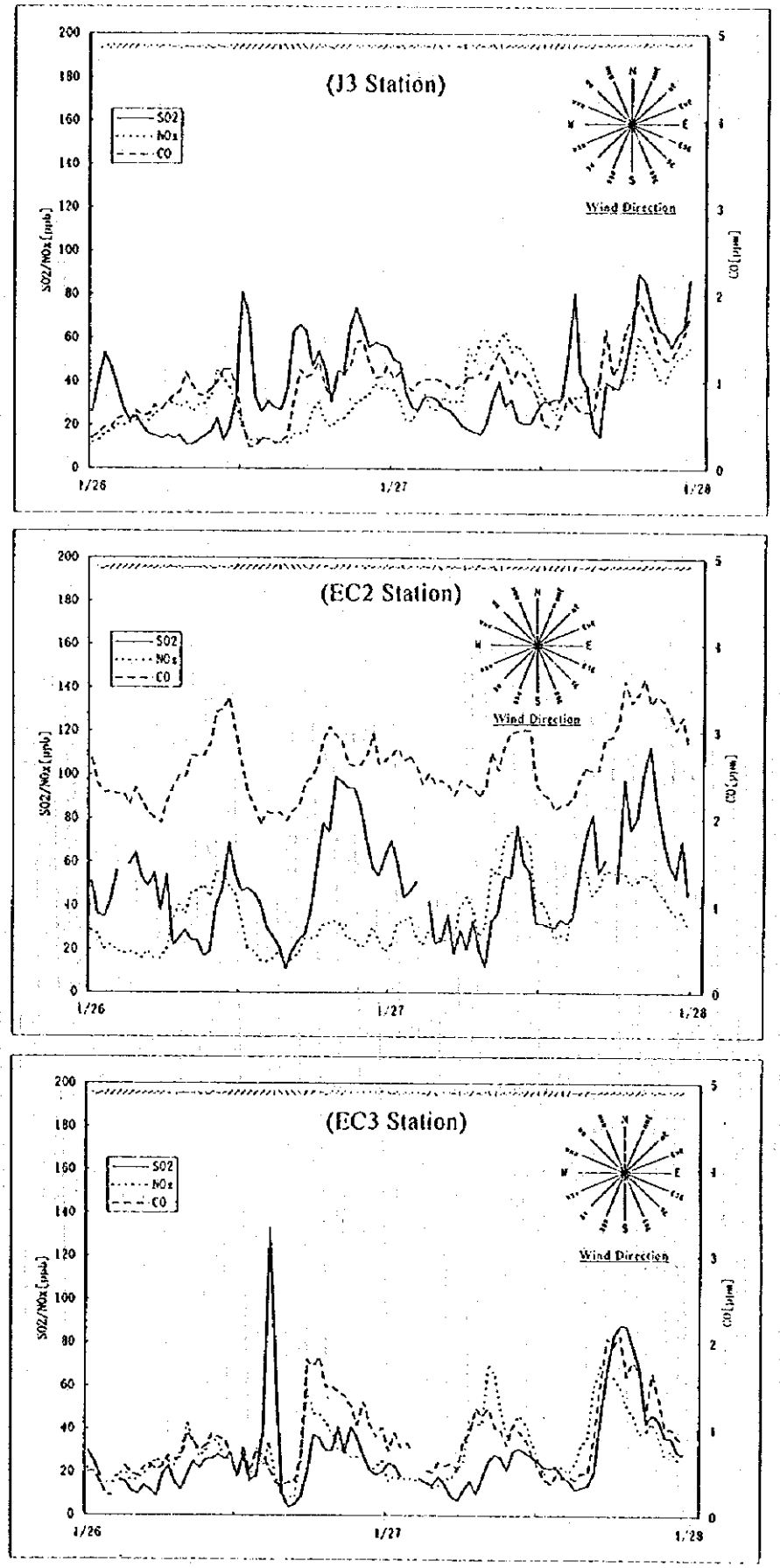


Figure 6.3.9 The Chronological Transition of the Automatic Measurement Data of Each Air Pollutant in Winter

a) J-3局及びEC-2局では、11月4日8：30～9：00にSO_2濃度のピークが出現していた。EC-2では、200ppb（532 μg/m³）のスケールをオーバーする極めて高濃度であった。この時の風向風速は、地上10mでNNE、0.7m/sであった。

b) EC-3局では、11月4日13：30～14：30、5日11：00～11：30の2回、SO_2のピークが出現しており、その時の風向風速は、いずれもENE、0.8m/sであった。EC-3局の位置関係からすると、風向に一方位程度のズレがあるが、ボルショド発電所からの影響が加わった可能性が高いものと思われる。

c) 発電所からの影響を直接受けていない時間帯では、秋期の弱風時にNOxは高濃度レベルで推移しているが、SO_2濃度レベルは低い場合がある。一方、冬期では、NOxが高濃度の場合、連動してSO_2も高濃度を示している。冬期は暖房用固体燃料の影響をより大きく受けたものと思われる。いずれの場合も、民生等の面発生源及び移動発生源の影響によりバックグランド濃度レベルが引き上げられている。

2) SPM及び重金属

3日間のSPMのサンプリング期間中、秋期の前半は1m/s前後の弱風、後半は6m/s前後の強風であった。一方、冬期では終始1～2m/s程度の弱風であった。風向はいずれの季節もSW風が卓越していた。

浮遊粒子状物質はろ紙上にろ過捕集し、重量測定及び重金属成分の分析を行った。SPMの重金属分析結果を表6.3.2に示す。

分析結果の比較からは、次のことが言える。

a) TSPは冬期に増加しているが、環境保護基準IIの24時間値（0.2mg/m³）は越えていない。

b) Kazincbarcika（EC-3局）でAsが、Sajoszentpeter（EC-2局）でHg、Cd、Crが高濃度となる傾向がみられるが、その他の成分については、秋期と冬期に顕著な傾向はみられない。

c) 冬期のSO_4^{2-}の増加は、調査期間中の風向からみて、暖房用固体燃料の影響が大きいものと思われる。

d) AsやHgの高濃度は、SW風が卓越しているという気象条件からみて、今回のデータからボルショド発電所の影響と断定することはできない。

Table 6.3.2 Result of Heavy Metals Analysis of SPM

Component	Berente(J3)		Sajoszntpeter(EC2)		Kazincbarcika(EC3)	
	Concentration (μg/m³)	Content (%)	Concentration (μg/m³)	Content (%)	Concentration (μg/m³)	Content (%)
(Date : October 29, 1996 - November 1, 1996)						
TSP	55.1	100	76.6	100	34.3	100
As	0.0012	0.0022	0.0017	0.0022	0.0029	0.0085
Cd	0.0006	0.0011	0.0015	0.0020	0.0013	0.0038
Cr	0.0107	0.0194	0.0158	0.0206	0.0137	0.0399
Cu	0.013	0.0236	0.033	0.0431	0.015	0.0437
Fe	0.699	1.2686	2.07	2.7023	0.601	1.7522
Hg	0.0006	0.0011	0.0014	0.0018	0.0004	0.0012
Mn	0.0196	0.0356	0.0356	0.0465	0.0199	0.0580
Pb	0.024	0.0436	0.049	0.0640	0.031	0.0904
Zn	0.087	0.1579	0.126	0.1645	0.045	0.1312
SO_4^{2-}	16.89	30.6534	9.34	12.1932	7.71	22.4781
(Date : January 20 - 23, 1997)						
TSP	122.5	100	83.5	100	76.6	100
As	0.0018	0.0015	0.0025	0.0030	0.0032	0.0042
Cd	0.0022	0.0018	0.0025	0.0030	0.0019	0.0025
Cr	0.012	0.0098	0.019	0.0227	0.014	0.0183
Cu	0.025	0.0204	0.032	0.0383	0.066	0.0861
Fe	0.864	0.7055	0.674	0.8068	0.532	0.6943
Hg	0.0013	0.0011	0.0026	0.0031	0.0014	0.0018
Mn	0.028	0.0229	0.022	0.0263	0.023	0.0300
Pb	0.076	0.0621	0.066	0.0790	0.078	0.1018
Zn	0.136	0.1110	0.108	0.1293	0.085	0.1109
SO_4^{2-}	30.8	25.1491	31.3	37.4675	16.8	21.9245

Note : Content(%) : Ratio of Component for dust
Analysis of Hg : Analysis Method is Vaporization by Heating and Atomic Absorption Photometry

3) 降下ばいじん

降下ばいじん量及び降下ばいじん中の重金属分析を行い、単位面積当りの降下量を求めた。秋期及び冬期の降下ばいじん中の重金属分析結果を表6.3.3 に示す。また、EC-2局の風配図を図6.3.10 に示す。

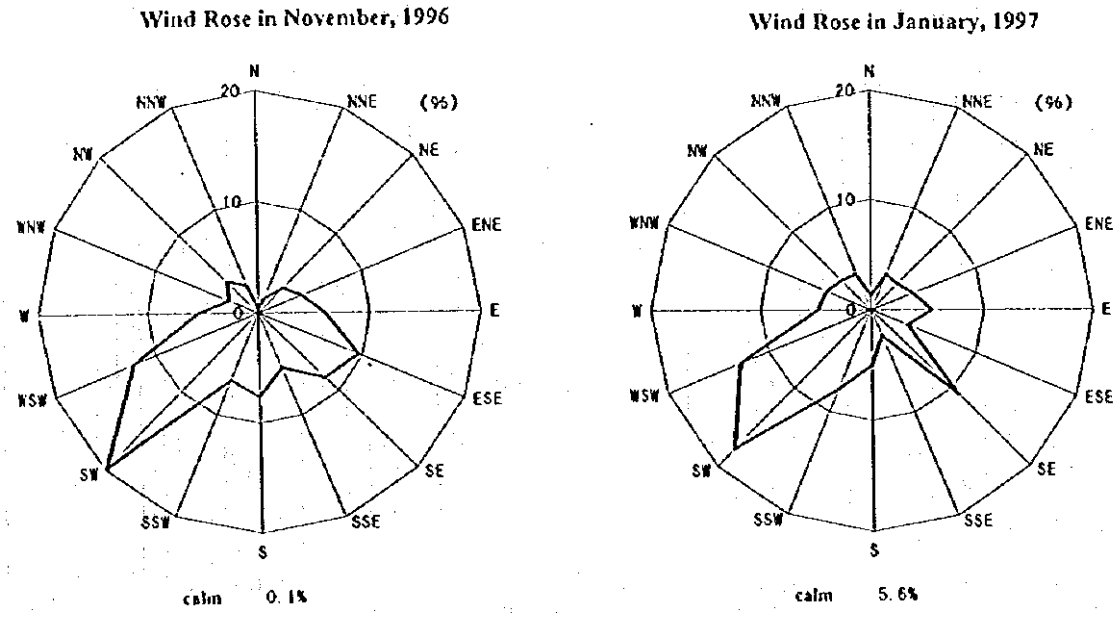


Figure 6.3.10 Wind Rose at EC2 Station

降下ばいじんデータからは、概ね下記のことが言える。

a) ボルショド発電所の南端に設置したNo.3 地点は、いずれの季節も最も高い値を示しているが、特別な保護エリアの環境基準値（12g/m²/30days）よりも低い。この時の風向は、ほとんどが逆風であった。

b) No.3 地点では、Hgが全地点中最も多く、また、As、Pb も比較的降下量が多い。

c) Asの最も降下量の多いのは、No.5 地点である。No.5 地点は、発電所の真北に位置しており、卓越風向のSW からは2 方位の差がみられるが、発電所からの影響であろうと思われる。風向風速計の設置してあるEC-2局は、地形条件からみて、上空がS風であっても地上は谷に沿った風のSW となる可能性が高い。このことは、サポーティングレポートに示した。Avas測候所の過去5年間の風向別頻度からも読み取ることができる。S風の頻度は高く、SW風はその1/3程度である。

d) No.2、No.3、No.7、No.10地点は、ディーゼル車に特徴的なPb、Zn、Cuの降下量が比較的多いことから、自動車による影響をより多く受けているものと思われる（サポーティングレポートの発生源別の成分含有量参照）。

図 6.3.11 は、過去 3 年間の降下ばいじん量の月平均値を地点別に示したものである。Sajoszentpeter placter付近のS-2地点が最も降下ばいじん量が多い。年間降下量に換算すると 146.4g/m²/year となり、環境保護基準Ⅱ（150g/m²/year）に近い値を示している。図 6.3.12 は、Sajo valleyで実施したマスタープラン調査報告書から引用した降下ばいじんの月変化図である。各地区とも数ケ所のサンプリング点の平均値である。Kazincbarcika、Sajoszentpeter、Miskolcの降下ばいじんの月変化は、各市とも特色のある変化を示している。

Table 6.3.3 Result of Heavy Metals Analysis of Dust Fall

Component	Unit	1 (EC2)	2 (J3)	3	4	5	6	7	8	9	10	11
(Nov.1996)												
Dust Fall	g/m²/30days	2.3	2.3	7.2	2.1	1.5	3.0	2.4	1.6	3.8	3.6	2.2
As	mg/m²/30days	0.023	0.024	0.180	0.055	0.323	0.019	0.055	0.017	0.094	0.074	0.047
Cd	mg/m²/30days	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Cr	mg/m²/30days	0.110	0.078	0.160	0.090	0.058	0.032	0.075	0.045	0.145	0.225	0.078
Cu	mg/m²/30days	0.035	0.028	0.095	0.043	0.010	0.020	0.060	0.028	0.060	0.122	0.032
Fe	mg/m²/30days	22.0	22.0	30.8	31.8	14.8	12.0	31.8	8.2	33.8	32.6	24.6
Hg	mg/m²/30days	0.028	0.017	0.035	0.013	0.010	0.012	0.011	0.019	0.012	0.018	0.013
Mn	mg/m²/30days	1.040	0.992	0.815	0.850	0.590	0.705	1.120	0.590	0.705	0.920	0.685
Pb	mg/m²/30days	0.738	0.593	1.090	0.862	0.195	0.180	3.740	0.258	0.642	0.700	0.348
Zn	mg/m²/30days	0.688	1.680	1.650	1.560	1.930	0.555	1.120	2.240	1.100	1.860	1.060
(Jan.1997)												
Dust Fall	g/m²/30days	1.2	2.2	3.0	2.0	2.3	2.3	2.5	2.0	2.7	2.9	2.1
As	mg/m²/30days	0.020	0.025	0.169	0.032	0.308	0.030	0.041	0.013	0.072	0.099	0.047
Cd	mg/m²/30days	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Cr	mg/m²/30days	0.162	0.230	0.070	0.030	ND	0.040	ND	ND	0.078	0.185	ND
Cu	mg/m²/30days	0.070	0.187	0.088	0.110	0.063	0.105	0.058	0.105	0.123	1.402	0.102
Fe	mg/m²/30days	13.8	93.0	27.7	52.2	17.7	19.4	10.2	45.0	35.4	65.0	32.1
Hg	mg/m²/30days	0.021	0.016	0.033	0.015	0.010	0.010	0.013	0.016	0.009	0.017	0.014
Mn	mg/m²/30days	0.630	0.987	0.460	0.825	0.415	0.770	0.375	0.585	0.640	1.225	0.332
Pb	mg/m²/30days	0.422	0.772	0.620	0.323	0.340	0.395	0.422	0.192	0.385	1.020	0.360
Zn	mg/m²/30days	0.442	3.952	1.453	1.095	1.123	1.495	1.938	1.623	1.283	2.510	0.945

Note : Cd ND → <0.008

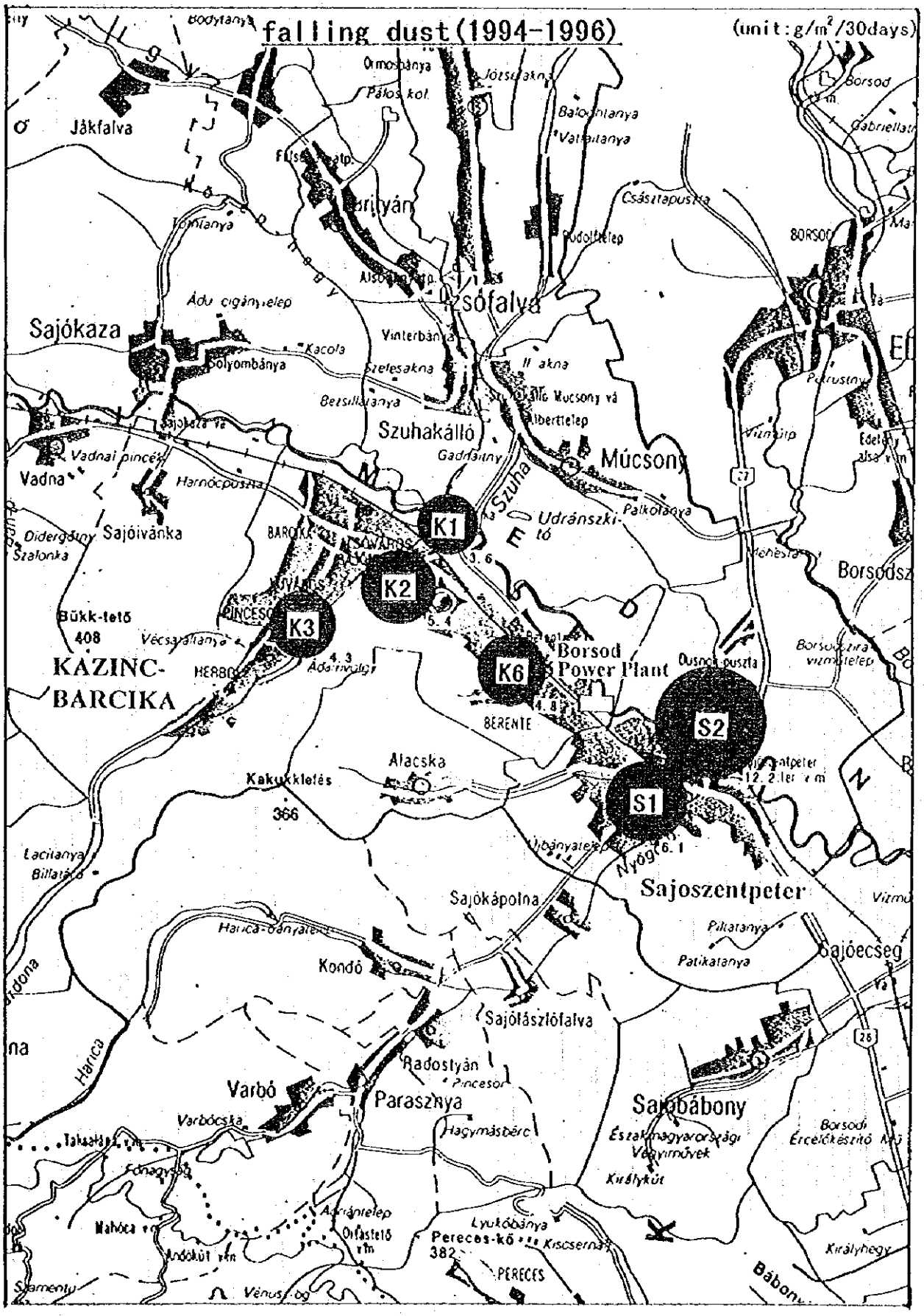
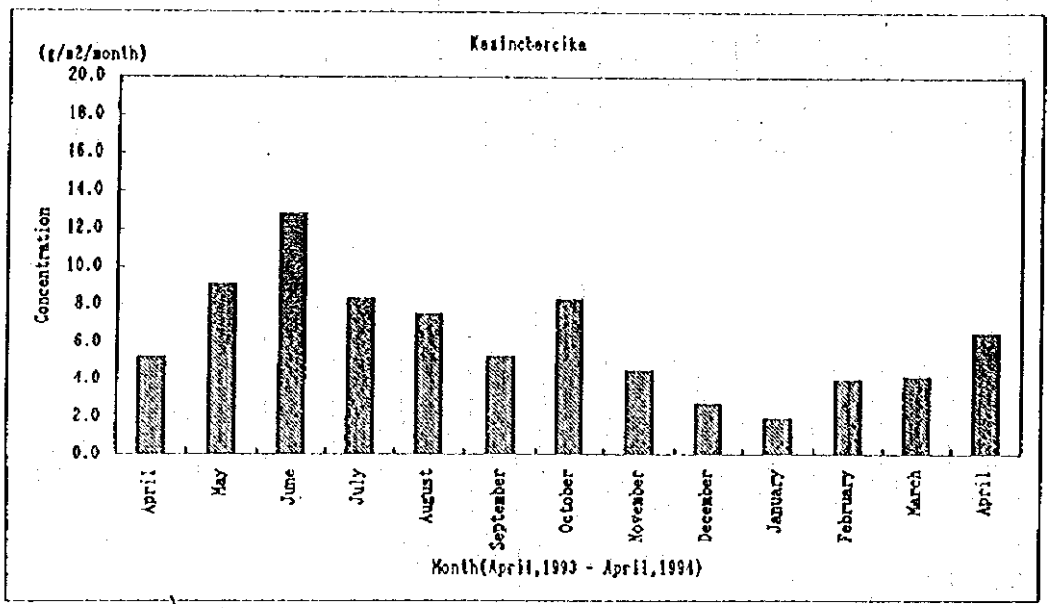
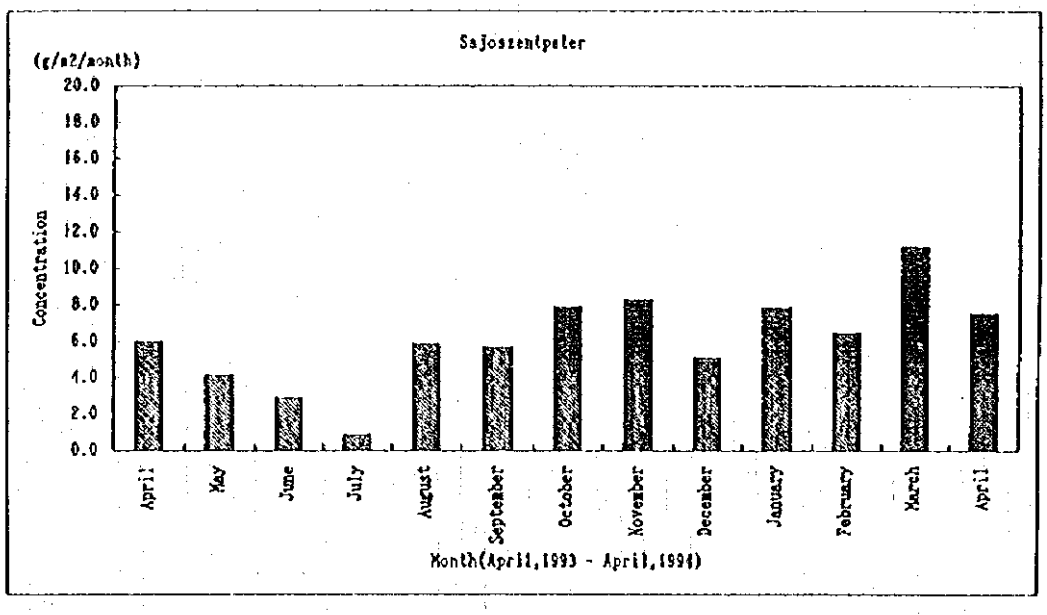


Figure 6.3.11 Monthly Average of Dust Fall





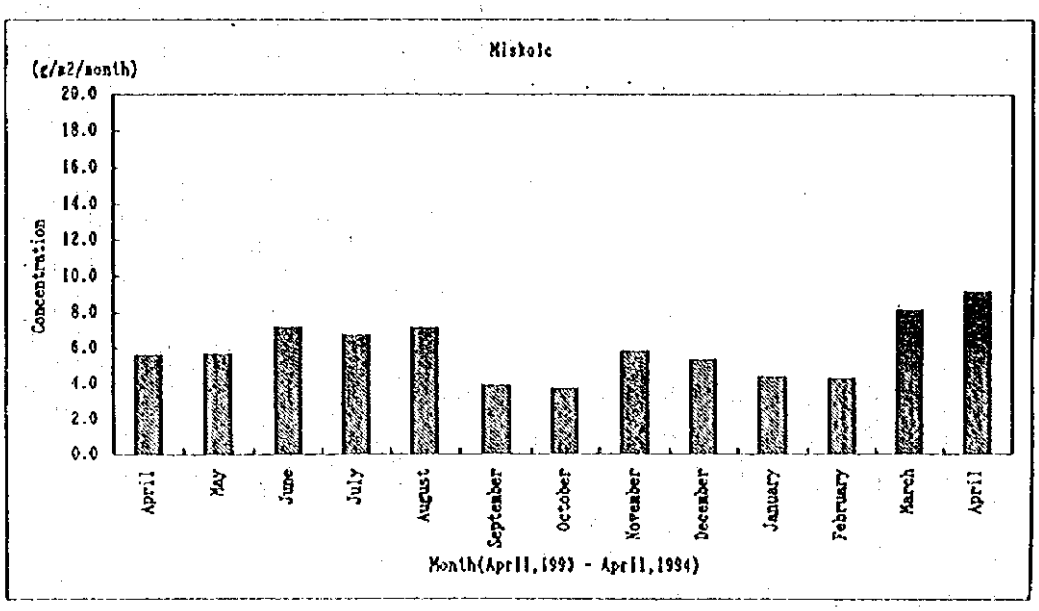


Figure 6.3.12 Monthly Variation of Dust Fall (Source: JICA Sajo-Valley M/P study, 1995)

4) SO_2の環境基準との対比

既存資料を収集整理し、SO_2の環境基準との対比を行った。測定データは、1993 年 5 月 16 日～1996 年 11 月 30 日について取りまとめた。データ整理は、30 分間値、日平均値、年平均値のそれぞれについて求め、環境基準との対比を行った。

SO_2の環境基準を表6.3.4 に、測定結果の概要を表6.3.5 ～表6.3.7 に示す。

SO_2測定結果の概要からは、次のことが言える。

a) 30 分間の最高値は、全ての測定局で各年度とも環境基準値をオーバーしている。

b) 日平均値の最高値は、J-2 局で各年度とも環境基準をオーバーしており、また、J-1、J-3、EC-2でも基準をオーバーした年度が見受けられる。

c) 年平均値で環境基準をオーバーした測定局は見当らない。なお、1996 年の EC2 で基準を越えているが、データ数が少なく、年平均値としては評価できない。

d) SO_2による大気汚染の状況は、Sajo valley 地域のマスタープラン調査時と比較して特に改善されていない。

e) 過去のデータによれば、大気質濃度レベルは、暖房期に増加している。これは、家庭暖房に加えて気象条件の影響による。

以上のことを取りまとめると、当該地域の大気汚染の特徴は、短期の高濃度汚染が主体であると言える。

Table 6.3.4 Ambient Air Quality Standard of SO_2

unit : ppb

	Protected Area I (J1)	Protected Area II (J2, J3, EC2, EC3)
30 minutes average	94	150
24 hours average	56	113
Annual average	26	38

Table 6.3.5 Summary of Measured Results of SO_2 (30 minutes average)

unit : ppb

Protected Area		I	II			
Station		J1	J2	J3	EC2	EC3
1993 (May - Dec)	98%	36	108	94		
	Max	200	501	467		
	The Number of Data	10413	11002	10937		
1994	98%	41	132	95	112	75
	Max	178	498	500	604	532
	The Number of Data	8561	12206	13500	7615	8777
1995	98%	27	124	52	96	73
	Max	154	453	309	482	376
	The Number of Data	3336	16783	7449	15133	16731
1996 (Jan - Nov)	98%	***	101	42	98	64
	Max	***	396	74	611	267
	The Number of Data	0	12301	2161	6723	11675
All	98%	38	119	84	99	70
	Max	200	501	500	611	532
	The Number of Data	22310	52292	34047	29471	37183

: Over Ambient Air Quality Standard

Table 6.3.6 Summary of Measured Results of SO_2 (24 hours average)

unit : ppb

Protected Area		I	II			
Station		J1	J2	J3	EC2	EC3
1993 (May - Dec)	98%	30	74	60		
	Max	55	212	200		
	The Number of Data	217	230	227		
1994	98%	28	70	60	71	53
	Max	32	138	179	162	80
	The Number of Data	180	279	313	168	186
1995	98%	23	75	34	64	47
	Max	119	120	48	90	87
	The Number of Data	74	353	157	312	357
1996 (Jan - Nov)	98%	-	76	-	65	45
	Max	-	132	22	131	55
	The Number of Data	-	265	46	149	262
All	98%	28	75	58	69	46
	Max	119	212	200	162	87
	The Number of Data	471	1127	743	629	805

: Over Ambient Air Quality Standard

Table 6.3.7 Summary of Measured Results of SO_2 (Annual Average)

unit : ppb

Protected Area		I	II			
Station		J1	J2	J3	EC2	EC3
1993 (May - Dec)	Annual Average	5	14	13		
	The Number of Data	8	8	8		
1994	Annual Average	9	18	19	26	14
	The Number of Data	6	10	10	5	6
1995	Annual Average	7	18	8	20	11
	The Number of Data	2	12	5	10	12
1996 (Jan - Nov)	Annual Average	-	18	14	48	28
	The Number of Data	-	9	1	5	8
All	Annual Average	7	17	14	22	12
	The Number of Data	16	39	24	20	26

: Over Ambient Air Quality Standard

5) 大気中の蒸気水銀

大気中の蒸気水銀データについては、1993年5月から1年間実測調査を行い、取りまとめられたSajo valley地域のマスタープラン調査報告書から引用した。大気中の蒸気水銀濃度の年平均値を図6.3.13に示す。測定を行った8測定局の中では、Kazincbarcika及びBerentenに位置するJ-2、J-3、EC-2が高濃度を示し、付近に発生源のあることを示唆しているが、濃度レベル自体は問題となるような高濃度とは言えない。

6.3.4 地下水・表層水調査

地下水やスラッジ貯蔵所エリア等の表層水がイオン類、As等で汚染されていることは、北ハンガリー環境保護管理局（EKF）やボルショド発電所等のハンガリー側関係者も、以前から把握しており、その重要性を認識している。

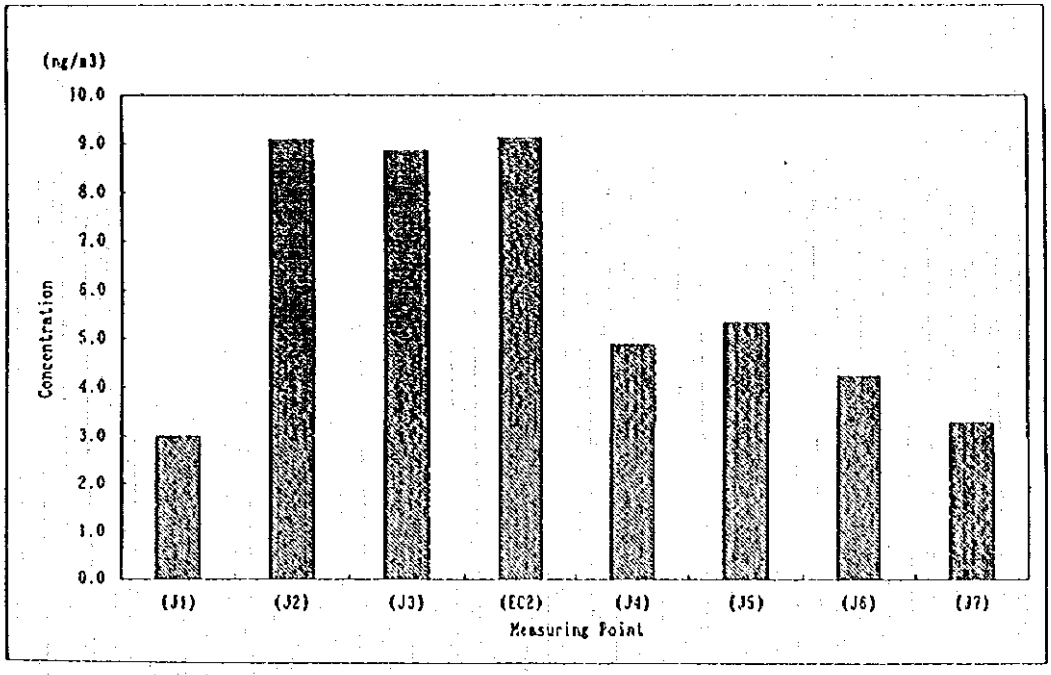


Figure 6.3.13 Annual Average of Vapor Hg in Ambient Air

石炭灰スラッジ貯蔵場等からの地下水汚染が進行し、主として ERV Co. Borsodszirak Waterworks I 及び I/A の水道水源に対する影響が懸念されることから、ボルショド発電所においても最近新たな観測井戸を設置するとともに、現在水位観測を毎月、重金属イオン類等の水質測定を四半期ごとに実施している。また、水道会社である ERV Co.においても継続的に独自の調査を実施している。

調査団は、地下水等の調査を行い、適切な対策案を提示するために、多点同時測定による地下水の汚染濃度分布を把握した。同時に、継続的な地下水測定データを収集した。これらの結果から、

- 地下水汚染の現況を再評価した。
- 地下水位から地下水の流体力学的状況を把握した。

調査概要及び結果を以下に示す。

(1) サンプリング期間

1996 年 10 月 24 日～10 月 30 日

(2) 調査地点及びサンプリング箇所

調査地点の設定では、計画していたBorsodchem Co.の測定井戸のほとんどは使用を許可されなかった。広範囲の地下水汚染状況の把握には必要であるが、ボルショド発電所からの影響把握のためには大きな問題とはならないと判断した。

調査地点の概要を下記に、地下水及び表層水のサンプリング地点位置図を図6.3.14に示す。なお、観測井戸及び表層水サンプリング点の地理的状況はサポーティングレポートに示した。

スラッジ貯蔵場の池	:	2サンプル
モニタリング井戸等	:	61サンプル
Sajo川の水質	:	発電所の上流、下流等4サンプル
Bodva川の水質	:	2サンプル
Szuha川の水質	:	1サンプル
スタンバイ貯蔵場の池	:	1サンプル
Sajo川の底質	:	発電所の下流1サンプル
貯蔵場からの漏出廃水	:	2サンプル
		合計　74サンプル

(3) 分析項目

分析項目は、下記のとおりである。

T-Hg, Org-Hg, As, Cr, Cd, Pb, Cu, Zn, Mn, Fe, Ca, K, Mg, Na, S, SO_4^{2-}, NO_3^-, NO_2^-, Cl^-, NH_4^+, pH, 導電率, 溶解性残留物, COD, 溶存酸素, 水温, 外観

ただし、Org-Hgについては、今回のサンプル中から分析を必要とするほどのT-Hgが検出されなかったので、検出限界以下として取扱うこととした。

(4) サンプリング方法

1) 観測井戸

a) まず、水位、水深を計測し、井戸内水量を把握した。
b) 次に、地下水サンプラーを井戸の底部まで投入し、井戸内の水量の3倍量以上の排水を行い、付近帯水層の代表水を採水した。
c) 採水容器は、2種類用意した。

・重金属用　：　1リットルポリ容器に入れ、透明なサンプルは直ちに硝酸を加え、重金属を固定した。濁りのあるサンプルは、ろ過後に硝酸を加えた。
・イオン類用　：　1リットルガラス容器に入れ、直ちに冷暗所に保存した。

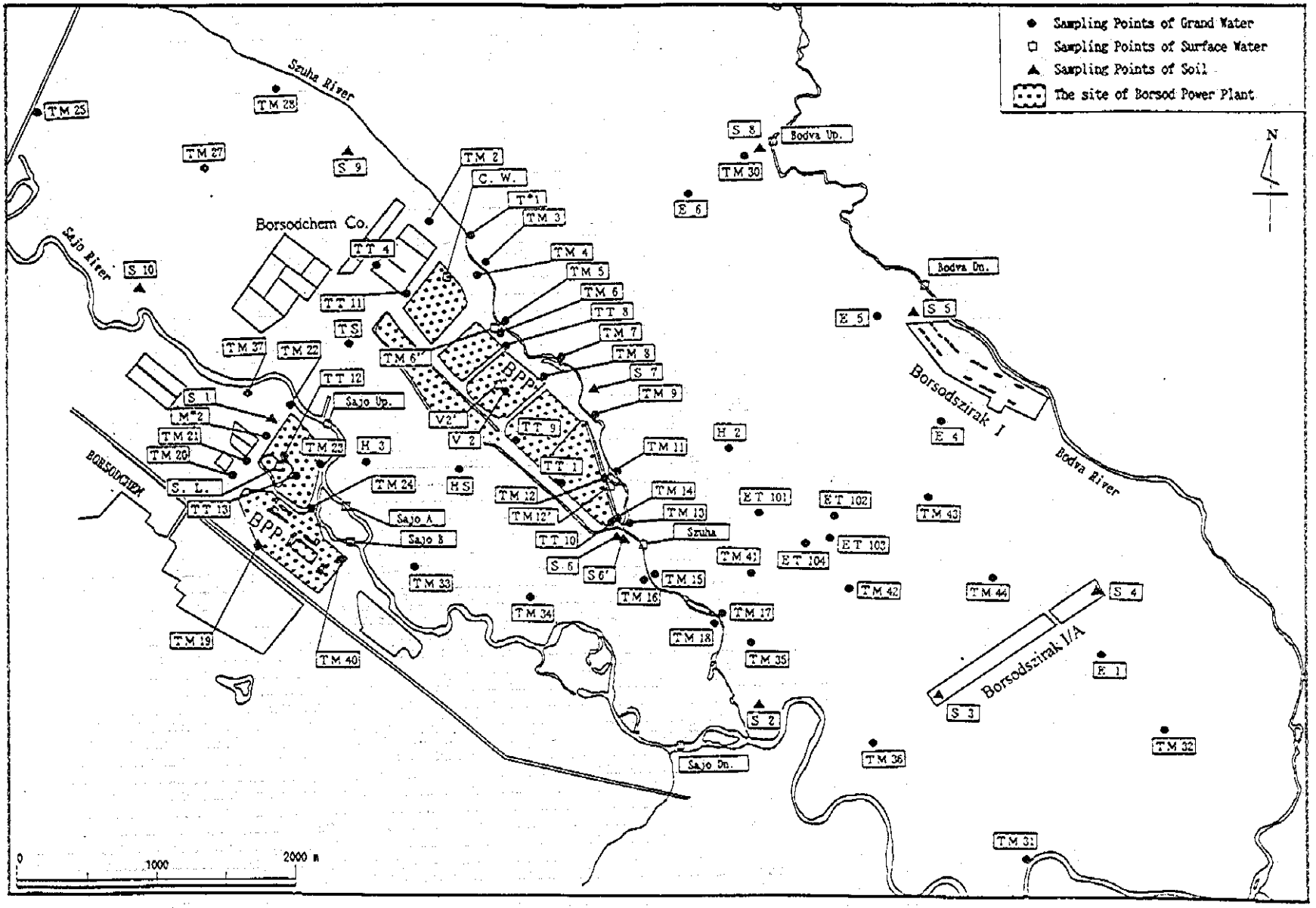


Figure 6.3.14 Sampling Points of Ground Water and Surface Water

2) 地上水

ポリバケツで採水するか、又は採水容器を用いて直接採水した。採水容器、サンプルの保存方法は、観測井戸の場合と同様である。

3) Sajo川の底質

ボート上から採泥器を用いて発電所の下流部の底質をサンプリングし、ポリ容器に入れて保存した。

(5) 分析方法

1) サンプルの前処理

濁りのあるサンプルは、ろ過をして分析に供することとした。

重金属用のサンプルは、100mlを分取して濃硝酸0.5mlを加えて酸性溶液とし、イオン類等の分析サンプルは、直接、分析に供した。

2) 重金属、イオン類等の分析方法

水中の重金属及びイオン類の分析方法を表6.3.8に示す。
表中ICP-OES-2は、調査計画に含まれていなかった成分である。

Table 6.3.8 Analysis Methods of Heavy Metals and Ions in Sample Water

方 法	水中の重金属及びイオン類
ICP-OES-1	Cr, Cu, Fe, Mn, Zn
ICP-OES-2	Ca, K, Mg, Na, S
GF-AAS	As, Cd, Pb
CV-Hg-AAS	Hg
UV-SP	NH_4^+, NO_2^-, NO_3^-, Cl^-, SO_4^{2-}

注)

ICP-OES : Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrophotometer
GF-AAS : Graphite Furnace Atomic Absorption Spectrophotometer
CV-Hg-AAS : Cold Vapour Mercury AAS
UV-SP : Ultraviolet-Vis Spectrophotometer

また、pH、導電率、温度、溶存酸素は、サンプリング時に携帯用の水質計測器を用いて現場測定を行った。溶解性残留物、COD、イオン類の分析手法は、全てハンガリーで定められている基準法に準拠して行ったものである。

(6) 調査結果

1) 分析結果

地下水の分析結果を表6.3.9 に、表層水の分析結果を表6.3.10 に示す。

地下水等の分析結果からは、概ね下記のことが言える。

a) TT のグループの多く、TM-8、TM-14、TM-19、V-2 の地下水温は、他地点に比べて高目であり、これらの多くは高濃度の As 含有率を示している。

b) pH は、ほとんどが pH7～8 の範囲であるが、若干その範囲を越えるものがある。異常に高い pH を示したのは、TT-10（pH 10.63）と TM-14（pH 10.30）であり、a)のグループに属する。

c) 導電率、溶解性蒸発残留物、イオン類、As、Na 等の地点間濃度差が大きく、測定地点によっては極めて高濃度を示すものもあり、付近発生源の影響を受けていることが容易に理解できる。

d) Cl が高濃度の場合、必ず Na が高濃度を示しているが、SO_4^{2-}は必ずしも関連性が高いとは言えない。SO_4^{2-}は、全体に高濃度を示している。

e) 人の健康にとって最も危険なグループである As、Cd、Hg、Pb のうち、問題となる物質は As に限定されるが、Pb も一部で若干高目を指示するものもあり、注意を払う必要がある。

2) 地下水位

a) 等水位線

地下水の等水位線を図 6.3.15 及び図 6.3.16 に、安定した地下水位における地下水の流向を図 6.3.17 に示す。

i) 1996 年 10 月 24 日～30 日に実測した水位レベルでは、スタンバイ貯蔵場の池付近に高水位のピークがみられ、東側に向って次第に水位は低下する傾向にある。また、EVR Co. の I/A 及び TM-30 の北側にも若干高い水位がみられ、このことから Dusnokpuszta と Borsodszirak との間付近が水位の小さな谷となっている。地下水の流向・流速は、これら水位レベルに応じて流れることになる(図 6.3.15）。

ii) 最も安定した水位レベルからみると、スラッジ貯蔵場や Borsodchem Co.の廃棄物捨場の北西側及び ERV Co. Borsodszirak Waterworks I の北側が高水位となっており、これら等水位レベルからみると、スラッジ貯蔵場等からの水道水源への影響は、特に ERV Co. の I/A に注意を払う必要がある（図 6.3.16、図 6.3.17）。

iii) 地下水位及び等水位線は、季節、その年々で若干変動している。

b) 地下水位

地下水位と河川水位、降水量との関係、地下水位の経年変化について調べた。地下水位の経年変化を図6.3.18に示す。詳細については、サポーティングレポートに示した。図6.3.16～図6.3.18のデータは、ERV Co. から提供を受けたものである。

これらの結果からは、概ね下記のことが言える。

i) Sajo川の河川水位と地下水位は、密接な関係がある。

ii) 年間降水量と年平均地下水位との関係は、明確ではない。この原因としては、年間降水量が同じであったとしても、降水状況に応じて河川水量、つまり河川水位は変動するからであろうと思われる。

iii) 月間降水量と月平均地下水位との関係は、変動の高値、低値を比較してみると、両者間に関連性がみられる場合が多い。

iv) V-1～V-3、E-1～E-3の観測井戸の水位変動は、V-2で1991年後半から1992年前半にかけて大きな変動がみられる。この当時、V-2 の井戸の更新を行っており何らかのミスも考えられるが明確ではない。

3) 地下水の濃度分布

重金属、イオン類等の等濃度線を図6.3.19～図6.3.27に示す。

a) イオン類の汚染は、スタンバイ貯蔵場の池付近と洗炭スラッジ及び Borsodchem Co. の廃棄物貯蔵場跡付近が必ず高濃度となっている。汚染物質によっては、他地点でも高濃度を示す場合があり、多くの廃棄物投廃場のあることが各成分の等濃度線図からも推測できる。

b) ボルショド発電所施設からの人の健康を害するような重金属汚染は、Asのみに限定される。問題となる高濃度汚染は、スラッジ貯蔵場と廃水貯水池の近傍のみで、水道水源に対しては、むしろイオン類、pH、導電率といったものが現在問題となっている。

c) NH_4^+などは農業、畜産からも影響を受けているものと思われる。

d) イオン類等の飲料水に対する規制値は下記のとおりである。等濃度線図と対比してもわかるとおり、広範囲汚染が拡大しており、すでにBorsodszirak I/Aの水道水源は、多くのイオン類が適格値又は許容限度を超えていることがわかる。

項目	単位	適格値	許容限度
SO_4^{2-}	mg/l	200	300
Cl^-	mg/l	80	100
NH_4^+	mg/l	0.1	0.2
電気伝導度	μ S/cm	1350	1600
溶解性物質総量	mg/l	1000	1200

e) Na^+及びCa^{2+}は図に表示されていないが、Na^+はCl^-、Ca^{2+}はSO_4^{2-}と相関性が高く、ほぼ同じ分布をしている。

4) 地下水質の経年変化

ERV Co.は、かなり以前から水文調査や地下水質調査をBorsodszirak Waterworks I, IAの2つの地下水源を保護する目的で経時的に実施してきている。以下はこれらの調査結果を取りまとめたものである。

調査地点は、観測井戸（E-1～E-6, TM-30, TM-35, TM-36, TM-43, TM-44）及び水道水源であるBorsodszirak I/Aである。調査項目は、pH、NO_3^-、NH_4^+、Cl^-、SO_4^{2-}、Na^+及び導電率である。

SO_4^{2-}と導電率の経年変化を図6.3.28に示す。経年変化の詳細ついてはサポーティングレポートに示した。

経年変化図からは、次のことが言える。

各成分とも、濃度の変動は大きいものの、傾向的には次のグループに分類される。ただし、Cl^-、pH、全硬度のE地点データは含まれていない。

グループⅠ　：　濃度が減少傾向にある成分及び地点
グループⅡ　：　濃度が増大傾向にある成分及び地点
グループⅢ　：　同等レベルとみなせるが、変動が大きく、判定できない成分及び地点

なお、Borsodszirak I/AのNo.1～No.6の測定井戸の傾向は、平均的にみると次のことが言える。

a) SO_4^{2-}濃度は、近年減少傾向にある。
b) Cl^-濃度は、1985年以降上昇傾向にある。
c) NO^3濃度は、変動が大きく、さまざまな傾向を示している。
d) NH^{4+}濃度は、変動が非常に大きかったが、1989年以降極端な濃度減少がみられる。これは、農業の施肥に関係しているものと思われる。

総合的にみると、NO_3^-、NH_4^+は減少傾向に、Cl^-、Na^+、導電率は増大傾向を示すものが多く、また、pH は明らかに低下傾向にあると言える。その他、SO_4^{2-}については地点によってさまざまな傾向を示している。（図6.3.29）

Table 6.3.9 (1) Results of the Groundwater Surveying (Monitoring Wells)

Sampling:1996.10.24-30

Sample Name	Temp ℃	pH	Conductivity μ S/cm	Dissolved Solids mg/l	DO mg/l	COD mg/l	NH_4^+ mg/l	NO_2^- mg/l	NO_3^- mg/l	Cl^- mg/l	SO_4^{2-} mg/l	As μg/l	Cd μg/l	Cr μg/l	Cu μg/l	Fe μg/l	Hg μg/l	Mn μg/l	Pb μg/l	Zn μg/l	Ca mg/l	K mg/l	Mg mg/l	Na mg/l	S mg/l
TM-2	13.5	7.78	758	606	5.0	2.10	2.60	<0.01	<0.1	50	239	43.9	<0.2	11	<8	106	<0.2	386	<2	17	69	15.3	14.4	91	72
TM-3	12.3	7.65	1712	1370	-	1.60	0.54	<0.01	<0.1	59	785	3.6	<0.2	9	<8	1700	<0.2	259	<2	10	149	31.3	50.8	193	256
TM-4	13.5	8.35	1172	938	-	2.55	4.26	<0.01	0.3	45	715	39.0	<0.2	<6	<8	155	<0.2	164	<2	5	194	24.1	3.7	119	212
TM-5	12.0	7.80	1945	1556	3.7	2.40	11.12	<0.01	<0.1	67	1035	9.1	0.5	<6	9	1560	<0.2	1650	<2	11	376	19.3	8.1	114	338
TM-6	12.9	7.59	1833	1466	-	2.45	6.73	<0.01	<0.1	72	990	31.6	<0.2	<6	<8	1010	<0.2	2250	<2	6	354	18.3	7.0	100	290
TM-7	13.6	7.13	1770	1416	-	3.75	2.64	0.03	<0.1	66	715	27.6	<0.2	<6	<8	3730	<0.2	1760	<2	6	230	17.3	24.0	154	186
TM-8	14.4	7.81	622	498	3.1	2.00	0.49	<0.01	<0.1	75	164	45.6	<0.2	<6	<8	660	<0.2	1120	<2	5	95	6.7	11.0	19	48
TM-9	13.4	7.59	1318	1054	3.9	2.15	2.52	0.02	<0.1	55	580	8.9	<0.2	<6	<8	1160	<0.2	1100	<2	9	224	26.8	22.8	102	205
TM-11	12.7	7.50	1885	1508	-	3.00	1.91	0.02	<0.1	126	770	10.2	<0.2	<6	<8	1870	<0.2	1300	<2	9	153	24.6	31.4	256	162
TM-12	13.3	7.48	1763	1410	-	2.50	2.04	<0.01	<0.1	75	725	29.7	<0.2	<6	<8	2950	0.3	1770	4	<2	217	28.7	26.8	141	216
TM-13	12.3	8.54	1922	1538	-	3.60	4.08	<0.01	<0.1	61	868	22.0	<0.2	<6	<8	66	<0.2	725	<2	6	346	27.6	10.3	120	330
TM-14	14.6	10.30	1880	1504	-	4.95	3.76	<0.01	0.2	54	1070	54.8	<0.2	<6	<8	56	<0.2	26	5	8	413	31.8	0.5	73	368
TM-15	13.4	7.53	1886	1509	3.5	1.95	1.86	<0.01	<0.1	57	1071	<0.6	<0.2	<6	<8	64	<0.2	277	25	<2	316	24.9	33.3	108	301
TM-16	13.5	7.74	1050	840	3.6	2.00	1.51	<0.01	<0.1	47	560	<0.6	0.7	<6	<8	215	<0.2	1100	5	4	204	23.6	23.3	80	182
TM-17	13.1	7.31	1606	1285	-	3.20	3.96	0.02	<0.1	139	735	4.4	<0.2	<6	10	1990	<0.2	350	5	3	251	17.6	35.9	240	231
TM-18	12.3	7.33	1720	1376	-	1.10	2.66	0.02	<0.1	130	715	1.7	<0.2	<6	<8	2170	<0.2	557	<2	5	235	25.0	39.5	268	229
TM-19	15.5	6.62	3882	3499	-	2.50	0.12	0.05	31.0	1030	294	0.9	<0.2	<6	<8	<6	<0.2	906	<2	<2	378	1.9	111.0	313	88
TM-20	12.6	6.72	2085	1627	-	1.60	0.05	0.01	79.0	258	445	<0.6	<0.2	<6	<8	253	<0.2	25	<2	17	296	2.4	85.3	68	124
TM-21	11.9	6.79	4917	4206	-	3.20	0.09	0.27	51.0	1600	670	<0.6	<0.2	<6	<8	76	<0.2	536	<2	5	303	26.2	33.3	926	203
TM-22	11.5	7.00	6684	4639	-	4.20	0.13	<0.01	23.0	2000	760	<0.6	<0.2	<6	<8	<6	<0.2	2440	<2	8	401	29.5	47.6	1100	228
TM-23	13.7	6.92	5567	4526	-	4.30	1.47	<0.01	0.7	1630	815	80.0	<0.2	<6	<8	6040	<0.2	6110	<2	<2	430	24.9	23.8	792	239
TM-24	13.5	7.08	1733	1462	-	3.90	2.58	<0.01	0.3	255	600	20.0	<0.2	<6	<8	4620	<0.2	3000	<2	6	275	16.0	20.1	144	196
TM-25	13.0	7.27	1417	1134	-	1.60	0.03	0.01	<0.1	43	470	1.1	<0.2	<6	<8	1000	<0.2	1000	<2	7	161	27.1	52.1	119	145
TM-27	12.0	6.99	2370	1896	-	4.10	0.24	<0.01	<0.1	365	620	<0.6	<0.2	<6	21	9190	<0.2	229	<2	<2	376	5.4	44.4	149	193
TM-28	12.0	6.94	1865	1492	4.4	4.70	0.85	<0.01	<0.1	135	670	2.9	<0.2	<6	<8	20200	<0.2	518	<2	27	205	9.5	39.7	196	212
TM-30	11.7	7.44	794	568	2.6	3.30	1.80	<0.01	<0.1	18	62	0.7	<0.2	<6	<8	884	<0.2	169	<2	13	71	17.2	19.8	90	15
TM-31	12.9	7.04	1364	1091	-	2.75	0.07	0.03	<0.1	59	595	<0.6	<0.2	<6	<8	5750	<0.2	697	<2	6	297	4.8	53.3	21	202
TM-32	12.3	7.36	1456	1165	-	2.40	0.03	<0.01	<0.1	78	695	<0.6	<0.2	<6	<8	3930	<0.2	574	<2	<2	292	3.0	54.8	20	212
TM-33	12.2	7.26	817	589	-	1.70	0.17	<0.01	<0.1	21	245	1.2	<0.2	<6	<8	2150	<0.2	234	<2	<2	147	1.5	24.0	10	72
TM-34	11.8	7.15	906	822	-	2.30	0.43	<0.01	<0.1	39	410	<0.6	0.5	<6	<8	4030	<0.2	858	<2	5	198	1.8	27.5	11	123
TM-35	12.3	7.13	2043	1634	-	1.00	<0.01	<0.01	1.1	186	600	<0.6	<0.2	<6	<8	39	<0.2	12	<2	5	273	9.8	41.7	273	191

Table 6.3.9 (2) Results of the Groundwater Surveying (Monitoring Wells)

Sampling:1996.10.24-30

Sample Name	Temp ℃	pH	Conductivity μ S/cm	Dissolved Solids mg/l	DO mg/l	COD mg/l	NH_4^- mg/l	NO_2^- mg/l	NO_3^- mg/l	Cl^- mg/l	SO_4^{2-} mg/l	As μg/l	Cd μg/l	Cr μg/l	Cu μg/l	Fe μg/l	Hg μg/l	Mn μg/l	Pb μg/l	Zn μg/l	Ca mg/l	K mg/l	Mg mg/l	Na mg/l	S mg/l
TM-36	11.5	7.47	784	627	-	1.20	0.29	0.01	<0.1	64	195	<0.6	<0.2	<6	<8	1700	<0.2	327	<2	8	138	6.6	24.2	52	67
TM-37	12.9	6.87	5282	3779	-	3.60	0.67	0.01	89.0	1451	640	<0.6	<0.2	<6	<8	952	<0.2	1180	<2	<2	322	19.5	50.6	831	185
TM-40	13.7	6.72	1093	996	5.1	1.50	0.02	<0.01	9.9	28	390	<0.6	<0.2	<6	<8	23	<0.2	5	<2	7	198	4.5	41.5	23	110
TM-41	12.0	7.42	1639	1311	-	1.85	0.08	0.01	<0.1	149	945	0.7	<0.2	<6	<8	2730	0.3	558	<2	3	309	11.3	50.2	223	320
TM-42	12.7	7.20	1467	1174	-	2.25	<0.01	0.55	82.0	169	470	<0.6	<0.2	<6	<8	103	<0.2	729	<2	4	237	34.1	61.2	84	131
TM-43	12.1	7.48	1132	906	-	1.20	<0.01	<0.01	19.7	70	355	<0.6	<0.2	<6	<8	13	<0.2	<1	<2	4	148	4.8	39.8	83	106
TM-44	12.3	7.38	1716	1373	-	1.00	<0.01	<0.01	36.0	176	585	<0.6	<0.2	<6	<8	33	0.3	2	<2	7	241	5.4	66.1	105	180
TT-1	15.7	7.65	1840	1472	-	2.40	2.20	<0.01	0.8	39	925	9.4	<0.2	9	<8	694	<0.2	743	<2	45	372	21.8	7.5	56	320
TT-4	15.2	7.00	4717	3615	-	2.80	8.60	0.01	<0.1	1016	885	140.0	<0.2	<6	<8	3470	<0.2	7940	<2	9	476	14.7	69.4	545	281
TT-8	12.9	8.15	1609	1287	1.6	2.50	2.56	<0.01	<0.1	39	925	20.0	<0.2	<6	<8	1010	<0.2	1310	<2	<2	362	20.4	5.5	60	296
TT-9	15.6	8.05	1597	1278	2.9	2.00	2.11	<0.01	<0.1	49	870	6.9	<0.2	<6	<8	669	<0.2	1030	<2	14	326	21.8	6.7	54	257
TT-10	14.3	10.63	1954	1563	-	3.30	3.80	<0.01	<0.1	47	1155	70.4	<0.2	15	<8	454	<0.2	16	<2	10	439	30.9	0.2	72	346
TT-11	16.1	8.45	2023	1839	-	2.40	0.28	<0.01	<0.1	59	1120	214.0	<0.2	<6	17	38	<0.2	179	<2	<2	355	24.7	11.3	115	355
TT-12	12.0	7.60	5845	4042	-	3.60	1.98	<0.01	38.0	1670	650	3.6	<0.2	<6	<8	101	<0.2	524	<2	<2	256	35.4	26.0	970	161
TT-13	13.7	7.68	6235	4506	-	3.30	1.42	<0.01	<0.1	1820	1150	75.0	<0.2	<6	<8	1480	<0.2	685	<2	5	283	39.5	32.2	1120	209
E-1	12.3	6.94	1629	1721	-	1.10	0.04	<0.01	<0.1	179	660	<0.6	<0.2	<6	<8	467	<0.2	2450	<2	<2	384	4.3	64.7	49	209
E-4	12.7	7.17	1597	1263	-	1.20	0.02	0.05	56.0	108	1205	<0.6	<0.2	<6	<8	28	<0.2	20	<2	<2	252	5.9	71.1	103	178
E-5	12.7	7.38	627	520	-	1.00	0.02	0.04	16.2	34	122	<0.6	<0.2	<6	<8	36	<0.2	391	<2	<2	119	4.2	14.3	13	38
E-6	11.5	7.17	2013	1841	-	0.90	0.02	<0.01	<0.1	215	485	<0.6	<0.2	16	<8	18	<0.2	2	<2	<2	254	5.7	104.0	202	132
ET-101	11.7	7.40	1743	1394	-	2.10	2.35	0.02	22.0	227	399	1.4	<0.2	<6	<8	3750	<0.2	737	<2	37	240	21.6	51.3	138	207
ET-102	11.9	7.37	1729	1383	6.4	0.95	0.08	<0.01	7.2	178	512	<0.6	<0.2	<6	<8	35	<0.2	3	<2	<2	265	8.8	61.6	103	173
ET-103	11.9	7.86	487	390	-	22.00	4.68	<0.01	<0.1	6	10	3.7	<0.2	<6	<8	1040	<0.2	171	<2	9	81	9.8	17.9	17	251
ET-104	12.3	7.51	4007	3206	-	2.90	16.90	<0.01	<0.1	960	670	<0.6	<0.2	<6	<8	131	<0.2	3050	<2	<2	200	21.3	48.1	748	207
H-2	12.3	7.14	2101	1279	-	1.15	0.02	<0.01	<0.1	215	725	<0.6	<0.2	<6	<8	862	<0.2	45	<2	<2	298	7.0	55.2	192	217
H-3	11.1	7.32	933	714	-	2.90	0.84	<0.01	<0.1	110	164	0.7	<0.2	<6	<8	16100	<0.2	1390	<2	3	126	4.1	23.4	42	54
HS	11.2	7.31	1415	1240	-	1.50	0.46	<0.01	<0.1	74	790	1.0	<0.2	<6	<8	3700	<0.2	270	<2	<2	272	3.6	24.1	110	224
M*2	11.7	6.94	6090	5234	-	2.80	0.02	0.80	46.0	2090	675	<0.6	<0.2	<6	<8	77	<0.2	1340	<2	7	400	40.7	43.9	1140	205
T1*	13.9	8.31	1957	1566	3.4	3.00	10.64	<0.01	<0.1	103	970	43.6	<0.2	<6	<8	185	<0.2	223	<2	84	268	26.1	7.9	217	322
TS	12.4	7.28	1892	1514	-	3.00	0.76	<0.01	<0.1	207	660	<0.6	<0.2	<6	<8	20200	<0.2	1450	<2	<2	332	3.6	51.8	108	219
V-2	14.3	8.22	1190	952	-	2.50	0.88	<0.01	<0.1	34	715	56.4	<0.2	<6	<8	929	<0.2	3300	<2	6	252	12.3	5.2	46	206

Table 6.3.10 Results of the Surfacewater Surveying (River and Pond)

Sampling:1996.10.24-30

Sample Name	Temp °C	pH	Conductivity μS/cm	Dissolved Solids mg/l	DO mg/l	COD mg/l	NH_4^+ mg/l	NO_2^- mg/l	NO_3^- mg/l	Cl^- mg/l	SO_4^{2-} mg/l	As μg/l	Cd μg/l	Cr μg/l	Cu μg/l	Fe μg/l	Hg μg/l	Mn μg/l	Pb μg/l	Zn μg/l	Ca mg/l	K mg/l	Mg mg/l	Na mg/l	S mg/l
TM-6'	13.9	7.43	1766	1413	-	3.85	4.39	0.06	0.7	54	715	65.2	<0.2	<6	<8	7140	0.3	2810	<2	9	350	19.5	8.7	95	302
TM-12'	6.4	7.41	1494	1195	2.3	2.70	1.20	0.10	1.2	59	1010	7.2	<0.2	<6	<8	526	<0.2	2690	<2	<2	226	19.6	20.4	95	200
V-2'	17.1	12.64	5980	4784	-	12.80	1.44	<0.01	4.0	24	1060	14.4	<0.2	<6	<8	<6	<0.2	<1	<2	<2	862	24.8	0.0	55	377
C.W.	17.5	7.97	684	442	-	63.00	0.44	0.30	10.0	40	740	2.3	<0.2	<6	<8	<6	<0.2	47	<2	<2	73	9.7	21.2	32	31
S.L.	-	9.53	3978	2895	-	6.40	0.33	<0.01	54.0	1160	109	1.0	<0.2	<6	<8	141	<0.2	7	<2	8	170	27.4	31.2	691	102
Sajo U	7.3	8.29	467	418	11.0	3.80	0.28	0.19	9.4	37	385	1.5	<0.2	<6	<8	209	<0.2	49	<2	7	71	5.8	20.5	17	26
Sajo D	9.8	8.31	482	531	11.7	3.10	0.20	0.16	8.9	39	80	1.2	<0.2	<6	<8	229	<0.2	47	<2	<2	69	5.9	20.2	18	25
Sajo A	7.9	8.45	523	426	12.6	3.30	0.39	0.21	9.8	41	91	1.3	<0.2	<6	<8	209	(0.2)	57	<2	6	76	6.7	21.6	19	25
Sajo B	12.9	8.43	528	406	10.6	3.30	0.89	0.19	8.3	39	89	1.4	<0.2	<6	<8	223	<0.2	60	<2	14	75	6.8	21.5	19	25
Bodva U	8.1	8.27	405	-	11.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bodva D	8.9	8.23	451	482	11.0	3.20	0.21	0.14	12.7	26	77	1.9	<0.2	<6	<8	183	<0.2	36	<2	6	73	4.8	12.9	13	23
Szuha	11.1	8.44	1411	1319	11.8	2.50	0.16	0.10	2.9	49	755	3.5	<0.2	<6	10	48	<0.2	374	<2	3	288	11.2	28.9	81	269

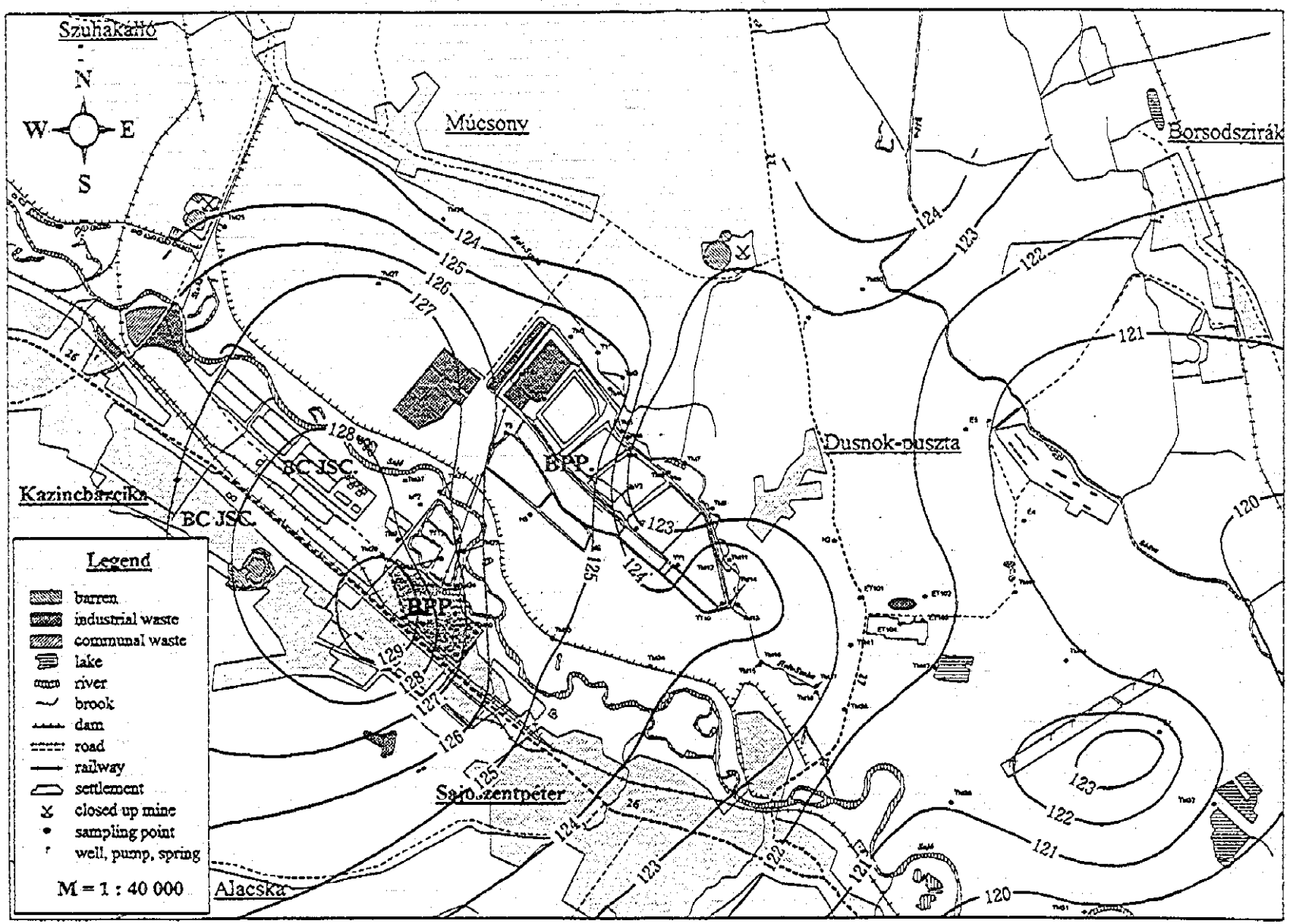


Figure 6.3.15 Isopleth of Ground Water Level

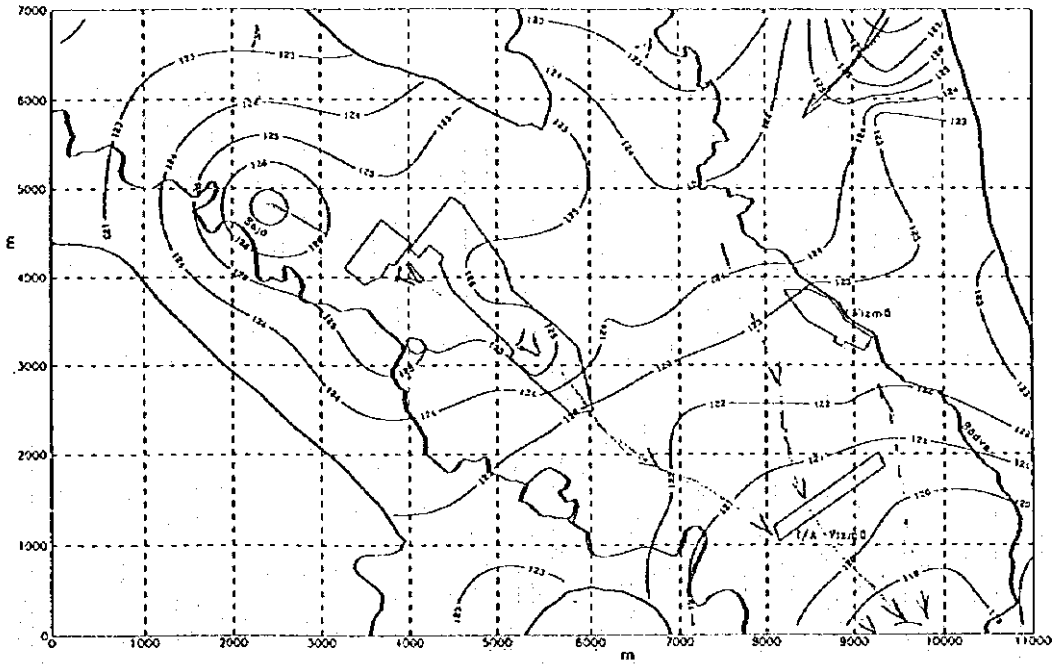
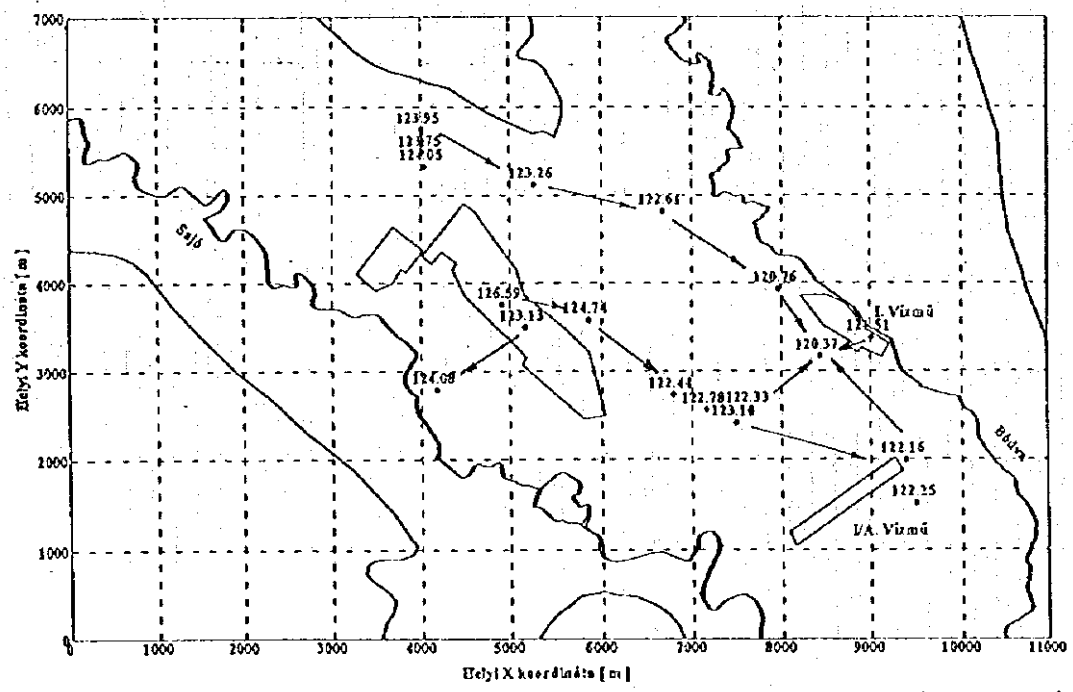


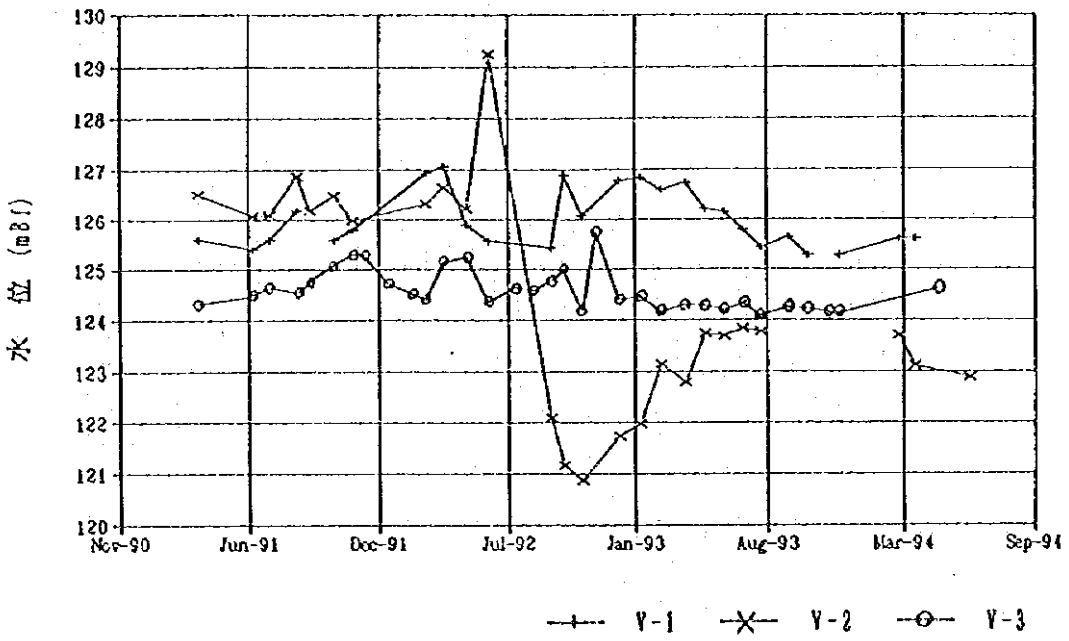
Figure 6.3.16 Isopleth of Ground Water at the Most Stable Level

March, 1993



Sauce: ERV Co, Borsodszirak Waterworks

Figure 6.3.17 Flow Direction of Ground Water at Stable Level



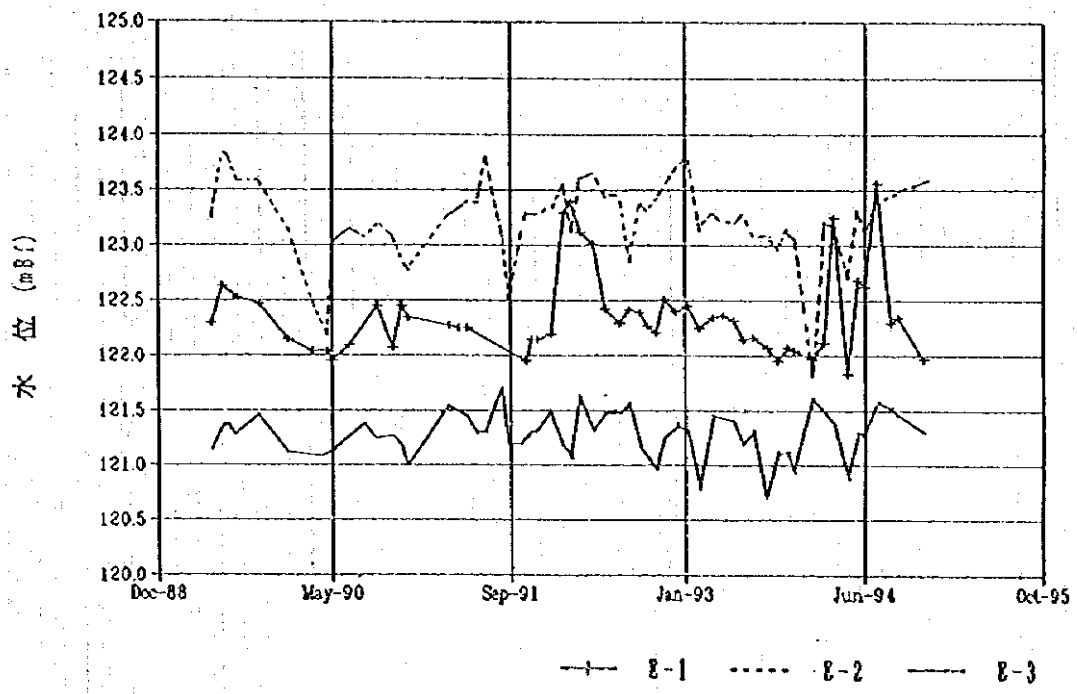


Figure 6.3.18 Variation of Ground Water Level at Monitoring Wells

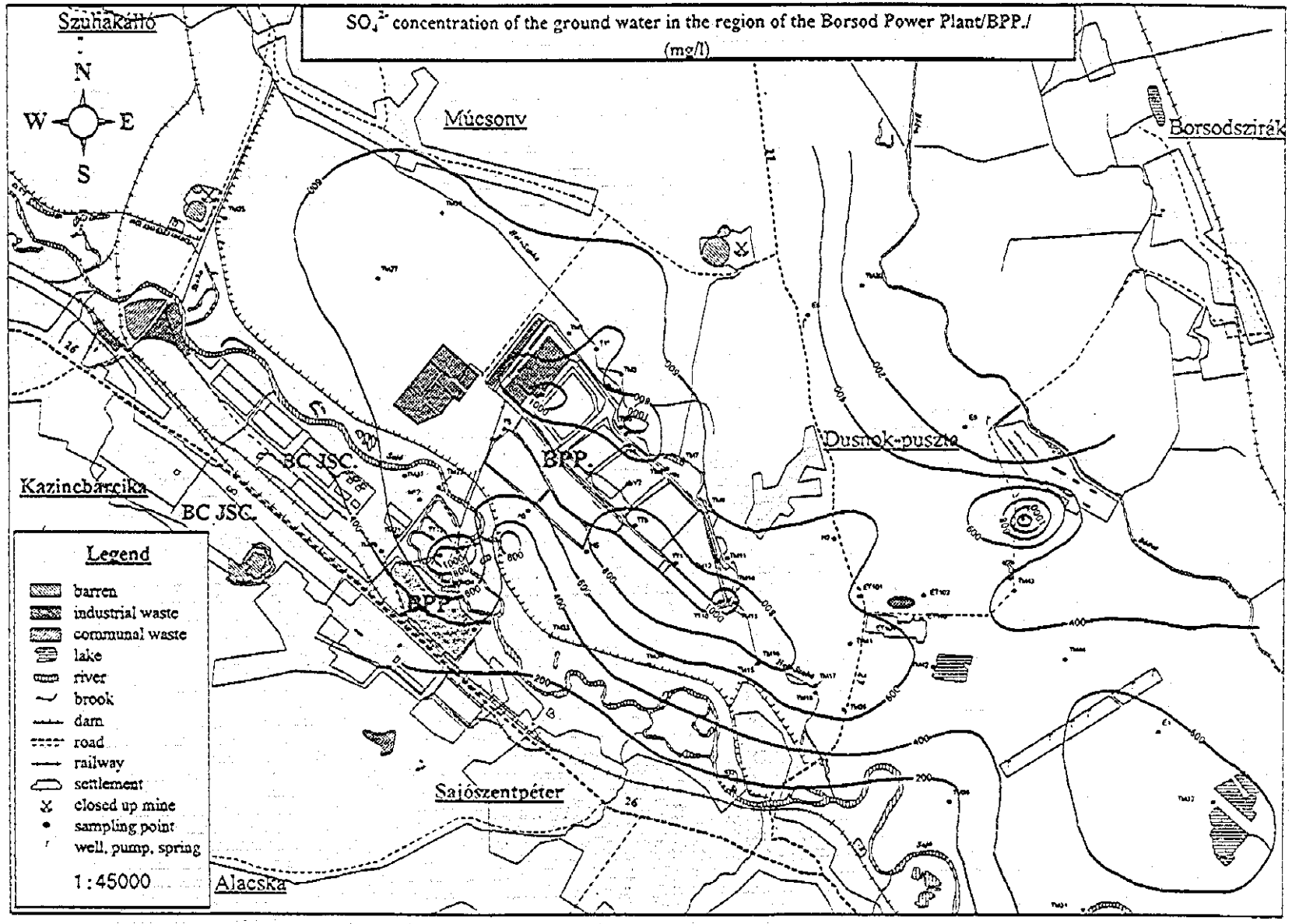


Figure 6.3.19 SO_4^{2-} Concentration of the Ground Water in the Surroundings of Borsod Power Plant

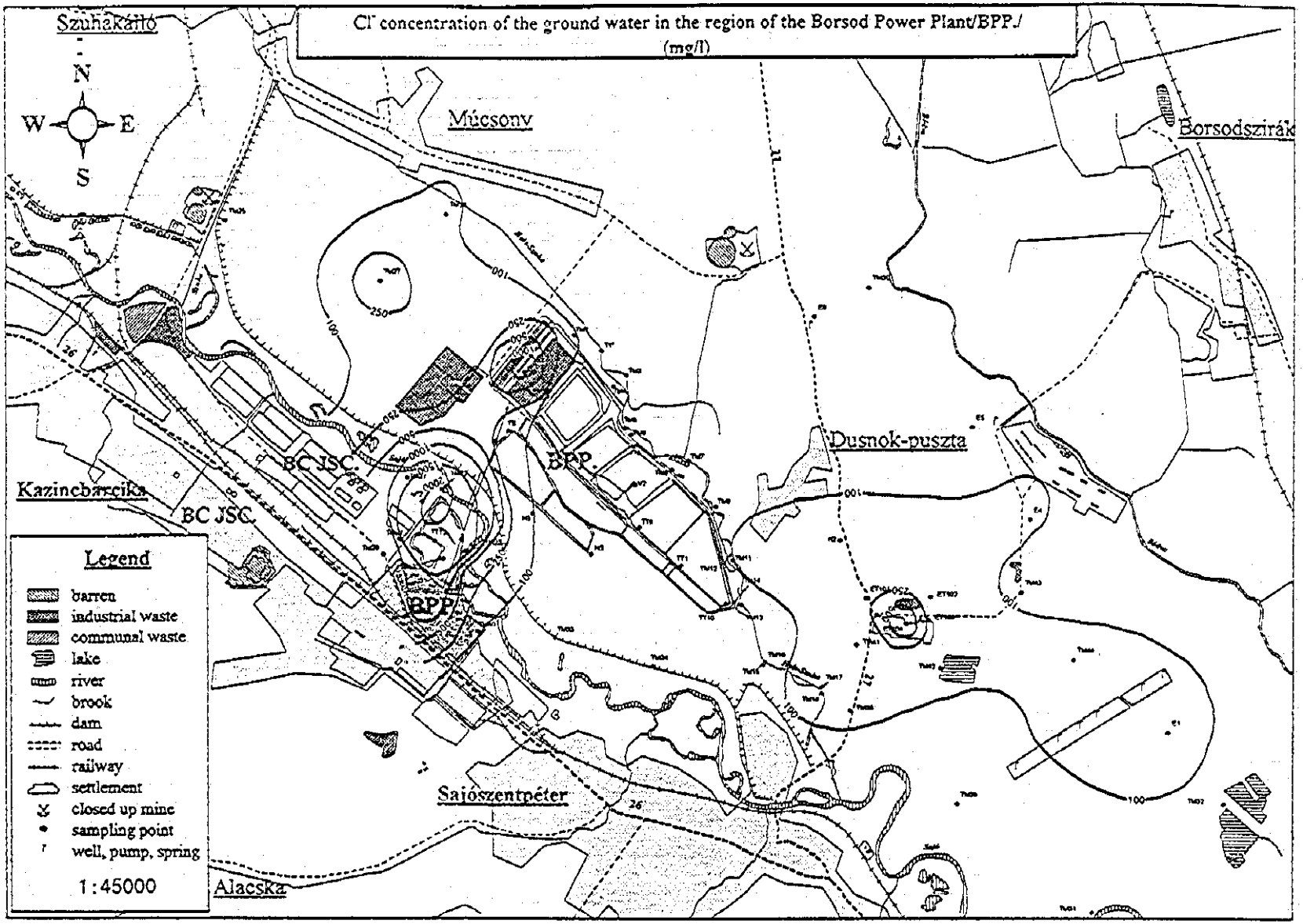


Figure 6.3.20 Cl^- Concentration of the Ground Water in the Surroundings of Borsod Power Plant

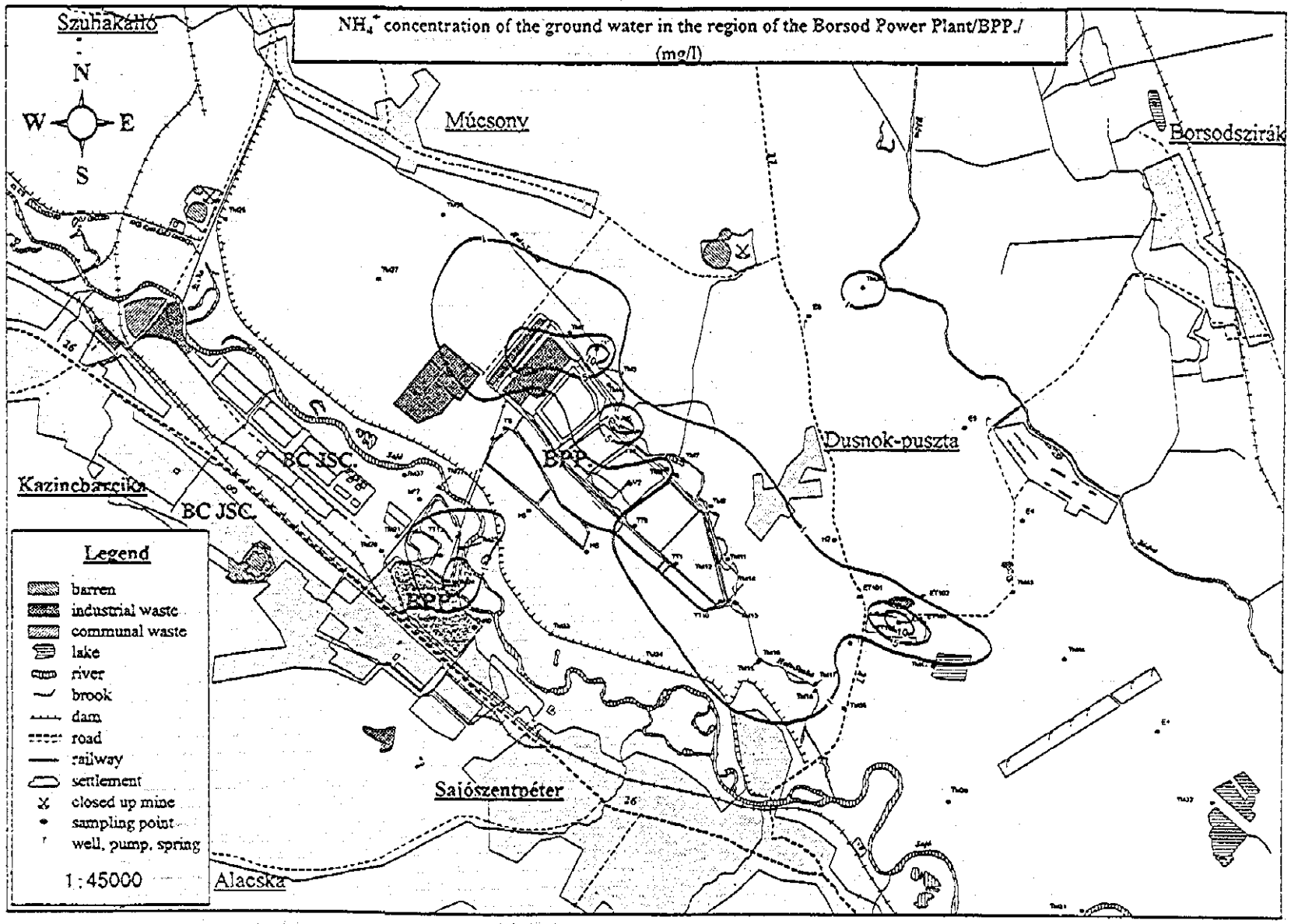


Figure 6.3.21 NH_4^+ Concentration of the Ground Water in the Surroundings of Borsod Power Plant

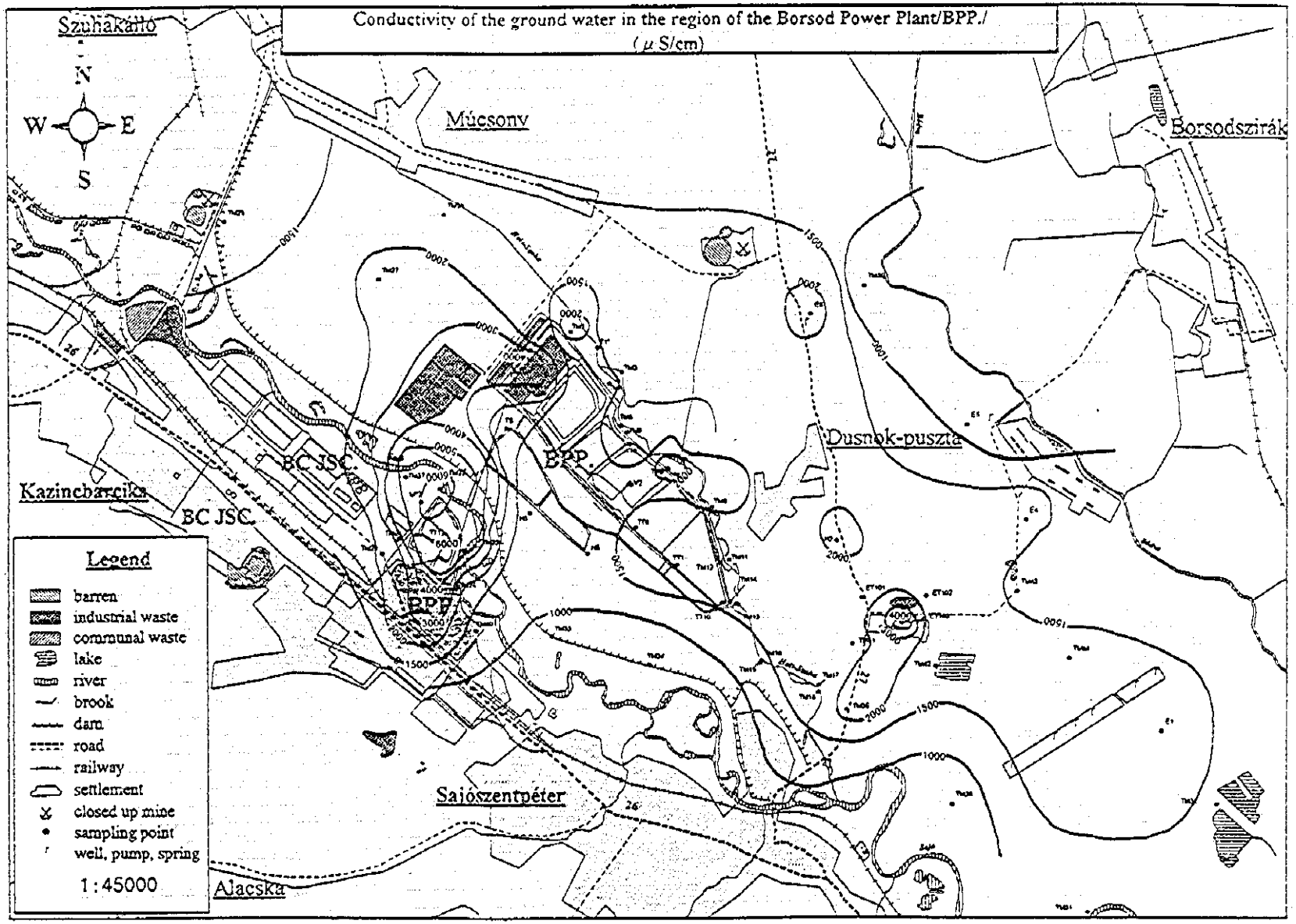


Figure 6.3.22 Conductivity of the Ground Water in the Surroundings of Borsod Power Plant

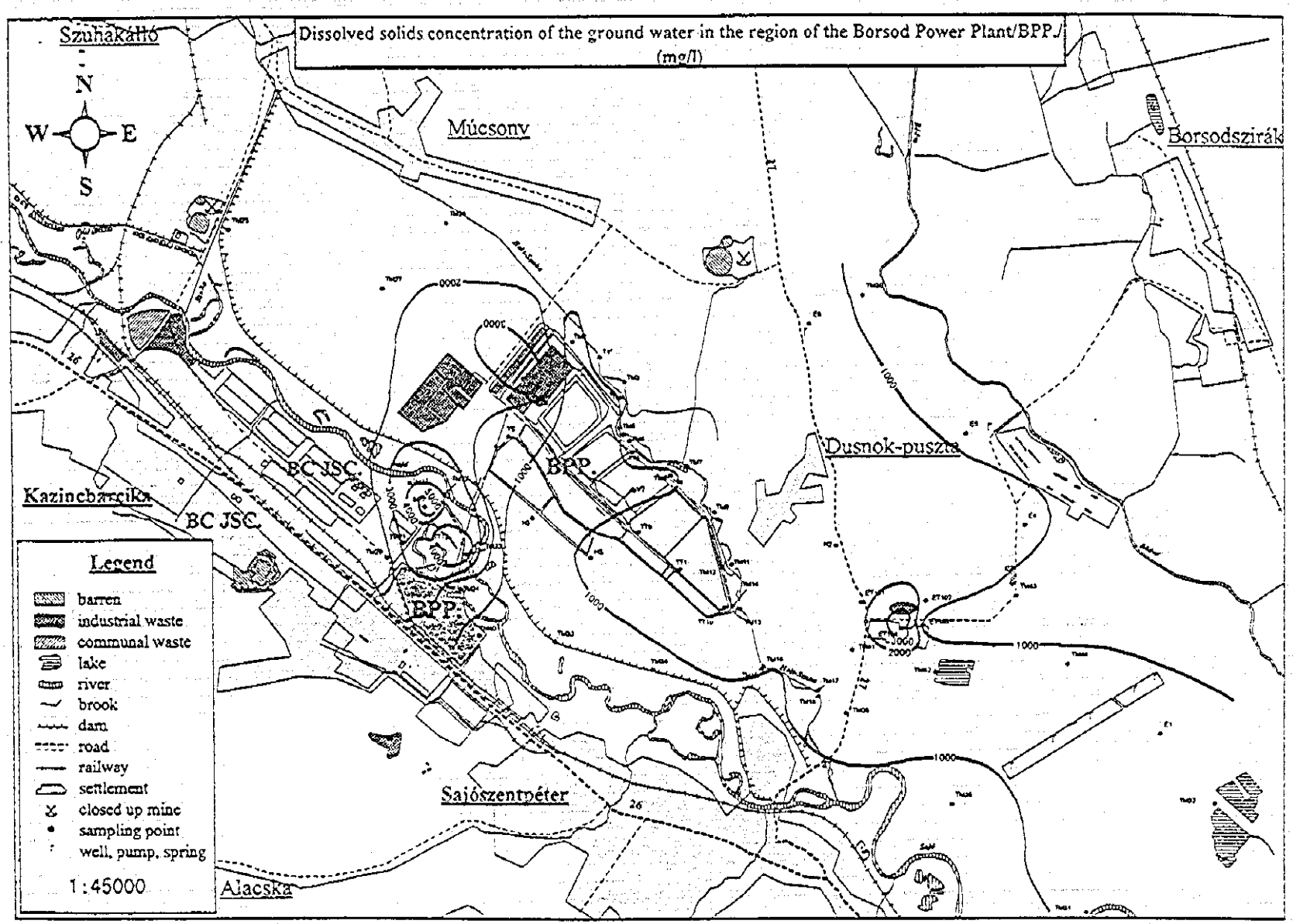


Figure 6.3.23 Dissolved Solids Concentration of the Ground Water in the Surroundings of Borsod Power Plant

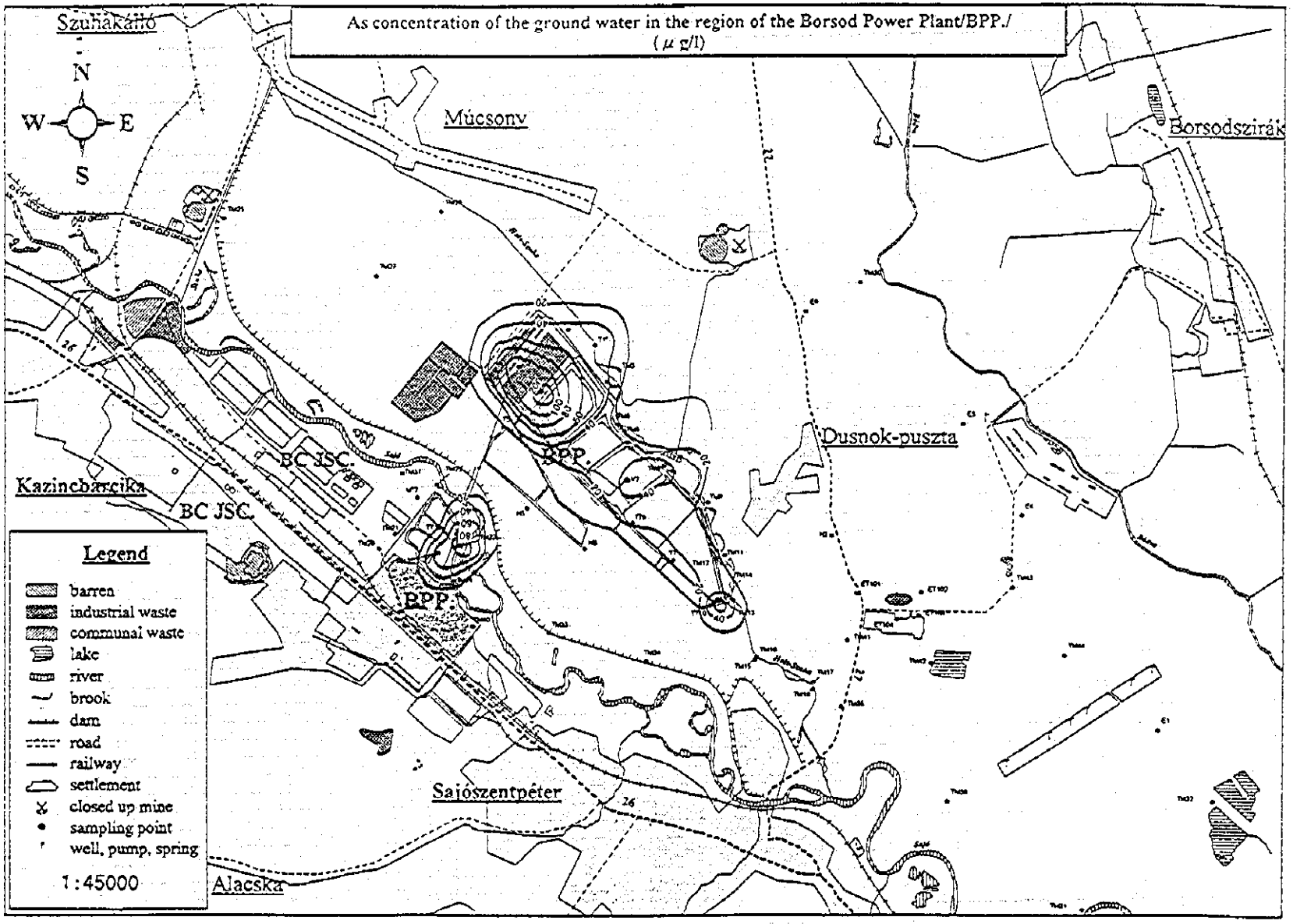


Figure 6.3.24 As Concentration of the Ground Water in the Surroundings of Borsod Power Plant

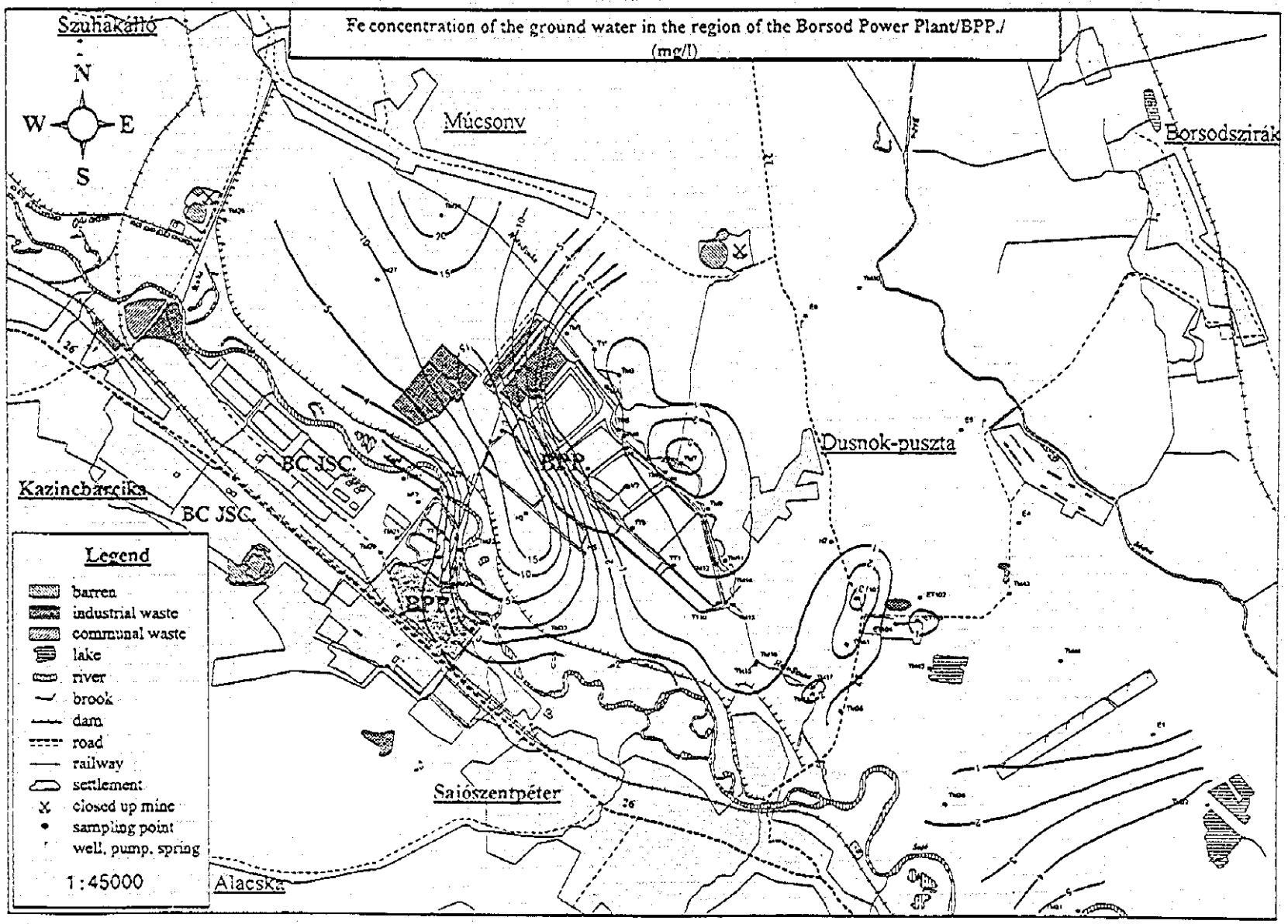


Figure 6.3.25 Fe Concentration of the Ground Water in the Surroundings of Borsod Power Plant

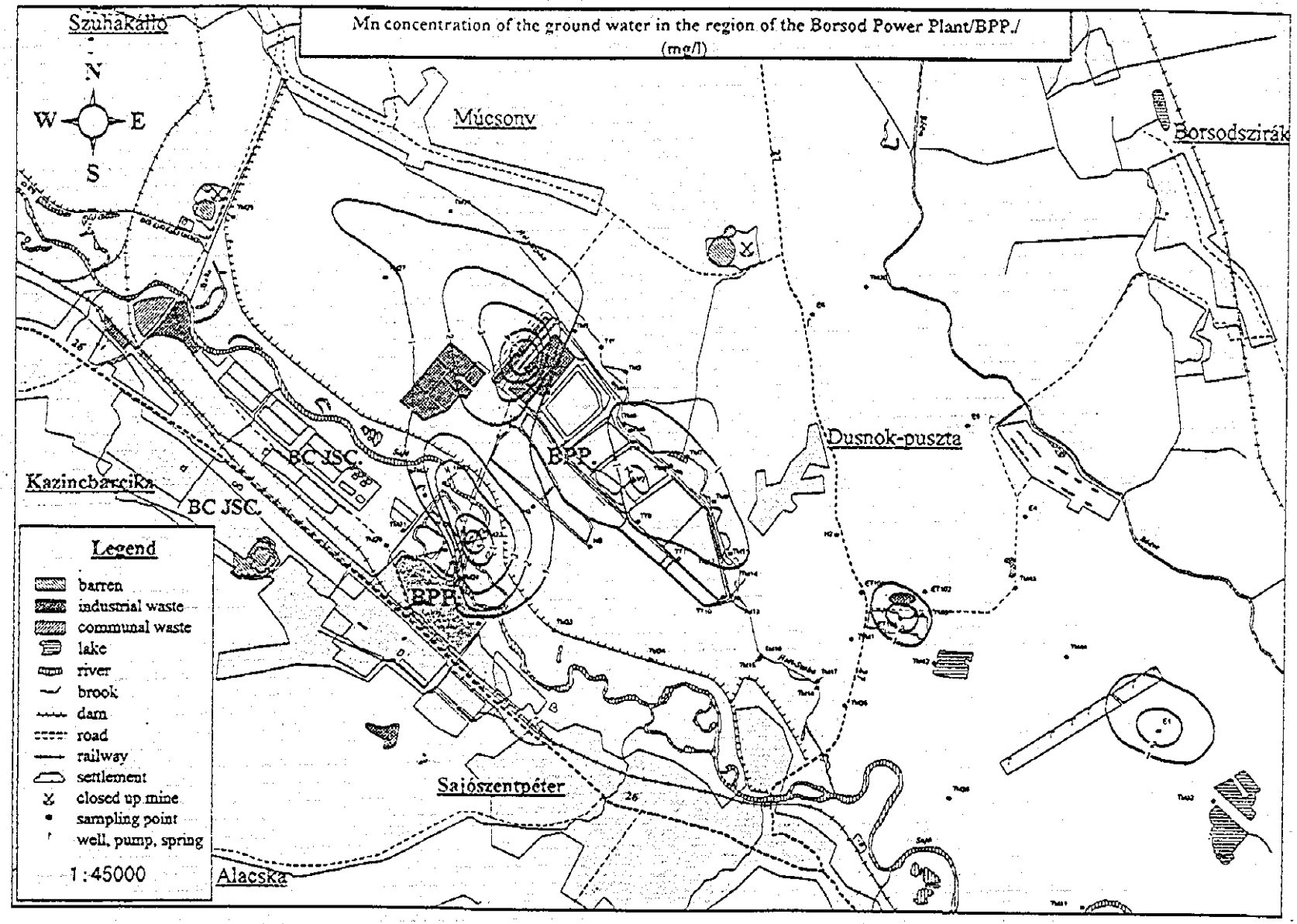


Figure 6.3.26 Mn Concentration of the Ground Water in the Surroundings of Borsod Power Plant

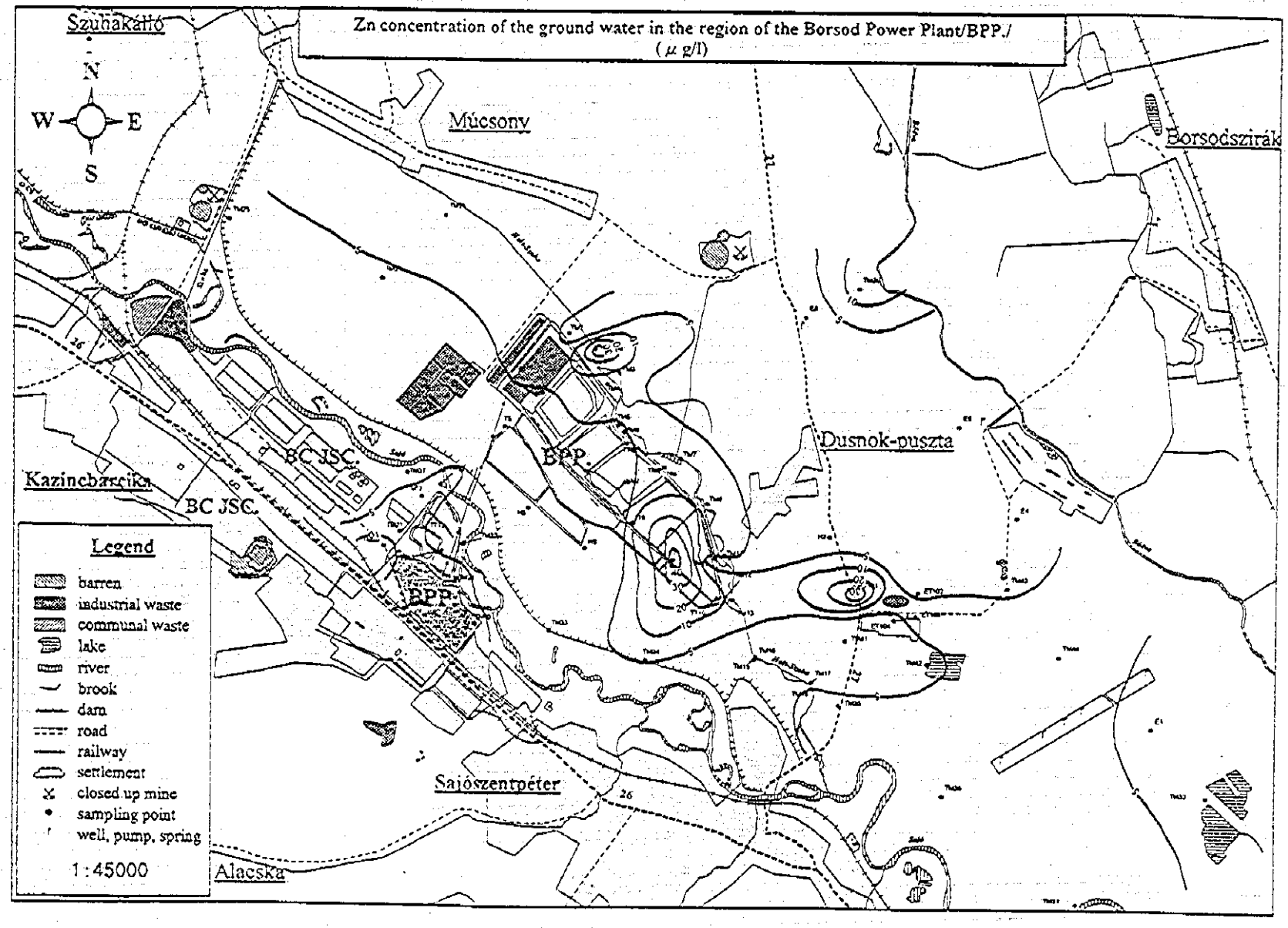


Figure 6.3.27 Zn Concentration of the Ground Water in the Surroundings of Borsod Power Plant

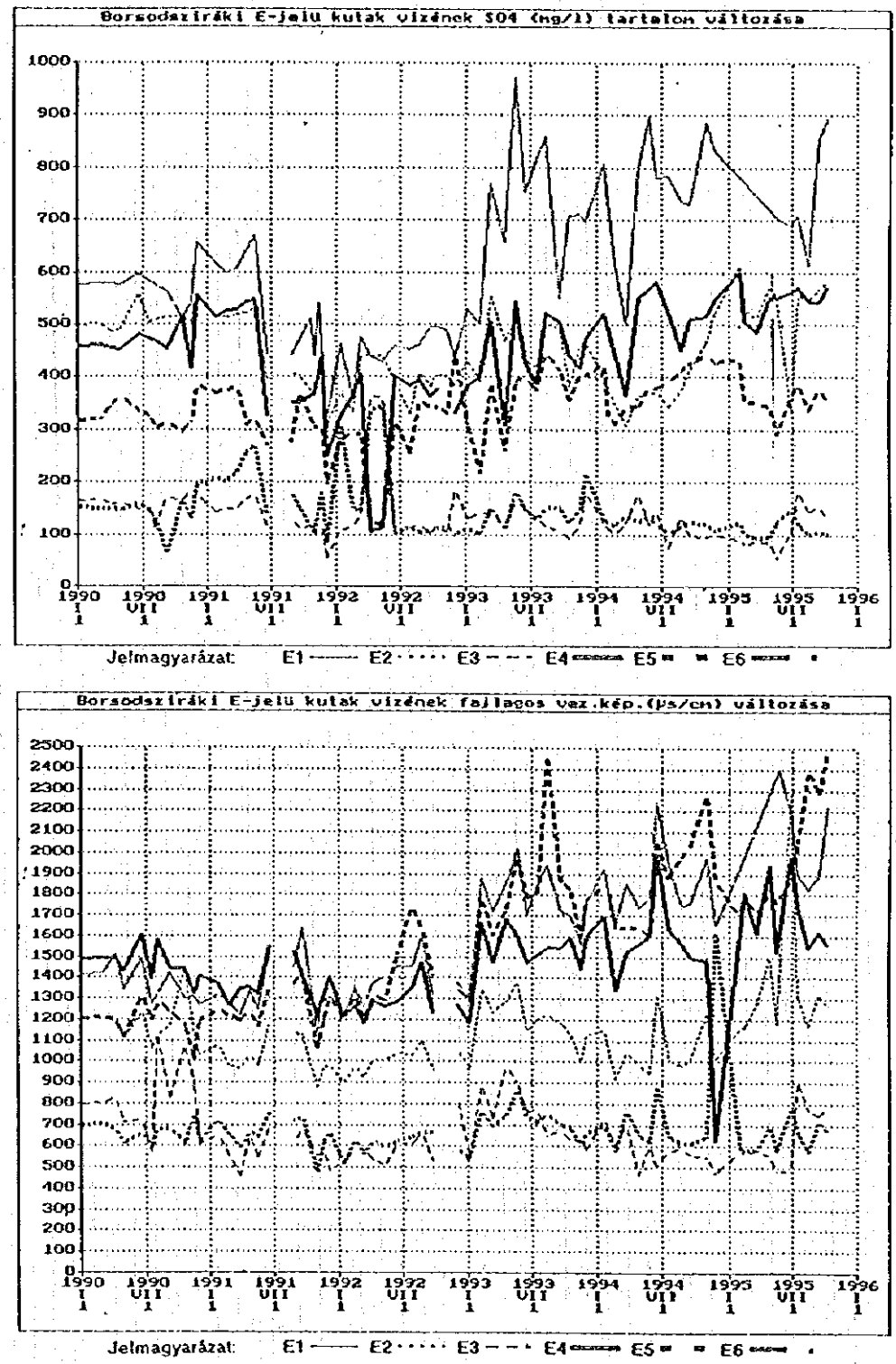


Figure 6.3.28 Annual Variation of SO_4^{2-} Concentration and Conductivity Nearby the Source of City Water (E-1~E-6)

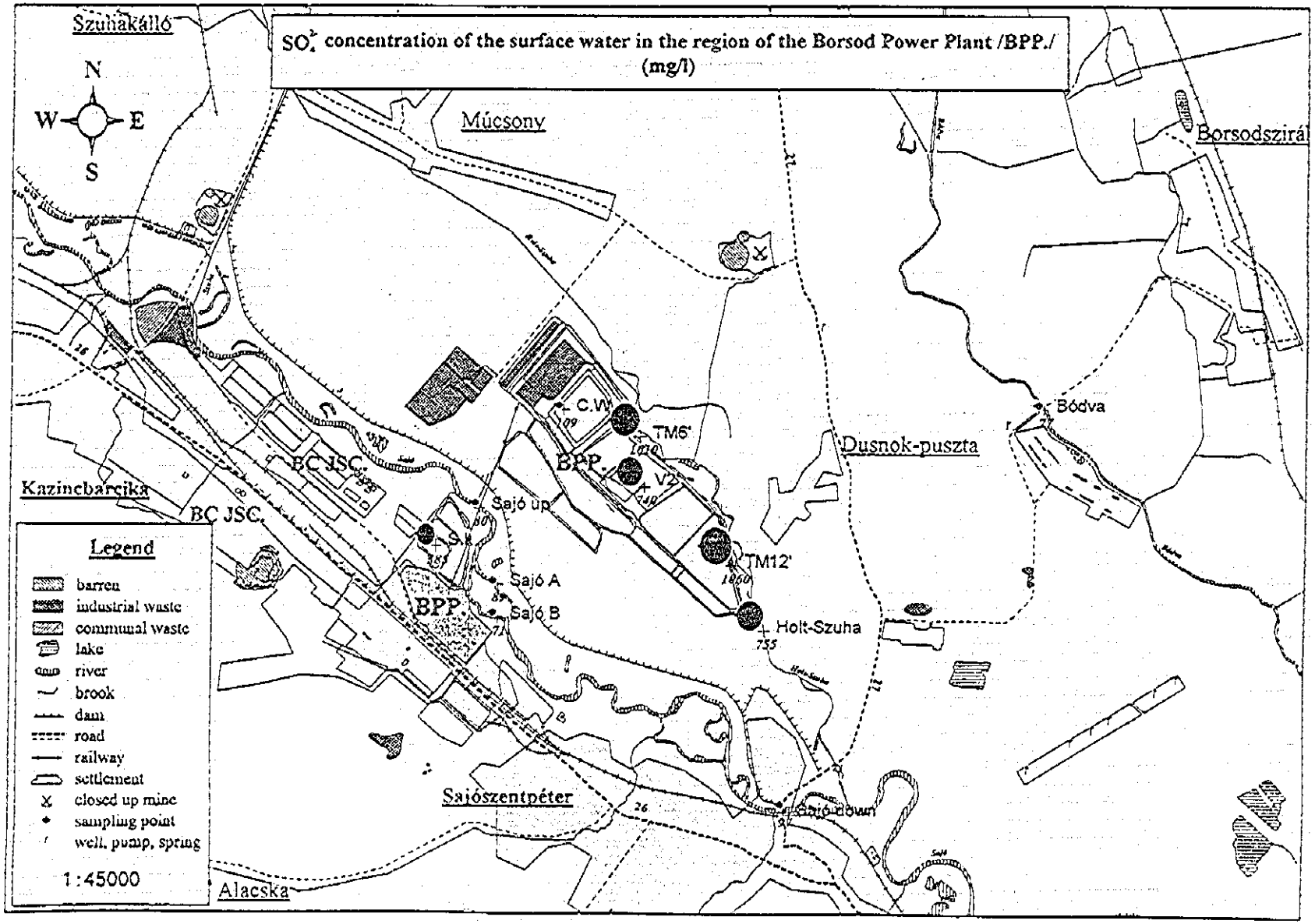


Figure 6.3.29 SO_4^{2-} Concentration of the Surface Water in the Surroundings of Borsod Power Plant

5) Dusnok-puszta のプライベート井戸の水質

Dusnok-puszta のプライベート井戸を任意に 4 ヶ所選定し、pH 及び導電率を測定した。調査結果を表 6.3.11 に示す。

表 6.3.11 Dusnok-puszta のプライベート井戸の水質
(1997 年 2 月 12 日)

地点	pH	導電率(μS/cm)
A	7.10	1988
B	8.01	1797
C	7.76	1546
D	7.71	1966

飲料水の規制値と対比すると pH は許容限度内(pH6.8～8.5)であり、ほぼ適格値(pH7.0～8.0)とみて良い。一方、導電率は全ての地点で適格値(1350 μS/cm)を超え、3 ヶ所では許容限度(1600 μS/cm)すら超えている。導電率からみてイオン類の含有量の多いことがうかがわれる。

現地ヒアリングによれば、現在も一部で飲料水として利用されている。導電率が高いからといって直接に人体に影響を与えるわけでもないし、As の地下水濃度コンターからみても、現段階では As の影響は軽微である。しかし、スラッジ貯蔵場に近いこと、発見されていない廃棄物埋立場所の存在の可能性のあること、今回の調査対象外の有害有機物の含有の有無が不明なことから、今後注意を払っておく必要がある。

6) 表層水

表層水中の SO_4^{2-}の濃度分布を図 6.3.29 に示す。表層水中の重金属、イオン類等の濃度分布図の詳細はサポーティングレポートに示した。

a) 表層水については、SO_4^{2-}、導電率、溶解性物質などは、石炭灰スラッジ貯蔵場及び廃水貯水池で高濃度となっているが、Cl^-、NO_3^-は廃水貯水池で高濃度となっており、それぞれ地下水汚染の原因となっている。また、洗炭スラッジ貯蔵に近い側溝で、As、SO_4^{2-}、NH_4^+が高濃度を示している。

b) 廃水貯水池に As がほとんど含まれていないにもかかわらず、直近のスタンバイスラッジ貯蔵場（閉鎖済）のエリアで地下水が As 汚染されていること、洗炭スラッジ貯蔵場側溝で高濃度を示している事実に注意を払っておく必要がある。

7) ボルショド発電所の調査データとその評価

ボルショド発電所が 1996 年 1 月から調査を行っている観測井戸の構成は、次のとおりである。

・これまでに観測してきている井戸（H-2, H-3）
・既設の観測井戸ネットワークから選定された井戸（TM-7, TM-9, TM-33）
・Borsodchem Co.から譲渡された観測井戸（V-1, V-2）
・新設の観測井戸（HS）

1996年1月17日に観測した観測井戸の地理的状況はサポーティングレポートに示した。これら8地点でボルショド発電所が四半期ごとに実施している水質測定結果を表6.3.12に示す。表中には、1996年10月に調査団が実施した地下水調査結果の中から、ボルショド発電所施設からの寄与が大きいと考えられる主要成分（導電率, Cl^-, SO_4^{2-}, Na, As）を掲載した。これらの結果からは下記のことがいえる。

a) これらの成分の濃度レベルを対比すると、TM-7、TM-9、V-2のAsにボルショド発電所側のデータが低く評価されている他は、各成分とも四半期ごとの濃度変動の範囲内である。Asのデータの差異は、サンプルの取扱い及び分析手法の差異に原因があるのではないかと思われる。

b) 四半期ごとの濃度変動は、一部の項目でやや大きく変動している地点もみられるが、全体的傾向としてはほぼ同じレベルで推移していると見て良い。

Table 6.3.12 The Water Quality Measurement Data For The Wells of Borsod Power Plant

	Well Identification		H-2				H-3				HS				TM-7				TM-9				TM-33				V1				V2			
	Sampling Date / Sample Nam	1996	01.15	04.24	07.07	10.01	01.15	04.24	07.07	10.01	01.17	04.24	07.07	10.01	01.17	04.24	07.07	10.01	01.20	04.24	07.07	10.01	01.20	04.24	07.07	10.01	01.20	04.24	07.07	10.01	01.20	04.24	07.07	10.01
The Measurement Results of Borsod Power Plant	COD	mg/l	0.7	0.6	0.7	0.8	3.4	2.4	2.0	1.8	0.9	1.2	1.1	0.9	2.7	2.8	2.7	3.2	1.6	1.7	1.8	1.8	0.8	1.4	1.2	1.1	2.0	1.8	1.7	1.7	1.6	1.5	1.7	1.5
	NO_3^-	mg/l	ND	0.6	0.6	1.0	ND	0.4	ND	0.9	0.2	0.2	ND	0.2	0.4	0.3	0.2	0.4	0.4	0.3	ND	0.4	0.1	0.4	ND	1.1	0.5	0.3	ND	2.4	0.4	0.5	0.1	0.4
	NO_2^-	mg/l	ND	ND	ND	0.01	0.04	0.01	0.01	0.40	0.02	0.01	0.01	0.01	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02	0.02	ND	ND	0.01	ND	ND	0.09	0.23	ND	ND	0.01	0.02
	NH_4^-	mg/l	ND	ND	0.12	ND	0.55	0.66	0.30	0.69	0.28	0.31	0.30	0.43	2.00	1.37	3.00	4.10	2.60	2.60	2.50	3.10	0.20	0.11	0.20	0.17	11.4	10.5	9.00	12.6	1.10	1.96	1.00	0.98
	Cl^-	mg/l	183	232	234	238	100	99	117	116	89	79	90	82	107	95	91	78	16	147	91	59	23	24	26	28	64	76	72	73	32	27	33	35
	Fe	mg/l	0.37	0.34	1.16	0.77	3.00	10.7	7.90	8.20	3.70	3.50	2.30	2.40	4.10	4.00	3.70	2.60	1.20	1.00	1.00	0.90	2.30	1.80	1.79	1.15	0.16	0.12	0.13	0.06	0.59	0.49	1.11	0.77
	Mn	mg/l	0.07	0.07	0.07	0.05	1.24	1.30	1.10	1.24	0.25	0.21	0.19	0.18	2.20	1.83	1.47	1.54	1.23	1.14	1.03	0.87	0.38	0.34	0.36	0.23	0.14	0.89	0.76	1.12	1.99	1.32	1.88	2.10
	pH	-	7.1	7.1	7.1	7.5	7.0	6.8	6.3	6.9	7.0	7.1	7.3	7.0	7.0	6.9	7.0	7.0	7.3	7.2	7.4	7.4	7.0	6.9	7.1	7.0	8.3	8.0	8.5	7.9	7.9	7.9	7.9	7.7
	Alkalinity	mmol/l	5.9	6.7	6.2	6.2	4.3	4.4	4.2	4.3	2.7	2.8	2.9	2.6	8.9	8.5	8.1	7.7	11	9.2	5.6	3.7	4.9	5.1	4.8	5.1	1.8	2.0	2.0	2.4	0.7	0.8	1.3	1.1
	Hardness	CaO mg/l	478	573	508	523	258	260	235	283	453	450	417	436	478	421	471	447	391	421	428	425	279	314	321	292	624	575	524	480	416	370	349	350
	Conductivity	μ S/cm	1960	2180	1910	2200	900	900	870	1090	1800	1460	1440	2000	2320	1880	1850	2010	2480	1960	1740	1880	1000	900	920	1000	1980	1880	1840	1940	1330	1200	1180	1350
	Ca	mg/l	254	291	268	274	134	138	128	162	268	275	260	269	279	243	284	253	229	243	256	245	155	183	172	171	387	382	348	325	268	250	229	228
	Mg	mg/l	53.0	72.0	58.0	60.0	30.7	29.1	24.1	24.6	34.3	28.2	23.2	26.0	38.5	35.0	31.5	40.2	31.2	35.0	30.2	35.4	27.5	25.2	34.8	22.7	36.0	17.8	16.2	10.6	18.0	8.7	12.1	13.1
	SO_4^{2-}	mg/l	599	699	682	645	144	163	157	170	805	680	664	695	810	730	732	595	645	553	785	810	254	272	310	224	1080	1063	1044	965	834	608	653	660
	DO	mg/l	0.20	0.22	0.22	0.30	ND	0.17	0.05	0.10	0.10	0.08	0.05	0.10	0.20	0.07	0.05	0.08	0.50	0.08	0.05	0.09	1.10	0.13	0.13	0.22	0.10	0.06	0.07	0.10	0.10	0.08	0.07	0.08
	Water Temp	°C	11.8	9.5	10.6	12.4	10.9	10.2	10.3	11.0	11.2	9.9	10.2	11.3	12.8	10.4	11.7	14.1	12.6	10.6	12.0	13.6	10.6	8.6	10.5	12.6	13.9	14.1	15.3	14.4	13.9	14.5	15.1	14.9
	Water Level	m	5.32	5.22	5.34	5.38	2.13	2.00	2.50	2.51	1.48	1.71	1.88	2.00	2.64	2.73	2.77	2.90	2.76	2.85	2.92	3.05	2.89	2.43	3.21	3.35	12.31	11.85	12.17	12.07	13.24	13.50	13.44	13.75
	Na	mg/l	164	190	180	204	34	37	39	40	119	99	90	102	242	195	172	177	284	259	152	114	13	9.6	10	11	104	129	137	133	44	41	46	45
	K	mg/l	5.2	5.4	5.2	606	3.4	3.9	4.4	3.8	2.4	2.5	1.9	2.6	13.5	18.0	11.5	16.0	26.0	31.0	20.0	24.0	3.8	1.4	1.4	1.3	20.5	37.5	32.0	33.0	10.0	11.8	11.4	9.0
	As	μg/l	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	2	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	5	ND	ND	ND	41	29	9	ND	48	20	8	9
	Hg	μg/l	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.1	ND	ND	0.1	ND	ND	0.1	0.2	ND	ND	ND	0.3	ND	0.2	0.1	0.1	ND	ND	ND	ND	ND
	Cd	μg/l	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.6	ND	0.5	ND	ND	0.8	ND	0.6	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	Cr	μg/l	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	Cu	μg/l	ND	1	7	5	3	4	6	3	7	5	5	6	7	9	7	7	7	6	6	7	5	2	5	6	11	9	10	12	10	3	7	9
	Ni	μg/l	ND	ND	25	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	Pb	μg/l	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	7	ND	ND	ND	7	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	41	ND	ND	ND	5	ND	ND	6	ND	ND	7	ND
	Zn	μg/l	ND	ND	ND	ND	ND	7	19	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	11	13	12	ND	ND	ND	ND	ND	ND	11	ND	ND
	V	μg/l	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	18	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
JICA Study Team	Conductivity	μ S/cm	2101				933				1415				1770				1318				817				-				1190			
	Cl^-	mg/l	215				110				74				66				55				21				-				34			
	SO_4^{2-}	mg/l	725				164				790				715				580				245				-				715			
	Na	mg/l	192				42				110				154				102				10				-				46			
	As	μg/l	<0.6				0.7				1.0				27.6				8.9				1.2				-				56.4			

6.3.5 河川水質

Kazincbarcika 一帯の Sajo 川は、過去に重金属、有機物等で非常に汚染されており、植生は完全に死滅し、まさに死の川であった。近年、環境保全の重要性を確認し、また流域の工業活動の低迷とスロバキアのバルブ工場の閉鎖により、急速に水質は改善されてきており、水生生物もみられるまでに回復している。

河川の現状は、下記のとおりである。

(1) Sajo 川、Bodva 川の水質は、重金属、イオン類とも低濃度レベルであり、問題とするような濃度は検出されていない。

(2) Sajo 川の底質も、過去の重金属汚染は非常に改善されており、水質同様、特別に問題にするほどの汚染ではない。底質の改善が結果として水質の改善に大きく寄与している。

Sajo 川底質中の金属分析結果を表 6.3.13 に示す。また、1991 年 8 月の調査データを表 6.3.14 に示す。表 6.3.14 は酸分解法によったものであり、両者比較では、酸分解法データを使用する必要がある。

- Sajo 川の底質中の重金属濃度は、水抽出法、2M-酸抽出法、酸分解法のいずれの濃度をみても、特別に問題となるような濃度は示されておらず、過去の重金属汚染は現在非常に改善されたと言える。これは、Sajo 川流域の工業活動の停滞により、Sajo 川の重金属汚染が減少したためであろう。しかし、酸分解によって、Hg が 1.36mg/kg 検出されているので、今後の濃度変化の動向を見守っていく必要があろう。

- Sajo 川の沈殿物は、資料調査によれば、1960～1980 年の間が最も汚染されていた。当時から比べると表 6.3.13 のデータは非常に改善されたデータであり、今回の調査団の測定データはさらに改善されたことになる。この急速な自然による浄化は、近年の工業活動の停滞及び環境保護対策はもとより、Sajo 川の増水時、しばしば洪水を引き起こすほどの水流量により、底質が下流方向に洗い流され、一部は氾濫原に拡散したためである。

- 発電所からの重金属汚染としては As が考えられるが、現状では水質と同様、考慮を必要としない濃度である。

(3) スラッジ貯蔵場付近を流れる Holt-Szuha 川は、スラッジからの漏出水等で依然として As、イオン類の汚染がある。

表 6.3.13 Analysis Results of Heavy Metals in the Sediment of the Sajo River

Sampling: 1990.10 (単位：mg/kgﾄﾞﾗｲﾍﾞｰｽ)

方法項目	水抽出	2M-酸抽出	酸分解
As	0.038	0.401	1.17
Cd	<0.04	0.640	0.682
Cr	<0.08	4.20	23.5
Cu	0.260	21.5	25.8
Fe	22.8	6707	22436
Hg	<0.002	0.330	1.36
Mn	1.03	571	2068
Pb	<0.5	52.4	59.2
Zn	0.450	159	172

表6.3.14　Heavy Metals in the Sediment of the Sajo River

地名	距離	Hg	Pb	Cu	Zn	Cd	Ni	Cr	As	Fe	Mn
	km	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	g/kg	g/kg
Sajópüspöki	123.4	0.84	31.6	50.1	150	0.53	28.5	112	21.6	27.86	0.72
Hét	117.8	0.59	61.8	31.1	369	1.24	20.7	100	13.1	20.72	0.61
Sajóvelezd	109.8	0.64	67.2	33.1	379	1.02	21.4	106	13.7	22.46	0.58
Vadna	98.0	0.48	114	20.7	304	2.11	13.9	69.7	9.38	15.93	0.32
Kazincbarcika	90.8	0.56	72.9	35.7	377	0.97	24.6	135	14.9	23.12	0.72
Kazincbarcika	82.4	0.82	82.1	35.5	440	1.46	21.4	116	13.6	22.70	0.56
Sajószentpéter	79.0	1.71	167	55.3	709	5.83	27.7	146	17.2	26.21	0.59
Sajószentpéter	74.5	0.89	61.9	28.1	336	0.97	17.4	103	16.5	18.87	0.44
Sajópecseg	68.1	1.12	88.8	34.6	512	2.19	21.0	123	18.1	21.07	0.71
Sajókeresztúr	64.9	4.32	142	40.7	528	19.5	23.2	113	22.8	23.79	0.69
Szirmabesenyö	61.0	1.87	94.2	44.4	525	9.0	25.2	161	20.4	24.90	0.73
Miskolc	57.2	2.97	160	52.5	995	12.9	28.2	106	23.3	26.20	0.75
Miskolc	54.0	2.10	229	69.9	805	4.43	36.9	330	22.4	36.50	1.11
Felsözsolca	50.7	1.92	201	69.3	834	5.42	35.2	179	23.6	34.00	1.11
Alsózsolca	45.0	1.89	198	68.6	813	5.59	35.6	196	25.0	34.64	1.09
Ónod	36.7	1.01	83.2	35.2	423	1.43	24.7	692	16.6	21.54	0.64
Nagycsécs	26.8	1.01	80.2	42.1	354	11.5	77.8	150	15.0	22.63	0.73
Kesznyéten	11.5	1.50	94.7	47.9	373	3.73	29.8	152	17.0	23.56	0.79
Tiszaujváros	0.2	1.82	113	65.7	530	4.24	37.6	103	21.2	26.28	1.15

(出典)：Regional Environmental Center for Central and Eastern Europe

6.3.6　水域の水温変化

Sajo川の水質は改善されてきているが、冷却水による温排水の問題が依然として顕在化している。特に、夏期の低水位時に顕著で、Sajo川の水温は 25℃から 33℃に上昇している。調査団の調査結果においても、表6.3.10 に示すとおり、7.9℃から放流側で 12.9℃に水温上昇している。夏期の温排水は、水生生物に影響を与えている。

6.3.7 土壌汚染調査

ボルショド発電所から放出される煙道ダストやスラッジ貯蔵場からの灰の飛散によるAs等の重金属汚染が懸念されている。その他、廃棄物が不法投棄されていたり、他企業からの重金属汚染の可能性もあり、これらは洪水によりSajo川の底質とともに農耕地に拡散・汚染し、食物連鎖の原因となる。

土壌の重金属汚染については、Sajo Valley地域を対象とした調査データ「Sajo Valley地域の環境汚染調査（1994）」(Regional Environmental Center for Central and Eastern Europe)等を入手しており、今回の実測調査は、これらデータの検証を主目的としたものである。

(1) サンプリグ地点

土壌サンプリング地点は、秋期、冬期、合わせて22地点とした（図6.3.30）。サンプリング地点の選定では、下記の点に配慮した。

自動車からの影響をあまり受けない土地
未耕地と耕作地との比較をするために、比較地点を1地点設定した（S-6'地点）
氾濫原(S-12)と段丘(S-13)との比較地点を設定した。

(2) サンプリング方法

深さ0～15cmの表層土壌を、一辺約20mの正方形の各コーナー及び中央の計5点から採取し、混合して1つのサンプルとした。採取したサンプルは、ポリエチレン容器に入れて保存した。

(3) サンプリング日

秋期：1996年10月30日
冬期：1997年1月17日

(4) 分析項目

分析項目は、下記のとおりである。

T-Hg, Org-Hg, As, Cr, Cd, Pb, Cu, Zn, Mn, Fe, SO_4^{2-}

ただし、秋期のサンプルで前処理を酸分解法によったものについては、Al, Ba, Ca, K, Mg, Na, Ni, S, Tiの分析を追加した。

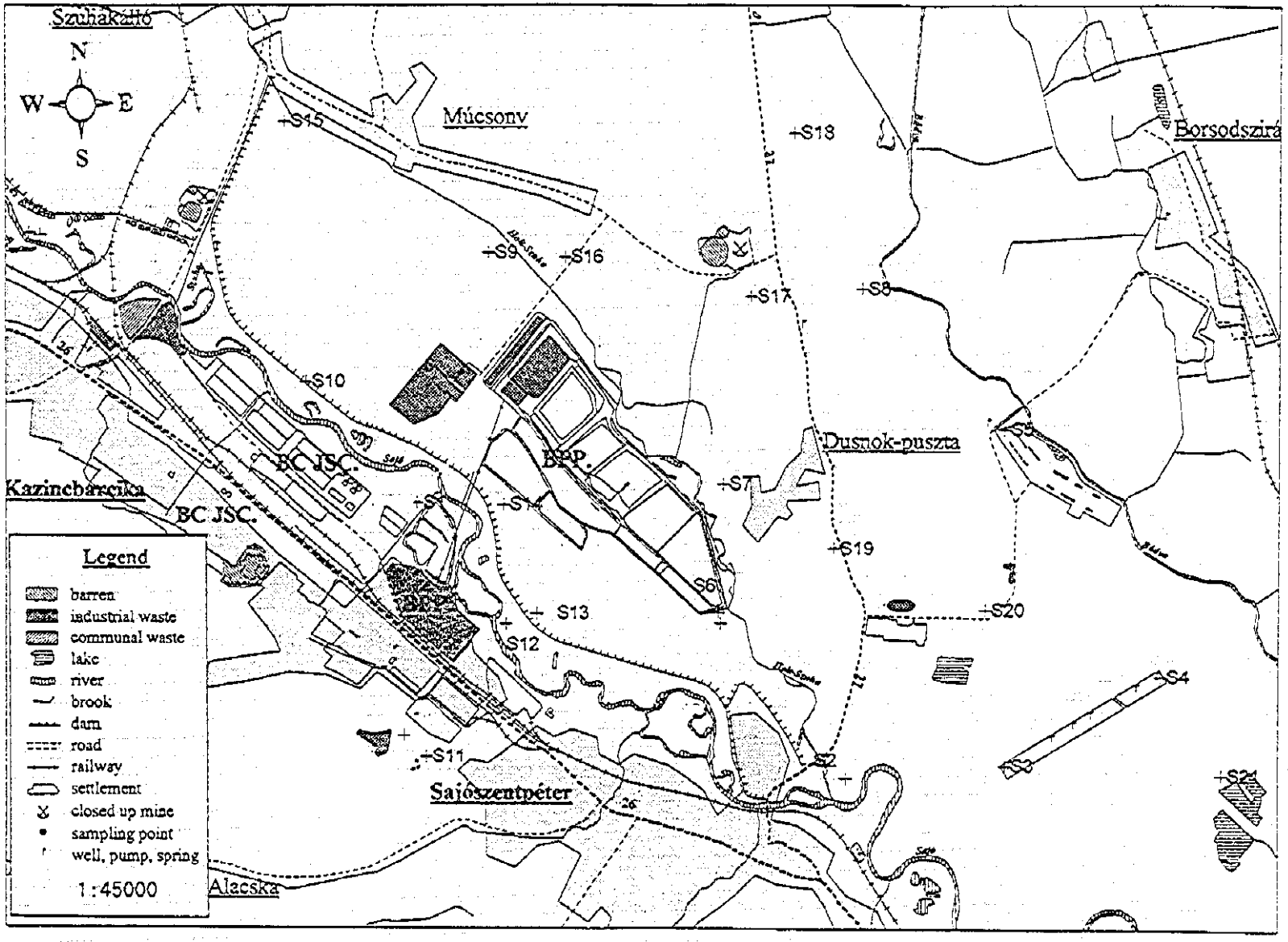


Figure 6.3.30 Sampling points of Soil

なお、水抽出法のデータによれば、今回のサンプルの中からはOrg-Hgの分析を必要とするほどのT-Hgが検出されていなかったので、Org-Hgについては検出限界以下として取扱うこととした。

(5) 分析方法

分析結果を評価する上で、サンプルの前処理や試料溶液の作製、濃度測定方法は非常に重要である。以下にその方法を略記する。

1) サンプルの前処理

サンプルは、ハンガリーの基準に準拠し、前処理を行った。

土壌サンプルは十分混合し、約200gを分取してプラスチック製トレーに入れ、室温で乾燥させた。

乾燥したサンプルを粉砕し、2mmのフルイにかけ、さらに粉砕器で粉末とした。

粉末サンプルは、乾燥土壌当りの濃度を算出のために、水分含有量を測定した。

2) 試料溶液の調整

試料溶液は、次の3種類を調整し、それぞれ重金属分析を行った。これらの抽出法は、ハンガリーの基準法に準拠したものである。

a) 水抽出法

サンプル5gに水45gを加え、1分間振とうし、24時間放置する。その後2時間振とうした後フィルターでろ過をし、重金属分析用の試料溶液とした。なお、この溶液からは、硫酸イオンの分析も行った。

b) 2M-酸抽出法

水の代りに2M-酸を使用し、土壌からの重金属類の抽出を行った。ただし、Asについては塩酸（HCl）を、その他の重金属については硝酸（HNO_3）を使用した。

抽出後のサンプルは、フィルターでろ過をし、重金属分析用の試料溶液とした。

c) 酸分解法

2.5gの土壌サンプルをテフロンボンブ（PTFE bomb）に入れ、濃硝酸（63%）5mlと過酸化水素（30%）2mlを加えた。さらに、0.1mlのヘプタノールを発泡防止剤（antifoaming

agent）として加えた。土壌サンプルの分解は、130℃で4時間行った。冷却後10mlの水を加えて、メスフラスコ（50ml）にろ過をした。残渣は、希酸で十分に洗浄し、メスアップ後さらに10倍に希釈して、試料溶液とした。

3) 重金属成分の測定方法

水抽出及び2M-酸抽出の試料溶液中の重金属測定はGF-AAS及びCV-Hg-AASで、水抽出のSO_4^{2-}の測定はUV-SP分光光度計で行った。酸分解の試料溶液は、表6.3.15に示す方法で行った。表中のICP-OES-2は、調査計画に含まれていなかった成分である。

Table 6.3.15 Analysis Method of Heavy Metals in Soil

方　法	重金属
ICP-OES-1	Cd, Cr, Cu, Fe, Mn, Pb, Zn
ICP-OES-2	Al, Ba, Ca, K, Mg, Na, Ni, S, Ti
GF-AAS	As
CV-Hg-AAS	Hg

4) 分析結果

土壌の分析結果を表6.3.16～表6.3.18に示す。土壌の分析結果からは、次のことが言える。

a) 水抽出法データ

スラッジ貯蔵場（VIカセット）直近のS-6地点及び発電所施設近傍のS-1,S-11～S-14のAsに高濃度が検出されており、明らかに発電所施設からの影響がみられる。その他の地点では、発電所の煙源からNNW方向約4kmに位置するS15で高値を示している他は、問題にするほどの濃度は検出されていない。なお、S-6'地点は、S-6地点の直近の耕作地であり、攪拌による濃度の希釈がみられる。その他の成分については、Hg濃度に注意を払っておく必要があるものの、現段階で問題となるような濃度は検出されていない。

b) 2M-酸抽出法データ

土壌中重金属濃度分布を図6.3.31～図6.3.39に示す。

i) Asが2mg/kgを超えた地点は、S-6、S-7、S-11～S-14及びS-19である。これらの地点のほとんどは発電所施設の近傍である。次いでS-15の濃度が高い。煙源からNNW方向にあるS-15地点は、当地域の風向がNW～N及びSSE～Sが支配的であることから発電所の影響を受けたものと思われる。

ii) S-12 地点で Cd、Pb、Zn 等が高濃度を示しているが、この地点は Sajo 川の氾濫原であり、S-13 と比較してもわかるとおり過去の Sajo 川の工業汚染の影響を受けたものと思われる。

iii) As は、ボルショド発電所施設付近で高濃度を示しているが、Cd、Hg、Pb、Zn 等の重金属はむしろ低濃度を示す傾向にある。つまり、ボルショド発電所を発生源とする土壌汚染は As に限定される。

c) 酸分解法データ

As が地下水保護のための土壌中の物質の規制値（C Ⅰの場合：30 又は 50mg/kg）をオーバーした地点もみられるが、発電所施設直近であり、その他では各成分とも問題となるような含有量は示されていない。

d) 既存データとその評価

図 6.3.40～図 6.3.43 は、As、Hg、Cd、Pb について資料収集した「Sajo Valley 地域の環境汚染調査（1994）」(Regional Environmental Center for Central and Eastern Europe) の酸分解法データをもとに、土壌中の重金属濃度分布図を作成したものである。

今回の調査団実測調査データは、資料収集データと対比すると、Cd は低目に、As、Cu、Zn は高目に指示する傾向がある。その他の Hg、Mn、Pb は、ほぼ同レベルである。これらの差異は、分析手法によるものと思われ、既存の報告書データの活用に当たっては、これらの傾向を考慮する必要がある。

i) As（ひ素）

Kazincbarcika と Mucsony 及びその周辺が濃度が高目（5mg/kg）であるが、特別な高濃度は示されていない。極端な高濃度を示しているのは、スラッジ貯蔵場等の廃棄物埋立地からサンプリングしたサンプルのみである。ただし、環境濃度データは、調査団実施の今回のデータに比べてかなり低値のため、参考値として取扱うものとする。なお、As は石炭灰に多く含まれていることと、濃度分布の状況からみて発電所施設からの影響が現れたものと考えられる。

ii) Cd（カドミウム）

環境濃度で Cd が 2mg/kg を越えているのは、Mucsony で 2 ケ所みられる程度である。なお、石炭灰及び煙道ダスト中の Cd 含有率からみて、発電所施設が汚染源にはならないと言える。

iii) Hg（水銀）

水銀の検出状況からすると、汚染源はKazincbarcikaであろうと推定できる。なぜならば、土壌中の水銀濃度はKazincbarcikaより下流の地点で増加していること、BVKの廃棄物埋立場から高濃度のHgが検出されていること、かつてSajo川の氾濫によりHgに汚染された底質が、Sajo川近傍の土壌に混入したことがあげられる。ただし、環境濃度レベルは、1mg/kgを越えた地点が若干みられる程度で、現状では極端な汚染はみられない。一方、ボルショド発電所の煙突からも蒸気水銀が相当量排出されており、この地域の卓越風向がNNW、次いでSSEであることもあり、今後の注意を払っておく必要がある。

iv) Cu（銅）

環境濃度レベルは、Kazincbarcikaの工業廃棄物埋立地帯で高濃度を示しているものの、問題となるような高濃度は示されていない。

v) Pb（鉛）

Kazincbarcikaの工業地帯と廃棄物埋立地及びSajo川の氾濫原において高濃度の汚染がみられるが、これは工業活動に加えて自動車からの影響が考えられる。

Table 6.3.16 (1) Element Concentration in Dry Samples (Water Digestion)

(Water Digestion) (Unit:mg/dry soil kg Oct. 1996)

Sample / Component	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S6'	S7	S8	S9	S10
As	0.214	0.011	<0.007	<0.007	<0.007	0.572	0.080	0.061	0.097	0.060	0.022
Cd	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Cr	0.41	0.29	0.39	0.34	0.45	0.26	0.27	0.26	0.47	0.39	0.26
Cu	0.226	0.193	0.182	0.218	0.239	0.129	0.161	0.193	0.229	0.266	0.190
Fe	119.10	51.10	75.18	55.22	55.50	11.73	37.25	50.65	113.90	64.96	51.27
Hg	0.003	0.001	0.001	<0.002	<0.002	0.005	0.001	<0.002	<0.002	0.003	0.003
Mn	0.719	0.207	0.516	0.313	0.331	0.300	0.214	0.359	0.635	0.322	0.326
Pb	<0.6	<0.6	<0.6	<0.6	<0.6	<0.6	<0.6	<0.6	<0.6	<0.6	<0.6
Zn	0.620	0.301	0.238	0.272	0.398	0.186	0.268	0.351	0.584	0.294	0.313
SOI	818	806	896	1031	1232	1173	716	880	856	1062	206

Table 6.3.16 (2) Element Concentration in Dry Samples (Water Digestion)

(Water Digestion) (Unit:mg/dry soil kg Jan. 1997)

Sample / Component	S11	S12	S13	S14	S15	S16	S17	S18	S19	S20	S21
As	0.151	0.172	0.216	0.144	0.199	0.050	0.080	0.017	0.108	0.056	0.063
Cd	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Cr	<0.20	<0.20	<0.20	0.26	<0.20	<0.20	0.40	0.51	<0.20	<0.20	0.26
Cu	0.106	0.197	0.083	0.179	0.199	0.162	0.269	0.227	0.184	0.242	0.331
Fe	51.3	59.0	153.8	150.0	131.1	110.0	242.4	213.5	107.5	141.8	183.0
Hg	<0.002	<0.002	<0.002	0.005	<0.002	<0.002	<0.002	0.001	0.001	<0.002	<0.002
Mn	0.385	0.282	0.483	0.371	0.228	0.206	1.215	1.243	0.395	0.966	0.720
Pb	<0.6	<0.6	<0.6	<0.6	<0.6	<0.6	<0.6	<0.6	<0.6	<0.6	<0.6
Zn	0.316	0.859	0.331	0.664	0.598	0.529	1.266	0.856	0.685	0.713	0.907
SOI	619	191	918	1620	581	623	519	578	450	353	400

Table 6.3.17 (1) Element Concentration in Dry Samples (2M-Acid Digestion)

(2M-Acid Digestion) (Unit:mg/dry soil kg Oct. 1996)

Sample / Component	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S6'	S7	S8	S9	S10
As	1.308	1.013	0.276	0.476	0.488	5.989	1.260	2.644	0.537	1.238	0.525
Cd	0.282	0.221	0.238	0.177	0.366	0.072	0.107	0.138	0.318	0.252	0.163
Cr	3.95	3.45	3.92	5.58	6.84	5.72	5.49	3.59	3.94	4.20	5.44
Cu	13.87	11.30	11.38	18.54	23.85	13.71	14.83	10.41	20.50	18.70	14.61
Fe	3147	4181	3909	5897	7902	6052	5842	4014	3053	5841	6495
Hg	0.097	0.098	0.081	0.078	0.119	0.096	0.080	0.084	0.057	0.125	0.118
Mn	586.6	369.8	436.8	380.8	445.2	480.5	410.0	383.6	558.8	515.2	522.2
Pb	22.70	17.39	19.18	19.31	30.53	14.30	19.70	14.77	16.38	24.08	20.13
Zn	30.88	26.22	22.51	30.87	40.23	28.74	28.14	17.80	40.13	30.10	29.65

Table 6.3.17 (2) Element Concentration in Dry Samples (2M-Acid Digestion)

(2M-Acid Digestion) (Unit:mg/dry soil kg Jan. 1997)

Sample / Component	S11	S12	S13	S14	S15	S16	S17	S18	S19	S20	S21
As	2.071	2.878	3.305	2.350	1.788	1.247	1.025	0.685	2.211	1.044	0.596
Cd	0.372	0.732	0.231	0.206	0.228	0.191	0.179	0.147	0.184	0.281	0.130
Cr	2.18	3.72	5.05	4.26	2.92	4.98	2.51	3.38	3.32	1.53	3.35
Cu	6.51	18.66	14.49	15.10	15.32	18.08	7.78	10.72	12.71	6.89	12.11
Fe	2687	5988	5977	5908	5276	6715	2273	2913	3839	1759	4349
Hg	0.005	0.001	<0.002	<0.002	0.020	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	0.008	<0.002
Mn	602.2	539.7	516.4	579.3	512.1	318.0	300.1	371.4	310.2	297.8	377.7
Pb	24.69	62.70	23.10	19.59	20.70	19.29	14.16	15.59	16.13	9.99	11.87
Zn	15.26	121.90	28.50	22.89	31.21	24.44	9.90	9.43	18.94	7.54	15.02

Table 6.3.18 (1) Element Concentration in Dry Samples ($HNO_3+H_2O_2$ Digestion)

($HNO_3+H_2O_2$ Digestion) (Unit:mg/dry soil kg Oct.1996)

Sample / Component	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S6'	S7	S8	S9	S10
As	26.7	19.3	19	13.3	41.6	23.9	47.2	66.3	21.7	37.1	26
Cd	0.35	0.26	0.27	0.18	0.37	0.16	0.13	0.18	0.32	0.30	0.19
Cr	42.7	40.2	39.9	48.3	66.6	40.1	32.9	31.6	40.3	45.2	44
Cu	44.3	40.4	43.6	47.9	67.3	43.5	36.1	40.1	51.1	52.6	43.6
Fe	33100	31300	33900	31700	47900	35900	27200	32600	29800	34400	32500
Hg	0.324	0.267	0.211	0.233	0.26	0.206	0.128	0.309	0.132	0.204	0.181
Mn	763	392	607	428	580	527	436	504	707	583	618
Pb	40	31	38	33	58	32	30	26	29	39	37
Zn	121	92.4	94.9	107	162	98.4	68.7	97.3	141	118	92.3
Al	29900	30400	29900	32800	56100	32200	26100	38100	29700	33600	32500
Ba	225	181	186	211	345	215	186	246	232	250	209
Ca	6920	9050	5800	8070	11100	14800	7570	22000	18600	8890	7320
K	6010	6140	4130	4170	5760	3280	3630	4710	9900	4320	3720
Mg	6100	6090	6850	6250	7610	6790	5120	6500	7000	6130	6770
Na	144	170	99	131	192	267	265	775	163	160	258
Ni	41.9	35.5	33.8	40	53.4	27.9	26.1	28.6	39.9	37.1	34.7
S	535	796	472	477	895	403	551	1010	606	1060	496
Ti	185	212	102	115	54.8	98	201	216	193	70	244

Table 6.3.18 (2) Element Concentration in Dry Samples ($HNO_3+H_2O_2$ Digestion)

($HNO_3+H_2O_2$ Digestion) (Unit:mg/dry soil kg Jan.1997)

Sample / Component	S11	S12	S13	S14	S15	S16	S17	S18	S19	S20	S21
As	14.38	11.29	14.77	7.16	5.38	6.53	6.26	11.14	15.51	5.80	8.67
Cd	0.376	0.738	0.236	0.225	0.231	0.199	0.186	0.162	0.186	0.285	0.136
Cr	13.00	15.82	25.13	21.83	16.76	24.16	18.53	21.31	19.32	14.67	23.70
Cu	10.95	24.52	22.59	20.73	20.39	23.23	13.62	16.41	18.36	12.56	20.95
Fe	14003	17572	24702	22266	18199	23100	16907	17520	19810	15328	27470
Hg	0.275	0.627	0.401	0.446	0.611	0.819	0.063	0.063	0.105	0.078	0.202
Mn	744.3	612.6	662.4	719.0	506.3	440.0	501.0	706.7	456.9	451.8	769.1
Pb	26.43	62.52	26.63	22.18	22.30	21.33	17.30	19.11	18.64	12.54	17.98
Zn	42.48	161.20	72.88	63.21	62.68	66.67	43.31	40.06	57.71	38.00	59.23

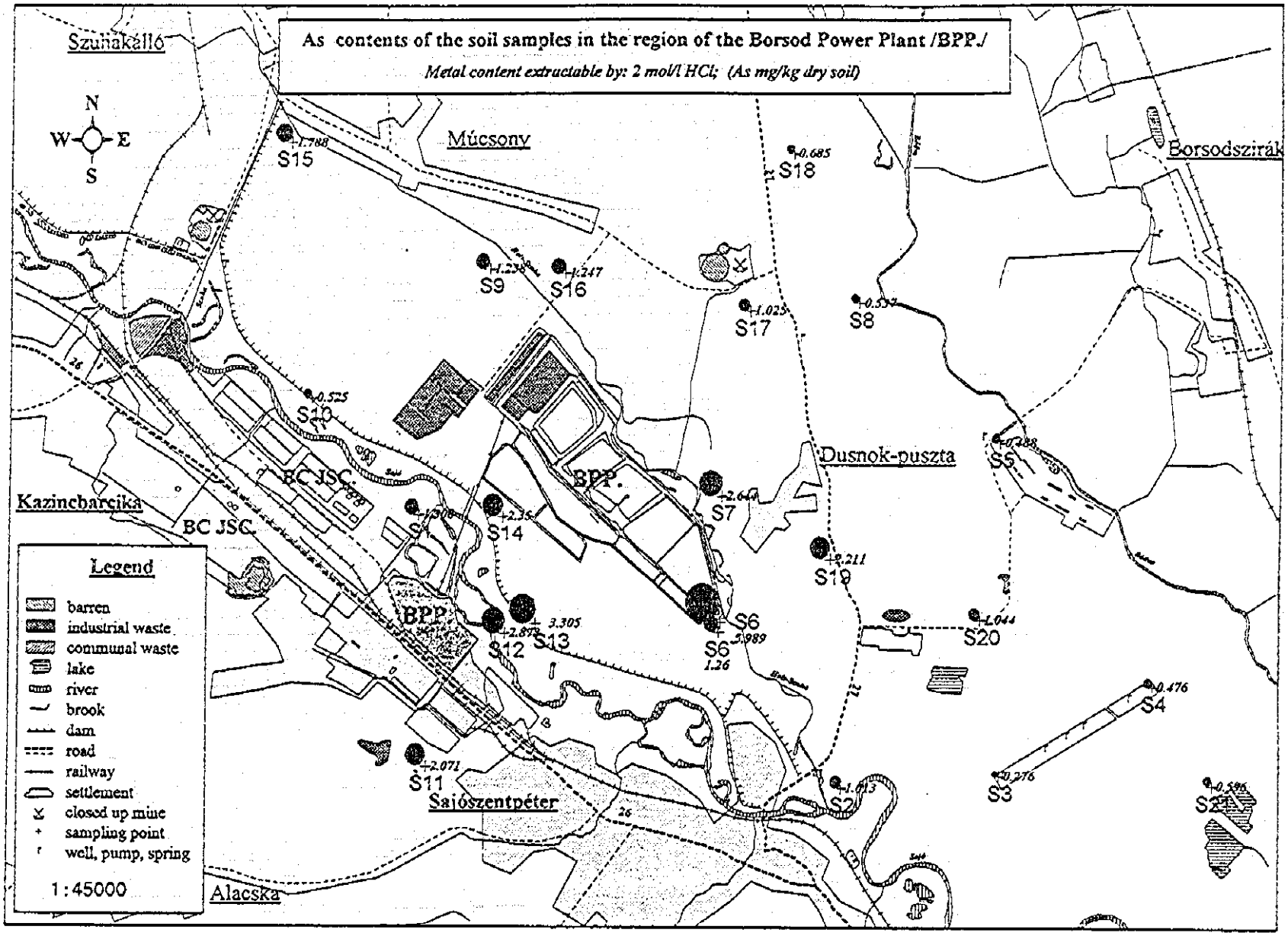


Figure 6.3.31 As Contents of the Soil Samples in the Surroundings of Borsod Power Plant

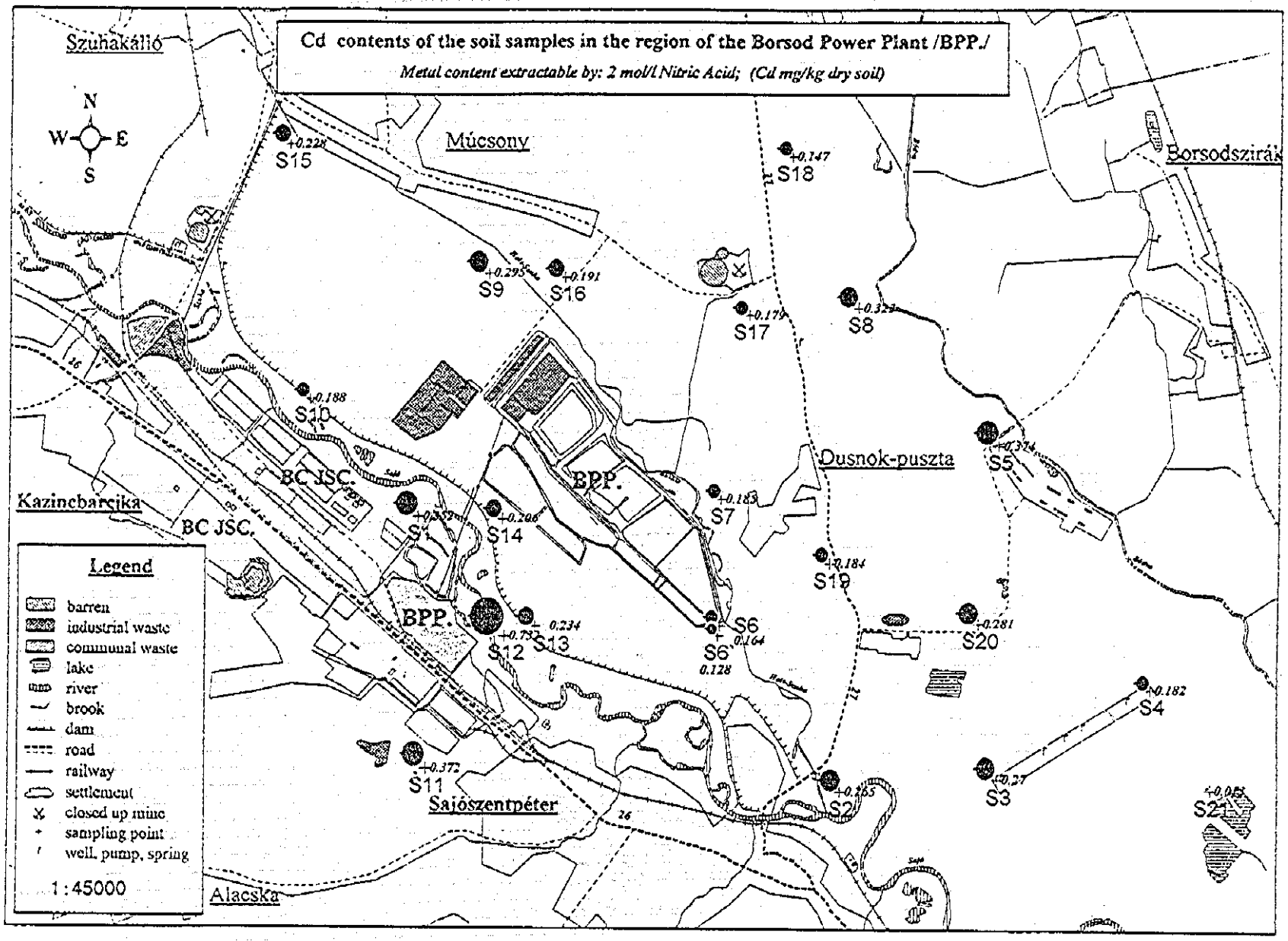


Figure 6.3.32 Cd Contents of the Soil Samples in the Surroundings of Borsod Power Plant

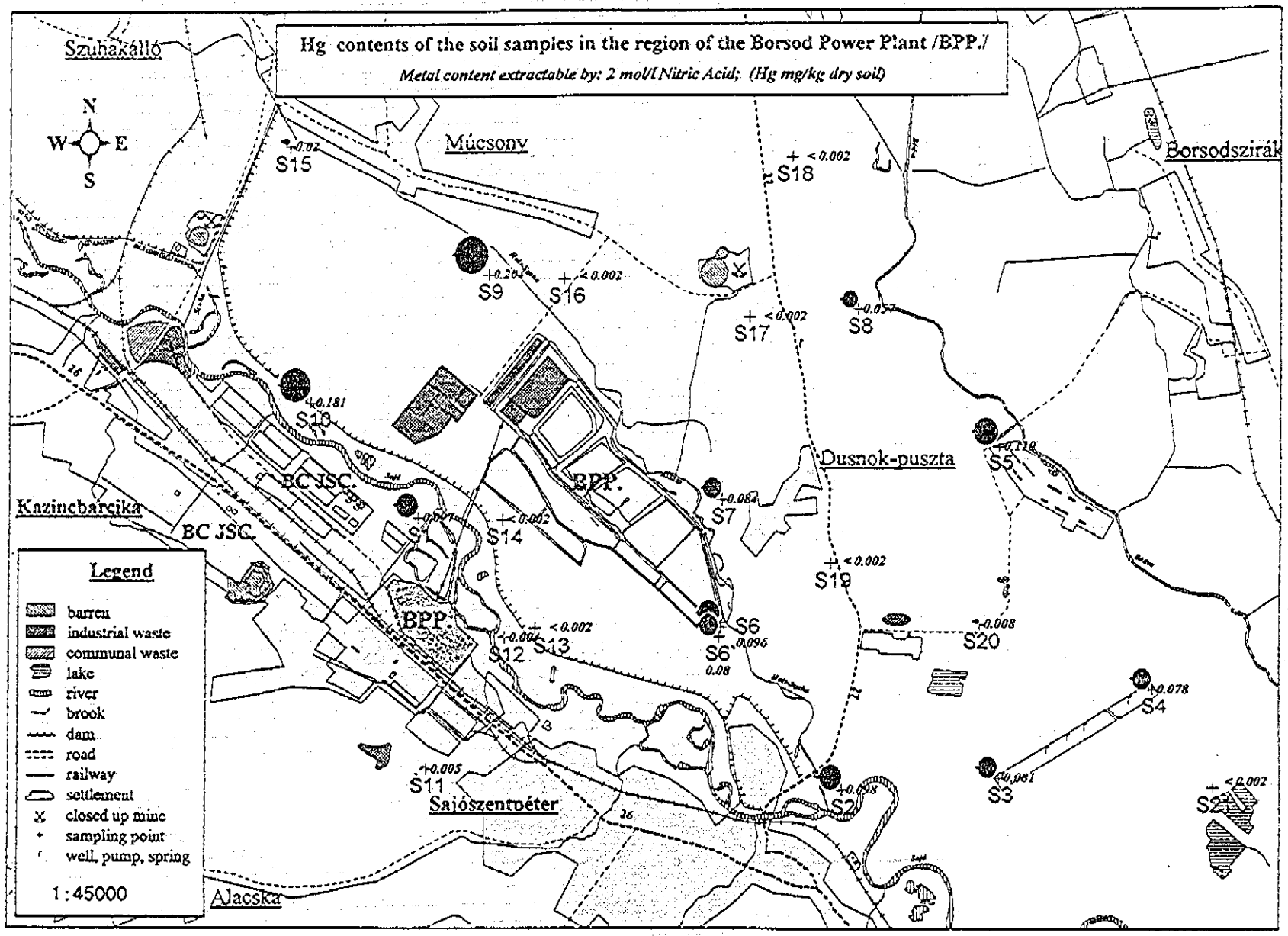


Figure 6.3.33 Hg Contents of the Soil Samples in the Surroundings of Borsod Power Plant

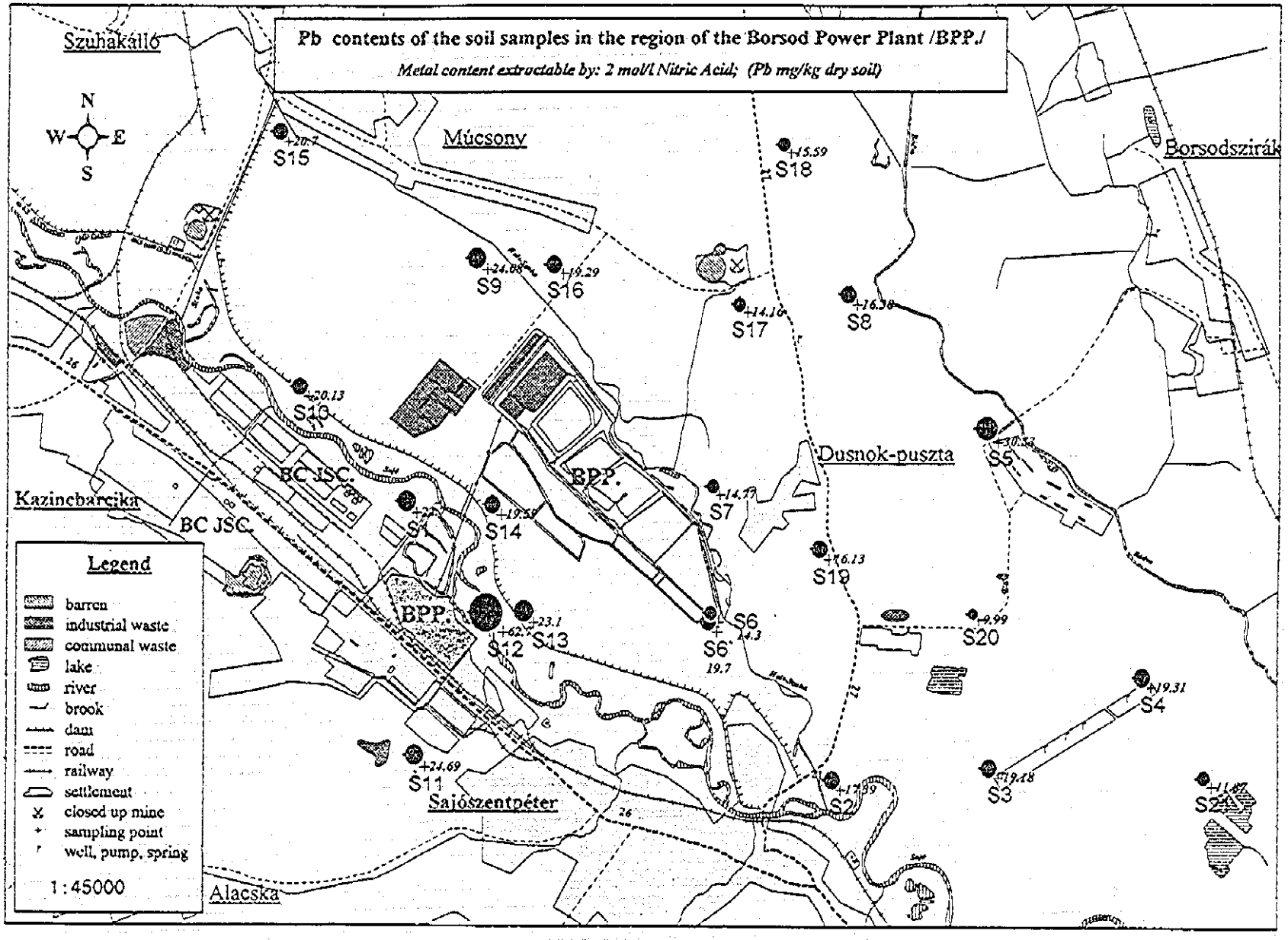


Figure 6.3.34 Pb Contents of the Soil Samples in the Surroundings of Borsod Power Plant

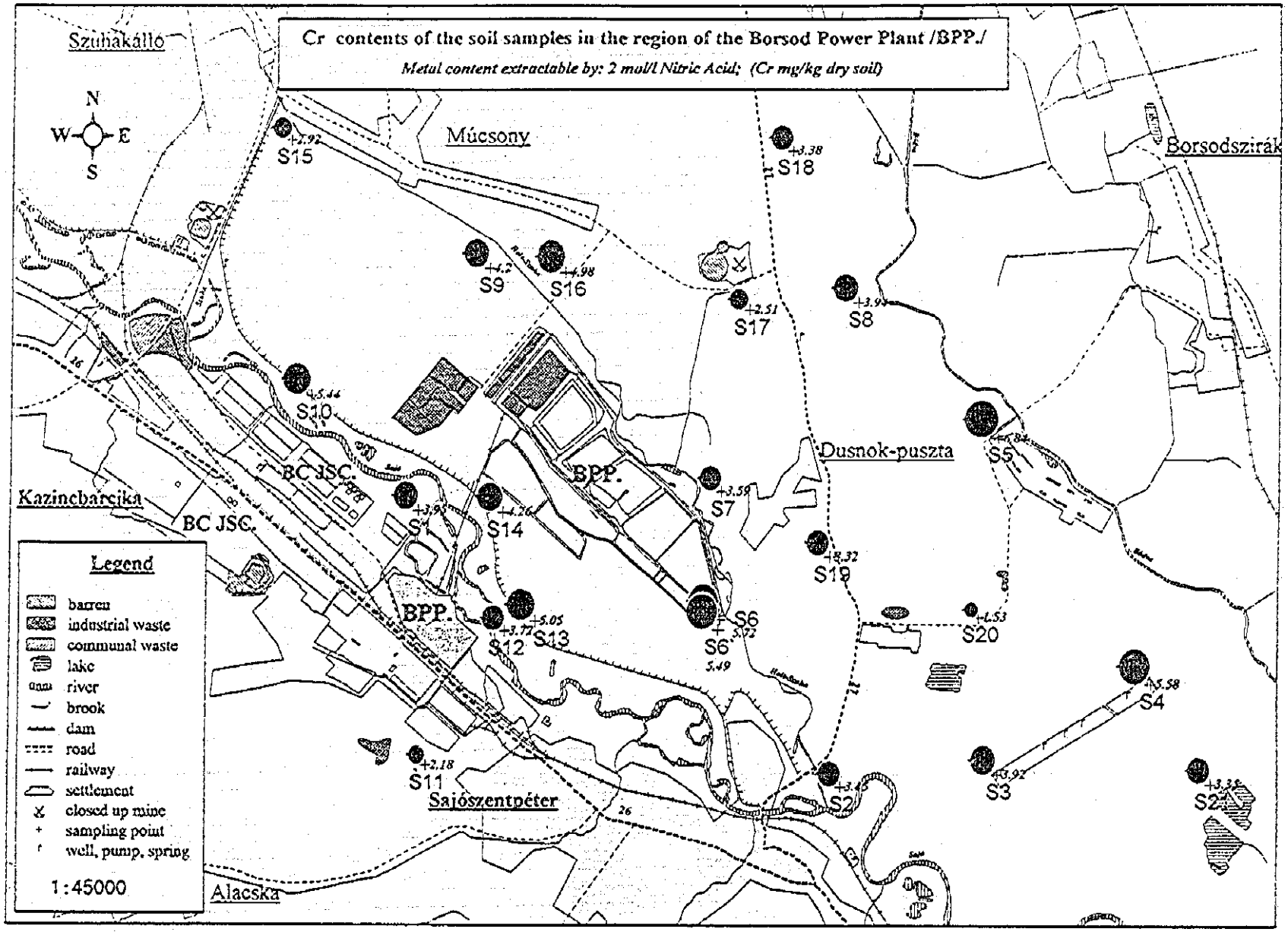


Figure 6.3.35 Cr Contents of the Soil Samples in the Surroundings of Borsod Power Plant

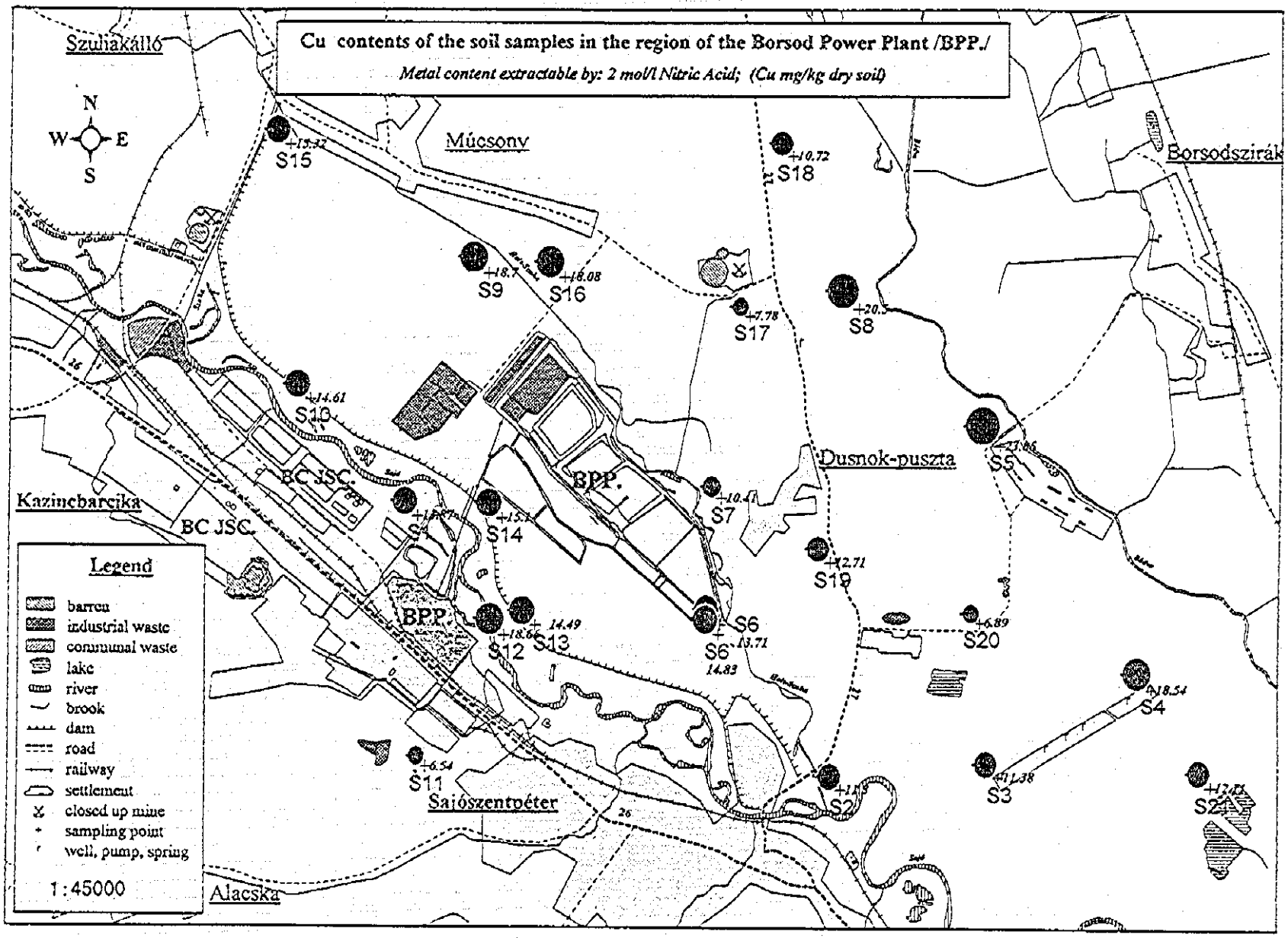


Figure 6.3.36 Cu Contents of the Soil Samples in the Surroundings of Borsod Power Plant

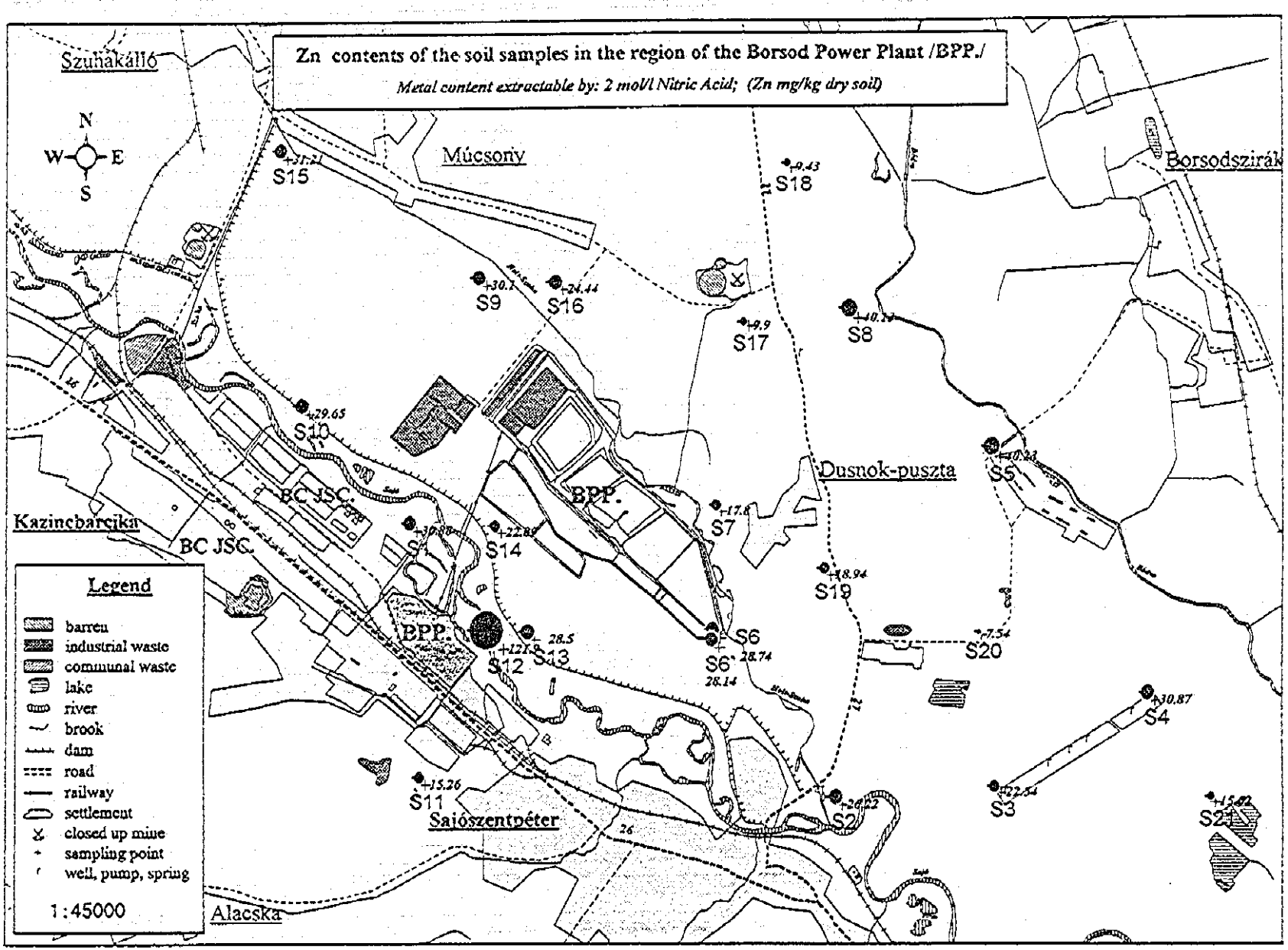


Figure 6.3.37 Zn Contents of the Soil Samples in the Surroundings of Borsod Power Plant

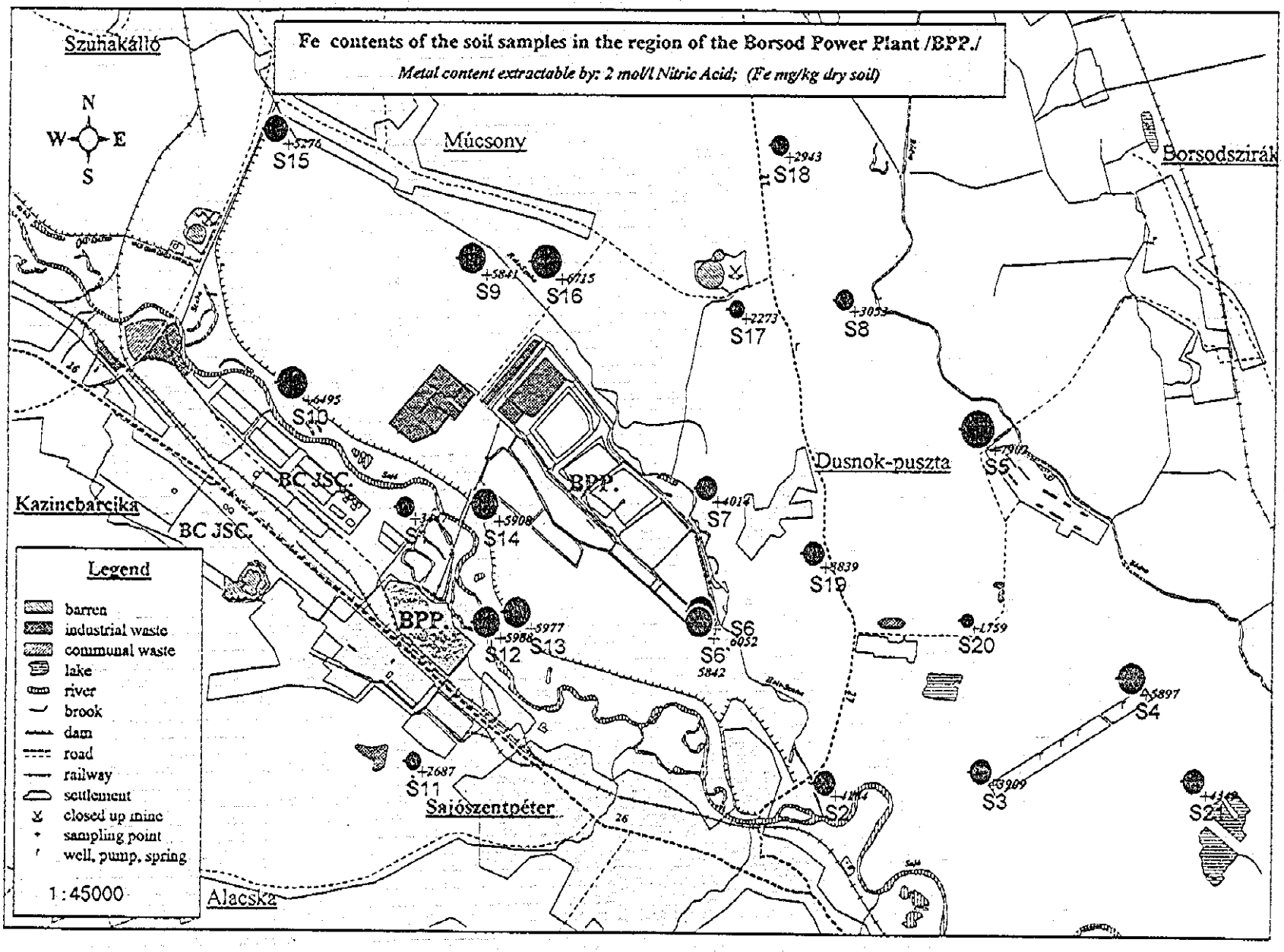


Figure 6.3.38 Fe Contents of the Soil Samples in the Surroundings of Borsod Power Plant

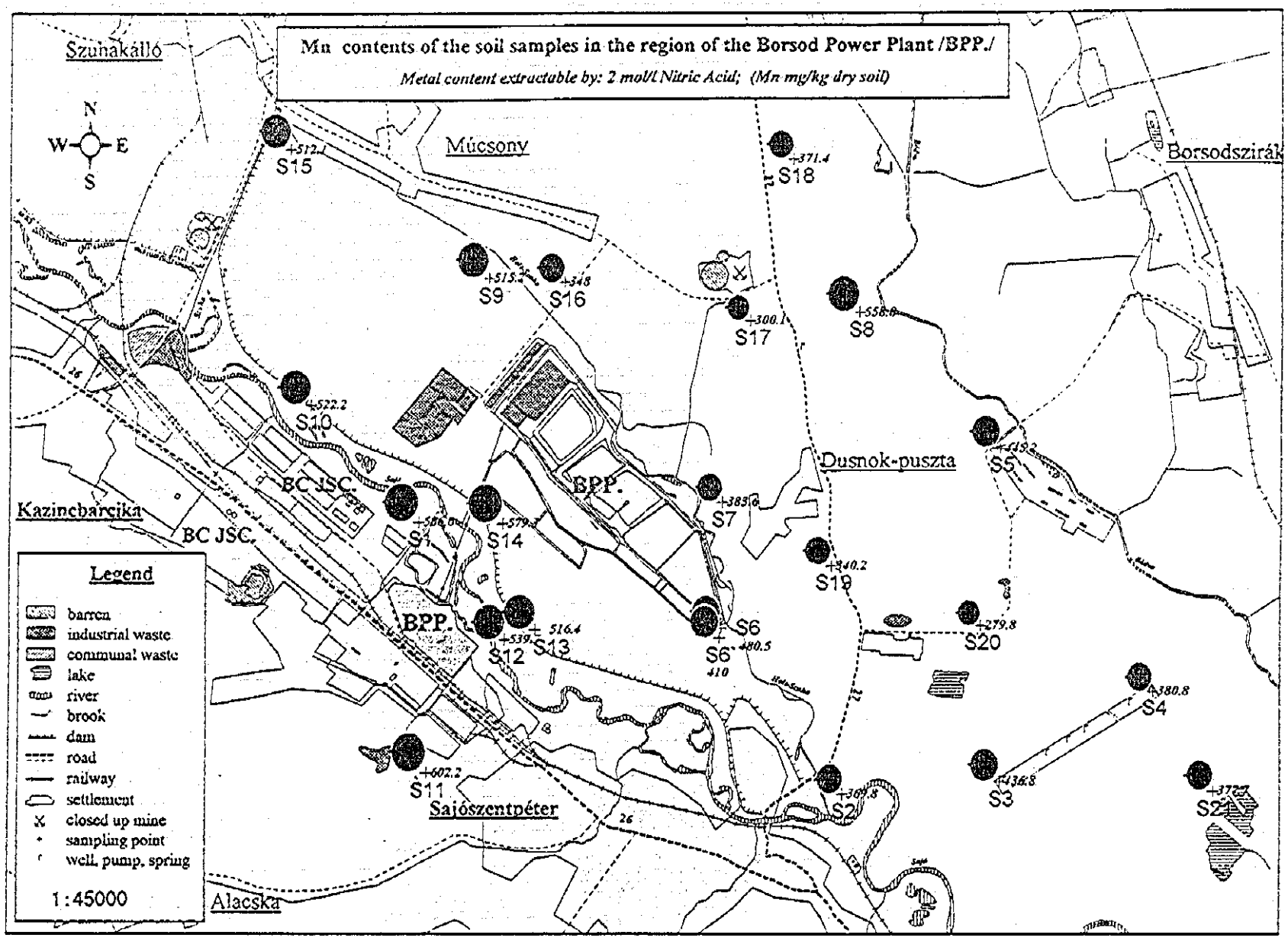


Figure 6.3.39 Mn Contents of the Soil Samples in the Surroundings of Borsod Power Plant

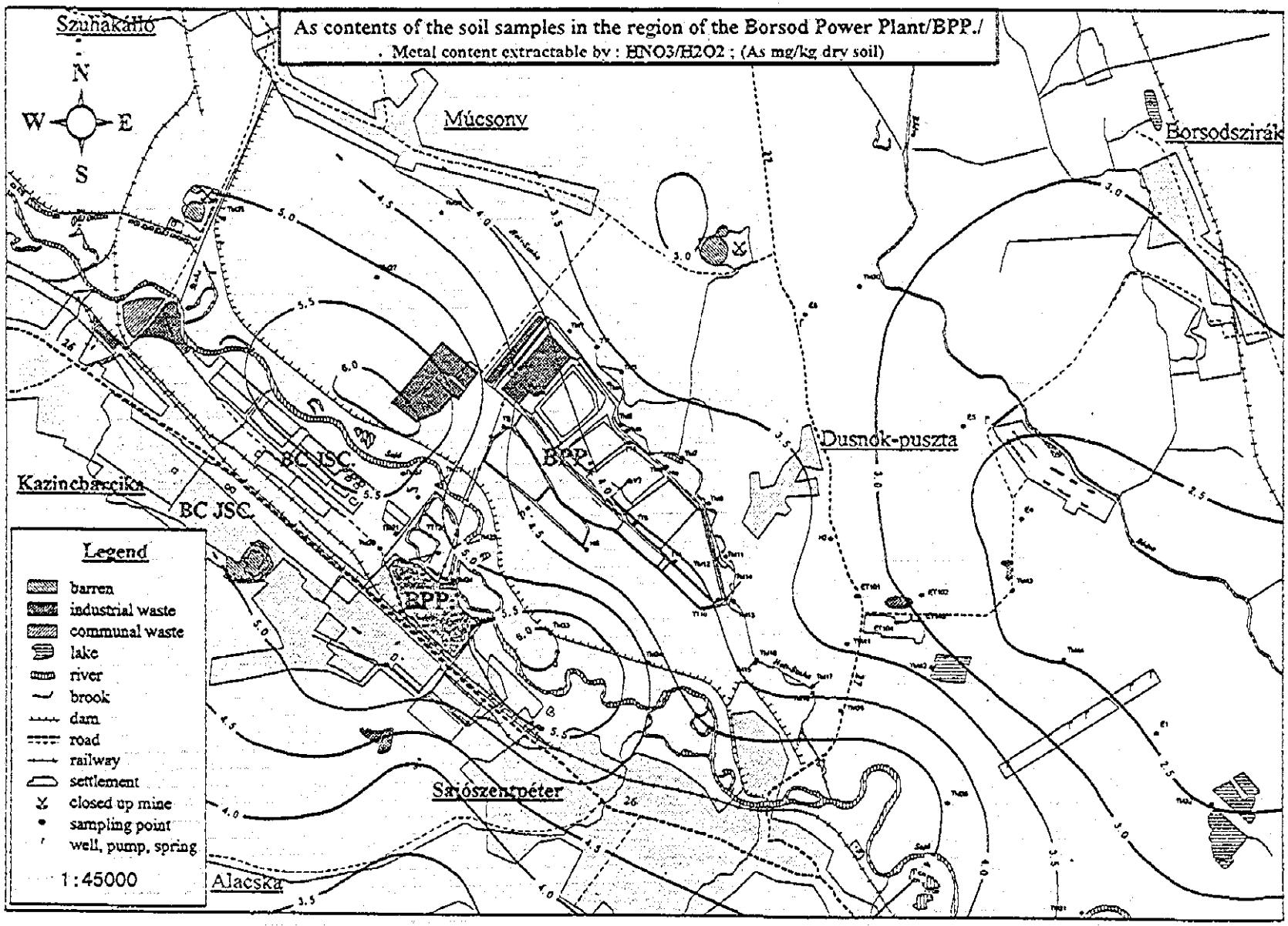


Figure 6.3.40 As Contents of the Soil Samples in the Surroundings of Borsod Power Plant

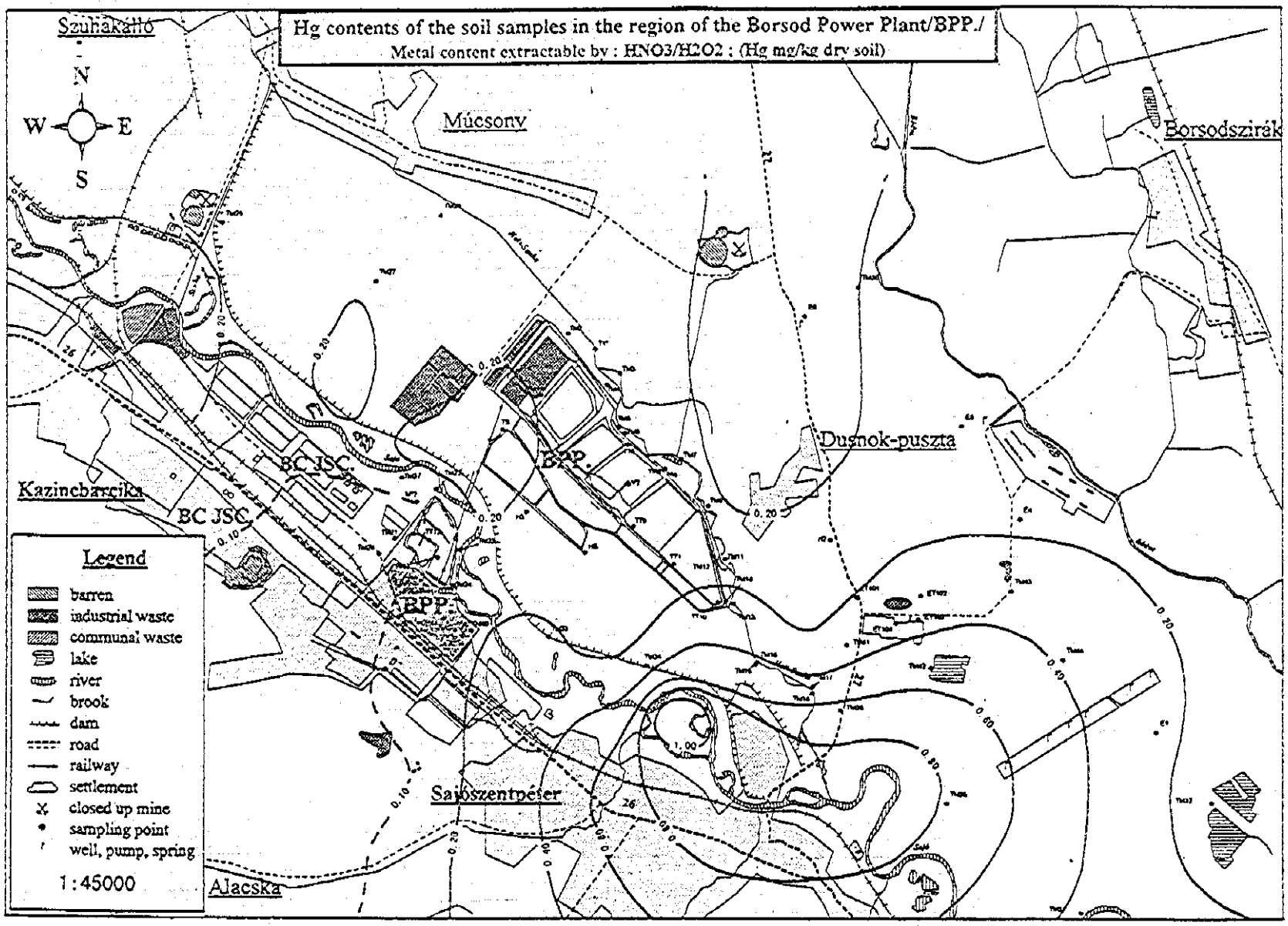


Figure 6.3.41 Hg Contents of the Soil Samples in the Surroundings of Borsod Power Plant

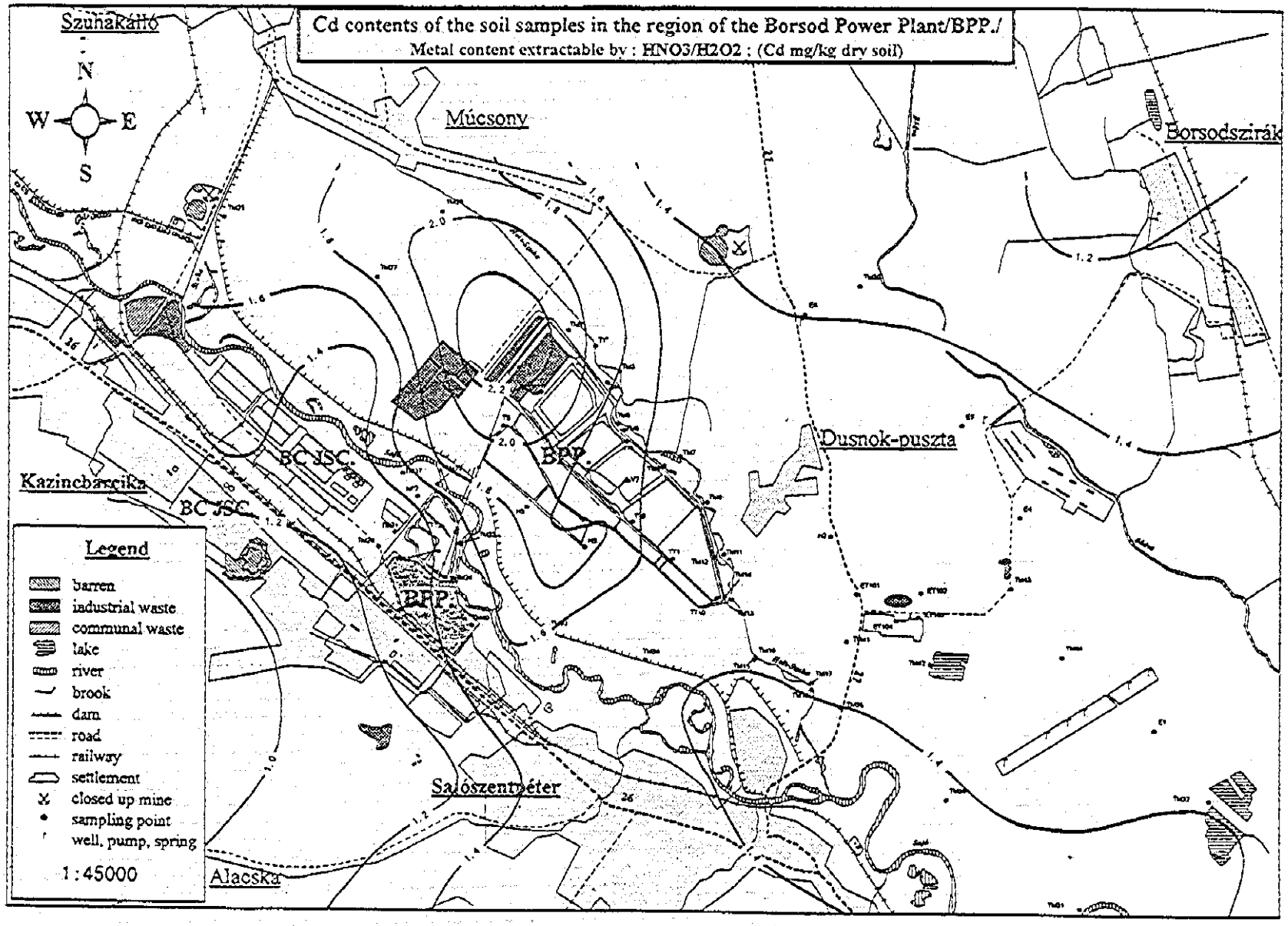


Figure 6.3.42 Cd Contents of the Soil Samples in the Surroundings of Borsod Power Plant

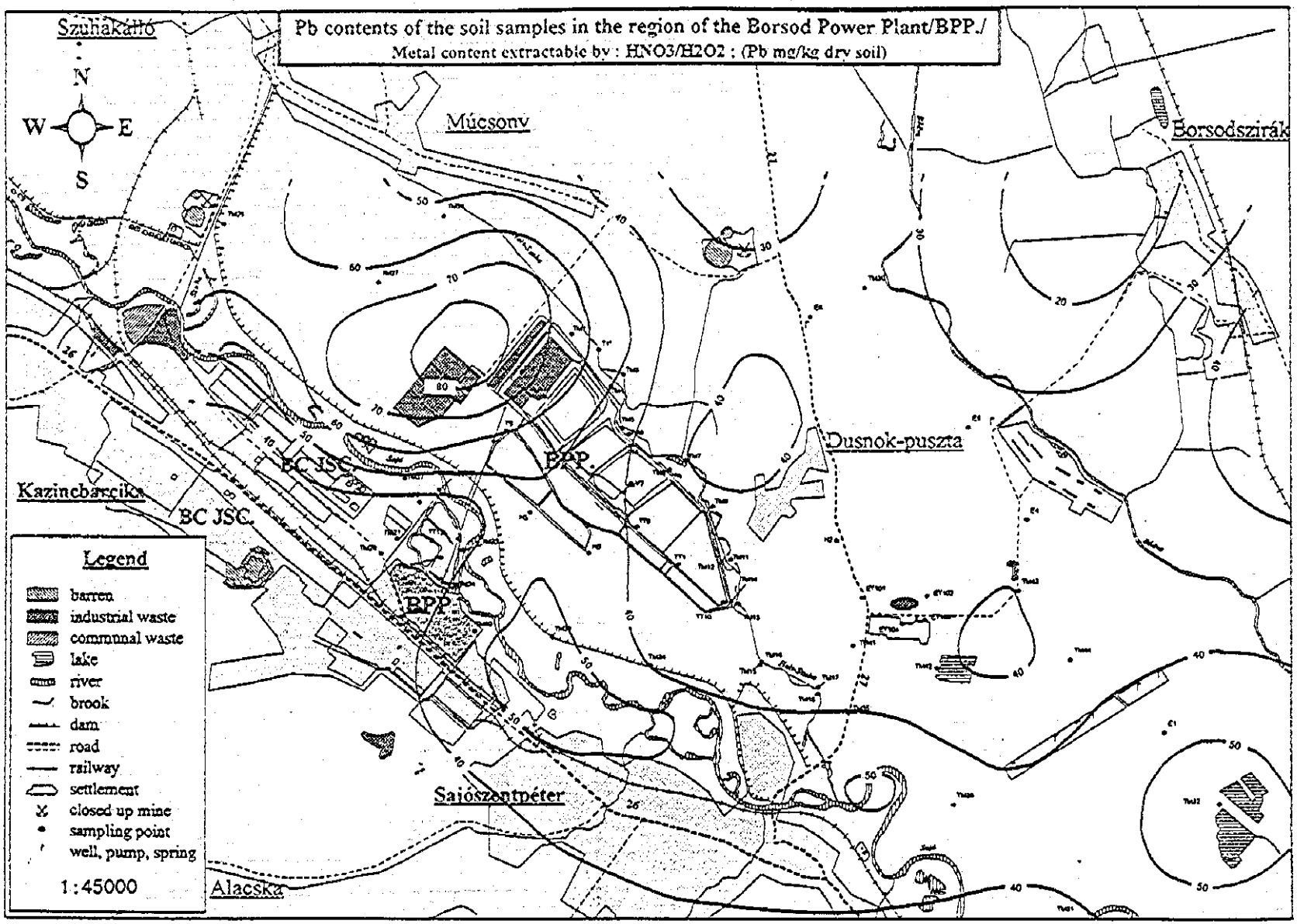


Figure 6.3.43 Pb Contents of the Soil Samples in the Surroundings of Borsod Power Plant

6.3.8 植生及び貴重種・固有動物

(1) 調査の概要

ボルショド発電所の自然環境への影響については、Sajo valley中央部を対象として、過去からの変遷と環境の現状について調査し、自然保護の観点から自然を回復・創造するための提言を行った。

調査は、現地踏査、資料収集、ヒアリング調査、現地専門家の意見を参考として実施した。

(2) 調査地域とボルショド発電所の位置付け

ボルショド発電所の影響が及ぶと思われる地域は広範囲である。調査団の今までの経験からしても、ボルショド発電所が植生に影響を与えた、又は与えるであろう地域を定義付けることは困難で、植生にどの程度影響を与えているかを定義付けることも不可能に近い。ただし、最大の発生源であることはまぎれもない事実である。

(3) ボルショド発電所による植生等への影響

ボルショド発電所が、この地域の植生等の自然環境に影響を及ぼしてきた、又は及ぼす可能性のあるものは、次のとおりである。

1) Borsod Power Plant建設

発電所の建設のために、広大な農地及びSajo川の氾濫原、森林の低木が破壊された。

2) 内部及び外部の石炭灰貯蔵所のエリア

内部の石炭灰貯蔵所のエリアは、主として農地及び湿地であった。外部のエリアは、その当時勢いよく流れていたSzuha 川付近の農地であった。石炭灰貯蔵所の設置に伴い、付近の植生に重大な影響を与え、現在に至っている。

3) 燃料生産

ボルショド発電所の褐炭は、古くからその地域の鉱山から供給されている。植生に大きな影響を与えたのは、主として露天採掘法によるものであった。

4) 大気汚染

Borsod Power Plant は、この地域の最も重大な大気汚染源の一つであり、現在まで植生に大きな影響を与えてきている。電気集じん器の設置されていなかった 80 年代初めまで、粒子状物質及び SO_2 の年間排出量は、それぞれ 4～6 万 t、5～6 万 t であった。現在は 1,000～2,000t、4 万 t 前後と減少しているが、依然として植生等、環境への影響は大きい。

5) Sajo 川への影響

Sajo 川にダムが作られ、冷却水として取込まれて、温排水として 30～40℃の水が川に戻されている。EGI の予備環境調査によると、特に河川水流量の少ない時に、水生植物及び動物に大きな影響を与えている。

6) 外部のスラッジ貯蔵場

As、SO_4^{2-}、NH_4^+ 等の含有された漏出水は、Holt-Szuha 川を経由し、Sajo 川に流入する。漏出水は、Holt-Szuha 川の植生に影響を与えていると思われる。

(4) 植物の現状

図 6.3.44 は、発電所周辺の現在残存している植物生息地を示したものである。人為的開発による環境破壊が植物（動物）に与えた影響の大きさを知ることができる。

長年の社会経済活動によって、この地域の自然の植物（動物）は、ほとんど壊滅的状態にまで消失し、現在に至っている。生息している植物群の種をサポーティングレポートに示す。

1) 丘陵地の植物

a) Oak 及び Turkey Oak 森林

丘陵地の Oak 及び Turkey Oak 森林は、海抜 250～450m の高度の山腹に位置するハンガリーで最も多い森林群である。これらの森林は、Sajo 川の流域やその支流の丘陵地を覆っているが、徐々に耕作地に置き換えられ、ボルショド発電所付近ではほとんど消失している。現存する Oak 及び Turkey Oak 森林は、主として丘陵の高い所で見ることができるが、森林破壊が進行してきている。現地の研究者達は、この地域の工場による大気汚染が森林破壊の主要因であるとしている。工場による大気汚染の影響を定量的に評価することは困難であるが、次のような植物環境等の変化がみられる。

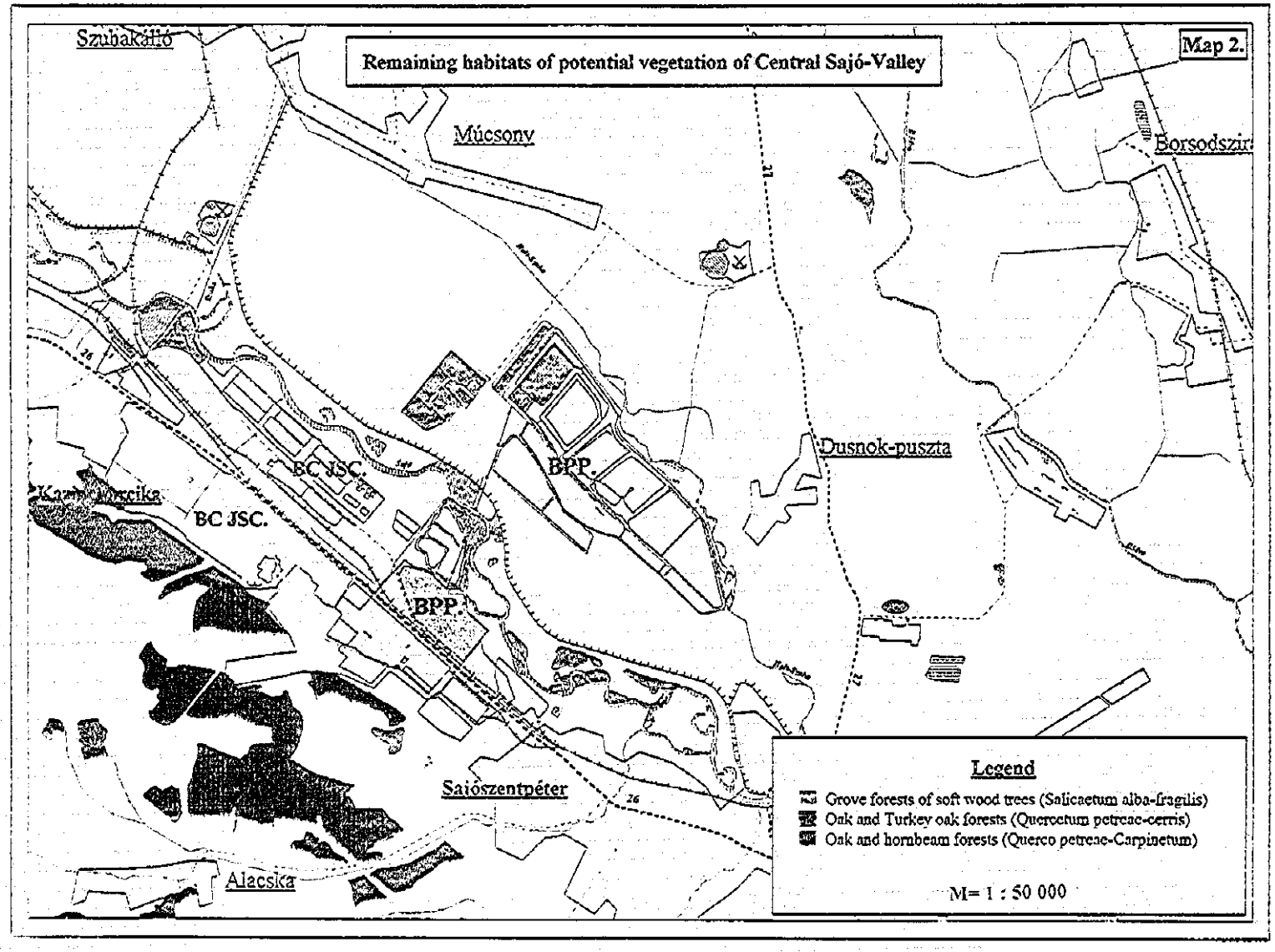


Figure 6.3.44 Remaining Habitats of Potential Vegetation of Central Sajo-Valley

i) 工業地域を囲む Oak 及び Turkey Oak 森林の土壌は、極度に酸性化してきている。過去 20 年間で pH は 1.5～2 低下した。

ii) 自然の植物は消滅又は減少し、他の植物に置き換わってきている。

iii) Quercus petraea は、病気になって枯死するようになっており、その兆候は今でも観察できる。

iv) 木の年輪の解析によれば、成長速度は過去 30 年間減少している。

これらの傾向は、工業地帯から離れるにしたがって減少するが、隔れた地域にもみられる。

b) Oak 及び Hornbeam 森林

これらの森林は、この地域の北部斜面及び裏面で見られる。工場の近くの地域では、Oak 及び Turkey Oak 森林の状態に似ているが、遠く離れた森林はダメージが少ない。

c) Tatar maple の Oak 森林

黄土土壌の小さな地域は、高度 150～250 m のこの植物群落によって覆われている。これらの地域は、農地使用のために完全に消失した。

d) 二次的な低木の森林等

再植されなかった森林伐採地域上及び荒廃した農地上に形成されたもので、乾燥した草地に変っている。これらの地域の一部では、高い活力を持つ外来種に取って代わられた場所がある。

2) 氾濫原の植物

氾濫原の主要な植物については、概ね次のことが言える。

a) Oak、Ash 及び Elm の森林

Sajo 川及び Bodva 川の沖積土の地域から消失したが、その原因は、基本的には農耕地及び居住地の拡大によるものである。

b) Soft wood の森林

White willow(Salix alba) 及び Black poplar (Populus nigra)が特有の木の種であったが、ほとんどは農地、工業用地のために破壊され、氾濫原の雑草や干し草畑等に置き換わっている。

c) 川辺のヤナギ林

現在も Sajo 川とその支流の川に沿って見ることができ、場所によっては沼地の植物が地面を覆っている。

d) アシ

この地域には残存するアシがあり、主として Holt-Szuha 川沿いにある。それらは、準自然的で貴重な自然保護地域であり、数種の動物に対して生活及び餌を得る場所を提供している。

3) スラッジ貯蔵場及び廃棄物投棄場の植物

年数の古い所は、植物で覆われている。植物の構成は、表面の年数等によって変化している。

(5) 動物の現状

この地域における動物に関する詳細な調査は、まだ行われていない。主として脊椎動物群に関するデータがまばらにあるが、無脊椎動物群のデータは全くない。この地域で生息している動物群の種のリストは、サポーティングレポートに示した。

1) 植物を主体とした生息地の破壊と工業活動の結果、この地域一帯の村や工業地域は、動物学的観点で不毛の地の様相を呈している。

2) 環境汚染に敏感な種は消え、貴重種は既にこの地域では見られなくなっている。

3) 現地で調査団が目視確認した陸上動物は、一部のほ乳類（キツネ、ウサギ）や両生類、数種の鳥類である。なお、ハンガリーでは、現在これらの全ての種は、は虫類を含めて保護下にある。

4) 付近のSajo川は、工業汚染の激しい時代には死の川となって、水生動物（植物）はほとんど壊滅状態であった。しかし、水質は90年代初めから改善されてきており、水生生物は次第に豊富になりつつある。

(6) 自然保護地域への影響の現状

ボルショド発電所から約25 km のエリア内には、２つの国立公園、20の保護地域、100 の自然保護地域があるが、発電所から数キロ以内には特別に保護された地域はない。

ボルショド発電所は、他の発生源とともに、大気汚染により直接又は間接的に Aggtelek 及びBukk国立公園や自然保護地域等に影響を及ぼしている。

6.3.9 騒音

発電所周辺の騒音は、環境基準を満足している。EKFは、法令 No.16.632-2/1993 において、騒音発生から保護されるべき建物を考慮して、ボルショド発電所の騒音発生許容制限値を定めている。関係のある建物における騒音レベルと騒音制限値は、次のとおりである。

測定地点	騒音レベル(dB)		制限値(dB)	
	昼	夜	昼	夜
警備員の社宅	44	42	57	47
発電所従業員宿泊所	46	45	55	45
少年院	45	44	55	45

6.3.10 振動

現在、発電所が原因の振動公害は起こっていない。振動で問題となるのは、建設工事についてである。

6.3.11 発生源の現状

発生源の現状は概略下記のとおりである。なお、詳細については、6.5 項「環境影響評価」及びサポーティングレポートに示した。

(1) 固定発生源

ボルショド発電所から半径 20km における主要な固定発生源の大気汚染排出量からは、下記のことが言える。

1) SO_2の発生量のほとんど（約 95%）は、ボルショド発電所である。だたし、地上濃度への寄与率はもっと低い。

2) 1993 年と 1995 年の年間排出量データを比較すると、ボルショド発電所は SO_2、NOx とも増加し、特に NOx の増加が著しい。一方、他の発生源の傾向は、SO_2 は同レベル、NOx は減少しているが、データ吟味の結果、SO_2、NOx ともほぼ同レベルと推定した。

(2) 自動車

1) 国道では、1990 年に比べて 1995 年はトラックの減少がみられるが、合計交通量はほぼ同程度である。

2) 車種登録台数は、排出係数の大きいタイプは減少、小さいタイプは増加し、全登録台数は増加傾向にある。

3) 小型車のディーゼル化が近年急進行してきており、全体の排出量自体はあまり変化していない。

(3) 面発生源

面発生源としては、民生の他、小規模固定発生源、細街路の交通等を含む。

1) 徐々に民生の暖房用固体燃料のガス化が進行中である。

2) 小規模固定発生源、細街路交通からの SO_2、NOx 発生量には、1993 年当時と大きな変化はないと推察される。

3) 全体的には、SO_2、NOx は小型車のディーゼル化の増加要因もあり、現段階では排出量に大きな変化はないが、将来的には減少が期待できる。

6.3.12 ボルショド発電所の排ガス等

(1) ボルショド発電所の排ガス

排ガス濃度は、1993年に実施したJICAの大気汚染対策計画調査で既に把握しているが、解析精度向上のため、大気環境濃度調査に合せて2回調査を行った。その他排ガス調査では、Dust成分中の特殊成分及び煙道排ガス中のガスまたはヒューム状のHg、Asの調査を行った。

1) 調査期間

秋期：1996年10月29日～10月31日
冬期：1997年 1月20日～ 1月22日

2) 調査対象煙源

ボルショド発電所No.2～No.4ボイラー（水管100t/h）

3) 測定項目及び測定方法

測定項目、測定方法は、下記によって行った。なお、塩化物及びふっ化物については、排出基準の設定が予定されているので、同時に調査を行った。煙道排出ガスはEP前で各ボイラー2系統に分割され、それぞれに測定口があるため、Dustは2ケ所においてサンプリングを行った。ただし、SOx、NOx、CO、水銀、ひ素、塩化物、ふっ化物は1ケ所のみでサンプリングを行った。

SOx　：非分散型赤外線吸収法(NDIR)
NOx　：化学発光法(CLD)
CO　：非分散型赤外線吸収法(NDIR)
DUST　：等速吸引法によるろ過捕集法(JIS Z 8808)、
排ガス温度、流速を同時に測定した。
燃焼パラメータ　：O_2、CO_2濃度を測定した。
蒸気水銀　：インピンジャー吸収－原子吸光法(AAS)
ヒューム状ひ素　：インピンジャー吸収－原子吸光法(AAS)
塩化物　：インピンジャー吸収－分光光度法(UV-Vis)
ふっ化部　：インピンジャー吸収－分光光度法(UV-Vis)

なお、燃焼残渣中の特殊成分として、スラグ、エコノマイザー灰、EP灰中のHg及びAsの分析を行った。分析は、水抽出法及び2M-酸抽出法で、ハンガリーの基準法に準拠した。また、煙道排ガス中のHg、Asについては、蒸気状以外にダスト中についても測定した。