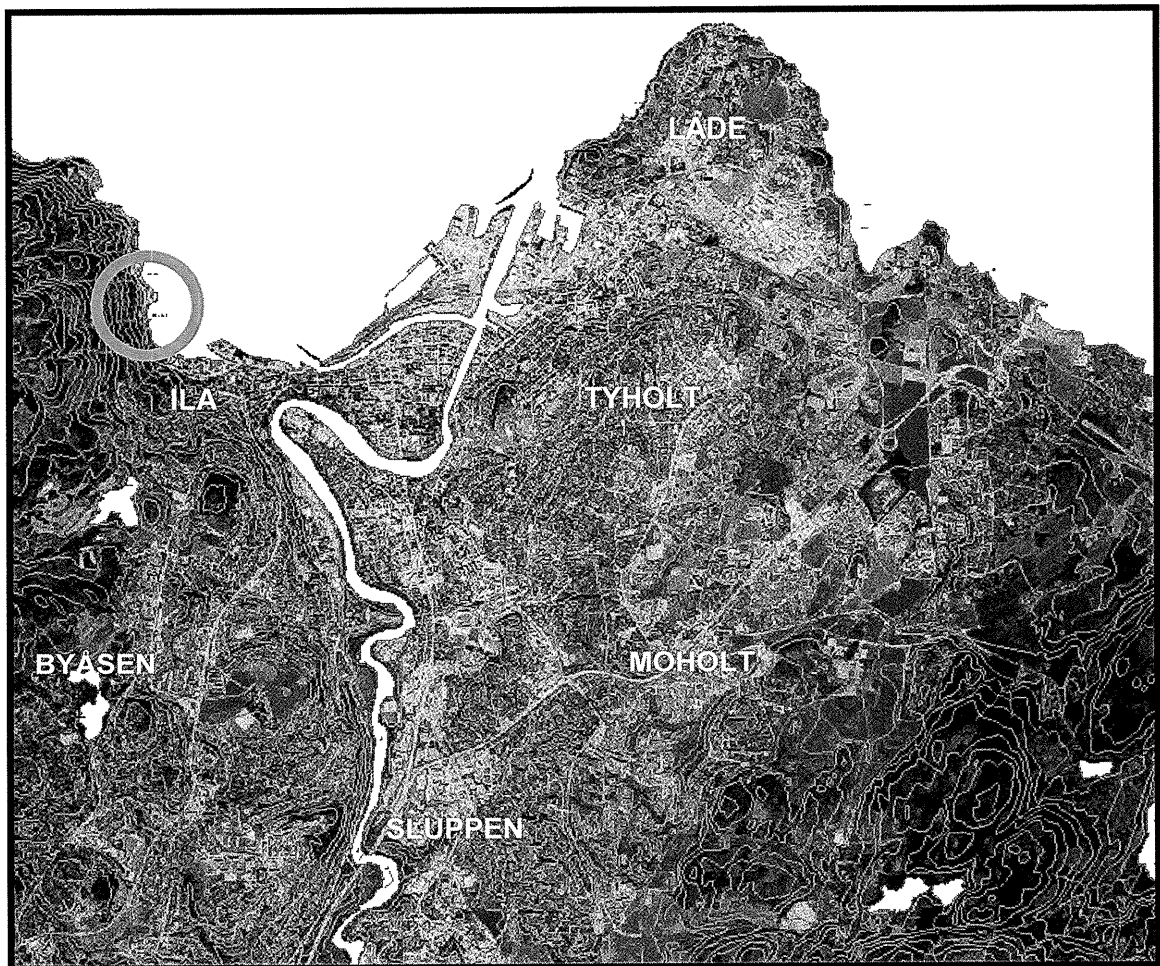




Trondheim kommune

# R.1209 KILLINGDAL

## GRUNNUNDERSØKELSER DATARAPPORRT



22.09.2004



TRONDHEIM  
BYTEKNIKK  
geoteknikk



**TRONDHEIM KOMMUNE**  
Trondheim byteknikk

## NOTAT

Vår referanse  
03/10996/s1576

Vår dato  
23.03.2004

---

**Fra:** Tone Furuberg, Byteknikk  
**Til:** Marianne Langedal, Miljø- og landbruksenheten

### **STUDENTOPPGAVE VED NTNU HØSTEN 2003 - JORDPRØVER KILLINGDAL. KART OG REDIGERT DATAFIL MED LOKALE KOORDINATER.**

I studentoppgaven er det gitt et kart der prøvepunkt er vist med "prøve kode" mens "NGU prøve nr" er brukt i resultatlistene. Kartet er i tillegg utydelig. Byteknikk har derfor tegnet et kart som viser hvor det er tatt jordprøver. I tillegg er lokale koordinater lagt inn som en kolonne i en forkortet versjon av studentenes datafil.

Med hilsen

Tone Furuberg

-2400

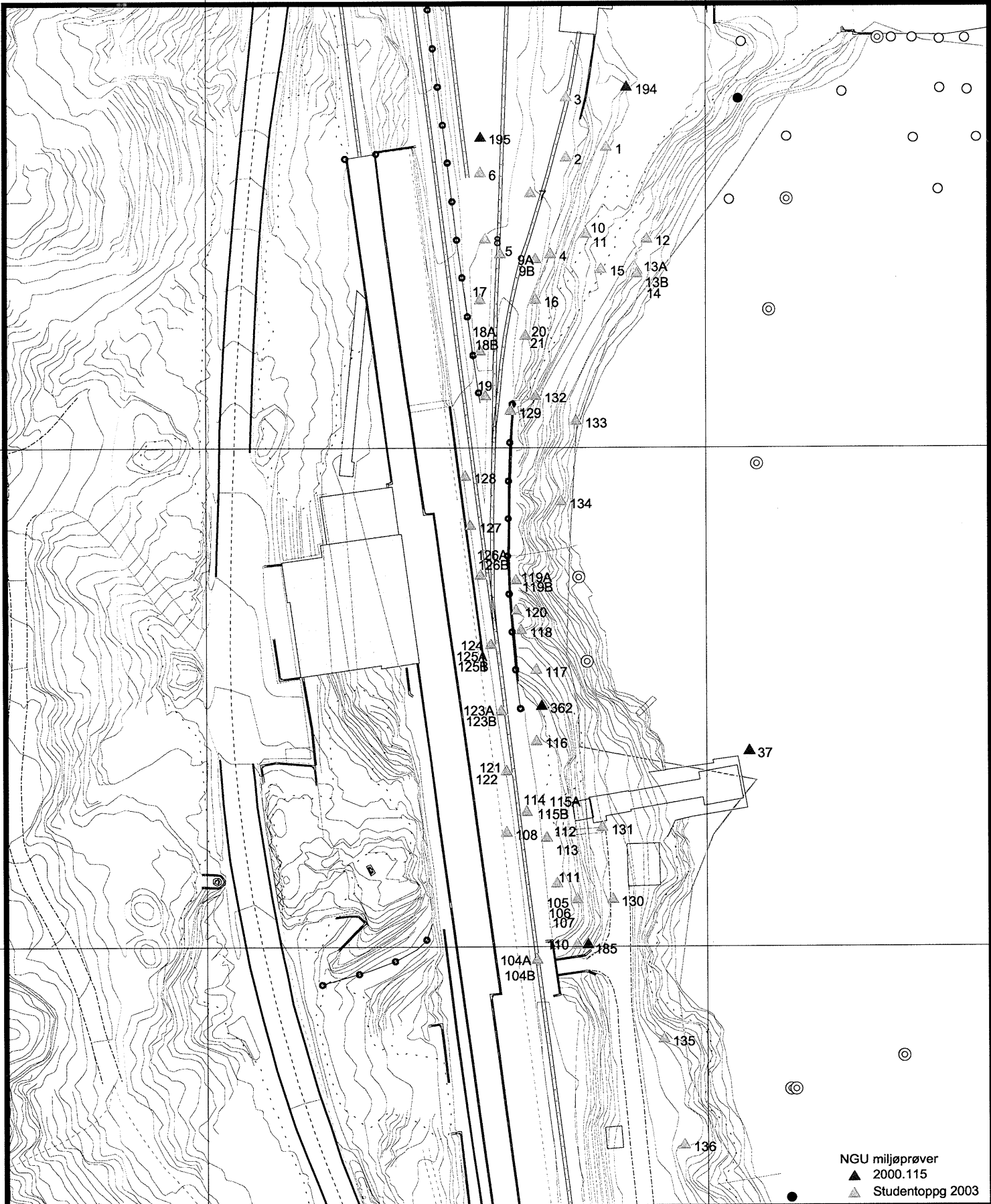
-2300

1000

1000

900

900



NGU miljøprøver  
 ▲ 2000.115  
 ○ Studentoppg 2003



# TRONDHEIM KOMMUNE

## TRONDHEIM BYTEKNIKK

**Dato: 22.03.04**

**Målestokk = 1:1000**

Studentoppgave NTNU

Jordprøver

## STUDENTOPPGAVE ANVENDT GEOKJEMI , NTNU, HØSTEN 2003

Analysene er utført på materiale < 2 millimeter

NGU Prøve num.	Prøve kode	DATO lokaliset / prøve	UTM KOORDINATER EUREF89 (WGS 84)		Lokale koord. Trondheim 1905		Prøve- type	Hoved- prøve	Dublett, triplett...	Prøvet- metode	PRØVEDYP		
			Øst (m)	Nord (m)	Y	X					Fra dyp	Til dyp	Enhet
33766	6	2003-09-26	567351	7034918	-2345	1054	Punktprøve	X		Graving	0	2	cm
33767	7	2003-09-27	567361	7034915	-2335	1050	Punktprøve	X		Graving	0	2	cm
33768	8	2003-09-28	567352	7034905	-2344	1041	Punktprøve	X		Graving	0	2	cm
33771	10	2003-10-01	567372	7034907	-2324	1042	Punktprøve	X		Graving	0	2	cm
33772	11	2003-10-02	567372	7034907	-2324	1042	Punktprøve	X		Graving	20	30	
33773	12	2003-10-03	567384	7034906	-2312	1041	Punktprøve	X		Graving	0	2	cm
33776	14	2003-10-06	567383	7034899	-2314	1034	Punktprøve	X		Graving	20	30	
33777	15	2003-10-07	567376	7034900	-2321	1035	Punktprøve	X		Graving	0	2	cm
33778	16	2003-10-08	567363	7034894	-2334	1029	Punktprøve	X		Graving	0	2	cm
33779	17	2003-10-09	567352	7034893	-2345	1029	Punktprøve	X		Graving	0	2	cm
33782	19	2003-10-12	567353	7034874	-2344	1010	Punktprøve	X		Graving	0	2	cm
33783	20	2003-10-13	567361	7034887	-2336	1022	Punktprøve	X		Graving	0	2	cm
33784	21	2003-10-14	567361	7034887	-2336	1022	Punktprøve	X		Graving	20	30	
33785	101	2003-10-15	567375	7034628	-2328	763	Punktprøve	X		Graving	20	30	
33786	102	2003-10-16	567375	7034628	-2328	763	Punktprøve	X		Graving	20	30	
33787	103	2003-10-17	567375	7034628	-2328	763	Punktprøve	X		Graving	20	30	
33790	105	2003-10-20	567373	7034775	-2326	910	Punktprøve	X		Graving	0	2	cm
33791	106	2003-10-21	567373	7034775	-2326	910	Punktprøve	X		Graving	30	40	
33792	107	2003-10-22	567373	7034775	-2326	910	Punktprøve	X		Graving	40	50	
33793	108	2003-10-23	567359	7034787	-2340	923	Punktprøve	X		Graving	0	2	cm
33794	110	2003-10-24	567374	7034766	-2326	901	Punktprøve	X		Graving	0	2	cm
33795	111	2003-10-25	567369	7034778	-2330	913	Punktprøve	X		Graving	0	2	
33796	112	2003-10-26	567367	7034787	-2332	922	Punktprøve	X		Graving	0	2	cm
33796	113	2003-10-27	567367	7034787	-2332	922	Punktprøve	X		Graving	20	30	
33798	114	2003-10-28	567363	7034792	-2336	927	Punktprøve	X		Graving	0	2	cm
29051	116	2003-10-31	567365	7034806	-2334	941	Punktprøve	X		Graving	0	2	cm
29052	117	2003-11-01	567364	7034820	-2334	955	Punktprøve	X		Graving	0	2	cm
29053	118	2003-11-02	567361	7034828	-2337	963	Punktprøve	X		Graving	0	2	cm
29056	120	2003-11-05	567360	7034831	-2338	967	Punktprøve	X		Graving	0	2	
29057	121	2003-11-06	567359	7034799	-2340	935	Punktprøve	X		Graving	0	2	cm
29058	122	2003-11-07	567359	7034799	-2340	935	Punktprøve	X		Graving	20	30	
29061	124	2003-11-10	567355	7034824	-2343	960	Punktprøve	X		Graving	0	2	cm
29066	127	2003-11-15	567351	7034848	-2347	984	Punktprøve	X		Graving	0	2	cm
29067	128	2003-11-16	567350	7034858	-2348	994	Punktprøve	X		Graving	0	2	cm
29068	129	2003-11-17	567358	7034871	-2339	1007	Punktprøve	X		Graving	0	2	cm
29069	130	2003-11-18	567380	7034775	-2319	910	Punktprøve	X		Graving	0	2	cm
29070	131	2003-11-19	567378	7034789	-2321	924	Punktprøve	X		Graving	0	2	cm
29071	132	2003-11-20	567363	7034875	-2334	1010	Punktprøve	X		Graving	0	2	cm
29072	133	2003-11-21	567371	7034870	-2326	1005	Punktprøve	X		Graving	0	2	cm
29073	134	2003-11-22	567369	7034854	-2329	989	Punktprøve	X		Graving	0	2	cm
29074	135	2003-11-23	567391	7034747	-2309	882	Punktprøve	X		Graving	0	2	cm
29075	136	2003-11-24	567395	7034726	-2305	861	Punktprøve	X		Graving	0	2	cm
33751	001-1	2003-09-11	567376	7034924	-2320	1059	Punktprøve	X		Skovlboring	0	100	cm
33752	001-2	2003-09-12	567376	7034924	-2320	1059	Punktprøve	X		Skovlboring	100	170	cm
33753	002-1	2003-09-13	567368	7034922	-2328	1057	Punktprøve	X		Skovlboring	0	100	cm
33754	002-1	2003-09-14	567368	7034922	-2328	1057	Punktprøve	X		Skovlboring	0	30	cm
33755	002-1	2003-09-15	567368	7034922	-2328	1057	Punktprøve	X		Skovlboring	60	100	cm
33756	002-2	2003-09-16	567368	7034922	-2328	1057	Punktprøve	X		Skovlboring	100	200	cm
33757	002-3	2003-09-17	567368	7034922	-2328	1057	Punktprøve	X		Skovlboring	200	270	cm
33758	003-1	2003-09-18	567368	7034934	-2328	1069	Punktprøve	X		Skovlboring	0	100	cm
33759	003-2	2003-09-19	567368	7034934	-2328	1069	Punktprøve	X		Skovlboring	100	170	cm
33760	004-1	2003-09-20	567366	7034903	-2331	1038	Punktprøve	X		Skovlboring	0	100	cm
33761	004-2	2003-09-21	567366	7034903	-2331	1038	Punktprøve	X		Skovlboring	100	200	cm
33762	004-3	2003-09-22	567366	7034903	-2331	1038	Punktprøve	X		Skovlboring	200	300	cm
33763	005-1	2003-09-23	567356	7034902	-2341	1038	Punktprøve	X		Skovlboring	0	100	cm
33764	005-2	2003-09-24	567356	7034902	-2341	1038	Punktprøve	X		Skovlboring	100	200	cm
33765	005-2.5	2003-09-25	567356	7034902	-2341	1038	Punktprøve	X		Skovlboring	100	250	cm
33788	104A	2003-10-18	567366	7034763	-2334	898	Punktprøve	X	1	Graving	0	2	cm
33789	104B	2003-10-19	567366	7034763	-2334	898	Punktprøve		2	Graving	0	2	
33799	115A	2003-10-29	567363	7034792	-2336	927	Punktprøve	X	1	Graving	20	30	
33800	115B	2003-10-30	567363	7034792	-2336	927	Punktprøve		2	Graving	20	30	
29054	119A	2003-11-03	567360	7034837	-2338	973	Punktprøve	X	1	Graving	0	2	cm
29055	119B	2003-11-04	567360	7034837	-2338	973	Punktprøve		2	Graving	0	2	cm
29059	123A	2003-11-08	567358	7034811	-2341	947	Punktprøve	X	1	Graving	0	2	cm
29060	123B	2003-11-09	567358	7034811	-2341	947	Punktprøve		2	Graving	0	2	cm
29062	125A	2003-11-11	567355	7034824	-2343	960	Punktprøve	X	1	Graving	20	30	cm
29063	125B	2003-11-12	567355	7034824	-2343	960	Punktprøve		2	Graving	20	30	cm
29064	126A	2003-11-13	567353	7034838	-2345	974	Punktprøve	X	1	Graving	0	2	cm
29065	126B	2003-11-14	567353	7034838	-2345	974	Punktprøve		2	Graving	0	2	cm
33774	13A	2003-10-04	567383	7034899	-2314	1034	Punktprøve	X	1	Graving	0	2	cm
33775	13B	2003-10-05	567383	7034899	-2314	1034	Punktprøve		2	Graving	0	2	cm
33780	18A	2003-10-10	567352	7034883	-2345	1019	Punktprøve	X	1	Graving	0	2	cm
33781	18B	2003-10-11	567352	7034883	-2345	1019	Punktprøve		2	Graving	0	2	
33769	9A	2003-09-29	567363	7034902	-2334	1037	Punktprøve	X	1	Graving	0	2	cm
33770	9B	2003-09-30	567363	7034902	-2334	1037	Punktprøve		2	Graving	0	2	cm

		Lab →	NGU	NGU	NGU
		Metode →	AAS	AAS	AAS
		Forbehandling →			
		Deteksjonsgrense →	1	0,02	0,01
NGU	Prøve	Enhet →	mg/kg	mg/kg	mg/kg
Prøve	kode	Parameter →	As	Cd	Hg
num.		Samløpnavn →			
33766	6		90	0,21	0,28
33767	7		22	0,26	0,14
33768	8		5,9	4,7	0,01
33771	10		30	0,03	0,06
33772	11		95	0,5	0,46
33773	12		8,3	0,98	0,03
33776	14		5,9	0,32	0,08
33777	15		11	2,1	0,06
33778	16		97	0,11	0,19
33779	17		84	0,18	0,61
33782	19		74	0,25	0,31
33783	20		31	2	0,13
33784	21		31	2,8	0,24
33785	101		2,8	0,04	0,01
33786	102		3,6	0,06	0,01
33787	103		3,2	0,04	0,01
33790	105		17	0,05	0,04
33791	106		48	4,8	0,16
33792	107		4,6	0,36	0,02
33793	108		86	0,38	0,63
33794	110		18	0,11	0,06
33795	111		42	0,06	0,19
33796	112		210	0,14	3,43
33796	113		110	0,12	0,01
33798	114		160	0,43	0,67
29051	116		410	1,8	0,86
29052	117		660	0,61	0,23
29053	118		170	3,8	0,66
29056	120		220	1,1	1,82
29057	121		570	13	2,36
29058	122		12	0,09	0,05
29061	124		190	1,3	0,87
29066	127		150	1,1	1,08
29067	128		270	0,08	2,14
29068	129		210	0,36	2,11
29069	130		18	3,5	0,62
29070	131		29	0,17	0,13
29071	132		190	0,12	1,21
29072	133		25	0,28	0,26
29073	134		110	1,3	0,7
29074	135		790	0,32	1,16
29075	136		22	0,07	0,03
33751	001-1		15	1,5	0,15
33752	001-2		24	2,1	0,17
33753	002-1		20	3	0,19
33754	002-1		9,3	0,62	0,04
33755	002-1		17	1,9	0,11
33756	002-2		17	1,5	0,12
33757	002-3		14	0,74	0,11
33758	003-1		15	1,3	0,07
33759	003-2		20	1,5	0,12
33760	004-1		23	0,44	0,11
33761	004-2		46	0,15	0,25
33762	004-3		34	0,31	0,07
33763	005-1		14	3,1	0,1
33764	005-2		12	1,5	0,33
33765	005-2.5		16	1,4	0,18
33788	104A		66	0,79	0,25
33789	104B		100	0,97	1,01
33799	115A		27	4,8	0,16
33800	115B		37	4	0,24
29054	119A		150	25	4,22
29055	119B		590	0,33	0,46
29059	123A		250	1,2	0,48
29060	123B		110	0,58	0,28
29062	125A		430	2,2	3,36
29063	125B		230	13	3,16
29064	126A		400	1,6	2,68
29065	126B		410	0,38	1,03
33774	13A		69	1,5	0,79
33775	13B		23	4,3	0,29
33780	18A		220	0,21	1,13
33781	18B		290	0,13	1,49
33769	9A		40	0,16	0,18
33770	9B		99	0,64	0,41

NGU Prøve num.	Prøve kode	NGU ICP-AES	NGU ICP-AES	NGU ICP-AES	NGU ICP-AES	NGU ICP-AES	NGU ICP-AES	NGU ICP-AES	NGU ICP-AES	NGU ICP-AES	NGU ICP-AES
		100 mg/kg Si	20 mg/kg Al	5 mg/kg Fe	1 mg/kg Ti	100 mg/kg Mg	200 mg/kg Ca	200 mg/kg Na	100 mg/kg K	0,2 mg/kg Mn	10 mg/kg P
33766	6	132	8130	63900	1130	7070	1540	270	1790	187	326
33767	7	196	10700	40600	755	8430	6130	<200	1190	191	433
33768	8	265	9900	17300	781	10100	3990	<200	1380	341	280
33771	10	171	9060	40500	916	7490	2060	<200	1370	136	341
33772	11	202	11000	90400	1410	9280	2660	283	3280	266	475
33773	12	161	32800	44900	1750	23200	17800	804	9840	539	567
33776	14	155	23200	35600	1780	18600	27400	315	2590	413	458
33777	15	148	14700	27900	1090	11900	6090	<200	1890	418	379
33778	16	144	11000	58100	1270	9170	2200	214	1490	173	460
33779	17	148	9330	64200	1000	7620	1520	<200	1490	190	441
33782	19	121	11600	58600	1120	8460	2820	362	3190	188	758
33783	20	149	11000	41700	834	8090	3420	205	1570	292	483
33784	21	251	21000	55800	1650	19200	7320	<200	1570	459	447
33785	101	169	10100	13600	865	7250	3210	<200	1460	216	331
33786	102	270	12200	16400	1020	8700	3310	<200	1760	319	316
33787	103	178	10700	14700	932	7650	3320	<200	1440	350	335
33790	105	362	8740	30600	776	6800	1510	<200	1400	147	381
33791	106	185	12200	46300	768	8920	4530	<200	1300	374	409
33792	107	146	10400	14900	794	7070	3590	<200	1730	167	400
33793	108	322	7510	44100	822	5990	1490	251	1640	142	325
33794	110	180	9150	24400	679	7150	2370	<200	1170	137	341
33795	111	137	9800	31000	870	7310	2330	232	1990	144	515
33796	112	257	6340	122000	537	5320	630	<200	2390	115	406
33796	113	161	13000	57500	983	10300	2520	<200	1550	176	539
33798	114	166	7440	64100	873	5740	1350	322	1870	145	396
29051	116	400	3400	99800	519	2790	614	333	1960	143	261
29052	117	203	217	309000	27,9	545	5220	<200	<100	77,7	<10
29053	118	200	9860	58700	640	5890	3010	<200	1100	355	333
29056	120	129	8330	106000	282	7000	2760	1030	6070	280	18,0
29057	121	286	4520	125000	414	4570	321	256	1940	165	160
29058	122	188	9730	32700	907	6480	2620	248	1740	170	493
29061	124	288	14800	98800	1980	12300	3060	296	2530	288	422
29066	127	155	8360	113000	1440	6260	2210	508	6420	169	1480
29067	128	126	8850	79000	1500	6650	1780	417	6030	151	747
29068	129	138	8690	137000	1290	6250	2170	600	6040	175	1170
29069	130	131	8710	21700	670	5880	2130	<200	1760	98,7	404
29070	131	111	11400	28000	803	7650	3170	203	2470	139	818
29071	132	119	13200	58900	1260	8910	1870	266	3250	163	343
29072	133	115	13100	34400	896	8620	2840	236	3090	215	552
29073	134	184	12800	88500	1050	8400	2260	<200	2430	296	597
29074	135	192	192	310000	14,4	418	<200	<200	134	98,1	<10
29075	136	153	32700	55600	3410	25700	7470	<200	1790	854	530
33751	001-1	<100	15300	35500	1160	12200	18900	<200	1330	390	450
33752	001-2	121	17300	39300	1270	13500	24800	<200	1370	491	532
33753	002-1	139	12400	37900	913	9190	7560	299	1610	390	476
33754	002-1	144	1130	165000	20,4	876	5870	238	100	106	649
33755	002-1	103	16200	33200	1310	12700	32900	<200	1310	525	386
33756	002-2	103	19600	40800	1610	16900	29800	<200	2120	505	398
33757	002-3	131	12400	30600	946	9430	11800	<200	1560	291	451
33758	003-1	118	20100	38100	1870	17000	32600	<200	1240	492	304
33759	003-2	118	16000	38300	1260	12600	18700	<200	1570	414	396
33760	004-1	170	14400	43700	1420	12400	22800	<200	1150	303	455
33761	004-2	<100	14400	68500	1260	11300	15500	237	2160	302	594
33762	004-3	<100	12700	45600	1230	10500	9980	220	2350	340	493
33763	005-1	<100	11800	26800	918	9780	9810	<200	1560	404	378
33764	005-2	<100	13600	27200	1070	10500	13500	<200	1900	338	700
33765	005-2.5	203	12600	30100	978	10400	8470	<200	1450	310	412
33788	104A	688	7200	68200	850	5560	1090	314	1560	168	428
33789	104B	302	5950	74200	719	4810	835	360	1460	140	319
33799	115A	169	12200	38100	687	8610	3390	<200	1390	367	428
33800	115B	243	12200	42700	719	8510	3340	<200	1460	376	433
29054	119A	106	22100	34700	1970	18700	42600	<200	1520	547	355
29055	119B	249	1390	247000	133	803	4660	267	1730	94,6	<10
29059	123A	180	10000	104000	1270	8070	888	362	2070	138	349
29060	123B	210	11500	71100	1420	9030	1220	277	2690	146	642
29062	125A	340	3950	224000	564	3320	507	365	1660	134	4040
29063	125B	319	765	254000	118	790	226	<200	440	50,3	4210
29064	126A	136	7990	108000	1540	5700	1930	652	7060	161	1120
29065	126B	161	8120	133000	1200	5880	2160	824	6290	153	796
33774	13A	112	18700	69300	1170	13400	5220	464	6210	231	1100
33775	13B	120	19100	38300	1050	12500	11700	445	6540	321	1120
33780	18A	137	10200	90500	1200	8180	1210	373	2820	202	563
33781	18B	120	9870	86500	1090	8340	949	296	2230	160	471
33769	9A	210	12100	50700	1060	12200	1970	<200	1360	183	354
33770	9B	180	8680	56300	1330	7270	1710	308	1890	158	252

		NGU ICP-AES	NGU ICP-AES	NGU ICP-AES	NGU ICP-AES	NGU ICP-AES	NGU ICP-AES	NGU ICP-AES	NGU ICP-AES	NGU ICP-AES	NGU ICP-AES
NGU Prøve num.	Prøve kode	1 mg/kg Cu	2 mg/kg Zn	5 mg/kg Pb	2 mg/kg Ni	1 mg/kg Co	1 mg/kg V	1 mg/kg Mo	1 mg/kg Cd	1 mg/kg Cr	1 mg/kg Ba
33766	6	960	141	437	36,4	10,5	43,6	2,84	<1	57,5	66,3
33767	7	903	175	98,4	25,3	6,52	32,7	<1	<1	38,5	42,6
33768	8	72,2	1310	22,1	50,8	11,1	27,0	<1	4,99	52,7	34,8
33771	10	290	121	73,1	29,6	5,35	31,8	<1	<1	45,9	46,4
33772	11	1280	301	404	44,6	13,7	65,9	2,87	<1	65,9	83,9
33773	12	139	331	19,3	73,5	23,1	85,2	<1	<1	99,3	280
33776	14	80,8	135	17,8	47,7	22,8	74,9	<1	<1	75,7	139
33777	15	1120	666	47,8	49,0	20,0	39,7	<1	1,23	64,1	45,4
33778	16	343	114	154	31,8	10,0	43,1	<1	<1	52,7	50,8
33779	17	509	210	329	34,4	7,88	45,0	2,30	<1	50,4	38,8
33782	19	647	137	182	27,6	10,4	55,0	1,04	<1	42,6	73,2
33783	20	1470	655	117	33,8	13,9	37,5	<1	<1	43,1	51,4
33784	21	1820	1220	118	69,9	32,3	74,7	<1	<1	122	65,4
33785	101	28,8	32,3	<5	30,1	8,40	26,4	<1	<1	41,5	40,3
33786	102	29,7	38,1	<5	32,2	9,65	31,9	<1	<1	51,3	47,5
33787	103	25,8	29,5	<5	31,9	9,46	28,2	<1	<1	46,2	40,5
33790	105	119	75,8	65,0	18,4	4,39	26,8	<1	<1	35,9	30,1
33791	106	696	1700	181	40,3	18,4	36,7	<1	3,73	37,4	60,3
33792	107	97,6	136	7,72	22,2	6,88	26,8	<1	<1	35,9	25,8
33793	108	942	183	319	17,9	4,15	27,3	3,19	<1	28,3	42,3
33794	110	191	113	68,3	20,4	4,71	23,0	<1	<1	33,7	23,3
33795	111	144	89,9	132	20,5	4,64	29,3	<1	<1	37,8	33,9
33796	112	10400	168	5520	15,0	82,4	31,7	10,7	<1	14,3	77,2
33796	113	65,6	53,3	13,3	31,0	5,66	29,5	<1	<1	36,1	34,2
33798	114	1010	282	921	21,9	5,85	41,9	2,60	<1	35,3	74,5
29051	116	947	1230	1290	22,5	13,5	44,9	6,54	<1	32,3	231
29052	117	382	312	444	14,4	278	27,4	<1	<1	<1	22,3
29053	118	942	1640	625	22,2	22,9	30,7	<1	2,06	36,4	44,7
29056	120	1180	633	5180	6,75	39,7	27,5	5,87	<1	13,9	232
29057	121	5110	5500	2810	32,3	45,9	40,4	7,47	8,53	41,8	137
29058	122	99,8	91,7	34,2	18,7	6,04	28,9	<1	<1	29,1	33,5
29061	124	3660	590	517	51,5	16,8	73,7	5,02	<1	99,8	76,0
29066	127	15400	368	846	31,3	11,7	89,9	9,69	<1	51,2	104
29067	128	1740	161	1470	26,6	8,84	71,7	4,19	<1	45,7	95,7
29068	129	11500	342	904	33,6	12,0	88,6	8,56	<1	55,2	152
29069	130	202	971	128	16,6	3,98	24,8	2,24	3,32	34,0	28,4
29070	131	163	125	126	22,5	5,31	34,9	<1	<1	43,8	79,3
29071	132	455	255	1630	26,7	11,0	49,2	3,69	<1	47,1	109
29072	133	224	209	142	24,9	8,52	38,0	<1	<1	45,5	88,0
29073	134	1650	675	473	34,6	9,73	42,7	1,38	<1	63,8	68,1
29074	135	309	249	2050	15,6	293	28,6	<1	<1	<1	40,0
29075	136	210	81,2	46,1	145	41,3	100	<1	<1	171	18,7
33751	001-1	437	568	92,7	62,8	21,6	39,6	<1	<1	78,0	89,0
33752	001-2	568	769	130	82,3	25,8	43,9	<1	<1	95,3	82,3
33753	002-1	1340	950	75,9	44,1	16,3	41,8	<1	1,94	46,8	68,8
33754	002-1	19000	6100	2260	11,0	31,0	13,3	<1	17,9	39,1	10,8
33755	002-1	289	824	57,7	55,4	21,6	39,6	<1	<1	73,7	34,4
33756	002-2	305	642	55,0	68,3	23,0	54,5	<1	<1	98,9	44,2
33757	002-3	434	310	72,7	34,7	11,0	36,4	<1	<1	53,2	51,0
33758	003-1	274	530	42,9	85,1	27,5	51,5	<1	<1	115	29,5
33759	003-2	350	646	65,8	59,9	20,8	44,9	<1	<1	72,6	48,1
33760	004-1	464	182	88,7	52,4	15,8	44,5	<1	<1	88,6	69,3
33761	004-2	356	186	182	45,5	16,8	49,7	<1	<1	80,2	108
33762	004-3	334	275	112	41,3	14,9	46,4	<1	<1	66,7	74,0
33763	005-1	434	940	39,7	51,3	16,7	32,8	<1	2,47	53,5	59,6
33764	005-2	232	515	73,9	53,8	16,1	36,6	<1	<1	67,7	76,6
33765	005-2.5	434	534	56,4	44,5	15,6	34,8	<1	<1	55,1	42,3
33788	104A	1410	336	262	19,0	6,08	34,8	2,53	<1	34,1	32,5
33789	104B	4680	360	355	19,2	4,67	33,0	3,84	<1	27,1	32,0
33799	115A	336	941	110	38,7	14,9	36,6	<1	3,99	79,2	53,6
33800	115B	628	742	118	37,7	15,2	38,1	<1	3,04	120	66,2
29054	119A	203	261	23,1	79,8	26,3	53,8	<1	<1	107	28,1
29055	119B	620	188	1910	13,1	196	22,9	2,92	<1	4,28	81,8
29059	123A	5370	547	568	26,3	29,4	55,6	1,98	<1	32,0	65,0
29060	123B	1770	241	261	28,1	7,96	46,4	<1	<1	39,9	63,0
29062	125A	120000	990	4010	17,6	31,3	51,1	44,5	<1	21,8	82,5
29063	125B	137000	2920	3670	15,7	86,7	29,7	52,8	2,95	12,0	16,9
29064	126A	2480	318	1640	27,6	10,3	97,6	6,84	<1	45,8	136
29065	126B	3650	299	831	26,6	9,38	59,9	3,30	<1	51,6	96,0
33774	13A	1060	360	262	41,0	15,9	68,6	1,47	<1	71,6	159
33775	13B	935	996	89,2	42,0	16,6	48,9	<1	3,57	59,3	159
33780	18A	1070	202	801	28,7	9,72	58,4	2,93	<1	40,1	83,7
33781	18B	1170	165	1310	26,3	5,49	52,4	2,91	<1	34,1	84,7
33769	9A	454	167	98,4	49,9	11,2	40,2	<1	<1	93,3	40,7
33770	9B	1010	282	226	29,1	9,72	45,5	5,88	<1	44,5	65,5

NGU Prøve num.	Prøve kode	NGU ICP-AES	NGU ICP-AES	NGU ICP-AES	NGU ICP-AES	NGU ICP-AES	NGU ICP-AES	NGU ICP-AES	NGU ICP-AES	NGU ICP-AES	NGU ICP-AES
		2 mg/kg Sr	1 mg/kg Zr	0,2 mg/kg Be	1 mg/kg Li	0,2 mg/kg Sc	10 mg/kg Ce	1 mg/kg La	0,2 mg/kg Y	5 mg/kg Sb	5 mg/kg As
33766	6	13,6	9,69	<0.2	8,24	1,75	<10	3,17	2,72	<5	93,0
33767	7	32,8	10,6	<0.2	17,2	2,45	13,9	6,22	4,70	<5	18,0
33768	8	14,8	8,83	<0.2	10,8	2,94	22,3	11,3	7,39	<5	<5
33771	10	17,8	9,74	<0.2	11,4	1,71	<10	3,34	3,08	<5	26,1
33772	11	35,7	9,18	0,248	13,2	2,08	<10	4,54	3,26	<5	91,8
33773	12	166	20,8	1,09	33,0	7,45	47,1	22,7	14,1	<5	<5
33776	14	119	8,23	0,669	21,4	4,51	22,3	10,7	8,50	<5	<5
33777	15	19,5	9,96	0,320	15,2	3,46	23,7	11,3	7,61	<5	7,09
33778	16	18,5	11,1	0,248	13,4	2,25	<10	4,11	3,27	<5	97,8
33779	17	12,6	12,2	<0.2	10,8	1,96	<10	3,83	3,17	<5	82,4
33782	19	30,7	9,97	0,281	15,7	2,37	13,6	5,99	4,16	<5	72,3
33783	20	23,6	12,5	<0.2	15,7	2,66	21,6	10,2	6,89	<5	26,9
33784	21	22,4	9,71	0,393	15,0	4,17	15,4	7,33	6,92	<5	22,2
33785	101	12,0	9,57	<0.2	8,32	2,74	26,9	13,7	7,75	<5	<5
33786	102	11,6	10,1	<0.2	9,98	3,06	26,4	12,9	8,72	<5	<5
33787	103	12,8	9,39	<0.2	8,20	2,92	28,2	13,3	7,84	<5	<5
33790	105	14,0	9,96	<0.2	13,2	1,98	10,1	5,10	3,06	<5	14,8
33791	106	40,0	13,9	<0.2	20,1	2,55	23,9	11,7	7,59	<5	46,0
33792	107	18,7	8,75	<0.2	17,2	2,59	27,4	12,3	6,67	<5	<5
33793	108	18,0	9,09	<0.2	11,8	1,47	<10	3,78	2,64	<5	84,8
33794	110	12,4	8,71	<0.2	13,5	1,91	12,5	5,88	3,93	<5	13,2
33795	111	16,6	10,4	<0.2	13,2	2,26	13,6	6,08	4,56	<5	36,4
33796	112	9,95	20,8	<0.2	7,67	1,06	<10	3,70	2,02	8,13	229
33796	113	23,0	17,9	<0.2	23,5	2,03	11,4	4,93	4,00	<5	114
33798	114	24,2	10,4	<0.2	10,1	1,57	<10	3,95	2,33	<5	169
29051	116	26,3	10,2	<0.2	4,74	0,794	<10	3,90	2,66	13,3	426
29052	117	5,48	3,10	<0.2	<1	<0.2	17,0	8,81	<0.2	16,5	598
29053	118	15,9	9,10	<0.2	10,0	1,99	18,1	8,23	6,12	6,43	152
29056	120	16,4	38,6	<0.2	3,30	1,53	<10	2,78	2,77	8,80	200
29057	121	14,7	7,61	<0.2	4,42	0,915	<10	2,02	0,621	15,6	591
29058	122	15,5	8,19	<0.2	13,2	1,95	14,3	6,36	3,89	<5	<5
29061	124	35,1	6,24	0,277	9,75	2,64	<10	4,39	2,88	<5	172
29066	127	35,3	5,48	<0.2	9,11	1,48	10,4	5,48	2,30	5,30	115
29067	128	27,6	14,1	0,250	7,88	1,55	12,0	6,31	3,78	<5	274
29068	129	49,8	5,61	<0.2	7,51	1,86	10,3	6,13	1,83	6,45	174
29069	130	12,0	7,21	<0.2	12,8	2,02	14,8	6,84	4,00	<5	14,1
29070	131	17,2	10,2	<0.2	13,6	2,75	20,5	8,99	5,53	<5	27,1
29071	132	38,0	9,35	0,232	7,82	2,43	10,4	6,00	3,59	<5	192
29072	133	21,1	8,52	<0.2	12,9	3,29	22,4	8,20	5,01	<5	19,8
29073	134	34,7	8,27	<0.2	8,34	2,26	11,5	5,40	4,66	<5	95,7
29074	135	<2	6,10	<0.2	<1	<0.2	20,2	10,7	<0.2	20,7	690
29075	136	14,9	1,48	0,419	18,6	5,09	<10	<1	3,40	<5	10,9
33751	001-1	29,0	7,50	0,386	13,2	2,85	109	59,4	9,23	<5	11,8
33752	001-2	38,3	6,20	0,377	13,9	3,05	22,4	10,9	7,08	<5	17,1
33753	002-1	46,2	14,9	<0.2	17,7	2,92	30,1	14,6	9,36	<5	17,0
33754	002-1	5,66	1,27	<0.2	1,10	0,509	<10	4,78	1,67	16,5	124
33755	002-1	39,2	4,53	0,276	9,85	3,02	18,2	9,10	7,20	<5	11,2
33756	002-2	41,8	6,53	0,330	14,1	3,52	19,2	9,40	6,50	<5	10,9
33757	002-3	28,9	5,85	<0.2	12,3	2,60	20,8	9,69	6,66	<5	10,6
33758	003-1	34,2	5,00	0,330	13,8	3,25	11,7	5,52	4,84	<5	8,73
33759	003-2	41,1	8,91	0,352	15,9	3,13	20,3	9,54	6,84	<5	15,1
33760	004-1	29,5	5,20	0,317	11,9	2,38	11,0	4,96	4,02	<5	18,6
33761	004-2	35,5	8,87	0,284	12,2	2,87	15,8	6,56	4,76	<5	43,2
33762	004-3	27,1	9,25	0,305	11,6	2,98	19,7	7,64	5,50	<5	28,6
33763	005-1	22,8	8,43	<0.2	13,2	2,93	22,5	11,0	6,79	<5	10,3
33764	005-2	33,0	6,74	0,410	13,1	3,11	19,5	9,15	6,51	<5	7,61
33765	005-2.5	24,3	8,49	<0.2	13,7	2,74	20,6	9,77	6,32	<5	11,5
33788	104A	13,6	9,14	<0.2	10,2	1,56	<10	4,62	2,40	<5	68,2
33789	104B	12,7	8,52	<0.2	8,78	1,09	<10	3,93	1,43	<5	103
33799	115A	26,3	12,7	<0.2	18,9	2,48	23,4	11,6	7,52	<5	20,9
33800	115B	26,3	15,4	<0.2	18,6	2,48	24,7	11,9	7,17	<5	19,6
29054	119A	61,4	6,52	0,346	19,6	3,08	12,2	5,63	5,12	<5	<5
29055	119B	9,44	16,0	<0.2	<1	0,524	13,1	7,57	1,40	13,4	526
29059	123A	20,6	16,1	0,200	16,9	1,39	<10	3,05	1,50	<5	226
29060	123B	22,0	19,8	0,263	19,2	1,74	<10	3,80	2,14	<5	92,4
29062	125A	27,1	8,40	<0.2	2,18	1,68	10,0	5,73	0,626	31,7	362
29063	125B	3,25	2,45	<0.2	<1	1,48	<10	5,72	<0.2	44,4	197
29064	126A	53,1	9,92	0,254	7,95	1,48	11,1	5,65	2,55	6,55	379
29065	126B	65,2	18,3	<0.2	9,56	1,54	10,1	5,32	2,06	6,63	333
33774	13A	46,5	15,7	0,578	16,7	4,47	17,2	7,47	5,20	<5	67,5
33775	13B	83,4	7,76	0,567	18,0	4,56	33,1	15,7	8,71	<5	19,2
33780	18A	26,8	17,1	0,219	14,5	1,75	<10	4,42	2,30	<5	232
33781	18B	21,4	20,4	<0.2	15,1	1,72	<10	4,15	1,99	5,11	327
33769	9A	17,3	10,9	0,255	13,8	2,15	10,6	4,93	3,49	<5	34,8
33770	9B	24,3	9,35	0,270	8,71	1,78	<10	3,25	2,63	<5	99,5



# **Miljøteknisk grunnundersøkelse av Bynesveien 30**

**Sammendrag av to prosjektrapporter  
i faget "Anvendt geokjemi" ved NTNU**

*Lars Berg Blomstrand  
Ola Anfinn Eggen  
Geir Hanssen  
Cecilie Larsen  
Ann Jeanett Manstad  
Anne Orderdalen Steen  
Marte Giæver Tvester*

*Redigert av  
Rolf Tore Ottesen*

## **Konklusjon og forslag til tiltak**

### Forurensning av grunnen og risiko for spredning

I et areal på ca 7 dekar i Bynesveien 30 eid av Trondheim kommune og Jernbaneverket region Nord, er grunnen undersøkt for innholdet av arsen, bly, kadmium, kobber, krom, kvikksølv, nikkel og sink. Resultatene viser at:

- Grunnen langs og rundt jernbanesporet er sterkt forurenset med kobber, arsen og bly samt moderat forurenset med sink (Tabell 1-4 og kartbilagene 6-20)
- Enkeltpunkter har høyt innhold av kadmium (Kartbilag 7).
- Kvikksølvforurensningen er ubetydelig (Kartbilag 9)
- Krom og nikkel innholdet i prøvene er lavt og i samsvar med det naturlige nivå for jord i Trondheim (Tabell 5 og kartbilagene 17-20)
- Det øverste jordlaget har høyest innhold av miljøgifter (Kartbilagene 6-20).

Det er samlet inn 13 vannprøver fra tomten (fra 2 drenerør og en bekk). Resultatene fra de kjemiske analysen indikerer at:

- en betydelig spredning av sink, kobber, bly og kadmium fra den forurensede grunnen til havnesedimentene.
- det er en årlig utlekking på 14000 kg sink, 2600 kg kobber, 36 kg kadmium og 29 kg bly fra de forurensede sedimentene og til havnebassenget.
- Disse anslagene er imidlertid svært usikre, pga få prøver og at det er uklart hvordan veggrøftene påvirker vannets bane, og om vannet vi har målt/analysert fra tomta i virkeligheten avspeiler vannmengdene fra det skisserte nedbørsfeltet.

### Forslag til tiltak:

#### *Forurenset grunn*

Trondheim kommune har utarbeidet et utkast til grenseverdier for innholdet av noen miljøgifter i jord og oppgravd masse i ulike arealbruk (Langedal 2003). De undersøkte arealene er foreslått regulert som LNF-område (LNF-område er en kategori som brukes i kommuneplan- eller kommunedelplan-sammenheng. Slike Landbruk, Natur- og Friluftsområder omfatter dyrket mark, skog og annen utmark). Basert på forurensnings-situasjonen i grunnen anbefales følgende tiltak:

- I forhold til reguleringsstatusen for området er innholdet av arsen, kobber og bly for høyt. Massene langs og rundt jernbanesporet (ca 800 m<sup>3</sup>) bør derfor fjernes og erstattes med rene masser.
- De forurensede massene anbefales deponert på Langøya, som er godkjent mottak for forurensede masser.
- Da tomten skal benyttes som et LNF-område bør det også stilles estetiske krav. Søppel i fjellhaller og utearealer bør fjernes.

#### *Spredning til havnebassenget*

Den forurensede grunnen på det undersøkte arealet er kilde for en betydelig spredning av arsen og metaller til havnebassenget (i sum flere tonn metaller pr år). Den pågående oppryddingen av havnebassenget bør derfor ta høyde for å stoppe denne åpenbare og viktige forurensningskilden. Hvis ikke de forurensede massene fjernes, må det forurensede vannet ledes bort og renses, før det slippes ut i havnebassenget.

#### *Forlag til videre arbeid*

- Gjennomføre en miljøteknisk grunnundersøkelse på arealene for hele arealet
- Bestemme innholdet av organiske miljøgifter i utvalgte prøver
- Gjennomføre en mer detaljert undersøkelse for å fastslå spredning til til marine miljø.
- Invitere til samarbeid med arkitekter/landskapsarkitekter for tilrettelegging av arealet som LNF-område

## **Innhold:**

### **Innledning**

Bakgrunn og historikk

Dagens tilstand

Eierforhold

Planlagt arealbruk

### **Grunnforhold og avrenning**

#### **Metoder**

Prøvetaking

Prøvepreparering

Kjemisk analyse

Statistiske metoder

Kartfremstilling

Metode for bestemmelse av mengde sivevann

#### **Grenseverdier**

Foreslåtte grenseverdier for forurenset grunn i Trondheim

#### **Resultater**

Statistisk beskrivelse av jorddataene

Kumulative frekvensfordelinger av innholdet av miljøgifter i jorddataene

Statistisk beskrivelse av vanndataene

#### **Forenklet risikovurdering**

Spredning til sjøen

#### **Forslag til tiltak**

Forurenset grunn

Spredning til havnebassenget

#### **Referanser**

## **Innledning**

Studenter fra faget "Anvendt geokjemi" ( NTNU) fikk i oppgave som problembasert læring å gjennomføre en miljøteknisk grunnundersøkelse på deler av arealene i Bynesveien 30 (Kartbilag 1). Denne tomten fremstår i dag som en av byens mest forurensede. (Ottesen et. al, 1995) Trondheim kommune vurderer å bygge gang- og sykkelvei for Bynesveien på det gamle jernbanesporet som passerer Bynesveien 30. Trondheim kommune og NSB som begge står som grunneiere på det aktuelle området. Eierne ga tillatelse til at det ble samlet inn prøver fra deres eiendom i Bynesveien 30. Trondheim kommune bistod også med kabelpåvisning og boring av fem borehull. Norges geologisk undersøkelse (NGU) utførte kjemiske analyser av 75 jordprøver og 13 vannprøver.

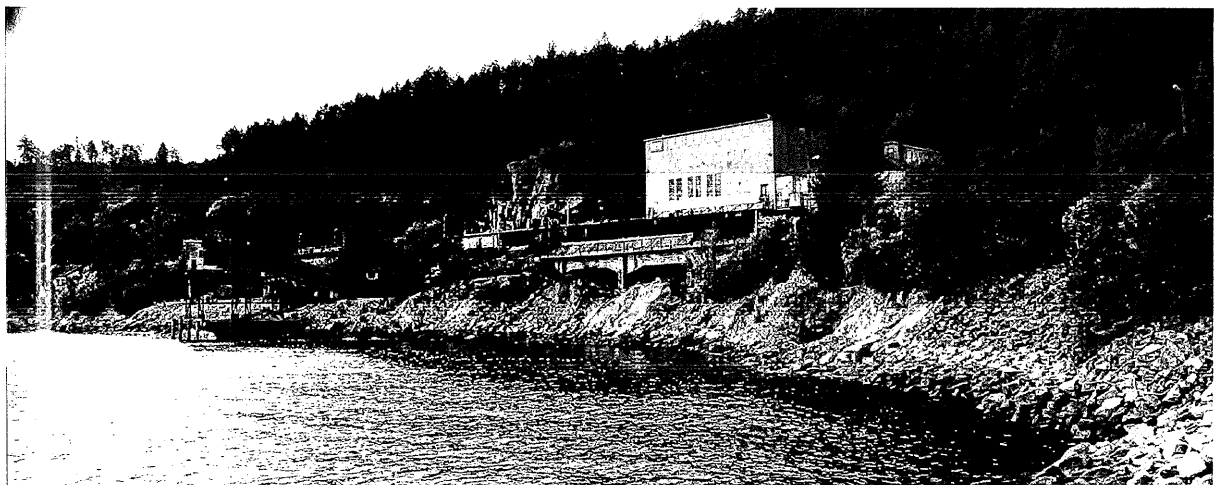
## **Bakgrunn og historikk**

Aktiviteten på området har stort sett vært preget av AS Killingdal Grubeselskap da det etter nedleggningen i 1986 har vært liten aktivitet på tomten. AS Killingdal Grubeselskap drev flotasjonsverk og utskipingskai på området fra 1952 til 1980. Her ble råmalm (kobber og sink) og malmkonsentrat lagret i haller av betong langs og under de fortsatt eksisterende jernbaneskinnene. Videre ble malmen skipet ut for salg. Bedriften hadde tillatelse til å dumpe 66000 tonn avgangsmasse i sjøen hvert år. (Havnestyresak 42 og 51/1975) Det er sannsynlig at også deler av avgangsmassen har blitt benyttet som fyllmasse på land i lokale veier og under jernbanesporet. Produksjonen fra Killingdal gruve lå normalt på 40 000 tonn årlig. Anlegget i Iilsvika hadde en kapasitet på 60 000 tonn årlig ved døgkontinuerlig skiftdrift. Overkapasiteten ble benyttet til oppredning av fremmed malm.

Etter at AS Killingdal grubeselskap ble nedlagt i 1986, har det vært lite industriell virksomhet på eiendommen. Et østeuropeisk mineralselskap (Minpro invest AS) var inne i kort tid, men gikk konkurs som følge av murens fall. Dette selskapet brukte kun enkelte deler av produksjonslokalene og det er ikke funnet opplysninger som tyder på at de har bedrevet forurensende virksomhet. Det nå oppløste firmaet Cornado Bygg og Industrier AS forsøkte noen år fram til 2002 å leie ut de to øverste etasjene av industribygget til hybler. Det var en stund beboere i bygget, men kommunen nektet, ut i fra et helse- og ulykkesperspektiv, å innvilge den omsøkte bruksendringen.

## **Dagens tilstand**

Området er i dag gjerdet inn, sikret og forlatt. Eiendommen er preget av forfall, hærverk og forsøpling. Den fysiske bygningsmassen på de to tomtene består av:



- to lagerhaller i betong med tak av tre og bølgeblikk
- opprednings/knuseverk i betong
- utskipingskai i betong og tre
- en hytte
- rester av transportbånd
- utvendig rekkverk og oppbygde gangveier i tre
- jernbaneskiner
- to utløp for vann fra tomte til fjorden.

Jernbanelinjene brukes i dag som gang/sykkelveg for beboere på Trolla. Utvendige oppbygde gangveier og rekkverk er tildels råtnet og Trondheim kommune v/Utbyggingskontoret har sikret området etter Bystyrevedtak våren 2002.

### Eierforhold

Kartbilag 3 viser eiendomsgrenser for det undersøkte området i Bynesveien 30. Det er i alle år Trondheim kommune som har eid eiendommen (417/52) og opp gjennom historien har den vært festet bort til henholdsvis AS Killingdal Grubeselskap, Minpro Invest AS og sist Cornado Bygg og Industrier AS. Etter sistnevntes oppløsning er altså eiendommen tilbake på kommunens hender og bygningsmassen har tilfalt Trondheim kommune v/Utbyggingskontoret. Jernbaneverket eier grunnen under jernbaneskinnene, samt tomte nord for lokaliteten. (417/53). Tomte sør for Killingdals område eies av Trondheim kommune. .

### Planlagt arealbruk

Kommunedelplan, Ila, viser deler av den aktuelle tomte som LNF-område. Dette gjelder området ned mot strandsonen og tanken er altså å sikre allmenheten adgang hit for rekreasjon. I traseen til jernbanen vil det gå en sykkelsti. Det er tiltenkt at området skal brukes av den stadig økende befolkningensmengden i området. Det er påbegynt og planlagt en rekke boligutbygginger i Ilsvika. Videre er de delene av tomte som bygningmassen befinner seg på tiltenkt å være næringsområde.

### **Grunnforhold og avrenning**

Løsmassene på tomten består i hovedsak av to typer masser:

- gruveavgangsmateriell, inkludert kiskonsentrat
- naturlige masser (stedegne og tilkjørte)

Det renner to bekker gjennom området som begge er lagt i rør. Nedbørsfeltet for vannet som drenerer gjennom eiendommen er anslått til å være 0,5 km<sup>2</sup>. Utenfor det undersøkte arealet består nedslagsfeltet kun av et skog- og myrterreng. Det er ingen andre menneskelige installasjoner i nedslagsfeltet enn Bynesvegen og installasjonene på den aktuelle tomte. Det er ikke avklart hvilke effekt dreneringssystemet langs Bynesveien har på vannføringen i bekkene som renner gjennom tomten. I kombinasjon med en tynt løsmassedekke, med lite magasinerende masser, vil det bratte terrenget ned mot Trondheimsfjorden føre til en rask, flompreget avrenning.

### **Metoder**

#### Prøvetaking

Kartbilag 4 viser plasseringen av prøvelokalitetene. Alle prøvene er samlet inn etter NGUs kvalitetssikrede metoder.

Det ble innsamlet:

- 56 prøver av overflatejord
- 16 prøver fra dypere jordlag
- 3 prøver av naturlig masser (C-horisont)
- 13 vannprøver fra 3 lokaliteter

Det er samlet inn 13 jordprøver for bestemmelse av organiske miljøgifter. Disse prøvene er lagret på NGU.

Det ble i alt tatt 13 vannprøver. En prøve fra en nærliggende bekk (bakgrunn) og seks prøver fra hver av to avløpsrør som drenerer tomten. Tre av vannprøvene (én fra hvert punkt) ble tatt samme dag som jordprøvene. Deretter ble det samlet én prøve hver dag i fem dager fra de to avløpsrørene.

#### Prøvepreparering

Jordprøvene ble tørket (~30 °C) og siktet med 2 mm nylonsikt. Materiale < 2mm ble brukt til de kjemiske analysene. Vannprøvene ble oppbevart mørkt og kjølig før analyse. Arbeidet ble utført i NGUs laboratorium.

#### Kjemisk analyse

Analyseløsninger ble fremstilt ved ekstraksjon med salpetersyre (HNO<sub>3</sub>, 7 M) i autoklav i samsvar med Norsk Standard - NS 4770. Jordprøver ble analysert for 30 metaller med ICP-AES. For analyse av As, Cd og Hg ble atomabsorpsjonsanalyse (AAS) benyttet. Vannprøver ble analysert for 31 metaller med ICP-AES. Innholdet av As, Cd, Hg og Pb ble også bestemt med AAS. Laboratoriet er akkreditert for de anvendte metodene

#### Statistiske metoder

Det ble beregnet aritmetisk gjennomsnitt, median, samt minimums- og maksimumsverdier for:

- Alle jordprøvene
- Alle jordprøvene unntatt bakgrunnsprøvene
- prøvene fra overflatejord
- prøvene fra dypere jordlag

Kumulative frekvensfordelinger er fremstilt for de kjemiske data fra jordprøvene.

#### Kartfremstilling

Resultatene er inndelt i fem klasser etter forslaget for nye grenseverdier i Trondheim (Langedal m.fl.; 2003). Se karetbilag 6-20)vedlegg 1.

Kartene er fremstilt ved hjelp av Arc GIS av Toril Haugland ved NGU.

#### Metode for bestemmelse av mengde sigevann

For å få et kvantitativt mål for mengde sigevann, er det nødvendig å definere nedbørfeltet i området. Ved hjelp av topografisk kart som viser kotene i området, kan nedbørfeltet bestemmes. Når årlig nedbør også er kjent beregnes mengde sigevann.

Nedbørsfeltet: ca. 500 000 m<sup>2</sup>

Nedbørsmengde: 873 mm/år = 0,873 m/år

0,873 m/år \* 500 000 m<sup>2</sup> = 436 500 m<sup>3</sup>/år

4,365 \* 10<sup>8</sup> dm<sup>3</sup>/år = 4,365 \* 10<sup>8</sup> l/år

## Grenseverdier

Trondheim kommunes "forslag til grenseverdier for forurenset grunn i Trondheim" lå til grunn når analyseresultatene for jordprøver fra Killingdal skulle kommenteres. På samme måte ble vurdering av grad av forurensing av vannprøvene gjort ut i fra SFTs tilstandsklasser for tungmetaller i vann (SFT-veiledningen 97:04 "Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann").

### Foreslåtte grenseverdier for forurenset grunn i Trondheim

Som følge av at naturlige verdier for flere tungmetaller overskrider SFTs normverdier har Trondheim kommune foreslått grenseverdier for forurenset grunn i Trondheim. Grenseverdiene for ren jord tar utgangspunkt i SFTs normverdier (SFT 99:01) men er korrigert opp til naturlig bakgrunnsnivå i Trondheim for de stoffene som overskrider normverdien naturlig. For klassifisering av analyseresultatene vil det i det følgende bli referert til Trondheim kommunes "Foreslåtte grenseverdier for forurenset grunn i Trondheim". (Tabell 7).

## Resultater

### Statistisk beskrivelse av jorddata.

Oppgravd masse ble prøvetatt og analysert med hensyn på tungmetallene As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb og Zn. Median, aritmetisk gjennomsnitt samt maksimum og minimumsverdi er vist i tabell 1-4.

Tabell 1: Verdier for alle prøvene. Bakgrunnsverdier er med.

Minimumsverdien for kvikksølv ligger under deteksjonsgrensen (>0,01 mg/kg)

	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn
	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]
Median	42,0	0,62	46,8	568	0,24	31,8	148	310
Aritm. gj.snitt	122	1,77	55,6	5022	0,64	36,8	665	615
Maksimum	790	25	171	137000	4,22	145	5520	6100
Minimum	2,8	0,3	4,28	25,8	0,005	6,75	7,72	29,5

Tabell 2: Verdier for alle prøvene. Bakgrunnsverdier er ikke tatt med.

	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn
	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]
Median	47	0,69	47,0	624	0,26	31,6	148	315
Aritm. gj.snitt	127	1,84	56,0	5230	0,68	37,0	665	639
Maksimum	790	25	171	137000	4,22	145	5520	6100
Minimum	4,6	0,03	4,28	65,6	0,02	6,75	7,72	53,3

Tabell 3: Viser verdier for dybdeprøvene. Bakgrunnsverdier er ikke tatt med.

Minimumsverdien for kvikksølv ligger under detektjonsgrensen (>0,01 mg/kg)

	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn
	mg/kg	Mg/kg	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]
Median	25,5	1,45	70,2	353	0,16	44,6	91,95	525
Artim. gj.snitt	33,8	1,68	72,6	501	0,17	47,7	107	569
Maksimum	110	4,8	122	1820	0,46	82,3	404	1700
Minimum	4,6	0,12	35,9	65,6	0,005	22,2	7,72	53,3

Tabell 4: Verdier for overflateprøver. Bakgrunnsverdier er ikke tatt med.

	As	Cd	Cr	Cu	Pb	Ni	Hg	Zn
	mg/kg	Mg/kg	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]
Median	88	0,62	44,2	942	262	27,6	0,36	306
Aritm. gj.snitt	153,8	1,90	49,2	6581	825	34,0	0,81	659
Maksimum	790	25	171	137000	5520	145	4,22	6100
Minimum	4,6	0,03	0,5	72,2	19,3	6,75	0,01	75,8

En sammenlikning med bakgrunnsverdier for overflatejord i Trondheim (NGU rapport 2000.115) viser at de rene prøvene ikke overstiger bakgrunnsverdi for noen av metallene. Dette er vist i tabell 5. Antall prosent av prøvene som oversteg foreslått grenseverdi for byjord og lekeareal i Trondheim kommune og SFTs normverdi for forurenset grunn er vist i tabell 6. Grenseverdiene for byjord er de som sannsynligvis vil bli benyttet for LNF-område.

Tabell 5. Oversikt over forskjellige bakgrunnsverdier

Stoff	Median rene prøver (mg/kg)	Trondheim overflate, NGU (mg/kg)	Trondheim 2 m dyp, NGU (mg/kg)	Norge SFT (mg/kg)
As	3,2	5,4	4,8	0,7-8,8
Cd	0,04	0,14	0,08	0,1-1,7
Cr	46,3	51,7	64,4	3-30
Cu	28,8	37,9	32,8	6-27
Hg	0,01	0,05	0,01	0,05-0,20
Ni	31,9	35,1	43,2	3-19
Pb	<5	20,1	2,5	8,5-107,4
Zn	32,3	90,3	74,0	25-104

Tabell 6: Prosent prøver over gitte grenseverdier

Stoff	Trondheim kommunes foreslåtte grenseverdi (byjord)	Trondheim kommunes foreslåtte grenseverdi(lekearealer)	SFTs Normverdi
As	54	74	100
Cd	1,3	1,3	17
Cr	6,8	6,8	90
Cu	85	85	93
Hg	11	22	22
Ni	1,3	1,3	21
Pb	44	47	81
Zn	38	38	93

#### Kumulative frekvensfordelinger for innholdet av miljøgifte i jorddatene

For å se hvordan fordelingen på datamaterialet var ble det laget kumulative frekvenskurver for arsen, bly, kadmium, kobber, krom, kvikksølv, nikkel og sink. Kurvene ble laget med en



logaritmisk inndeling på akse for konsentrasjons intervallene (x-aksen). For hvert metall er det lagt inn streker for grenseverdiene til de ulike jordtypene fra tabell 7:

Tabell 7: Forslag til grenseverdier for innhold av noen miljøgifter i jord og oppgravd masse i Trondheim kommune

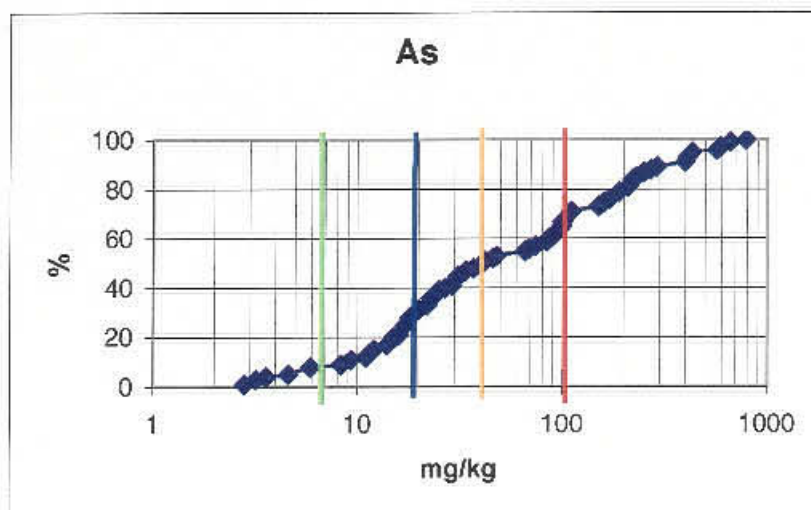
	Ren jord	Lekearealer	Byjord	Moderat forurenset jord	Sterkt forurenset jord
Arsen (mg/kg)	7	20	40	100	>100
Bly (mg/kg)	60	150	200*	600	>600
Kadmium (mg/kg)	3	5	5	10	>10
Kobber (mg/kg)	100	200	200	1000	>1000
Krom (mg/kg)	100**	100**	100**	200**	>200**
Kvikksølv (mg/kg)	1	1	2	5	>5
Nikkel (mg/kg)	75	135	135	135	>500
Sink (mg/kg)	130	500	500	1000	>1000
Sum 16 PAH (mg/kg)	2	5	5	25	>25
Benzo(a)pyren (mg/kg)	0,1	0,5	0,5	2,5	>2,5
Sum 7 PCB (mg/kg)	0,01	0,5	0,7 -5***	????	????

\* må godkjennes av Jan Alexander ved Folkehelseinstituttet etter ny vurdering.

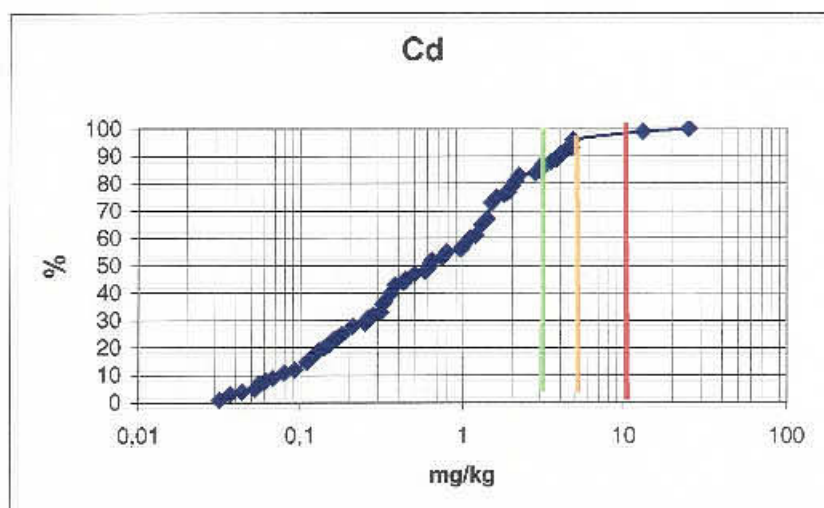
\*\* ved overskridelse må det klargjøres om krom foreligger som krom III eller VI.

\*\*\* Det er valgt å bruke 0,7 som grense for hva som kan ligge i grunnen ved arealbruk kontor, forretning, parker og boligkater, mens det er valgt å bruke 5 mg/kg som grense ved byjordsmottaket.

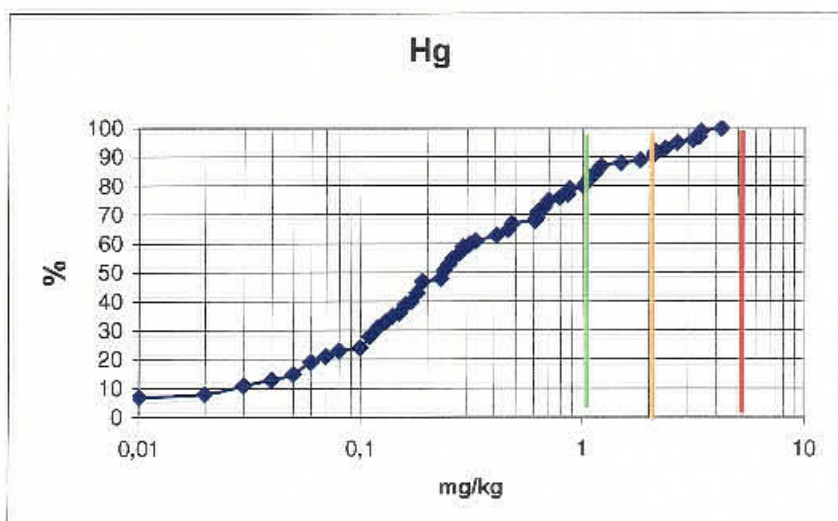
- Sterkt forurenset jord(> ) —
- Moderat forurenset jord (—) —
- Byjord (—) —
- Lekejord (—) —
- Ren jord (—) —



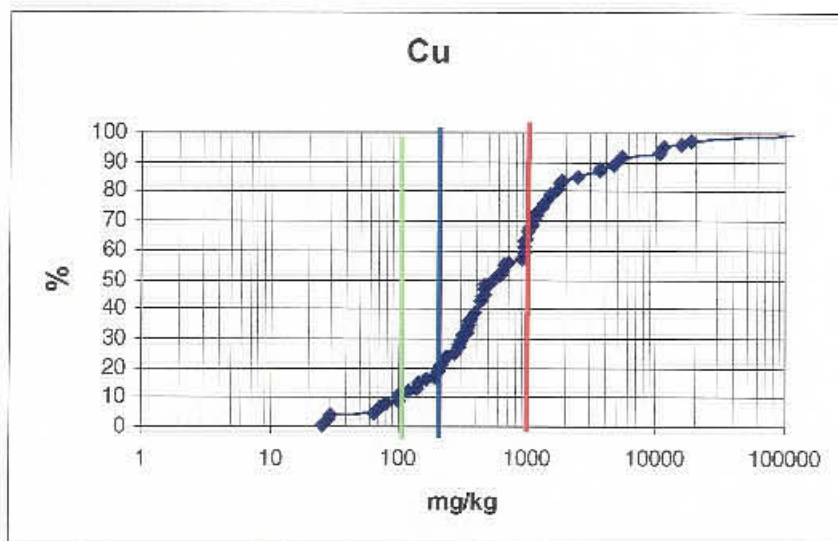
Arsen (As) Ut ifra frekvensfordelingen er 50% av de 75 jordprøvene innenfor grensen for byjord. Dette betyr at 50% av prøvene er forurenset og derav 30% sterkt forurenset.



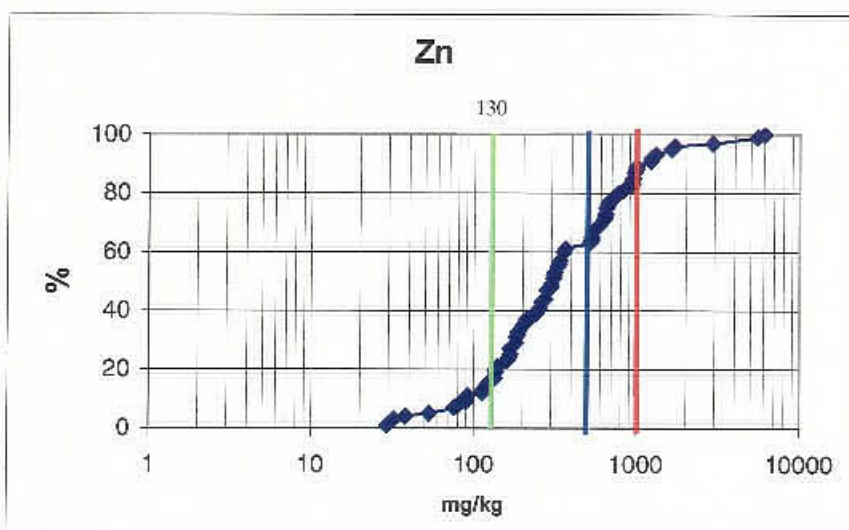
Kadmium (Cd): For kadmium er grensen for lekejord og byjord den samme. Ut i fra frekvensfordelingen i fig 4 er 95% av jordprøvene innenfor denne grensen. Mens 5 % av prøvene er forurenset jord, hvor ca. 2% er sterkt forurenset.



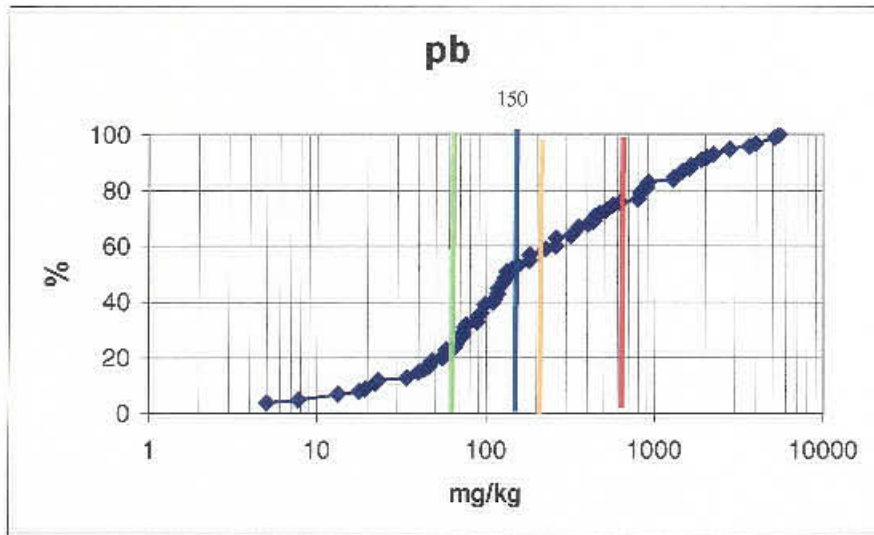
Kvikksølv (Hg): Ut ifra frekvensfordelingen i fig 5 er ingen jordprøver sterkt forurenset av Hg. Kun 10% av jordprøvene er moderat forurenset. 90% ligger innenfor byjord, mens 80% ligger innenfor lekejord. Dette betyr at 10% av prøvene må vurderes opp imot beliggenhet av prøvene i forhold til om grensen skal settes ved byjord eller lekejord.



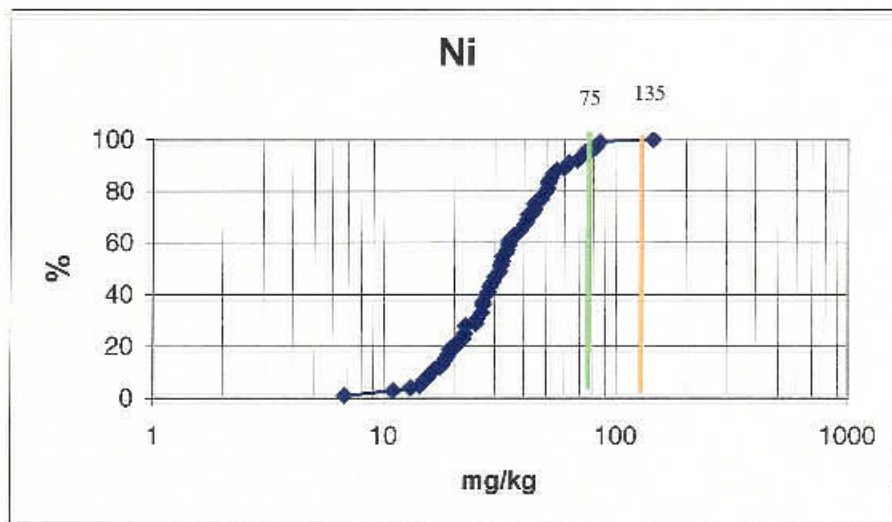
Kobber (Cu): For kobber er grensen for lekejord og byjord den samme. Ut ifra frekvensfordelingen i fig 6 ligger kun 20% av prøvene under grensen byjord/lekejord. Dette betyr at 80% av prøvene er forurenset og derav 35% sterkt forurenset



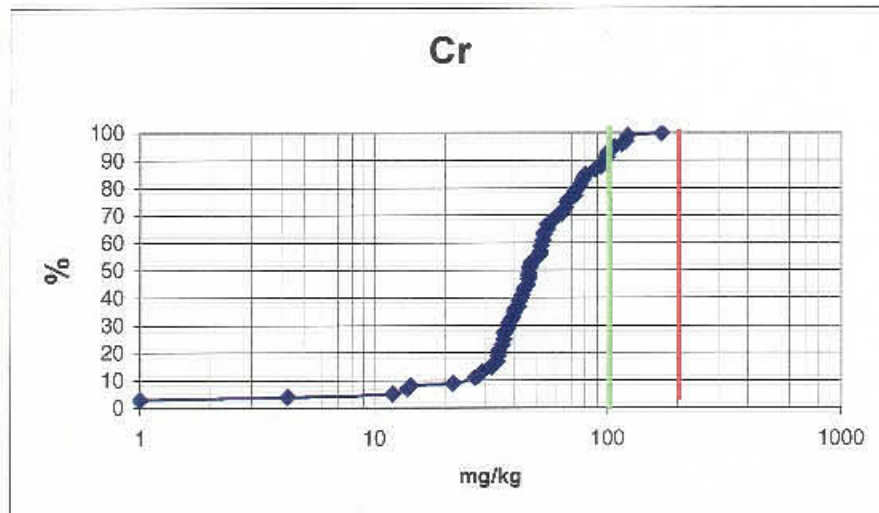
Sink (Zn): For sink er grensen for lekejord og byjord den samme. Ut i fra frekvensfordelingen i fig 7 er omtrent 63% av prøvene ligger innenfor grensen byjord/lekejord. Dette betyr at 37% av prøvene er forurenset og derav 10% sterkt forurenset.



Bly (Pb): Ut ifra frekvensfordelingen for sink i fig 8 er 58% av prøvene under grensen for byjord. Dette betyr at ca. 42% av prøvene er forurenset og derav 24% sterkt forurenset.



Nikkel (Ni): For nikkel er grensen for lekejord og byjord den samme. Ut ifra frekvensfordelingen for nikkel i fig 9 er 0-1% av prøvene forurenset, det vil si moderat forurenset, mens resten av prøvene ligger innenfor grenseverdien for byjord/lekejord.



**Krom (Cr):** For krom er grensen for lekejord og byjord den samme. Ut ifra frekvensfordelingen for nikkcl i fig 10 er 5% av prøvene forurenset, det vil si moderat forurenset, mens resten (95%) av prøvene ligger innenfor grenseverdien for byjord/lekejord.

#### Statistisk beskrivelse av vanndataene

Som tabellene under viser er det stor forskjell av metall-konsentrasjoner i de to avløpene. Gjennomsnittet av pH-verdiene varierer også fra 2,5 i nord til 6,7 i sør. Likevel viser en sammenligning med SFTs tilstandsklasser for klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann (SFT 97:04) at begge avløpene har metallkonsentrasjoner tilsvarende klasse V (Meget sterkt forurenset) for nesten alle metaller. Unntakene er medianen for Cr, Pb og Hg -utslipp i sør som tilsvarer klasse III (Markert forurenset), mens Hg -utslippet i nord tilsvarer klasse IV (Sterkt forurenset).

Tabell 8: Innhold av metaller i vannprøvene fra avløpørørene

Stoff	Median nord (µg/kg)	Median sør (µg/kg)	Grense for SFTs tilstandsklasse V
<b>Cd</b>	815	1	>0,4
<b>Cr</b>	<1000	<10	>50
<b>Cu</b>	59400	110	>6
<b>Hg</b>	<0,01	<0,01	>0,02
<b>Ni</b>	<2000	<20	>10
<b>Pb</b>	610	3	>5
<b>Zn</b>	330500	278	>100

Vannprøvene tatt på området viser at bortimot alle verdiene tilsvarer SFTs tilstandsklasse V. Disse verdiene gir heller ikke god representativitet for området, da det kun ble innsamlet seks prøver per avløp.

Det er verdt å merke seg at nedbørsfeltet er anslått til å være 0,5 km<sup>2</sup>. Da dette er kun er omtrentlig verdi, er det en viss usikkerhet ved beregninger av mengde sigevann og dermed spredning. Hele nedbørsfeltet er forsøkt beregnet, men det er ikke foretatt noen grundig feltanalyse. Figuren viser vegen som avskjærer dreneringsvegene. Det er uklart hvordan veggrøftene påvirker vannets bane, og om vannet vi har målt/analysert fra tomte i virkeligheten avspeiler vannmengdene fra det skisserte nedbørsfeltet.

### **Forenklet risikovurdering**

LNF-område er en kategori som brukes i kommuneplan- eller kommunedelplan-sammenheng. Slike Landbruk, Natur- og Friluftsområder omfatter dyrket mark, skog og annen utmark. Det er selvfølgelig lite realistisk med landbruk på dette området, og det er naturlig å tro at det ved en eventuell senere regulering av tomta vil ytterligere sikre den som rekreasjonsområde.

De utførte undersøkelsene ved Bynesveien 30 var vinklet i forhold til endret arealbruk fra industri til LNF-område. Undersøkelser av sjøsedimenter og marine organismer er derfor ikke utført. Nærliggende områder til tomta er etter all sannsynlighet forurenset som følge av spredning.

Virksomheten på området har med stor sannsynlighet forårsaket forurensing av sedimentene i sjøen utenfor. Vi vet at Killingdal Grubeselskap hadde tillatelse til dumping av 66 000 tonn avgangsmasse pr år. Hvis det tidligere har blitt gjort forsøk på opprydning av tomta kan malmrester ha blitt spredd til hele tomta. På grunn av partikkelstørrelsen vil disse restene fremdeles utsettes for oksidasjon. Deretter vil enkelte av tungmetallene kunne transporteres bort med vann som følge av endring av kjemisk tilstand.

De viktigste transportveier til det ytre miljø er idag:

- Transport av tungmetallholdig støv gjennom luft
- Utlekking av tungmetaller til sjøen
- Nedbørsinfiltrasjon

Slik tilstanden er idag vil selv normal bruk av området bidra til spredning. Dette ved at jord og støv virvles opp og spres som følge av menneskelige og naturlige mekanismer (erosjon).

### Spredning til sjøen

Tall for utlekking av tungmetaller til sjøen har blitt ut i fra vannprøver tatt i to avløp til sjøen. Området har et nedbørsfelt på omtrent 0,5 km<sup>2</sup>. Det er regnet med en nedbør på 0,873mm. Dette tallet er et gjennomsnitt av Meteorologisk institutts to nedbørnormaler for Trondheim (Meteorologisk institutt, 2003). På bakgrunn av dette er det regnet ut hvilke vannmengder som er i kontakt med tomta.

Det er flere usikkerheter knyttet til mengdeberegningene og det er gjort en del forenklinger og antagelser. Nedbørsfeltets utstrekning usikkert. Videre er da magasinering i løsmasser som grunnvann, og fordampning ikke vurdert i denne sammenheng.

Tallene ovenfor er beregnet ut i fra at alt vannet enten når sjøen gjennom utslippspunktet i nord, *eller* utslippspunktet i sør. I tillegg til utløpene i nord og sør har resten av regnvannet diffus spredning til sjøen. Verdiene i tabellen under kan derfor brukes som et øvre og nedre estimat på spredning til sjøen. Virkeligheten vil sansynligvis ligge nærmere det nedre enn det øvre estimatet. Verdier for Cr og Ni er ikke tatt med i tabellen da alle verdiene for disse stoffene ligger under deteksjonsgrensen.

Tabell 9: Tall for spredning

Stoff	Spredning nord, øvre estimat (kg/år)	Spredning sør, nedre estimat (kg/år)
Cd	357	0,43
Cu	25797	47,57
Hg	9,16	<4,36
Pb	271	2,18
Zn	141700	340

Da det er usannsynlig at alt vannet vil nå sjøen fra enten avløpet i nord eller sør er det utarbeidet tre estimater for spredning. I disse estimatene er det regnet med at hhv 90, 80 og 70% av nedbørsfeltet når sjøen gjennom avløpet i sør, mens resten renner ut i nord.

Tabell 10: Anslag for spredning

Stoff	Anslag 90:10 (kg/år)	Anslag 80:20 (kg/år)	Anslag 70:30 (kg/år)
Cd	36,4	71,35	107
Cu	2623	5180	7775
Pb	28,96	55,74	83
Zn	14477	28581	42768

### Forslag til tiltak:

#### *Forurensset grunn*

Trondheim kommune har utarbeidet et utkast til grenseverdier for innholdet av noen miljøgifter i jord og oppgravd masse i ulike arealbruk (Langedal 2003). De undersøkte arealene er foreslått regulert som LNF-område (LNF-område er en kategori som brukes i kommuneplan- eller kommunedelplan-sammenheng. Slike Landbruk, Natur- og Friluftsområder omfatter dyrket mark, skog og annen utmark). Basert på forurensnings-situasjonen i grunnen anbefales følgende tiltak:

- I forhold til reguleringsstatusen for området er innholdet av arsen, kobber og bly for høyt. Massene langs og rundt jernbanesporet (ca 800 m<sup>3</sup>) bør derfor fjernes og erstattes med rene masser.
- De forurensede massene anbefales deponert på Langøya, som er godkjent mottak for forurensede masser.
- Da tomten skal benyttes som et LNF-område bør det også stilles estetiske krav. Søppel i fjellhaller og utearealer bør fjernes.

#### *Spredning til havnebassenget*

Den forurensede grunnen på det undersøkte arealet er kilde for en betydelig spredning av arsen og metaller til havnebassenget (i sum flere tonn metaller pr år). Den pågående oppryddingen av havnebassenget bør derfor ta høyde for å stoppe denne åpenbare og viktige forurensningskilden. Hvis ikke de forurensede massene fjernes, må det forurensede vannet ledes bort og renses, før det slippes ut i havnebassenget.

### *Forlag til videre arbeid*

- Gjennomføre en miljøteknisk grunnundersøkelse på arealene for hele arealet
- Bestemme innholdet av organiske miljøgifter i utvalgte prøver
- Gjennomføre en mer detaljert undersøkelse for å fastslå spredning til til marine miljø.
- Invitere til samarbeid med arkitekter/landskapsarkitekter for tilrettelegging av arealet som LNF-område

### **Referanser:**

Bølviken B, 1973: Statistisk beskrivelse av geokjemiske data. NGU skrifter 285

Grini R.S., M. Langedal, Ottesen R.T., 1998 Miljøtekniske grunnundersøkelser: Beslutningsgrunnlag eller pene rapporter? Vann

Langedal, M., 2003: Forslag til grenseverdier i Trondheim Kommune. Notat Trondheim kommune

Manahan, S. E., 2000: Environmental Chemistry

Ottesen, R.T., Almklov, P.G., Tjihuis, L., 1995. Innhold av tungmetaller og organiske miljøgifter i overflatejord i Trondheim. Datarapport, Miljøavdelingen, Trondheim kommune, 130 sider.

Ottesen, R.T., Berge, D., Jensen, D.P., Lenes, G., Myhre, K, 1991 SFT, miljøtekniske grunnundersøkelser, veiledning, 720:1991

Ottesen, R.T., Bogen, J., Bølviken, B., Volden, T., Haugland, T. 2000:Geokjemisk atlas for Norge. NGU

Ottesen og medarbeidere, 2000:Forurenset grunn og sedimenter i Trondheim kommune; Datarapport . NGU-rapport 2000.115

NGI-publ Nr.7, Undervannsskred i Trondheims havneområde.

Forurensningsloven 13. mars 1981, <http://www.lovdatab.no>

[www.miljostatus.no](http://www.miljostatus.no), kjemikalier, kjemiske stoffer

[www.miljostatus.no](http://www.miljostatus.no), kjemikalier, lister, stofflisten

NGU, Gråsteinen 1999: Løsmassekart over Trondheim 5:99

Trondheim kommune: Bystyresak 02:10364

Trondheim kommune, Havnestyresak 42 og 51/1975



Oversikt kart over lokasjonen til A/S Killingdal Grubeselskab i Ilsvika i Trondheim



# OVERSIKTSKART

A/S Killingdal Grubeselskab, Bynesveien 30



Eiendomsgrenser for undersøkt område i Bynesveien 30



Eiendomsgrenser

Bynesveien 30

1:1 500



# Prøvepunkt

Bynesveien 30

1:1 500

- △ Vannprøver
- Jordprøver



1:1 000

# Arsen

Overflateprøver  
Bynesveien 30



# Arsen

Dype prøver  
Bynesveien 30



# Kadmium

Overflateprøver

Bynesveien 30



# Kadmium

Dype prøver

Bynesveien 30





**Kvikksølv**  
Overflateprøver  
Bynesveien 30



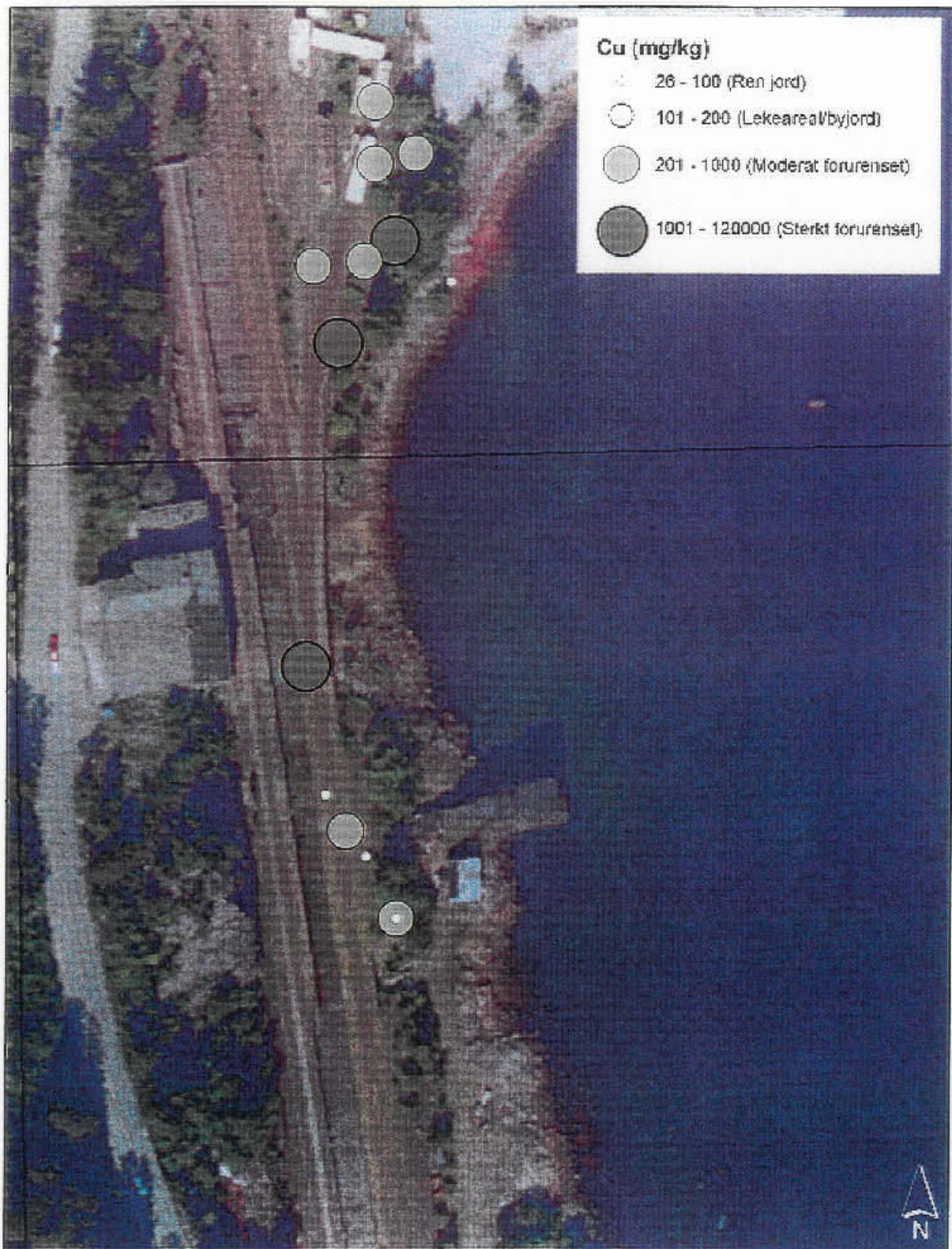
**Kvikksølv**  
Dype prøver  
Bynesveien 30



# Kobber

Overflateprøver  
Bynesveien 30

1:1 000



# Kobber

Dype prøver

Bynesveien 30

1:1 000



**Sink**  
Overflateprøver  
Bynesveien 30

1:1 000



**Sink**  
Dype prøver  
Bynesveien 30

1:1 000



**Bly**  
Overflateprøver  
Bynesveien 30



**Bly**  
Dype prøver  
Bynesveien 30





# Nikkel

Overflateprøver  
Bynesveien 30



**Nikkel**  
Dype prøver  
Bynesveien 30

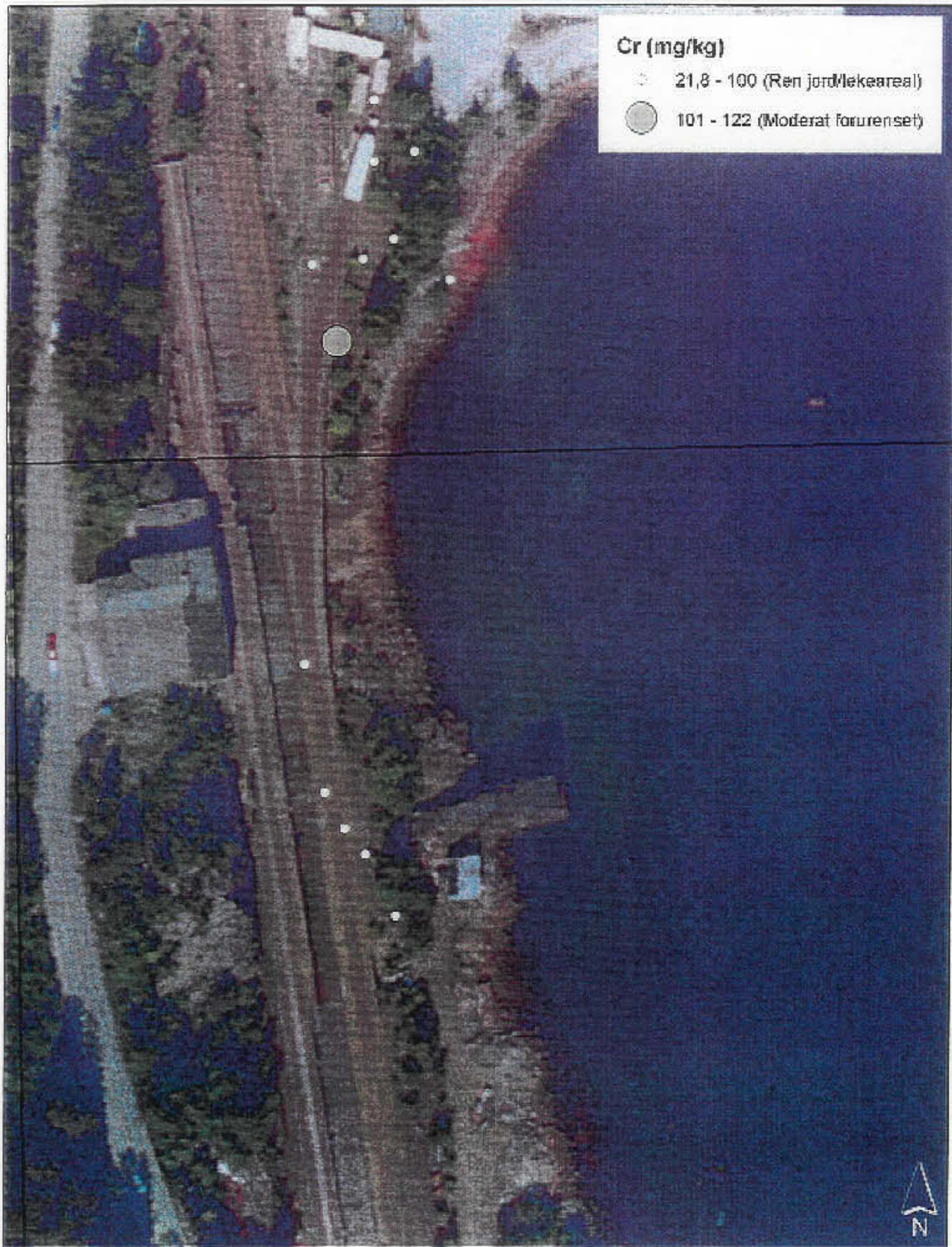
1:1 000



1:1 000

# Krom

Overflateprøver  
Bynesveien 30



# Krom

Dype prøver  
Bynesveien 30