

NGU-rapport 88.200

Grunnundersøkelser ved Borregaard
Ind.Ltd's kloralkalifabrikk og
Opsund deponi.

Kartlegging av innholdet av kvikksølv
og andre tungmetaller i industriavfall
og sedimenter på Opsund deponi.

Prosjekt nr. 42.2487.15



NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE

NGUPostboks 3006 - Lade
7002 Trondheim
Tlf. (07) 92 16 11
Telefax (07) 92 16 20**RAPPORT**

Rapport nr. 88.200	ISSN 0800-3416	ÅPEN/Fortrolig XX	
Tittel: Grunnundersøkelser ved Borregaard Ind. Ltd's kloralkalifabrikk og Opsund deponi. Kartlegging av innholdet av kvikksølv og andre tungmetaller i industriavfall og sedimenter på Opsund deponi.			
Forfatter: Tore Volden, Rolf Tore Ottesen Frank Berge		Oppdragsgiver: Borregaard Ind. Ltd.	
Fylke: Østfold		Kommune: Sarpsborg	
Kartbladnavn (M. 1:250 000)		Kartbladnr. og -navn (M. 1:50 000) 1913-1 Sarpsborg	
Forekomstens navn og koordinater:		Sidetall: 24	Pris:
		Kartbilag: 13	
Feltarbeid utført: mai-juni	Rapportdato: 01.03.1989	Prosjektnr.: 42.2487.15	Seksjonssjef:
Sammendrag: Resultatene av kjemisk analyse av industriavfall og naturlige sedimenter på Opsund deponi blir presentert.			
Emneord	Deponi	Tungmetaller	
	Geokjemi	Kvikksølv	

INNHold:

INNLEDNING

MÅL

PRØVETAKING

PRØVEBEHANDLING OG ANALYSEMETODER

MENGDEBEREGNING

RESULTATER

REFERANSER

KARTBILAG

- 88.200-01 Prøvenummer
- 02 Hg-innhold på 6 meters dyp
- 03 Hg-innhold på 10 meters dyp
- 04 Hg-innhold over fjell
- 05 Cu-innhold på 6 meters dyp
- 06 Cu-innhold på 10 meters dyp
- 07 Cu-innhold over fjell
- 08 Zn-innhold på 6 meters dyp
- 09 Zn-innhold på 10 meters dyp
- 10 Zn-innhold over fjell
- 11 Pb-innhold på 6 meters dyp
- 12 Pb-innhold på 10 meters dyp
- 13 Pb-innhold over fjell

INNLEDNING

Borregaard Ind. Ltd. sendte 10.12.1987 ut en pressemelding om bedriftens kvikksølvutslipp. Meldingen viste et kvikksølvutslipp på ca. 130 tonn siden kloralkalifabrikken ble satt i drift i 1949. Omtrent 70 tonn kvikksølv ansees tapt til vann og ca. 15 tonn er deponert som slamavfall på bedriftens avfallsplass på Opsund. Resterende del er sluppet ut til luft eller fulgt produktene.

Statens forurensningstilsyn (SFT) påla i brev av 16.12.1987 Borregaard Ind. Ltd. å utføre grunnundersøkelser ved bedriftens kloralkalifabrikk og på Opsund.

Den 23.12.1987 ble det avholdt et møte på NGU hvor adm.dir. Egil M. Ullebø ved Borregaard Ind. Ltd. muntlig ba NGU utarbeid et program for grunnundersøkelsen ved kloralkalifabrikken og på Opsund deponi. NGU påtok seg oppdraget.

En rammeplan for undersøkelsene ble levert til Borregaard 14.01.1988. Planen ble oversendt til SFT den 15.01.1988 for godkjenning. SFT leverte sine kommentarer og krav til endringer av planen i brev av 07.03.1988.

En revidert rammeplan ble levert 17.03.1988 (NGU-rapport 88.063). 25. april 1988 fremmet NGU detaljerte planer for undersøkelsene (NGU-rapport 88.094).

Undersøkelsene er delt opp i 18 delprosjekter:

- 2487.00.42 Grunnundersøkelse ved Borregaard Ind. Ltds kloralkalifabrikk og Opsund deponi.
- 2487.01.32 Kartlegging av fjelltopografien under løsmassene ved kloralkalifabrikken.
- 2487.02.52 Løsmassestratigrafi og hydrogeologi (kloralkalifabrikken).
- 2487.03.52 Hg-innhold i grunnvann (kloralkalifabrikken).
- 2487.04.42 Hg-innhold i berggrunnen.
- 2487.05.42 Kartlegging av Hg-innholdet i grunnen rundt kloralkalifabrikken.
- 2487.06.42 Kartlegging av Hg-innholdet i grunnen under kloralkalifabrikken.
- 2487.07.42 Kartlegging av Hg-innhold i grunnen langs kloakk og utløpsledninger.
- 2487.08.42 Bestemme avdamping av hg fra grunnen.
- 2487.09.42 Hg-innhold i bygningsmassen.
- 2487.10.42 Naturlig Hg-innhold i løsmasser fra Østfold.
- 2487.11.32 Kartlegging av fjelltopografien under løsmassene på Opsund.
- 2487.12.52 Løsmassestratigrafi og hydrogeologi (Opsund).
- 2487.13.52 Overvåking og prøvetaking av grunnvann (Opsund).
- 2487.14.42 Kartlegging av Hg-innhold i overflatevann.
- 2487.15.42 Kartlegging av Hg-innhold i industriavfall og sedimenter (Opsund).
- 2487.16.42 Hg-innhold i sedimentkjerner fra Glomma.
- 2487.17.41 Kjemiske analyser.

Denne rapporten inneholder resultatene fra delprosjekt nr. 42.2487.15:
Kartlegging av Hg-innhold i industriavfall og sedimenter på Opsund deponi.

NÆRMERE OM OPSUND DEPONI

Oppfyllingen av Opsund avfallsdeponi har pågått siden 1907. Fyllingen er lagt opp i en kunstig avsnørt bakevje i Glomma. Bakevjen (Lambrechts dam) er nå helt gjennfylt. I 1987 hadde fyllingen et overflateareal på ca. 70 dekar og et volum på ca. 0.5 mill. m³ løst lagret avfallsmateriale. Det har ikke skjedd annen komprimering enn det transportkjøretøyer og naturlige setninger har forårsaket (Fig. 1).

Deponiet på Opsund er sammensatt av både organisk og minerogent materiale (Tabell 1). Det minerogene avfallet inneholder betydelige mengder finstoff.

Avfallsdeponering har skjedd fra øst mot vest og er delvis deponert tørt og delvis i bakevjen. Historisk utvikling av fyllingen kan iakttas på flybildene angitt i Tabell 2.

MÅL

Målet for undersøkelsene er å:

- kartlegge innholdet av kvikksølv og andre tungmetaller i industriavfall og sedimenter i Opsund deponi

Hensikten med undersøkelsen er å:

- skaffe et overslag over kvikksølvkonsentrasjonene og innhold av andre tungmetaller i deponiet
- skaffe en oversikt over grunnstoffenes romlige fordeling og mengde i deponiet
- vurdere fremtidig forurensningsfare/potensiale

PRØVETAKING

En plan for prøvetaking ble utarbeidet basert på resultater fra sonderingsboringene (NGU-rapport 88.204). Prøvetaking ble konsentrert om følgende nivå i løsmassene:

- overflatejord

- løsmasser på 6 meters dyp
- grunnvannsførende lag i bunnen av deponiet, ca. 10 meters dyp
- grunnvannsførende lag på større dyp
- løsmasser over fjell

Tilsammen er det tatt 194 prøver.

Prøvene er dels tatt med en Nemek borrerigg, en Borros-rigg med ramprøvetaker og dels med en Pioner bormaskin med gjennomstrømningsprøvetaker. Prøvetakingsutstyr ble grundig rengjort mellom hver prøvetaking (Fig. 2).

Prøvelokalitetene er vist i kartbilag 1. Prøvene ble overført til diffusjonstett emballasje og oppbevart på kjølelager inntil kjemisk analyse ble utført. Før kjemisk analyse ble prøvene randomisert.

PRØVEBEHANDLING OG ANALYSEMETODER

Før prøvebehandling og analysering ble prøvene randomisert.

Kvikksølv

For ikke å risikere at kvikksølv forsvant, ble det veiet inn 2g direkte fra plastposene til analyse. Det ble forsøkt å ta ut en så representativ prøve som mulig. Samtidig ble det veiet inn 5g for bestemmelse av fuktighet. Dette materialet ble tørket ved 105°C i 18 timer og kontrollveid etter ytterligere en time.

Kvikksølvbestemmelsene er utført med atom absorpsjonspektrofotometri med MHS-1 hydrid system. Prosedyren er beskrevet av Kuldvere og Andreassen (1979).

2 g prøve ble veid inn i en 250ml kolbe og tilsatt 10ml syreblanding (2 volumdeler konsentrert HNO_3 og 3 volumdeler konsentrert H_2SO_4). Kolbene ble oppbevart ved romtemperatur natten over. Deretter ble kolbene plassert i kokende vannbad i 24 timer. Kolbene ble så varmet til 155°C på en kokeplate inntil nitrogenoksyd gassene nesten forsvant (ca. 2 timer). Prøvene ble så fjernet fra varmeplaten og tilsatt 3-4 dråper 5% kaliumpermanganat-løsning. Hvis den rosa fargen til KMnO_4 besto, ble prøvene ansett for å være oppsluttet. Hvis ikke, ble de satt tilbake på varmeplaten og konsentrert HNO_3 tilsatt dråpevis inntil fargen i prøveblandingen lysnet. De oppsluttede prøver ble fortynnet med 15ml vann og filtrert til plastflasker. Deretter ble målekolbene vasket 3 ganger med vann tilsatt 1 dråpe 5% kaliumpermanganat-løsning og vaskevannet filtrert over i de samme plastflasker. Plastflaskene ble fylt til 50 ml merket med vann og blandet godt. Det ble påsett at KMnO_4 -fargen vedble. Av den ferdige slutt-løsningen ble passe mengder overført til MHS-1 reaksjon-kar og fortynnet med vann til

20ml. Reaksjonskaret ble så koblet til MHS-1 systemet og analysen fullført.

Forøvrig vises til A. Kuldvere og B.Th. Andreassen, Atomic Abs. Newsletter, Vol. 18, No 5, 1979, side 106, og til A. Kuldvere, Analyst, Vol. 197,1982, side 179.

Andre tungmetaller

1.0 g materiale ble behandlet med 5 ml HNO₃ 1:1 i 3 timer med 110°C. Oppløsningen ble fortynnet til 20.3 ml og sentrifugert. Den klare løsningen ble oppbevart på små plastflasker, og senere analysert.

Ved hjelp av ICAP-metoden (Inductively coupled argon plasma spectrometry) ble det syreløselig innholdet av 29 grunnstoffer bestemt. Analyseinstrumentet er et plasmaspktrometer med betegnelsen Jarrell-Ash 975 ICAP Atom Comp. (Ødegård 1983).

Følsomhetsgrensen for kadmium er 1 ppm, en rekke prøver har lavere innhold enn 1 ppm. Dette fører til at statistisk bearbeiding og mengdeberegning for kadmium er usikre.

Hovedelementer

Al (aluminium)	Mg (magnesium)	P (fosfor)
Ca (kalsium)	Mn (mangan)	Si (silisium)
Fe (jern)	Na (natrium)	Ti (titan)
K (kalium)		

Sporelementer

Ag (sølv)	Cr (krom)	Pb (bly)
B (bor)	Cu (kopper)	Sc (scandium)
Ba (barium)	La (lantlan)	Sr (strontium)
Be (beryllium)	Li (lithium)	V (vanadium)
Cd (kadmium)	Mo (molybden)	Zn (sink)
Cd (cerium)	Ni (nikkel)	Zr (zirkonium)

MENGDEBEREGNING

Ved mengdeberegning er det benyttet et malmberegningsprogram som tar hensyn til den observerte inhomogene fordeling av tungmetaller i deponiet både vertikalt og horisontalt.

Erfaringsmessig vil tallene fra mengdeberegningene være noe underestimerte.

RESULTATER

Resultatene er vist i tabellene 3-7, figurene 3-6 og kartbilagene 1-13.

Disse data viser:

- Den geografiske fordeling av tungmetaller i Opsund deponi er vist i kartbilagene 2-13.
- Gjennomsnittlig innhold av tungmetaller i deponiet er vist i tabell 6. Særlig er deponiet anrikt på kvikksølv, kobber, sink og bly.
- I eldste deler av deponiet er innholdet av kvikksølv og bly høyere enn i de yngre deler av fyllingen (Fig. 1 og 2). I enkelte lokaliteter fra den eldste del av deponiet har kvikksølvet trengt helt til fjell.
- Det grunnvannsførende dype gruslag har lavt innhold av tungmetaller (Tabell 8).
- Det er beregnet at deponiet inneholder 6-7 tonn kvikksølv, ca. 310 tonn kobber, ca. 1450 tonn sink, ca. 390 tonn bly og ca. 15 tonn kadmium.

REFERANSER

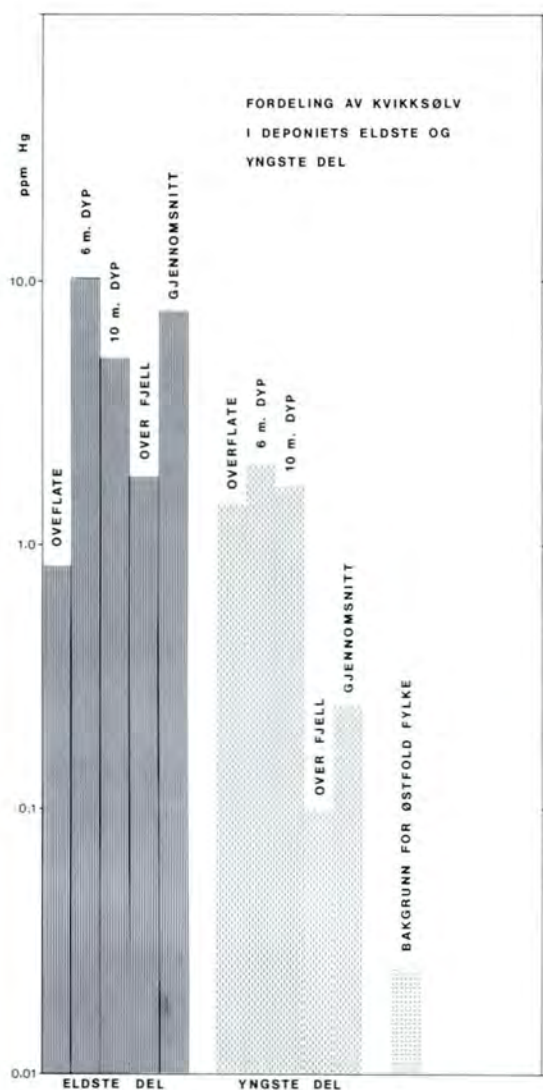
- Kuldvere, A., 1982: Apparent and real reducing ability of polypropylene in cold-vapour atomic-absorption spectrophotometric determinations of mercury. *The Analyst, The Analytical Journal of The Royal Society of Chemistry*, Feb. 1982, p. 179-184.
- Kuldvere, A. and Andreassen, B. Th., 1979: Determination of mercury in seaweed by atomic absorption spectrophotometry using the Perkin-Elmer MHS-1. *Atomic Absorption Newsletter*, Vol. 18 nr. 5, Sept./Oct. 1979, p. 106-110.
- Ottesen, R.T., Faye, G., Malme, B. og Rønning, J.S., 1988: Plan for grunnundersøkelser ved Borregaard Ind. Lts kloralkalifabrikk og Opsund deponi. NGU-rapport 88.063, 21 s.
- Ottesen, R.T., Faye, G., Malme, B. og Rønning, J.S., 1988: Grunnundersøkelser ved Borregaard Ind. Lts kloralkalifabrikk og Opsund deponi. Detaljplaner. NGU-rapport 88.094, 45 s.



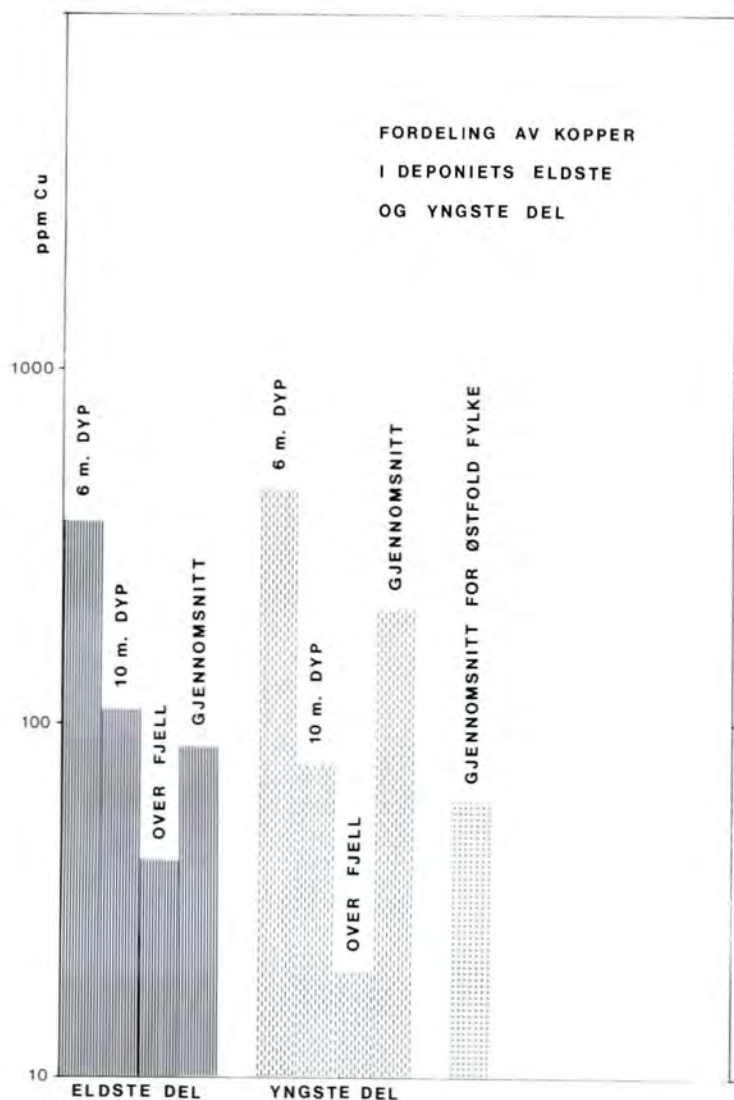
Figur 1. Opsund deponi.



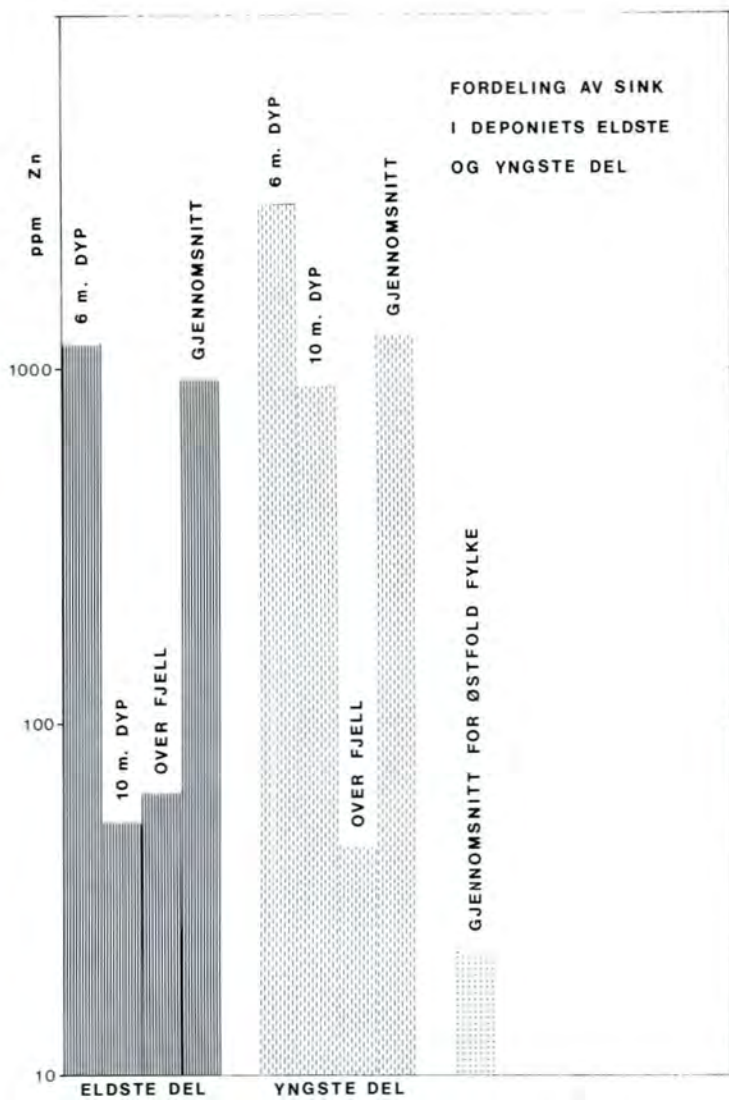
Figur 2. Prøvetaking av industriavfall og naturlige sedimenter på Opsund deponi.



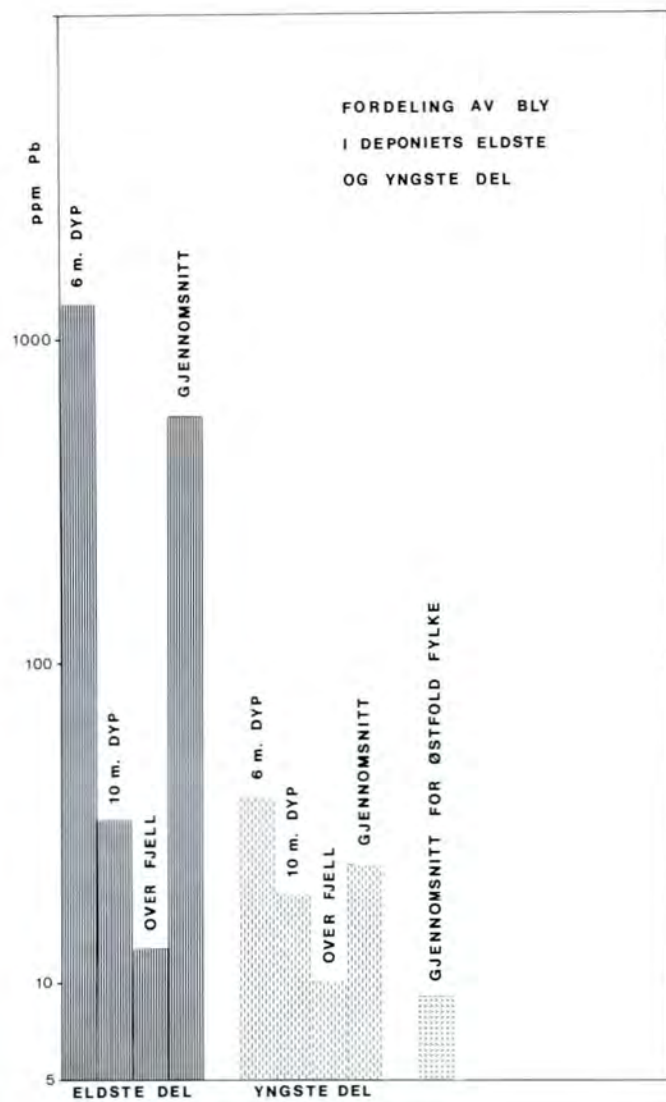
Figur 3. Fordeling av kvikksølv i deponiets eldste og yngste del.



Figur 4. Fordeling av kobber i deponiets eldste og yngste del.



Figur 5. Fordeling av sink i deponiets eldste og yngste del.



Figur 6. Fordeling av bly i deponiets eldste og yngste del.

TABELL 1. Viktigste materialtyper som er deponert på Opsund. Opplysningene er gitt av Borregaard Ind. Ltd. i notat av 16.12.1988.

Materialtyper:

-
- Rene gravemasser som stein, grus og leire.
 - Bark og annet treavfall.
 - Mursteins- og betongavfall.
 - Papir- og takpappavfall.
 - Avfall av isolasjonsmaterialer (minerale, kork, isopor).
 - Avfall av jern, stål, ståltråd og wire.
 - Wireduk og filt.
 - Avfall av kalkstein og klaksteinsgrus.
 - Avfall fra fremstilling av kalsiumhypokloritt.
 - Avfall fra vanillinfabrikken.
 - Oppsop fra svovelsyrefabrikken og Melløs (kisavbrann).
 - Slagg fra kullfyring.
 - Kisaske fra tidligere svovelkistrøsting.
 - Bly- og sinkholdig skrap.
 - Sur "kabel" fra Rayonfabrikken.
 - Avfall fra elektriske kabler.
 - Kvikksølvholdig slam og eventuelt kvikksølvholdig skrot (før 1975).
 - Diverse tomemballasje, fat, malingrester og kjemikalierester.
 - Brukte grafittanoder med spor av kvikksølv (før 1970).
 - Ligninrester fra avlutforedling.
 - Vrakrester og rengjøringsavfall fra PVAC-fabrikken.
 - Asbest og asbestholdig materiale.
-

TABELL 2. Oversikt over flybilder som dekker Opsund deponi tatt til ulike tidspunkt i perioden 1947 til 1982.

År	Bilde nr.	Serie	Firma
1947	K9	741-262	Fjellanger-Widerøe
1963	Q7	1430	- " -
1978	B12	5922	- " -
1982	A08	7217	- " -
1987	C1	9272	- " -

TABELL 3. Reproduserbarhet av Hg-konsentrasjoner bestemt ved ny innvekt og analyse av 28 prøver.

Prøve nr.	ppm Hg i tørr prøve	Prøve nr.	ppm Hg i tørr prøve
12005	0.026	12040	0.059
12005D	0.334	12040D	0.052
12010	0.022	12045	0.009
12010D	0.023	12045D	0.009
12015	0.025	12050	0.020
12015D	0.015	12050D	0.026
12020	0.055	12055	0.006
12020D	0.036	12055D	0.005
12025	0.037	12060	0.014
12025D	0.027	12060D	0.014
12030	3.708	12065	0.040
12030D	4.627	12065D	0.043
12035	0.016		
12035D	0.011		

TABELL 4. Tungmetallinnhold i prøver av industriavfall og naturlige sedimenter på og rundt Opsund deponi.

HULL 1

Dyp	Hg	Cu	Zn	Pb	Cd	Prøvetype
5m	0.093	19.9	56.2	12.9	<1	Naturlige sedimenter
6m	0.017	17.2	60.0	11.5	<1	- " -
15m	0.009	20.2	39.5	8.6	<1	- " -
15m	0.009	21.3	40.0	6.0	<1	- " -

HULL 3

Dyp	Hg	Cu	Zn	Pb	Cd	Prøvetype
2m	0.016	13.1	35.4	12.1	<1	Naturlige sedim.
3m	0.019	21.4	69.6	13.0	<1	- " -
3m	0.016	21.9	70.3	18.2	<1	- " -

0-DEX 4

Dyp	Hg	Cu	Zn	Pb	Cd	Prøvetype
0.1m	0.560					
3m	0.059	116.2	364.0	26.3	1.3	Fylling
6m	0.017	26.2	1500.0	20.5	<1	Fylling
9m	0.006	13.7	30.8	7.5	<1	Naturlige sed.
12m	0.025	19.4	57.5	5.1	<1	- " -
15m	0.019	20.5	70.9	12.0	<1	- " -
17.5m	0.007	16.5	40.9	6.5	<1	- " -
19.2m	0.017	25.4	64.7	16.6	<1	- " -

0-DEX 5

Dyp	Hg	Cu	Zn	Pb	Cd	Prøvetype
0.1m	0.753					
3m	0.321	2600	13100	445	36.0	Fylling
6m	0.040	545	4400	58.4	9.2	- " -
9m	0.009	41.3	266.8	13.5	1.0	- " -
12m	0.013	54.0	183.4	12.9	<1	Naturl.sed.
15m	0.019	24.7	84.2	13.0	<1	- " -
18m	0.011	24.0	80.7	7.1	<1	- " -
21m	0.015	50.1	209.0	8.9	<1	- " -
24m	0.011	19.8	65.0	11.0	<1	- " -
27m	0.008	18.1	43.7	6.9	<1	- " -
30m	0.016	18.2	45.3	<5	<1	- " -
33m	0.014	19.7	45.2	9.2	<1	- " -
36m	0.006	19.4	39.0	6.6	<1	- " -
39m	0.007	18.5	42.5	11.5	<1	- " -
42m	0.339	18.0	43.3	6.8	<1	- " -

0-DEX 6

Dyp	Hg	Cu	Zn	Pb	Cd	Prøvetype
3m	0.018	40.7	88.0	13.6	<1	Naturl.sedim.
6m	0.021	25.7	82.2	17.9	<1	- " -
9m	0.007	15.4	40.4	12.1	<1	- " -
12m	0.003	15.9	29.9	8.0	<1	- " -

0-DEX 8

Dyp	Hg	Cu	Zn	Pb	Cd	Prøvetype
0.1m	0.222					
3m	21.198	21.0	288.9	11.5	<1	Fylling
6m	13.173	323.7	157.1	59.5	<1	- " -
9m	0.991	83.7	84.2	22.2	<1	- " -
12m	0.270	36.2	55.1	7.0	1.0	Naturlige sedim.
15m	0.024	19.7	34.2	<5	<1	- " -
18m	0.044	19.1	37.2	5.5	<1	- " -
21m	0.012	21.1	47.3	5.6	<1	- " -
24m	0.026	22.7	35.0	5.4	<1	- " -
27m	0.010	18.7	39.8	6.0	<1	- " -
30m	0.012	19.4	49.9	9.2	<1	- " -
33m	0.009	18.1	39.5	9.0	<1	- " -
36m	0.009	16.3	37.2	9.7	<1	- " -
39m	0.012	21.0	43.9	10.8	<1	- " -
42m	0.018	26.0	52.5	9.8	<1	- " -
45m	0.012	24.6	55.8	10.6	<1	- " -
48m	0.022	26.8	60.5	10.6	<1	- " -

0-DEX 26

Dyp	Hg	Cu	Zn	Pb	Cd	Prøvetype
3m	0.024	24.0	72.4	11.1	<1	Naturlige sedim.
6m	0.047	17.0	50.2	19.6	<1	- " -
9m	0.021	21.5	52.8	10.1	<1	- " -
12m	0.020	19.6	48.7	12.4	<1	- " -
15m	0.008	18.0	38.2	11.0	<1	- " -
18m	0.006	17.7	41.8	11.1	<1	- " -

1501	Hg	Cu	Zn	Pb	Cd	Prøvetype
0.1m	0.093	38.0	338.4	24.2	<1	Fyllmasser
1.5m	0.118	42.3	251.7	39.8	<1	- " -
3.7m	0.034	26.3	127.4	24.7	<1	Naturlige sedim.

1504	Hg	Cu	Zn	Pb	Cd	Prøvetype
0.1m	0.115	27.1	74.8	45.8	<1	Fyllmasser
3.2m	0.037	25.0	81.7	11.9	<1	Naturlige sedim.

1506	Hg	Cu	Zn	Pb	Cd	Prøvetype
22.5	0.016	18.0	36.9	<5	<1	Naturlige sedim.

1507

Dyp	Hg	Cu	Zn	Pb	Cd	Prøvetype
6m	0.036	41.8	132.8	25.2	<1	Naturlige sedim.
10m	0.040	87.7	271.5	21.5	<1	- " -
16m	0.009	21.2	32.5	8.0	<1	- " -

1508

Dyp	Hg	Cu	Zn	Pb	Cd	Prøvetype
6m	0.139	3400	5500	200.1	24.5	Fylling
10m	0.022	87.0	333.0	17.0	1.0	- " -
14m	0.021	42.7	127.7	14.0	<1	Naturlige sedim.

1509

Dyp	Hg	Cu	Zn	Pb	Cd	Prøvetype
3.5m	0.143	53.7	94.5	101.7	<1	Fylling
5.5m	0.155	48.8	140.0	37.0	1.0	- " -
7m	0.044	467.1	1600	41.5	4.0	- " -
10m	0.029	25.4	69.8	14.6	<1	Naturlige sedim.
10m	0.013	19.3	48.2	5.9	<1	- " -
21.5m	0.024	25.5	67.6	13.1	<1	- " -

1510

Dyp	Hg	Cu	Zn	Pb	Cd	Prøvetype
1.5m	0.680	35.6	75.9	29.9	<1	Fylling
3.5m	1.374	117.6	162.9	6900	<1	- " -

1511

Dyp	Hg	Cu	Zn	Pb	Cd	Prøvetype
6m	9.060	333.6	586.8	916.4	2.8	Fylling
9.5m	0.039	31.8	94.7	18.6	<1	Naturlige sedim.
21.6m	0.316	12.6	34.4	8.4	<1	- " -

1512

Dyp	Hg	Cu	Zn	Pb	Cd	Prøvetype
3.5m	1.590	44.0	356.7	84.7	2.6	Fylling
7.0m	0.098	26.6	84.9	21.6	<1	Naturlige sedim.
21.2m	0.043	34.2	123.0	16.2	<1	- " -

1513

Dyp	Hg	Cu	Zn	Pb	Cd	Prøvetype
6m	0.620	2000	8300	383.2	26.4	Fylling

1514

Dyp	Hg	Cu	Zn	Pb	Cd	Prøvetype
6m	3.708	417.2	595.1	11600	5.6	Fylling
6.5m	7.520	88.6	245.7	164.8	1.1	- " -
8.5m	10.210	81.6	223.5	129.8	<1	- " -
9.5m	10.483	201.7	385.7	117.7	<1	- " -
12m	0.774	205.9	798.6	138.4	2.5	- " -
13m	0.171	61.8	146.5	33.1	<1	Naturlige sedim.
26.4m	0.394	31.9	86.9	16.0	<1	- " -

1515

Dyp	Hg	Cu	Zn	Pb	Cd	Prøvetype
6m	0.050	28.0	66.0	14.4	<1	Fylling
10m	0.015	19.8	46.7	8.5	<1	Naturlige sedim.
19.7m	0.021	19.6	47.0	5.8	<1	- " -

1516

Dyp	Hg	Cu	Zn	Pb	Cd	Prøvetype
6m	12.351	3100	20700	157.9	266.0	Fylling
10m	0.013	19.8	41.5	8.5	<1	Naturlige sedim.

1517

Dyp	Hg	Cu	Zn	Pb	Cd	Prøvetype
6m	3.340	136.0	166.1	17.7	2.8	Fylling
10m	15.023	138.2	245.3	52.5	89.9	- " -
31.9m	0.038	25.6	65.3	9.8	<1	Naturlige sedim.

1518

Dyp	Hg	Cu	Zn	Pb	Cd	Prøvetype
6m	0.389	39.2	125.6	29.9	<1	Fylling
10m	0.050	23.6	81.8	21.8	<1	Naturlige sedim.
12m	0.022	21.8	55.8	<5	<1	- " -
24.9m	0.054	24.1	82.1	17.5	<1	- " -

1519

Dyp	Hg	Cu	Zn	Pb	Cd	Prøvetype
6m	0.009	12.8	181.5	14.9	<2	Fylling
10m	0.028	31.2	99.8	10.8	<1	Naturlige sedim.

1520

Dyp	Hg	Cu	Zn	Pb	Cd	Prøvetype
8m	0.039	153.7	1300	30.0	2.6	Fylling

1522

Dyp	Hg	Cu	Zn	Pb	Cd	Prøvetype
6m	0.766	70.7	116.5	26.0	<1	Fylling
9m	0.295	83.2	461.6	293.2	<2	- " -

1523

Dyp	Hg	Cu	Zn	Pb	Cd	Prøvetype
6m	0.098	604.7	247.9	56.9	<1	Fylling
10m	1.972	471.4	647.8	321.9	1.2	- " -

1525

Dyp	Hg	Cu	Zn	Pb	Cd	
6m	0.189	29.6	121.5	16.8	<1	Fylling
10m	0.048	134.8	4400	31.2	1.8	- " -
17m	0.014	16.0	40.7	8.0	<1	Naturlige sedim.

1526

Dyp	Hg	Cu	Zn	Pb	Cd	
6m	0.071	253.2	501.3	40.1	1.4	Fylling
10m	0.035	167.9	1900	17.1	7.7	- " -

1527

Dyp	Hg	Cu	Zn	Pb	Cd	
6m	0.058	28.1	69.6	10.4	<1	Naturlige sedim./fylling
10m	0.572	41.5	112.2	28.1	<1	- " - - " -

1528

Dyp	Hg	Cu	Zn	Pb	Cd	Prøvetype
6m	3.197	221.2	498.3	91.6	1.1	Fylling
10m	3.398	29.9	88.9	21.0	<1	- " - /Nat.sedim.

1529

Dyp	Hg	Cu	Zn	Pb	Cd	Prøvetype
6m	136.856	471.4	647.8	321.9	1.2	Fylling
10m	27.67	78.1	454.4	16.1	<1	- " -

1530

Dyp	Hg	Cu	Zn	Pb	Cd	Prøvetype
6m	3.310	640.1	2500	105.8	<1	Fylling
10m	0.104	31.3	90.3	20.1	<1	Naturlig sedim.
12m	0.106	24.5	39.8	5.3	<1	- " -
12m(R)	0.058	24.0	41.0	15.4	<1	- " -
14.3m	16.548	175.7	95.6	17.3	<1	Fylling/Nat.sedim.

1531

Dyp	Hg	Cu	Zn	Pb	Cd	Prøvetype
6m	1.408	62.9	89.6	47.4	<1	Fylling
8m	32.657	327.2	295.9	81.3	<1	- " -
12m	0.511	34.1	76.8	16.9	<1	Naturlige sedim.

1532

Dyp	Hg	Cu	Zn	Pb	Cd	Prøvetype
6m	0.347	42.0	98.8	24.6	<1	Naturlige sedim.
10m	0.236	36.3	119.6	22.7	<1	- " -

1533

Dyp	Hg	Cu	Zn	Pb	Cd	Prøvetype
6m	0.105	123.0	512.8	86.9	<1	Fylling
10m	0.017	19.7	61.8	<5	<1	Naturlige sedim.
17m	0.018	22.7	54.2	14.3	<1	- " -

1534

Dyp	Hg	Cu	Zn	Pb	Cd	Prøvetype
6m	0.037	30.1	71.6	11.8	<1	Naturlige sedim.
10m	0.318	31.1	96.2	19.0	<1	- " -

1535

Dyp	Hg	Cu	Zn	Pb	Cd	Prøvetype
6m	0.055	1200	1500	67.1	3.3	Fylling
10m	0.025	138.9	129.5	27.5	<1	Naturlige sedim.

1536

Dyp	Hg	Cu	Zn	Pb	Cd	Prøvetype
6m	0.013	17.0	47.0	12.4	<1	Naturlige sedim.
10m	0.011	23.6	40.9	<5	<1	- " -

1537

Dyp	Hg	Cu	Zn	Pb	Cd	Prøvetype
6m	0.029	34.2	81.6	17.4	<1	Naturlige sedim.
10m	0.398	45.3	90.3	13.0	<1	- " -
11m	0.015	23.3	51.1	<5	<1	- " -
35.3m	0.017	27.8	43.1	106.6	<1	- " -

1538

Dyp	Hg	Cu	Zn	Pb	Cd	Prøvetype
6m	0.035	43.0	93.0	17.9	<1	Naturlige sedim.
10m	0.029	38.1	93.7	21.5	<1	- " -

1539

Dyp	Hg	Cu	Zn	Pb	Cd	Prøvetype
6m	0.036	63.1	136.7	27.8	<1	Naturlige sedim.
10m	0.044	116.5	201.4	18.3	<1	- " -
27m	0.014	32.9	48.0	8.8	<1	- " -

1540

Dyp	Hg	Cu	Zn	Pb	Cd	Prøvetype
6m	0.549	495.7	375.0	170.2	<1	Fylling
10m	0.042	211.7	2600	27.9	2.2	- " -

1541

Dyp	Hg	Cu	Zn	Pb	Cd	Prøvetype
6m	0.027	37.9	94.1	9.8	<1	Naturlige sedim.
10m	0.030	74.1	186.9	44.1	<1	- " -

1542

Dyp	Hg	Cu	Zn	Pb	Cd	Prøvetype
4.5m	0.371	20.9	95.2	23.2	<1	Fylling/Nat.sedim.

1543

Dyp	Hg	Cu	Zn	Pb	Cd	Prøvetype
6m	0.020	28.3	74.6	12.4	<1	Naturlige sedim.
10m	0.023	31.2	142.4	20.1	<1	- " -
21.3	0.012	19.4	36.9	7.9	<1	- " -

1545

Dyp	Hg	Cu	Zn	Pb	Cd	Prøvetype
6m	0.039	43.2	98.5	25.6	<1	Naturlige sedim.
10m	0.051	31.0	83.6	15.9	<1	- " -

TABELL 5. Kvikksølvinnhold i overflateprøver fra Opsund.

Prøve nr.	Tørket ved 105°C % vekttap	Hg-innhold i tørr prøve Hg ppm
1	49.08	7.9
2	60.26	16.0
3	66.78	3.73
4	73.60	1.73
5	25.02	0.24
6	24.00	0.08
7	19.40	0.06
8	65.16	3.1
9	65.42	2.5
10	67.86	2.3
11	48.50	0.33
12	67.80	4.0
13	56.98	1.0
14	52.48	3.7
15	73.52	4.1
16	70.72	3.5
17	82.28	76.0
18	79.08	7.2
19	60.78	3.1
20	64.32	1.9
21	62.46	1.4
22	63.94	1.6
23	61.64	0.86
24	71.96	0.52
25	67.02	0.79
26	27.26	1.8
27	75.22	2.0
28	51.02	0.18
29	24.14	0.06
30	17.99	0.04
02	39.94	2.198
04	23.91	0.560
05	21.02	0.753
07	69.89	1.282
08	13.35	0.222
012	23.99	0.178
013	66.41	0.438
014	44.52	0.299
018	29.22	0.079
025	22.52	3.588

TABELL 6. Gjennomsnittlig innhold av tungmetaller i industriavfall fra Opsund deponi og normalinnhold av tungmetaller i naturlige sedimenter fra Østfold.

Grunnstoff	Opsund deponi (ppm)	Østfold (ppm)
Kvikksølv	6.4	0.03
Kobber	330	16
Sink	1613	26
Bly	366	9
Nikkel	30	10
Kobolt	23	5.5
Vanadium	47	21
Molybden	13	1.2
Krøm	55	0.5
Barium	123	64
Strontium	44	18

TABELL 7. Gjennomsnittlig innhold i ppm av tungmetaller fra 9 prøver av løsmasser i det undre grunnvannsførende gruslag under Opsund deponi.

Grunnstoff	Konsentrasjon (ppm)
Kvikksølv	0.04
Kobber	24
Sink	71
Bly	8.6
Kadmium	<1

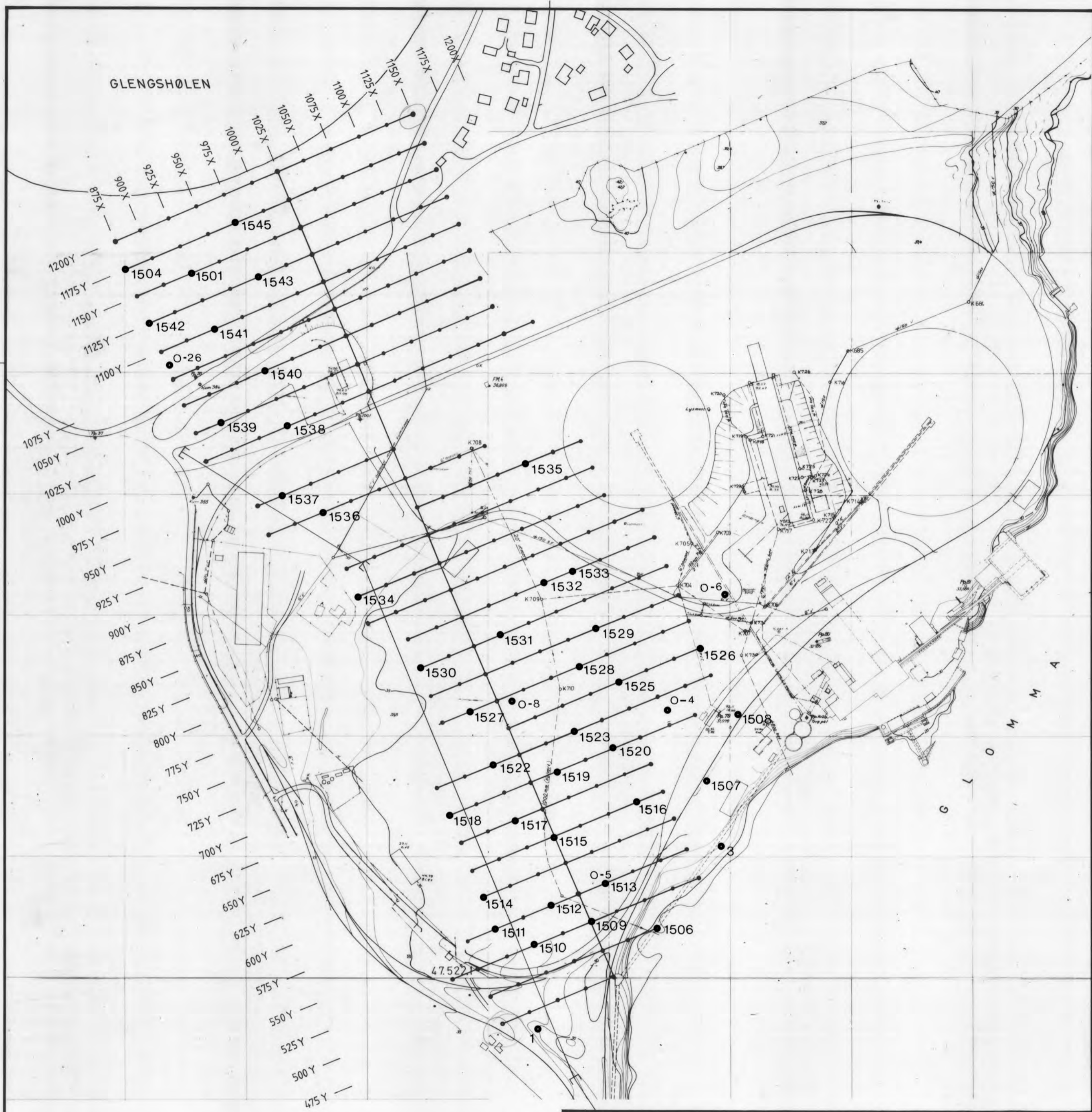
Ref.: NGU-rapport 88.200.

Figur 3. Fordeling av kvikksølv i deponiets eldste og yngste del.

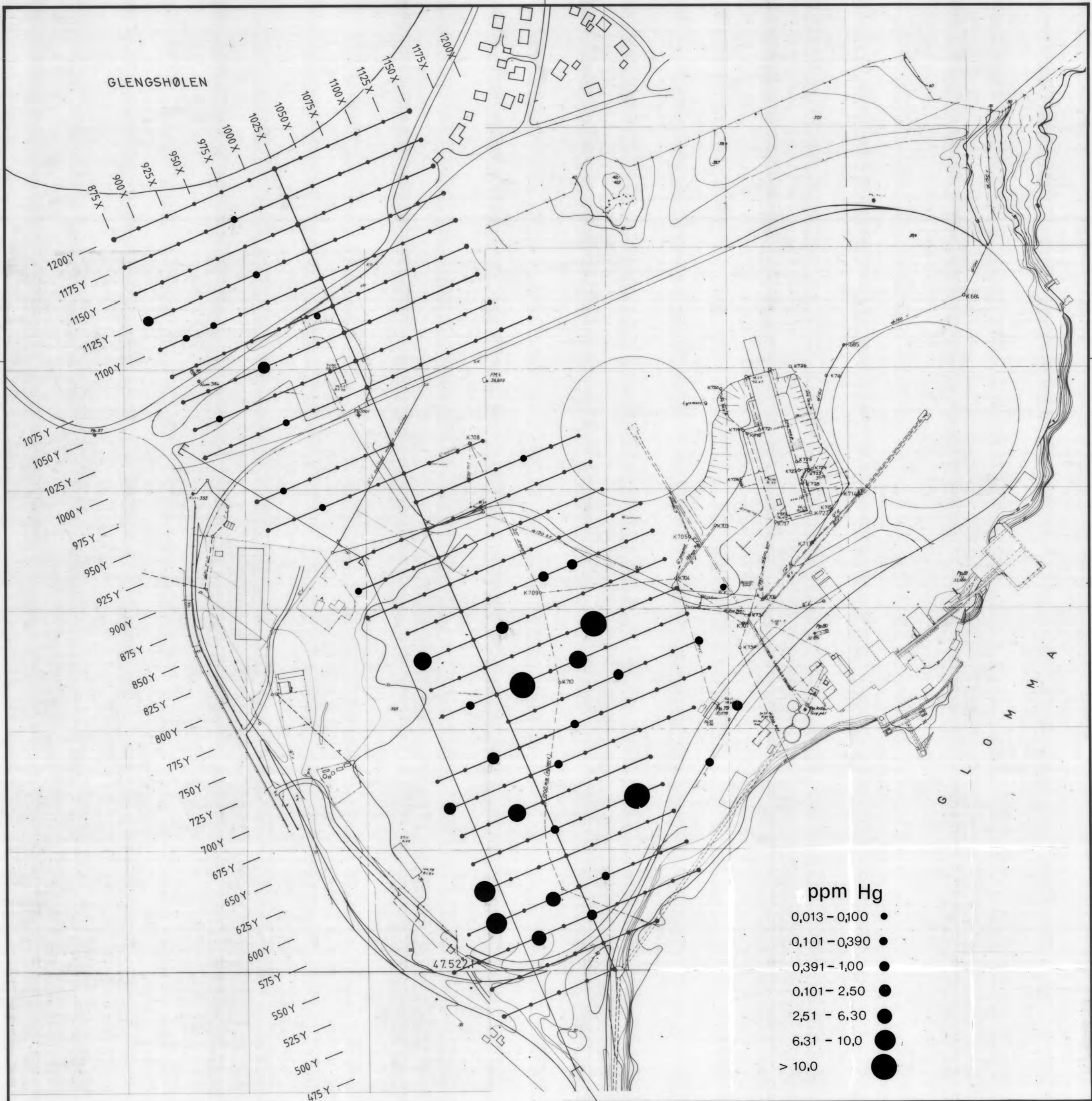
Figur 4. Fordeling av bly i deponiets eldste og yngste del.

Figur 5. Fordeling av kobber i deponiets eldste og yngste del.

Figur 6. Fordeling av sink i deponiets eldste og yngste del.



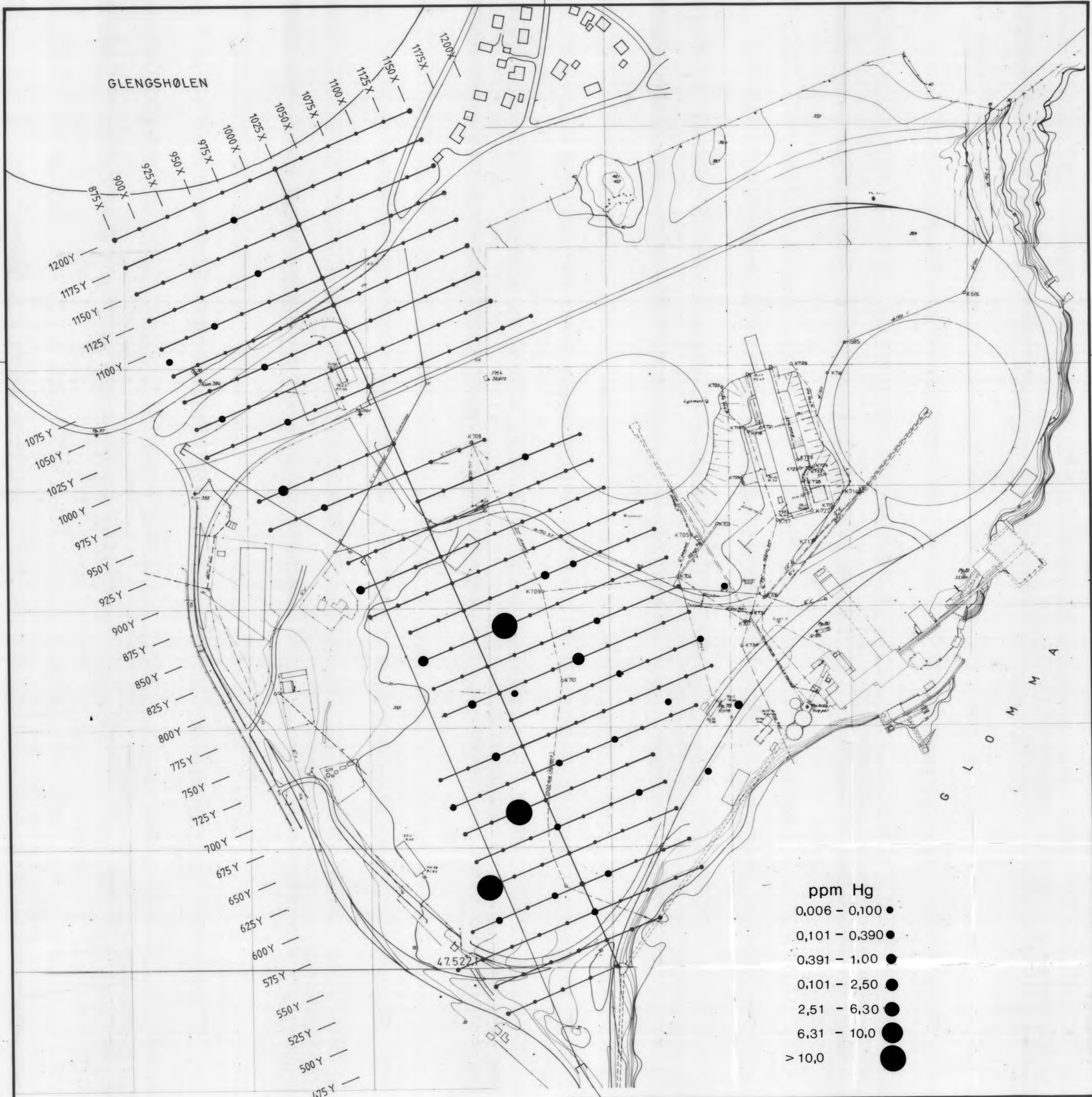
BORREGAARD IND. LTD. PRØVENUMMER OPSUND DEPONI SARPSBORG, ØSTFOLD	MÅLESTOKK	MÅLT	
	1: 2500	TEGN	
		TRAC	
		KFR.	
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TEGNING NR 88.200 - 01	KARTBLAD NR. 1913 I	



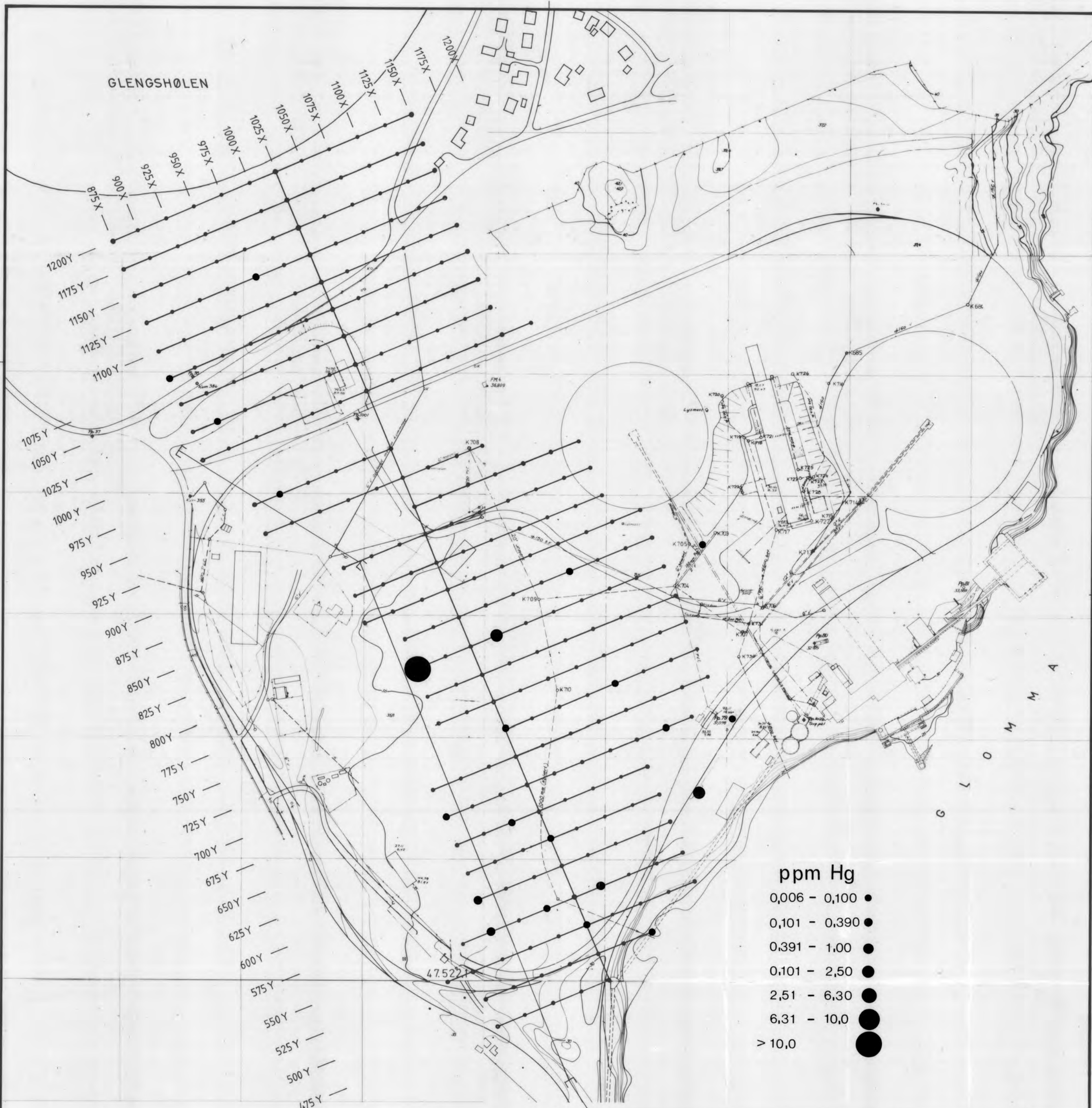
- ppm Hg
- 0,013 - 0,100 ●
 - 0,101 - 0,390 ●
 - 0,391 - 1,00 ●
 - 1,01 - 2,50 ●
 - 2,51 - 6,30 ●
 - 6,31 - 10,0 ●
 - > 10,0 ●

BORREGAARD IND. LTD. LØSMASSE . 6m. DYP OPSUND DEPONI SARPSBORG, ØSTFOLD	MÅLESTOKK	MÅLT J.G/T.L	MARS-88
	1:2500	TEGN T.L	
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TEGNING NR	KARTBLAD NR.	
	88.200-02	1913 I	

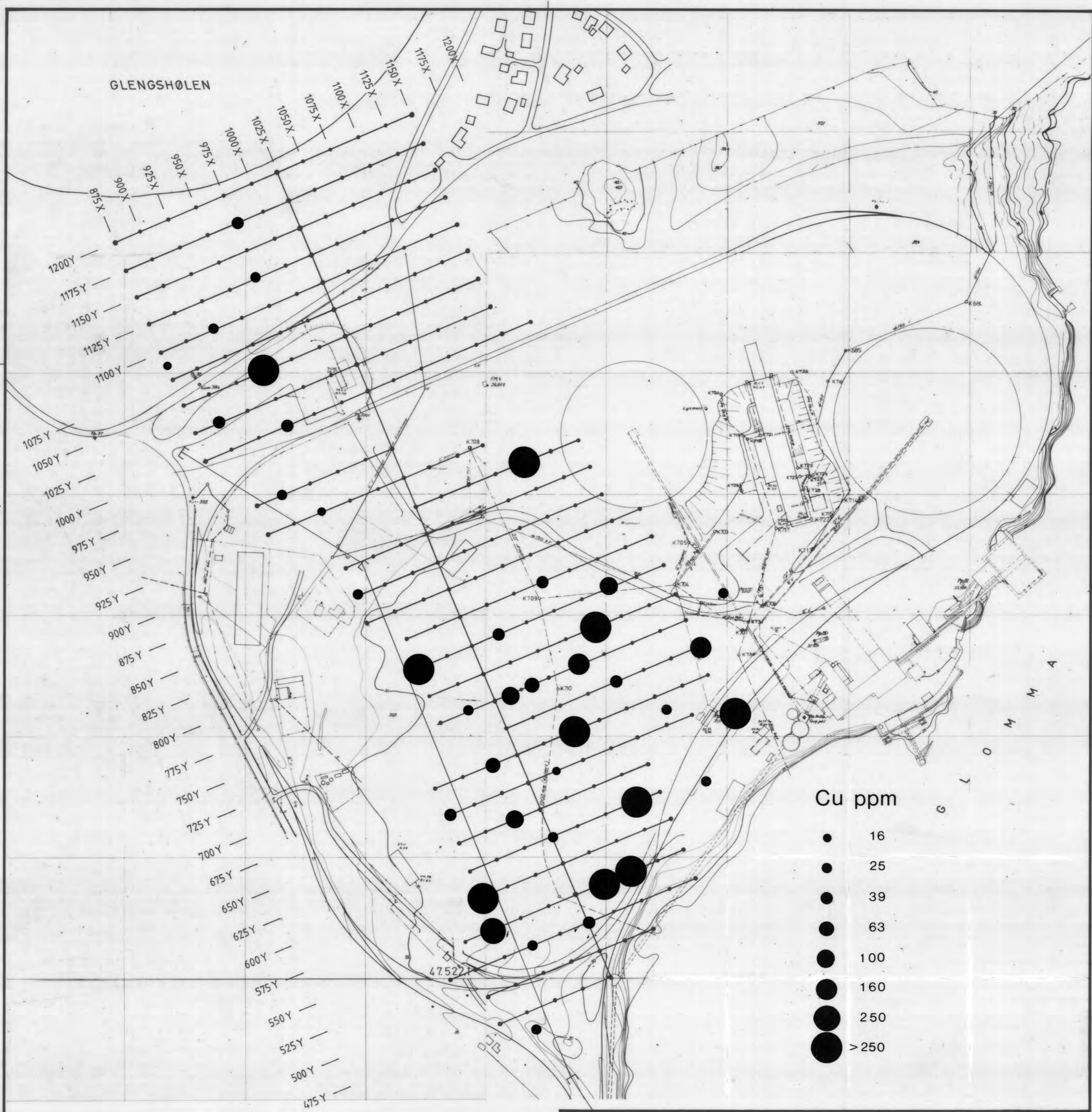
Hg



BORREGAARD IND. LTD. LØSMASSE . 10m. DYP OPSUND DEPONI SARPSBORG, ØSTFOLD	MÅLESTOKK 1:2500	MÅLT J.G/T.L	MARS-88
		TEGN T.L	APRIL-88
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TEGNING NR 88.200-03	TRAC	
		KFR.	
		KARTBLAD NR.	1913 I



BORREGAARD IND. LTD. LØSMASSE OVER FJELL OPSUND DEPONI SARPSBORG, ØSTFOLD	MÅLESTOKK 1:2500	MARS-88 -88
	Hg	TEGN TRAC KFR.
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TEGNING NR 88.200 - 04	KARTBLAD NR. 1913 I



BORREGAARD IND. LTD.
LØSMASSE. 6m. DYP
 OPSUND DEPONI
 SARPSBORG, ØSTFOLD

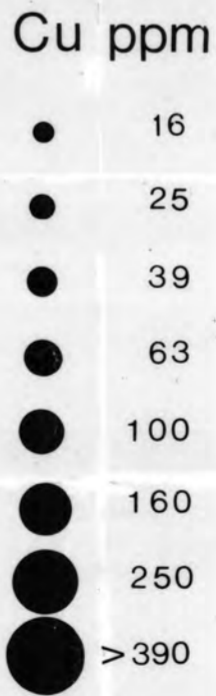
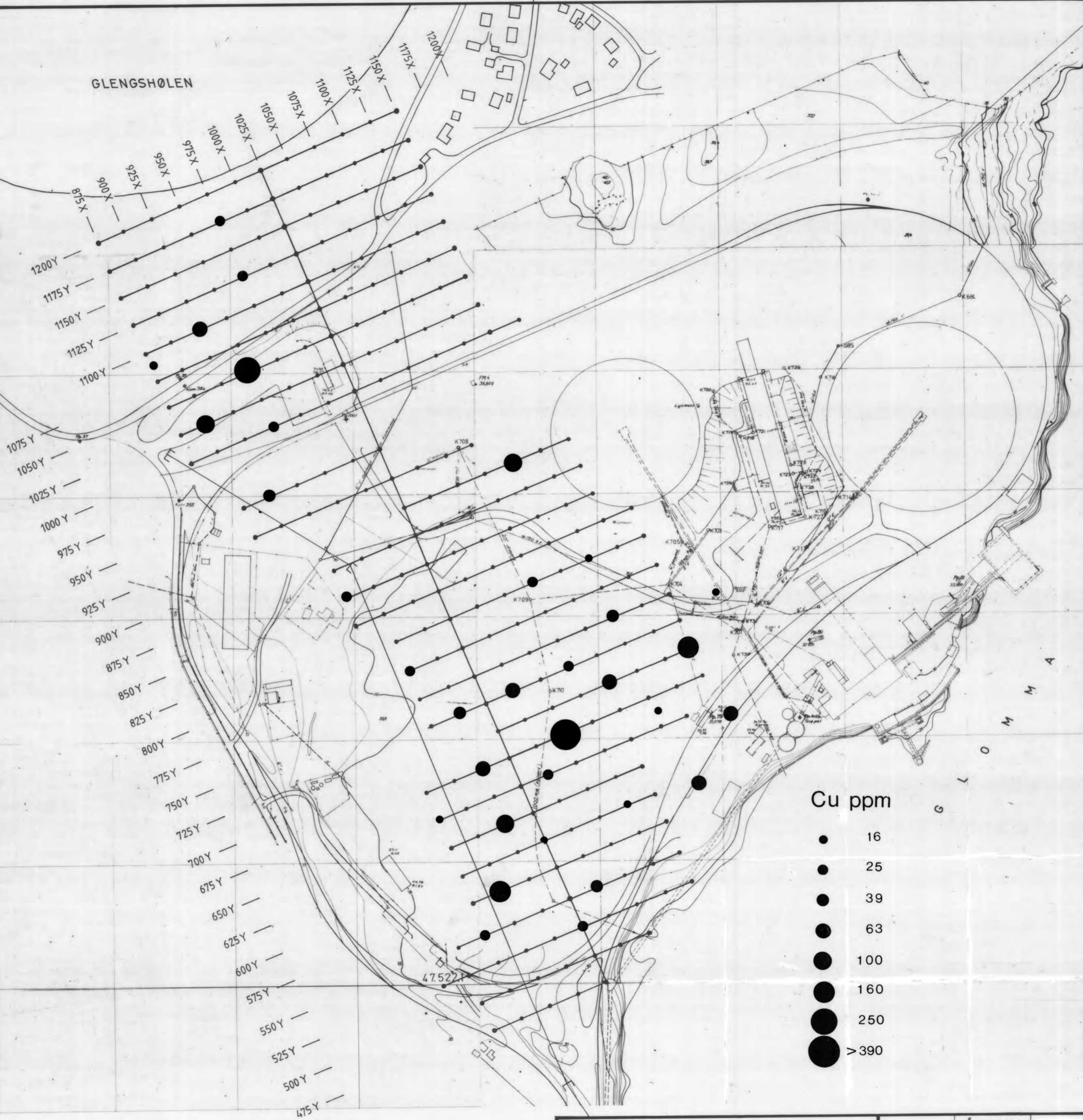
MÅLESTOKK 1:2500	MÅLT J.G/T.L	MARS-88
	TEGN T.L	APRIL-88
	TRAC	
	KFR.	

Cu

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
 TRONDHEIM

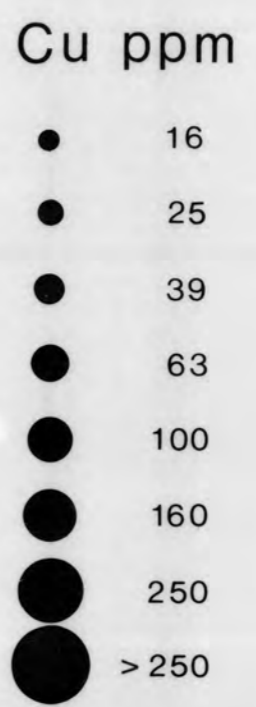
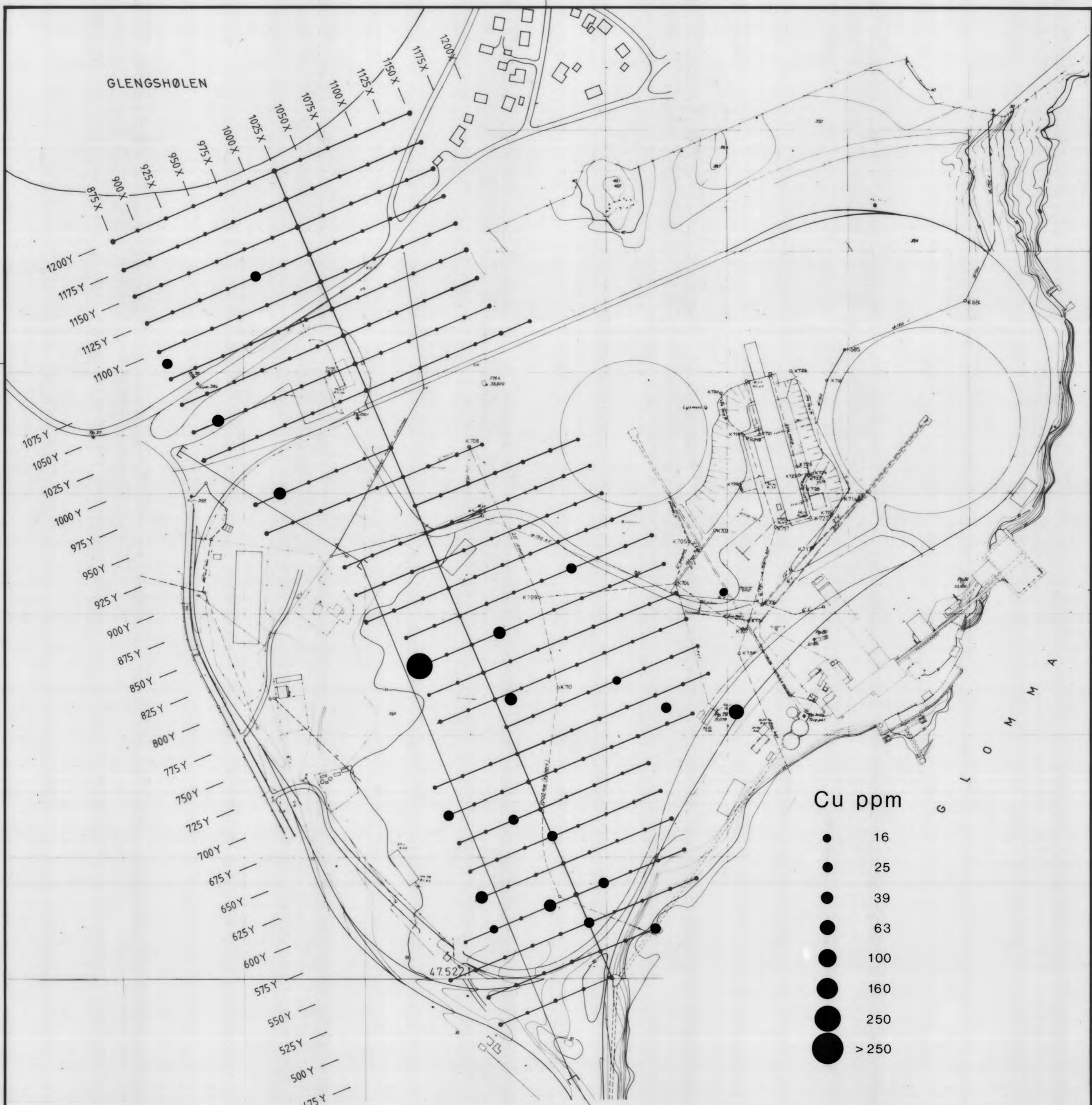
TEGNING NR 88.200-05	KARTBLAD NR. 1913 I
-------------------------	------------------------

GLENGSHØLEN



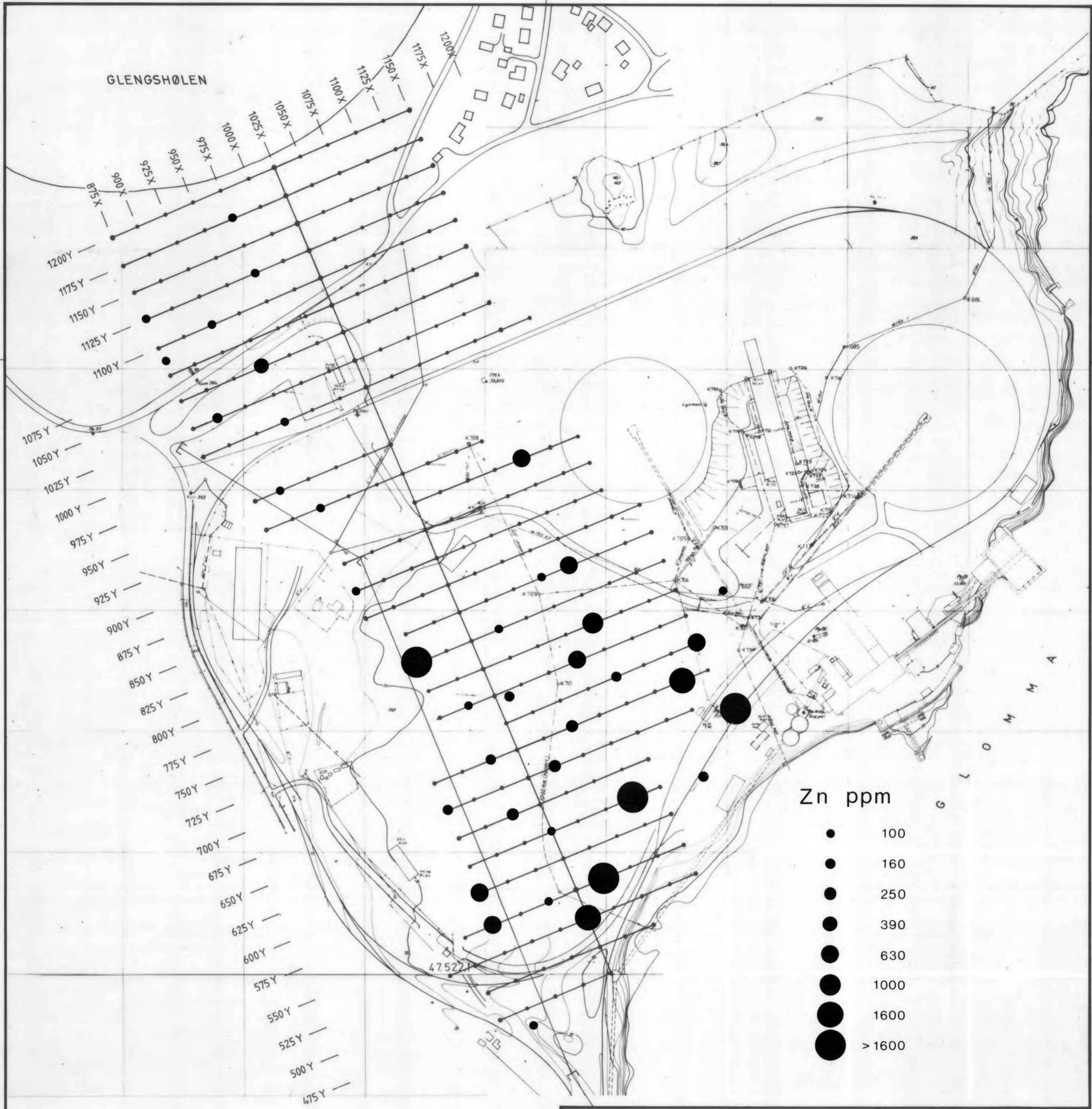
BORREGAARD IND. LTD. LØSMASSE. 10m. DYP OPSUND DEPONI SARPSBORG, ØSTFOLD	MÅLESTOKK 1:2500	MÅLT J.G/T.L. TEGN T.L. TRAC KFR.
	NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TEGNING NR 88.200-06

Cu

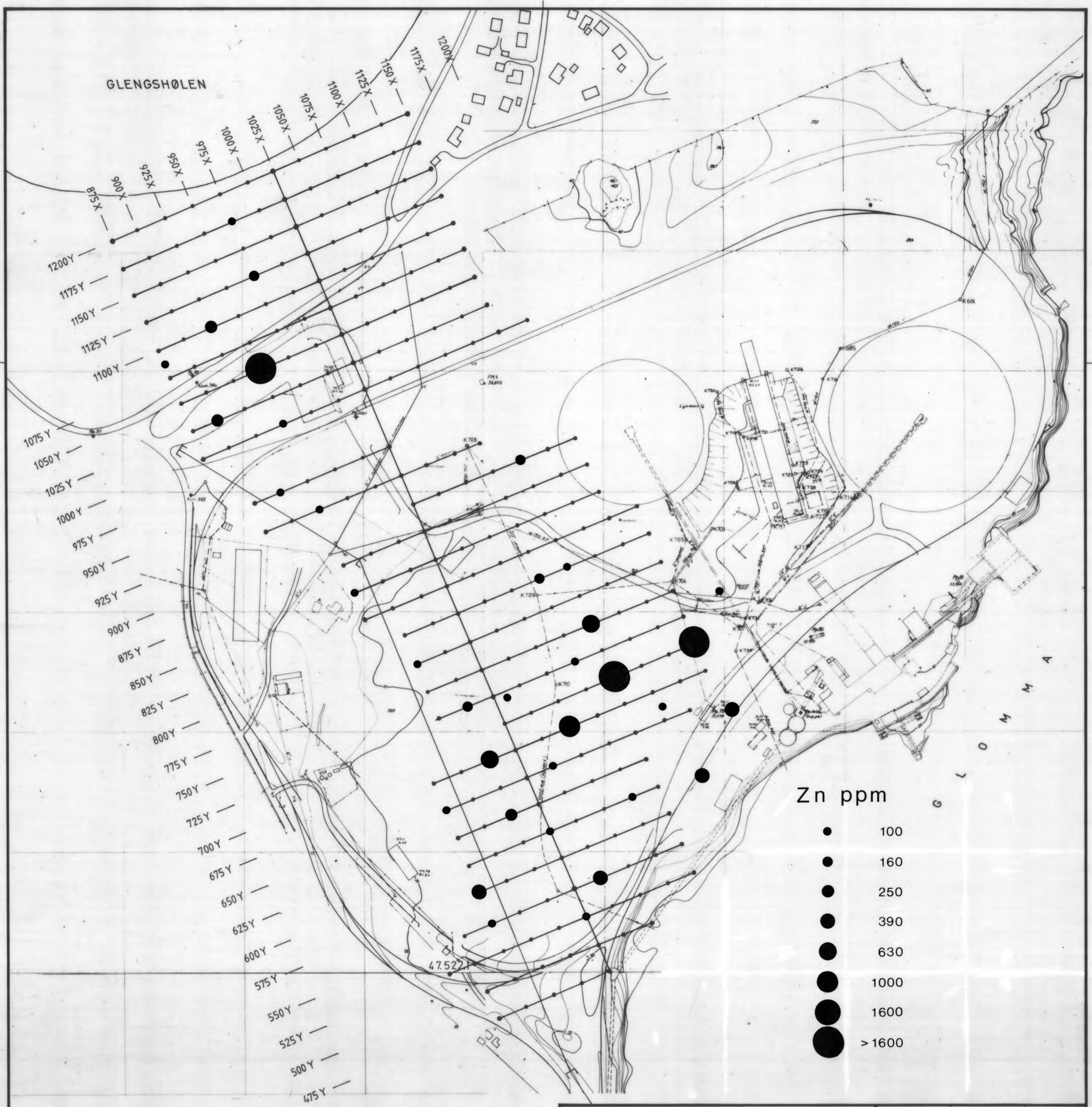


BORREGAARD IND. LTD. LØSMASSE OVER FJELL OPSUND DEPONI SARPSBORG, ØSTFOLD	MÅLESTOKK 1:2500	MÅLT J.G./T.L	MARS-88
		TEGN T.L	APRIL-88
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TEGNING NR 88.200-07	KFR.	
		KARTBLAD NR. 1913 I	

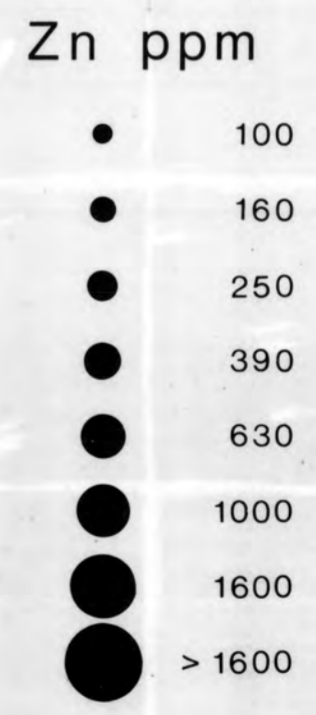
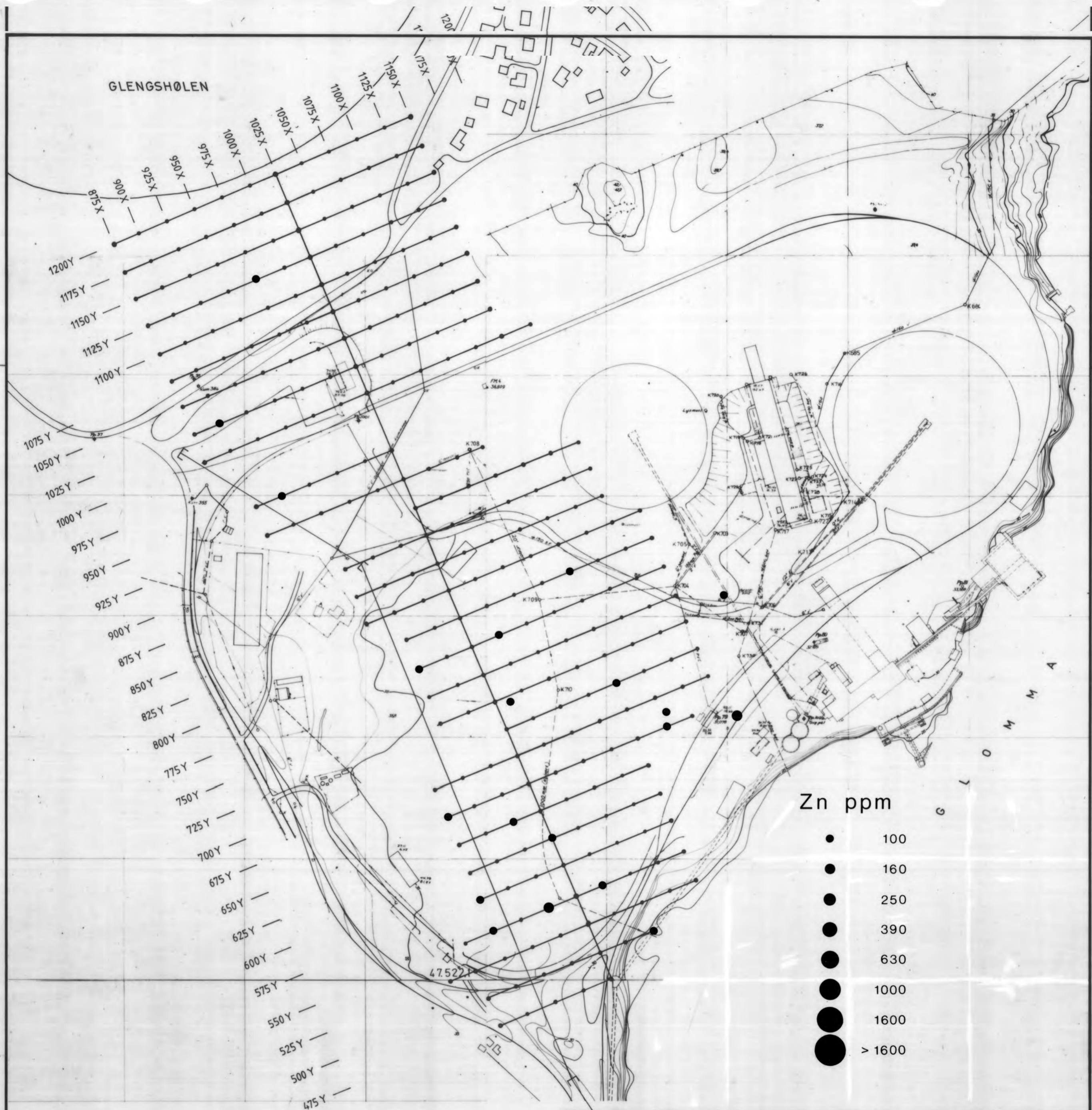
Cu



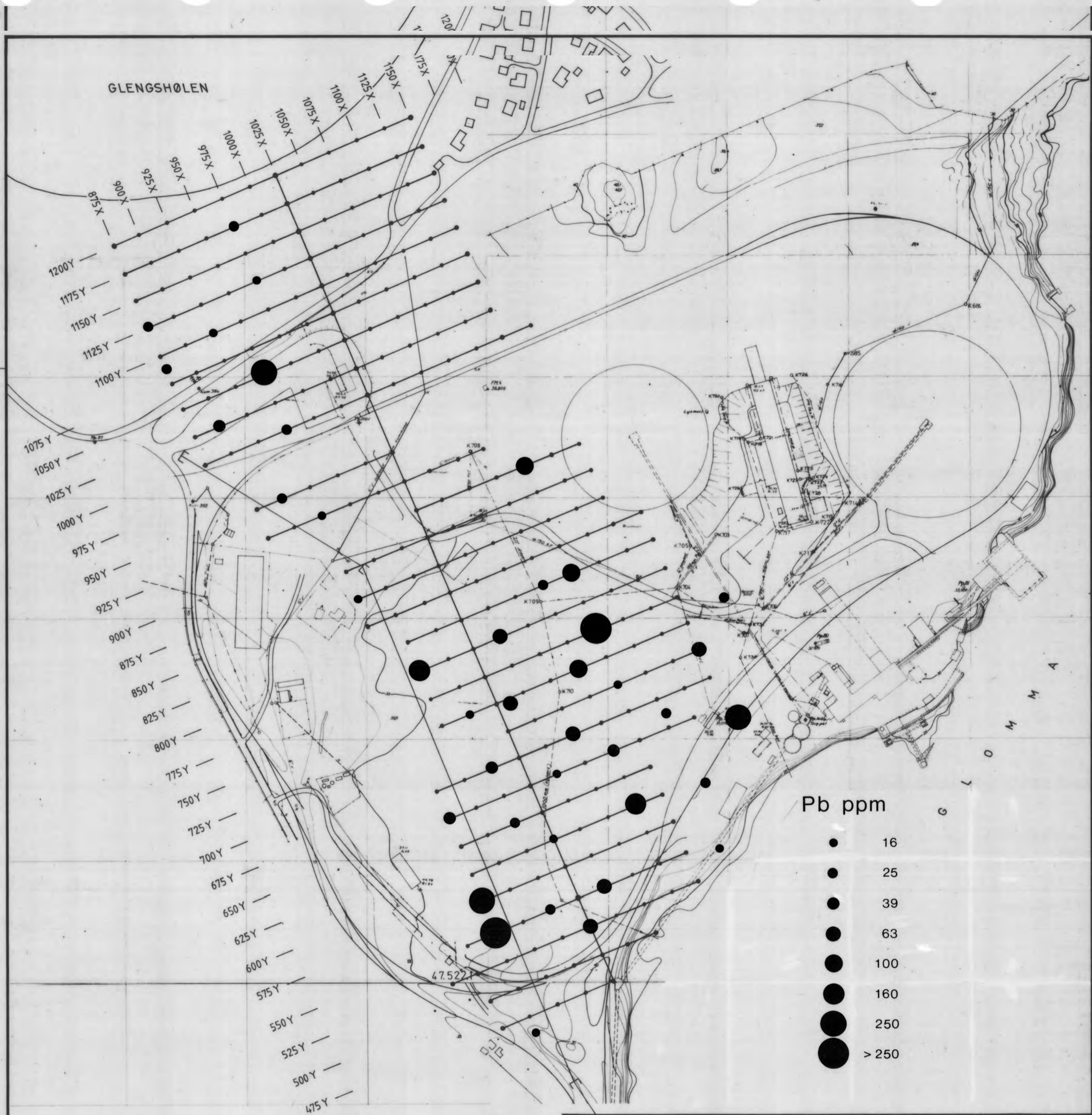
BORREGAARD IND. LTD. LØSMASSE 6m. DYP OPSUND DEPONI SARPSBORG, ØSTFOLD	Zn	MÅLESTOKK 1:2500	MÅLT J.G/T.L TEGN T.L TRAC KFR.	MARS-88 APRIL-88
		NORGE GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TEGNING NR 88.200-08	KARTBLAD NR. 1913 I



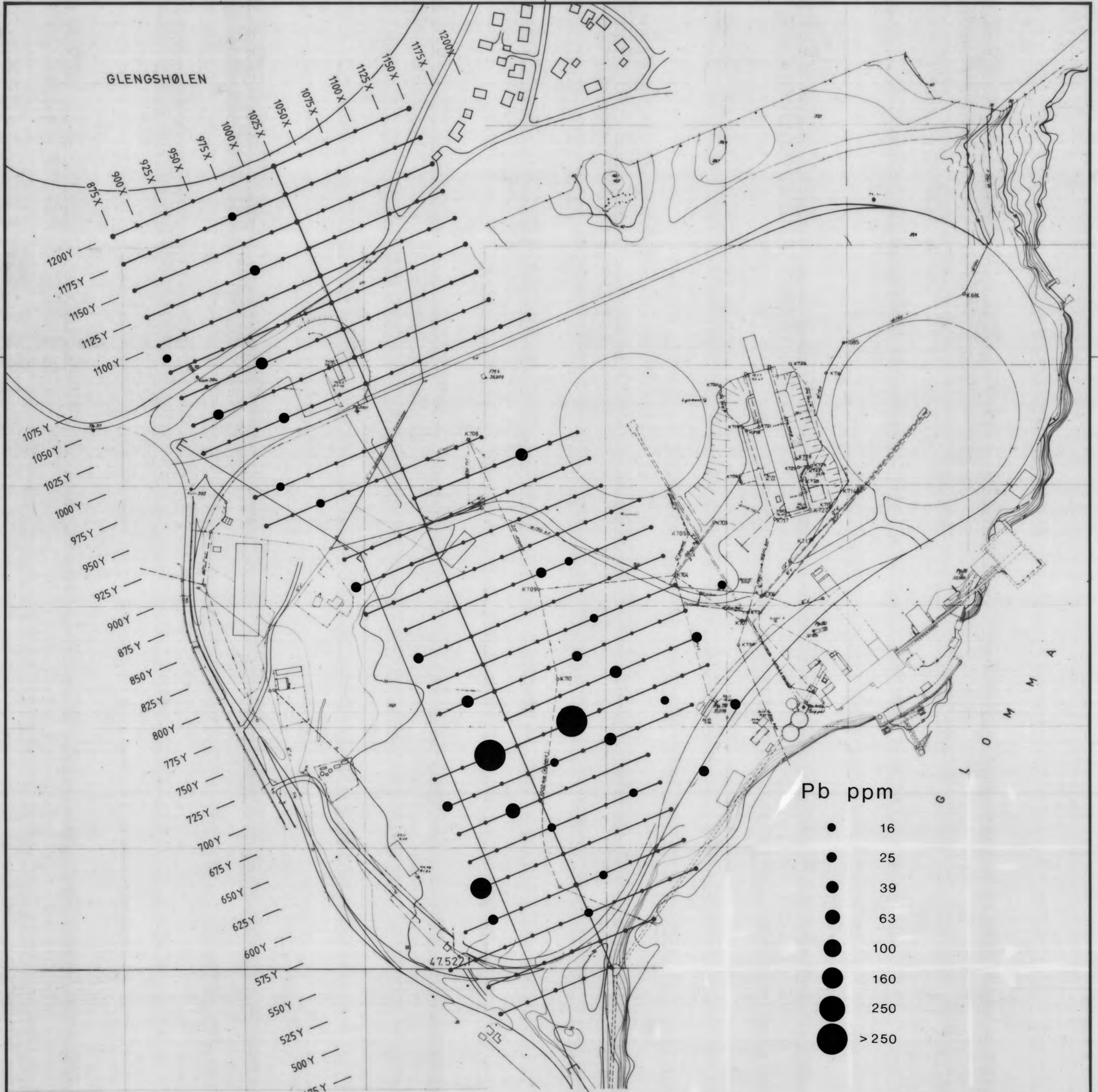
BORREGAARD IND. LTD. LØSMASSE 10 m. DYP OPSUND DEPONI SARPSBORG, ØSTFOLD	MÅLESTOKK 1:2500	MÅLT J.G/T.L	MARS-88
		TEGN T.L	APRIL-88
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TEGNING NR 88.200-09	TRAC	
		KFR.	
Zn		KARTBLAD NR.	1913 I



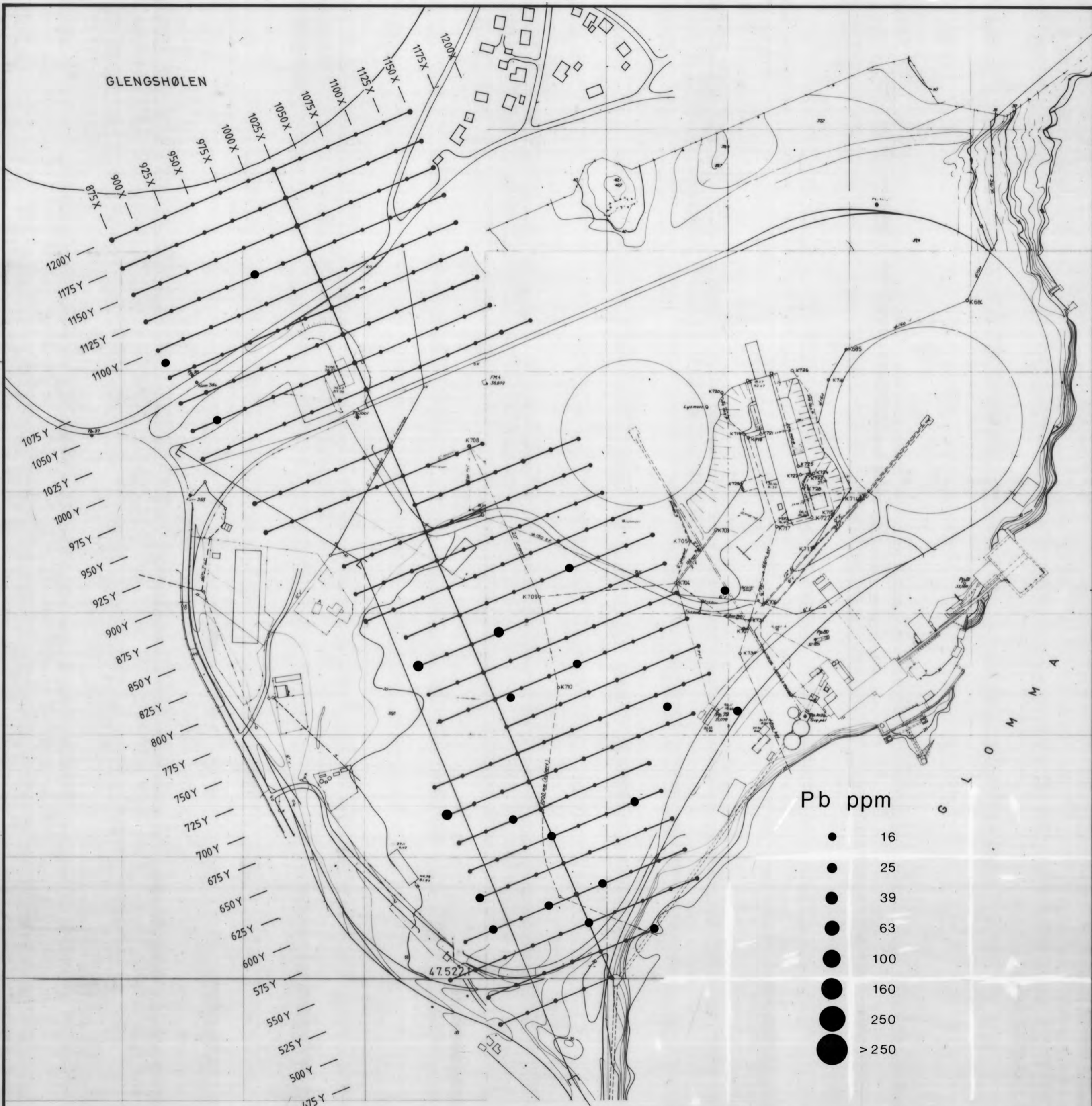
BORREGAARD IND. LTD. LØSMASSE OVER FJELL OPSUND DEPONI SARPSBORG, ØSTFOLD	MÅLESTOKK 1:2500	MÅLT J.G/T.L	MARS-88
		TEGN T.L	APRIL-88
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TEGNING NR 88.200 - 10	TRAC	
		KFR.	
Zn		KARTBLAD NR.	1913 I



BORREGAARD IND. LTD. LØSMASSE 6m. DYP OPSUND DEPONI SARPSBORG, ØSTFOLD	Pb	MÅLESTOKK	MÅLT J.G/T.L	MARS-88
		1:2500	TEGN T.L	APRIL-88
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TEGNING NR 88.200-11	TRAC		KARTBLAD NR. 1913 I
		KFR.		



BORREGAARD IND. LTD. LØSMASSE 10 m. DYP OPSUND DEPONI SARPSBORG, ØSTFOLD	MÅLESTOKK 1:2500	MÅLT J.G/T.L	MARS-88
		TEGN T.L	APRIL-88
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TEGNING NR 88.200 - 12	TRAC	
		KFR.	
Pb		KARTBLAD NR. 1913 I	



Pb ppm

- 16
- 25
- 39
- 63
- 100
- 160
- 250
- >250

BORREGAARD IND. LTD. LØSMASSE OVER FJELL OPSUND DEPONI SARPSBORG, ØSTFOLD	MÅLESTOKK 1:2500	MÅLT J.G/T.L	MARS-88
		TEGN T.L	APRIL-88
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TEGNING NR 88.200 - 13	KFR.	
		KARTBLAD NR. 1913 I	

Pb