

NGU-rapport 88.169.

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

Kartlegging av kvikksølvinholdet  
i grunnen rundt kloralkalifabrikken  
og i Sarpsborgregionen.

Prosjekt nr. 42.2487.05.

Rapport nr.	88.169	ISSN 0800-3416	Åpne APEN	
<p>Tittel: Grunnundersøkelser ved Borregaard Ind. Ltd's kloralkalifabrikk og Opsund deponi. Kartlegging av kvikksølvinnholdet i grunnen rundt kloralkalifabrikken og i Sarpsborgregionen.</p>				
Forfatter:		Oppdragsgiver:		
T. Volden, R.T. Ottesen, F. Berge		Borregaard Ind. Ltd.		
Fylke:		Kommune:		
Østfold		Sarpsborg		
Kartbladnavn (M. 1:250 000)		Kartbladnr. og -navn (M. 1:50 000)		
Forekornsiens navn og koordinater:		Sidetall: 16	Pris: 190,-	
		Kartbilag. 3		
Feltarbeid utført:	Rapportdato:	Prosjektnr.:	Seksjonssjef:	
	01.03.1989	42.2487.05	Kjell Tou OMKM	
<p>Sammendrag:</p> <p>Kvikksølvinnholdet i grunnen rundt kloralkalifabrikken og i Sarpsborgregionen blir presentert.</p>				
Emneord	Geokjemi	Kvikksølv (Hg)	Sedimenter	
<p><b>Norges geologiske undersøkelse</b> Biblioteket</p>				

## INNHOOLD

INNLEDNING

MÅL

PRØVETAKING

PRØVEBEHANDLING OG ANALYSEMETODER

RESULTATER

REFERANSER

## KARTBILAG

- 88.169-01 Prøvenummer
- 02 Hg-innhold i løsmasser (overflatejord) fra Sarpsborg-regionen.
- 03 Hg-innhold i løsmasser (over fjell) fra Sarpsborg-regionen.

## 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 anlyser.



Denne rapporten inneholder resultatene fra delprosjekt nr. 2487.05.42:  
Kartlegging av Hg-innhold i grunnen rundt kloralkalifabrikken.

## MÅL

Målet for undersøkelsen er å :

- bestemme kvikksølvinnholdet i prøver av overflatejord
- bestemme kvikksølvinnholdet i løsmasser fra dypere jordlag

Hensikten med undersøkelsen er å:

- sammenlikne Hg-innholdet i overflateprøver innsamlet i 1988 med prøver som ble innsamlet i 1972, for derved å kunne vurdere hvorvidt Hg-konsentrasjonen har øket, minket eller holdt seg konstant.
- kontrollere Hg-konsentrasjonen i overflatejord fra jordbruksareal rundt kloralkalifabrikken
- få bakgrunnsmateriale fra prøver tatt på stort dyp for senere sammenlikning med de prøver som skal tas under kloralkalifabrikken og under Opsund deponi

## PRØVETAKING

Prøvetakingsprogrammet i dette delprosjektet omfatter:

- prøvetaking av overflatejord fra Sarpsborg-regionen (27 prøver)
- prøvetaking av overflatejord rundt kloralkalifabrikken (17 prøver)
- prøvetaking av jordprøver på stort dyp, kontakten mellom fjell og løsmasser (24 prøver)

Overflateprøver ble tatt med spade på 0-0.1 m dyp. En Pioner bormaskin med gjennomstrømningsprøvetaker ble brukt til å ta ut prøver i dypere løsmasselag, gjennomsnittlig dyp: 5.5 m (Fig. 1).

## PRØVEBEHANDLING OG ANALYSEMETODER

Før prøvebehandling og analysering ble prøvene randomisert.

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).

To gram prøve ble veid inn i en 250ml kolbe og tilsatt 10ml syreblanding (2 volumdeler konsentrert  $\text{HNO}_3$  og 3 volumdeler konsentrert  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ). 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  $\text{KMnO}_4$  besto, ble prøvene ansett for å være oppsluttet. Hvis ikke, ble de satt tilbake på varmeplaten og konsentrert  $\text{HNO}_3$  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 fyllt til 50 ml merket med vann og blandet godt. Det ble påsett at  $\text{KMnO}_4$ -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 Kuldvere og Andreassen (1979) og Kuldvere (1982).

## RESULTATER

Resultatene er vist i kartbilag 88.169.01 til 88.169-04, figur 1 og tabellene 1-12. Disse data viser:

- Reproduserbarheten av dataene er god (Tabell 1).
- Det gjennomsnittlige innhold av kvikksølv i prøver av overflatejord fra Sarpsborgregionen er 0.19 ppm (Tabell 7).
- Prøver av overflatejord tatt like ved kloralkalifabrikken har et gjennomsnittlig kvikksølvinnhold på 148 ppm (Tabell 8).
- Gjennomsnittlig innhold av kvikksølv i prøver av løsmasser fra større dyp er 0.03 ppm (Tabell 9).
- Kvikksølvinnholdet i prøver av overflatejord fra jordbruksarealene ved kloralkalifabrikken er lavere (Kartbilag 88.169-02).
- Kvikksølvinnholdet i prøver av overflatejord av rask med økende avstand fra fabrikken (Tabell 10). I en avstand av ca. 1000 m fra fabrikken er det naturlig kvikksølvnivå i overflatejorden (Tabell 6).
- Kvikksølvinnholdet i prøver av løsmasser på ca. 5 meters dyp er noe forhøyet i grunnen inntil fabrikken (Tabell 11).

- Gjennomsnittlig innhold av kvikksølv i prøver av overflatejord fra fabrikkområdet er betydelig høyere i prøvene innsamlet i 1988 enn i prøvene innsamlet i 1972 (Tabell 10 og 15).
- Kvikksølvinnholdet i prøver av overflatejord i Sarpsborgregionen er omtrent på samme nivå i 1988 som i 1972.

## 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. Ltds 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. Ltds kloralkalifabrikk og Opsund deponi. Detaljplaner. NGU-rapport 88.094, 45 s.
- Ottesen, R.T., Ekremsæter, J. og Berge, F., 1988: Naturlig kvikksølvinnhold i løsmasser fra Østfold. NGU-rapport 88.199.
- Varga, M. og Gundersen, N., 1972: Kartlegg jordsmonn i forskjellige avstander og retninger fra kloralkalifabrikken Borregaard, forskningsrapport nr. TH37/72.
- Volden, T., Ottesen, R.T. og Berge, F., 1988: Kartlegging av kvikksølvinnholdet i grunnen under kloralkalifabrikken. NGU-rapport 88.195.

TABELL 1. Reproduserbarhet av Hg-konsentrasjonene bestemt ved ny innvekt og analyse av 13 prøver.

Prøve nr.	ppm Hg i tørr prøve	Prøve nr.	ppm Hg i tørr prøve
504	0.29	540	0.05
504D	0.25	540D	0.05
506	0.04	545	0.09
506D	0.03	545D	0.09
511	0.04	546	0.01
511D	0.02	546D	0.01
520	0.01	608	11.25
520D	0.01	608D	11.87
523	0.01	618	21.21
523D	0.01	618D	19.20
524	0.48	626	1.60
524D	0.44	626D	1.75
525D	0.05	1009	0.046
526	0.04	1009D	0.049
526D	0.05	1010	0.031
528	0.25	1010D	0.029
528D	0.23	1013	0.041
530	0.08	1013D	0.044
530D	0.06	1015	0.102
531	0.03	1015D	0.100
531D	0.03	1017	0.108
533	0.04	1017D	0.080
533D	0.06	1019	0.028
534	0.03	1019D	0.031
534D	0.01	1021	0.023
		1021D	0.019

TABELL 2. Hg-innholdet i jordprøver fra Sarpsborgregionen.

Anal. nr.	Felt nr.	Hg fukt. (ppm)	Hg tørr (ppm)	Dyp (m)	Anal. nr.	Felt nr.	Hg fukt. (ppm)	Hg tørr (ppm)	Dyp (m)
10504	501	0.08	0.09	1.5	10524	525	0.05	0.06	0.6
10513	502	0.02	0.02	2.3	10509	526	0.03	0.04	0-0.1
10503	503	0.04	0.06	0-0.1	10539	527	0.01	0.01	4
10517	504	0.22	0.29	0-0.2	10518	528	0.13	0.25	0-0.1
10511	505	0.03	0.04	6	10537	529	0.02	0.03	10
10520	506	0.02	0.03	14	10505	530	0.05	0.08	0-0.1
10529	507	0.08	0.10	0-0.1	10530	531	0.02	0.03	9
10534	508	0.01	0.01	10	10546	532	0.06	0.09	0-0.1
10501	509	0.08	0.10	0-0.4	10515	533	0.03	0.04	0-0.1
10512	510	0.04	0.05	0-0.1	10545	534	0.02	0.03	10
10506	511	0.03	0.04	2	10527	535	0.03	0.04	3
10516	512	0.08	0.08	0-0.2	10541	536	0.05	0.07	0-0.1
10522	513	0.01	0.01	2.5	10502	537	0.03	0.04	4
10521	514	0.01	0.01	4.5	10538	538	0.04	0.06	0-0.1
10544	515	0.07	0.10	0-0.1	10528	539	0.02	0.03	4.5
10531	516	0.01	0.01	1.5	10525	540	0.04	0.05	0-0.1
10519	517	0.03	0.04	0-0.1	10532	541	0.01	0.01	2.5
10536	518	0.03	0.04	3.5	10542	542	0.39	0.56	0-0.1
10507	519	0.03	0.04	0-0.3	10549	543	0.95	1.24	0-0.1
10535	520	0.01	0.01	7.5	10533	544	0.01	0.01	6
10523	521	0.03	0.04	5.5	10550	545	0.07	0.09	0-0.1
10543	522	0.54	0.69	0-0.1	10540	546	0.01	0.01	4
10510	523	0.01	0.01	13	10551	547	0.25	0.28	0-0.1
10508	524	0.38	0.48	0-0.1	10552	548	0.08	0.10	0-0.1

TABELL 3. Hg-innhold i prøver av overflatejord fra Sarpsborg-regionen. Prøvene er tatt på 0-0.1 m dyp.

<u>Prøvenr.</u>	<u>%Vekttap ved 105°C</u>	<u>ppm Hg (tørr prøve)</u>
503	28.1	0.06
504	24.6	0.29
507	21.7	0.10
509	16.9	0.10
510	18.6	0.05
512	2.73	0.08
515	32.3	0.10
517	21.3	0.04
519	15.2	0.04
522	21.8	0.69
524	20.0	0.48
526	17.7	0.04
528	47.8	0.01
530	34.2	0.08
532	34.2	0.01
533	31.2	0.04
536	24.2	0.07
538	29.5	0.06
540	25.2	0.05
542	30.5	0.56
543	23.6	1.24
545	21.2	0.09
547	11.5	0.28
548	16.6	0.10

TABELL 4. Hg-innhold i prøver av overflatejord tatt rundt kloralkali-fabrikken.

<u>Prøvenr.</u>	<u>%Vekttap ved 105°C</u>	<u>ppm Hg (tørr prøve)</u>
601	24.51	9.74
602	14.12	3.83
604	3.64	2.72
605A	6.39	13.38
608	0.81	11.25
609	0.94	310.77
612	1.11	961.38
616	20.42	7.69
617	2.99	15.83
618	8.09	21.21
620	1.49	119.31
621	7.11	1.72
623	3.23	1000.0
624	2.74	30.34
625	5.19	0.34
626	0.59	1.60
627	2.79	5.37

TABELL 5. Hg-innhold i prøver av løsmasser fra Sarpsborg-regionen tatt i kontakten mellom løsmasser og fjell.

Prøve nr.	Prøvetakingsdyp	% Vekttap ved 105°C	ppm Hg (tørr prøve)
501	1.5	14.4	0.09
502	2.3	14.4	0.02
505	6.0	15.0	0.04
506	14.0	23.3	0.03
508	10.0	26.2	0.01
511	2.0	19.1	0.04
513	2.5	7.13	0.01
514	4.5	7.95	0.01
516	1.5	10.3	0.01
518	3.5	15.8	0.04
520	7.5	16.7	0.01
521	5.5	17.9	0.04
523	13.0	22.6	0.01
525	0.6	15.8	0.06
527	4.0	19.1	0.01
529	10.0	26.5	0.03
531	9.0	21.1	0.03
534	10.0	26.1	0.03
535	3.0	25.3	0.04
537	4.0	19.4	0.04
539	4.5	27.8	0.03
541	2.5	9.42	0.01
544	6.0	11.6	0.01
546	4.0	12.2	0.01

TABELL 6. Variasjonsbredde og gjennomsnittlig kvikksølvkonsentrasjon i prøve av overflatejord fra Østfold. (Data fra NGU-rapport 88.199).

R-variasjonsbredde	$\bar{x}$ ppm Hg (tørr prøve)	N antall prøver
0.019 - 0.108	0.06	14



TABELL 7. Variasjonsbredde og gjennomsnittlig kvikksølvkonsentrasjon i prøve av overflatejord fra Sarpsborg-regionen.

R-variasjonsbredde	$\bar{x}$ ppm Hg (tørr prøve)	N antall prøver
0.01 - 1.24	0.19	24

TABELL 8. Variasjonsbredde og gjennomsnittlig kvikksølvkonsentrasjon i prøver av overflatejord tatt rundt kloralakilifabrikken.

R-variasjonsbredde	$\bar{x}$ ppm Hg (tørr prøve)	N antall prøver
1.17 - 1000.0	148.0	17

TABELL 9. Variasjonsbredde og gjennomsnittlig kvikksølvkonsentrasjon i prøver av løsmasser tatt i kontakten mellom løsmasse og fjell.

R-variasjonsbredde	$\bar{x}$ ppm Hg (tørr prøve)	N antall prøver
0.01 - 0.09	0.03	24

TABELL 10. Kvikksølvinnhold i prøver av overflatejord som funksjon av avstand fra kloralkalifabrikken.

Avstand fra fabrikken	Kvikksølvinnhold (ppm, tørr prøve)	Antall prøver
0 - 100 m	148 ppm	17
100 - 1000 m	0.37 ppm	5
< 1000 m	0.06 ppm	13

TABELL 11. Kvikksølvinnhold i prøver av løsmasser på ca. 5 m dyp som funksjon av avstand fra kloralkalifabrikken.

Avstand fra fabrikken	Kvikksølvinnhold (ppm, tørr prøve)	Antall prøver
0 - 100 m *	0.7 ppm	15
100 - 500 m	0.03 ppm	5
500 - 1000 m	0.03 ppm	5
< 1000 m	0.03 ppm	12

\* Data fra NGU-rapport 88.195.

TABELL 12. Variasjonsbredde og gjennomsnittlig kvikksølvkonsentrasjon i prøver av overflatejord innsamlet rundt kloralkalifabrikken. Prøvene er innsamlet og analysert i 1972 (Varga og Gundersen 1972).

R-variasjonsbredde	$\bar{X}$ ppm Hg (tørr prøve)	N antall prøver
1.06 - 26.7	8.5	11

TABELL 14. Variasjonsbredde og gjennomsnittlig kvikksølvkonsentrasjon i prøver av overflatejord fra Sarpsborg-regionen. Prøvene er innsamlet og analysert i 1972 (Varga og Gundersen 1972).

R-variasjonsbredde	$\bar{X}$ ppm Hg (tørr prøve)	N antall prøver
0.02 - 4.1	0.30	39

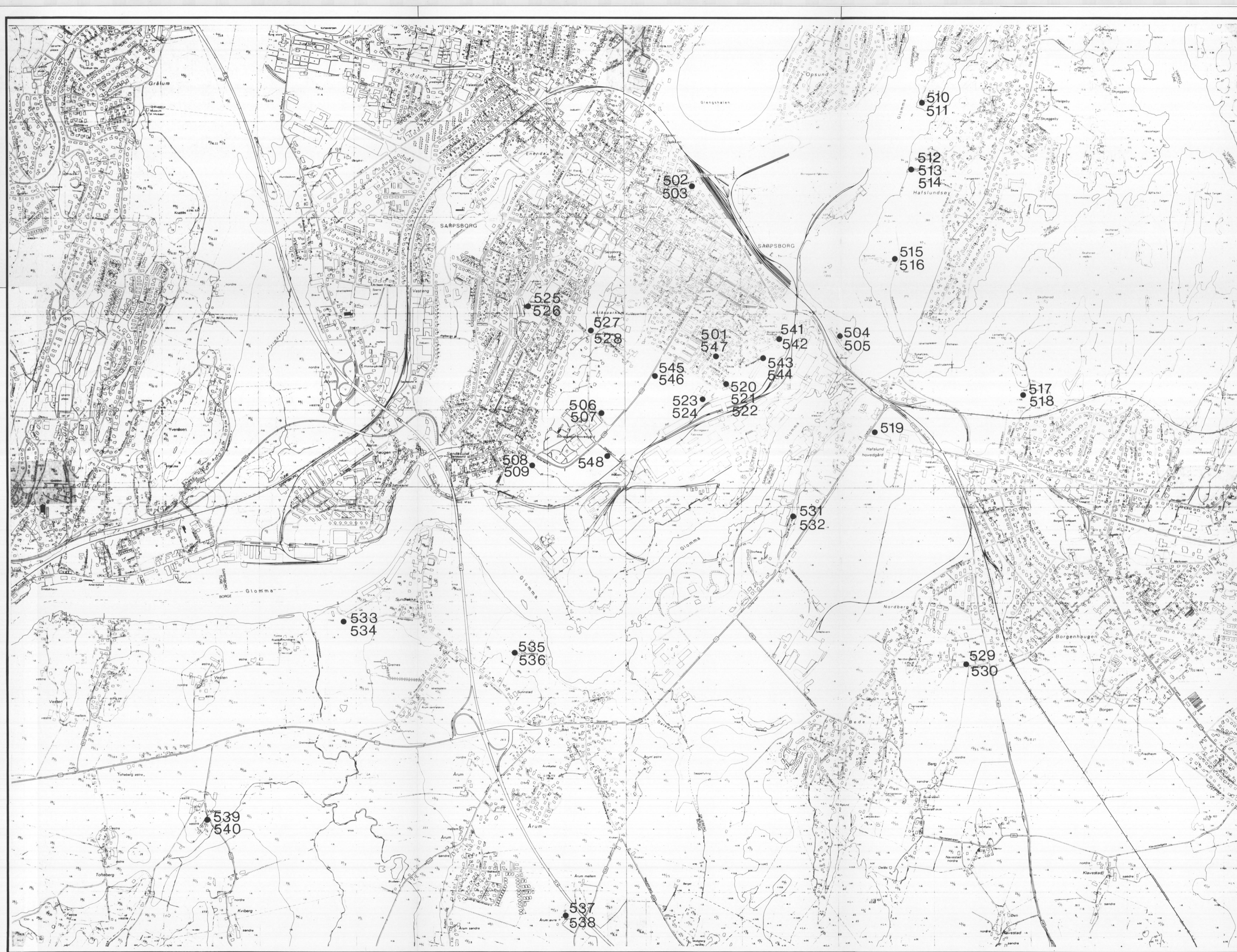
TABELL 15. Kvikksølvinnhold i prøver av overflatejord som funksjon av avstand fra kloralkalifabrikken.

Avstand fra fabrikken	Kvikksølvinnhold (tørr prøve)	Antall prøver
0 - 100 m	8.5 ppm	11
100 - 1000 m	0.42 ppm	40
< 1000 m	0.06 ppm	15



Figur 1. Prøvetaking av løsmasser med Pioneer bormaskin med gjennomstrømningsprøvetaker.

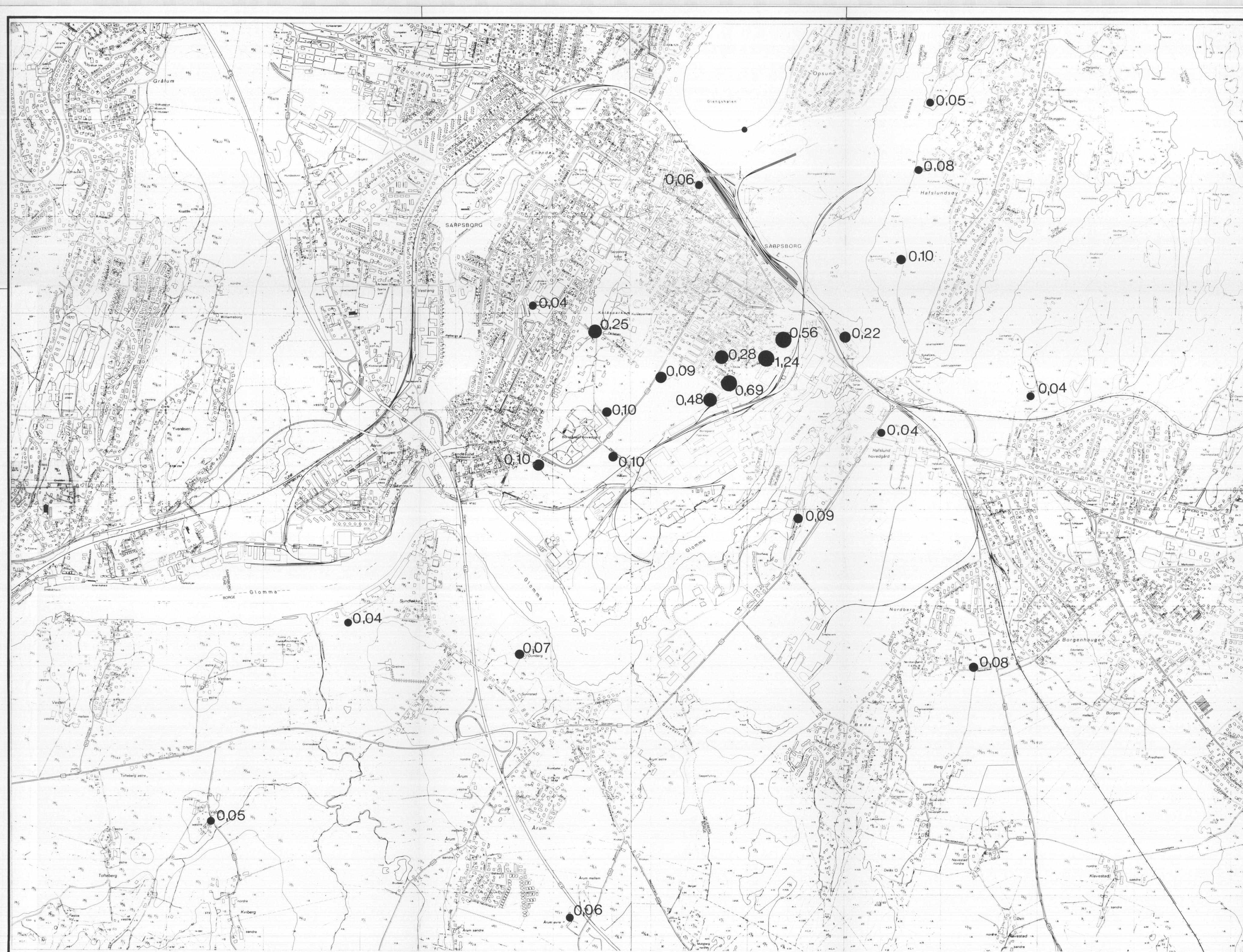




500m

PRØVENUMMER	MÅLT	
	TEGN	
	TRAC	
SARPSBORG, ØSTFOLD	KFR.	
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TEGNING NR.	KARTBLAD (AMS)
	88. 169 - 01	



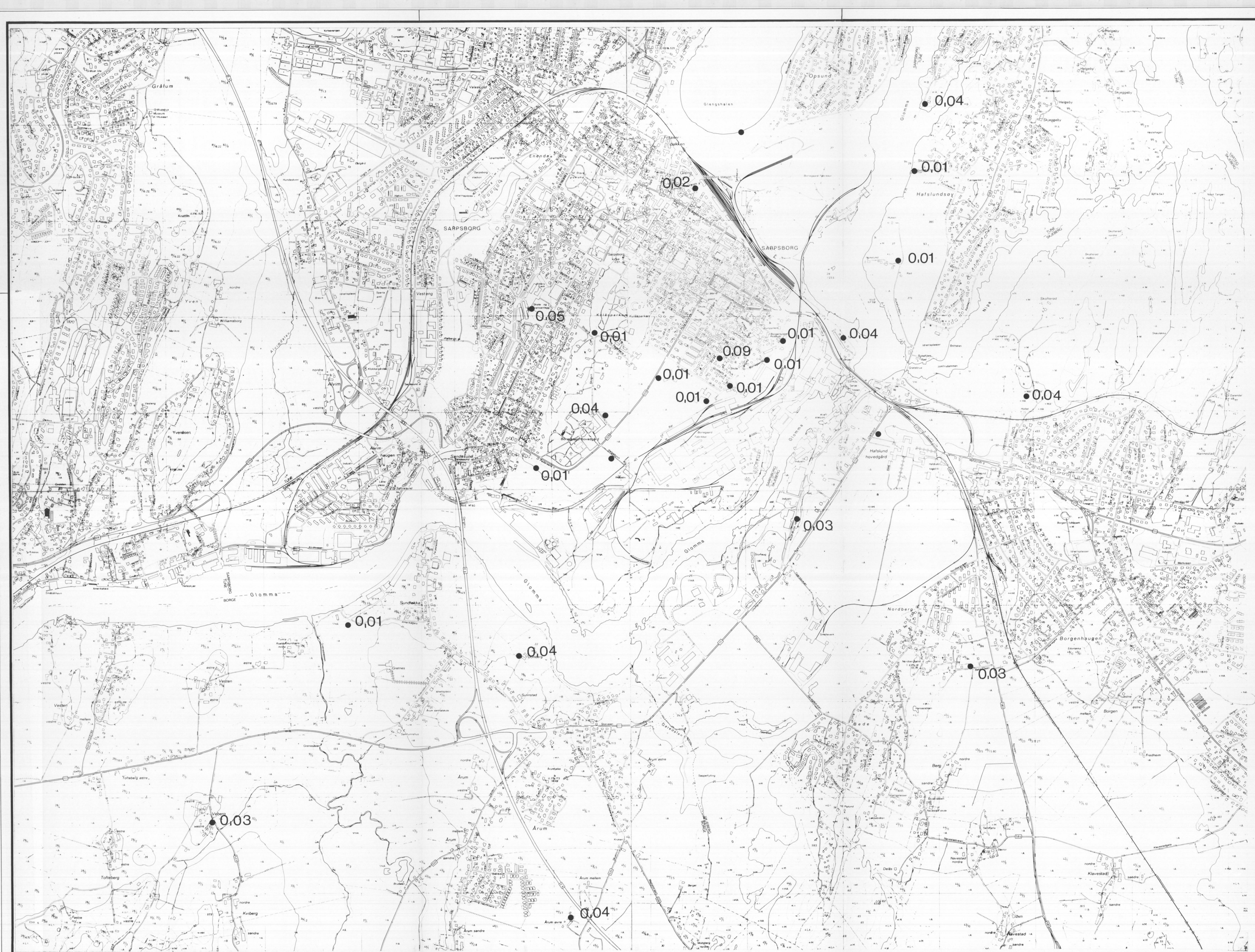


- ppm Hg
- 0,04 - 0,06 ●
  - 0,07 - 0,10 ●
  - 0,11 - 0,50 ●
  - >0,50 ●

500 m

LØSMMASSER (OVERFLATEJORD)	MÅLSTOKK	MÅLT	
		TEGN	
SARPSBORGREGIONEN		TRAC	
		KFR.	
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TEGNING NR. 88.169 - 02	KARTBLAD (AMS)	





<b>LØSMASSE OVER FJELL</b> <b>SARPSBORG, ØSTFOLD Hg</b>		MÅLSTOKK	MÅLT
			TEGN
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM		TEGNING NR.	KARTBLAD (AMS)
		88.169 - 03	