


O-93083

Kartlegging av  
forurensningstransport fra  
Ertelien Nikkelgruve,  
Ringerike



# NIVA - RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Prosjektnr.: O-93083	Undernr.:
Løpenr.: 3220	Begr. distrib.:

<b>Hovedkontor</b> Postboks 173, Kjelsås 0411 Oslo Telefon (47) 22 18 51 00 Telefax (47) 22 18 52 00	<b>Sørlandsavdelingen</b> Televeien 1 4890 Grimstad Telefon (47) 37 04 30 33 Telefax (47) 37 04 45 13	<b>Østlandsavdelingen</b> Rute 866 2312 Ottestad Telefon (47) 62 57 64 00 Telefax (47) 62 57 66 53	<b>Vestlandsavdelingen</b> Thormøhlensgt 55 5008 Bergen Telefon (47) 55 32 56 40 Telefax (47) 55 32 88 33	<b>Akvaplan-NIVA A/S</b> Søndre Tollbugate 3 9000 Tromsø Telefon (47) 77 68 52 80 Telefax (47) 77 68 05 09
--	---	--	---	--

Rapportens tittel: <b>Kartlegging av forurensningstrasport fra Ertelien Nikkelgruve, Ringerike</b>	Dato: 1.mars 1995 Trykket: NIVA 1995
Forfatter(e): Rolf Tore Arnesen	Faggruppe: MILJØTEKNOLOGI
	Geografisk område: Buskerud
	Antall sider: 16 Opplag:

Oppdragsgiver: Bergvesenet	Oppdragsg. ref.:
-------------------------------	------------------

## Ekstrakt:

Undersøkelse av forurensningstrasport fra Ertelien Nikkelgruve i 1993/94 viste at hovedkilde for forurensning var gråbergveltene i området. Det var to hovedtransportveier ut av området, Tjernslibekken og gjennom Åsterudtjern. Total transport ut av området var for nikkel 730 kg/år og for kopper 180 kg/år. Konsentrasjonen av kopper og nikkel i utløp av Åsterudtjern var i gjennomsnitt henholdsvis 253 µg/l og 857 µg/l. Vann fra innsjøen benyttes til jordbruksvanning, men de høye tungmetallkonsentrasjonene gjør vannet lite egnet for dette formål.

4 emneord, norske

1. Gruveforurensning
2. Kopper
3. Nikkel
4. Buskerud fylke

4 emneord, engelske


1. Acid Mine Drainage
2. Copper
3. Nickel
4. Buskerud, Norway

Prosjektleder



Rolf Tore Arnesen

For administrasjonen



Gunnar Fr. Aasgaard

ISBN-82-577-2726-1

Norsk institutt for vannforskning

**O-93083**

**Kartlegging av forurensningstransport  
fra  
Ertelien Nikkelgruve**

**Ringerike**

Brekke

1. mars 1994

Prosjektleder  
Medarbeider

Rolf Tore Arnesen  
Eigil R. Iversen

## Innhold

Sammendrag .....	4
1. Bakgrunn .....	5
1.1. Prosjektbeskrivelse .....	5
1.2. Metoder.....	5
2. Lokalisering og virksomhet.....	5
3. Forurensningskilder.....	7
4. Resipientforhold .....	9
5. Gjennomførte tiltak .....	10
6. Konsentrasjoner, virkninger .....	10
7. Transportberegninger .....	15
8. Konklusjoner .....	15
9. Referanser.....	16

## Sammendrag

I perioden juli 1993 - juni 1994 har NIVA gjennomført undersøkelser av forurensningstransport fra Ertelien Nikkelgruve i Ringerike kommune.

Undersøkelsen omfattet regelmessig måling av vannføring på to punkter i området. Dessuten er det ved en anledning tatt prøver fra velter, og det er tatt en sedimentprøve fra innsjøen Åsterudtjern, som er en av nærresipientene for gruveavrenningen.

Gruveavfallsets sammensetning fører til at de viktigste forurensningskomponentene fra Ertelien Nikkelgruve er nikkel og kopper. Total transport fra området av disse metallene er beregnet til ca. 730 kg nikkel og 180 kg kopper pr. år.

Hovedkildene for forurensning er veltene, og spesielt velten som ligger lengst i øst, ved veien langs Tjernslibekken, synes å inneholde betydelige mengder kopper og nikkel. Med dagens transport er nikkelinholdet i denne velten tilstrekkelig for ca. 90 år, mens koppertransporten kan fortsette i flere hundre år.

Åsterudtjern er i dag fisketom. Vann fra denne innsjøen benyttes til jordbruksvanning. Dette vannet er etter SFTs klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann meget dårlig egnet for dette formålet.

# 1. Bakgrunn

## 1.1. Prosjektbeskrivelse

Etter avtale med Bergvesenet utarbeidet NIVA i mars 1993 et undersøkelsesprogram for kartlegging av forurensningstransport fra Ertelien Nikkelgruve. I brev av 23. mars s.å. bestilte Bergvesenet gjennomføring av arbeidet i henhold til NIVAs programforslag.

Etter en befaring 7. mai 1993 sammen med Bergvesenet ble arbeidet med prosjektet satt i gang.

## 1.2. Metoder

Kjemiske analyser på vannprøver er utført ved NIVA. På de fleste prøvene er analysene utført med ICP- instrument, men for enkelte komponenter i lave konsentrasjoner er ICP-analysene supplert med analyser på flammeløs atomabsorpsjons-instrument.

Sedimentprøven er delt opp, frysetørret og knust før opplutning med Lunges væske.

Prøver av fast avfall er tørket ved værelsestemperatur, knust og oppluttet med Lunges væske. Knusing og deling av prøvene er utført av NOTEBY A.S.

Etter opplutning ble prøvene analysert med ICP-teknikk. Sedimentanalysene ble utført på NIVA, mens fast avfall ble analysert på Landbrukets analysesenter, Ås.

Det ble opprettet to målepunkter for vannføring, ett i Tjernslibekken og ett i utløpet av Åsterudtjern. Begge steder ble det benyttet 90° V-overløp, som synes å ha fungert godt.

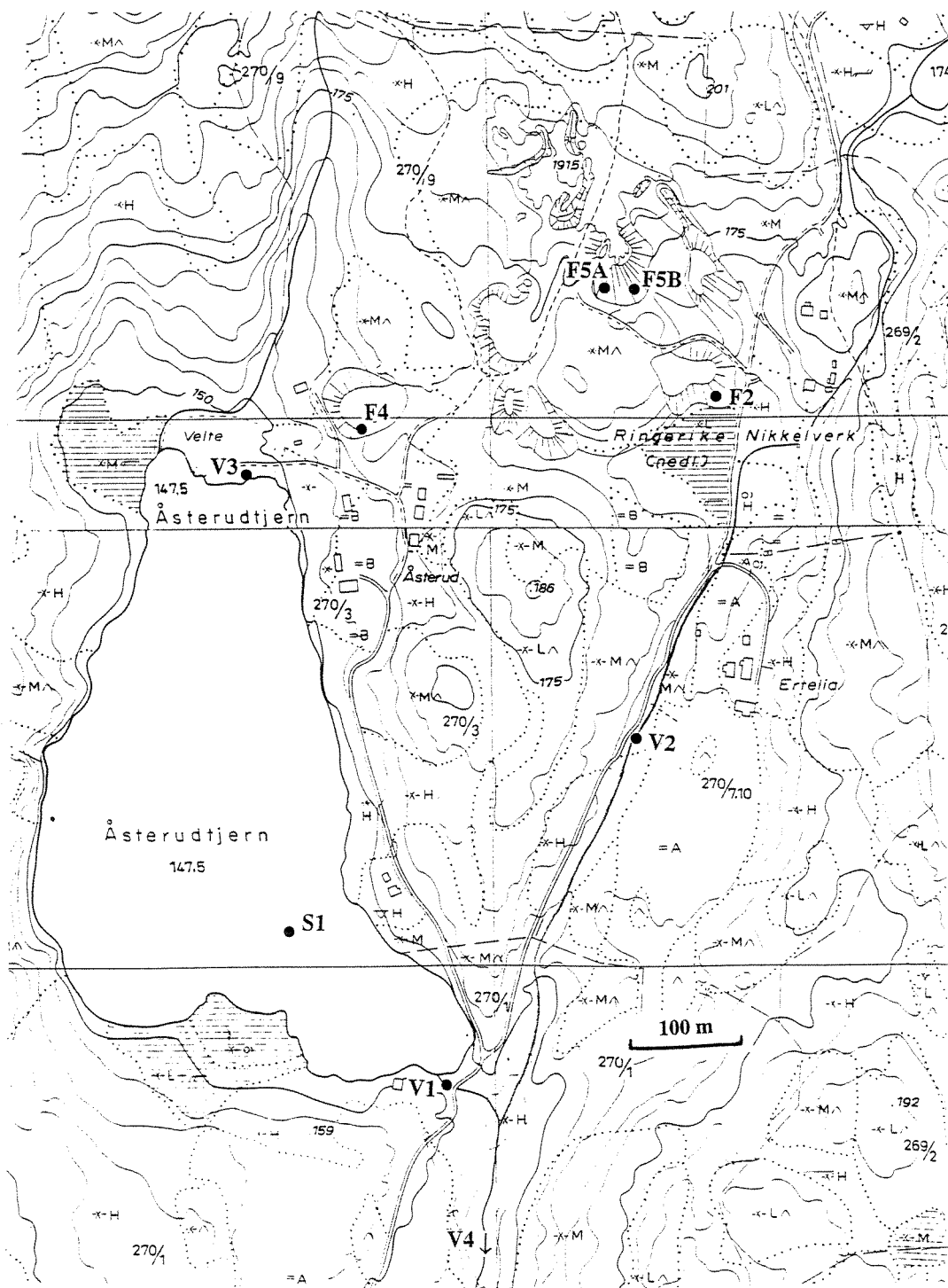
# 2. Lokalisering og virksomhet

Ertelien Nikkelgruve som var en del av Ringerikes Nikkelverk ble opprinnelig startet som en koppergruve omkring 1675. Virksomheten ved gruvene på Ringerike er bl. a. beskrevet av G.A. Johannesen (1982). Med mange avbrudd og ulike former for drift ble en mindre virksomhet opprettholdt inntil man omkring 1850 fant at mineralene på Ringerike inneholdt nikkel. Omkring 1860 startet driften ved Ertelien Nikkelgruve, og med enkelte avbrudd fortsatte den frem til 1920. Til tider var virksomheten stor, og totalt ble det produsert 287 000 tonn nikkelmalm fra de i alt 25 gruvene i Holleia og Soknedalen på Ringerike. I 1876 hadde Ringerike Nikkelverk 251 arbeidere og produserte 100 tonn nikkel, d.v.s. 1/7 av verdensproduksjonen. En stor del av dette ble tatt ut av gruvene ved Ertelien. Rundt Åsterudtjernet ved Ertelien ligger det forøvrig en rekke større og mindre gruver, Åsterud koppergruver 1 - 3, Ertelien Gruver 1 - 5, Presthaug gruve og flere skjerp. Av disse er Ertelien 2 den største. Her ble det like før gruva ble nedlagt (1920) drevet en heissjakt ned til 300 m dyp. Man rakk imidlertid aldri å oppfare dette dypeste nivået.

Tabell 1 inneholder data om gruveområdets geografiske beliggenhet. Figur 1 viser en kartskisse over de ulike gruvens plassering innenfor Ertelien gruvefelt.

Tabell 1 Geografiske data om beliggenheten av Ertelien Nikkelgruve.  
Karthenvisningene gjelder Statens Kartverks serie M711

Fylke	Kommune	Kartblad	Rute
Buskerud	Ringerike	Hønefoss 1815 III	32V NM 57/58 59



Figur 1 Kartskisse over området ved Ertelien Nikkelgruve.  
Prøvepunkter for vann (V), gruveavfall (F) og sediment (S) er inntegnet

Malmen fra gruvene ved Ertelien ble stort sett håndskeidet, og i den første driftsperioden transportert med taubane til smeltehytta ved Skjærdalselva, like nedenfor utløpet fra Væleren. I nordenden av Åsterutjern ble det omkring 1913 bygget en smeltehytte, som var i drift til verket ble nedlagt,

### 3. Forurensningskilder

De viktigste forurensningskildene ved Ertelien er de store veltene som ligger spredt over et relativt stort område, til dels langt fra gruvene.

Gruvevannet kan også være en forurensningskilde, men det har vært vanskelig å finne ut hvor det renner, og det er umulig å ta prøver av det uten at også vann fra velter inngår. Det er imidlertid ikke grunn til å tro at gruvevannet representerer stor andel av samlet forurensningstransport fra området.

For å få en oversikt over veltenes størrelse, er volumene bestemt ut fra eksisterende flyfoto fra område. Disse bildene var tatt i 1988 og det har neppe skjedd store endringer i området siden da, bortsett fra at noe materiale fra veltene kan være fjernet. Volumberegningene er utført av Blom A.S.

Tabell 2 viser volum og vekt av hver av de 7 identifiserte veltene i området, og figur 2 viser veltenes plassering slik den er tegnet ut ved volumberegningen. Velte nr. 7 har det vært vanskelig å se i terrenget, men den har neppe forurensningsmessig betydning ur fra et lite volum og små spor av forurensning i terrenget.

Det er foretatt en enkel prøvetaking av velte 2, 4 og 5. Prøvene ble tatt i siden av veltene etter at det øverste laget var fjernet med en fyllhakke.

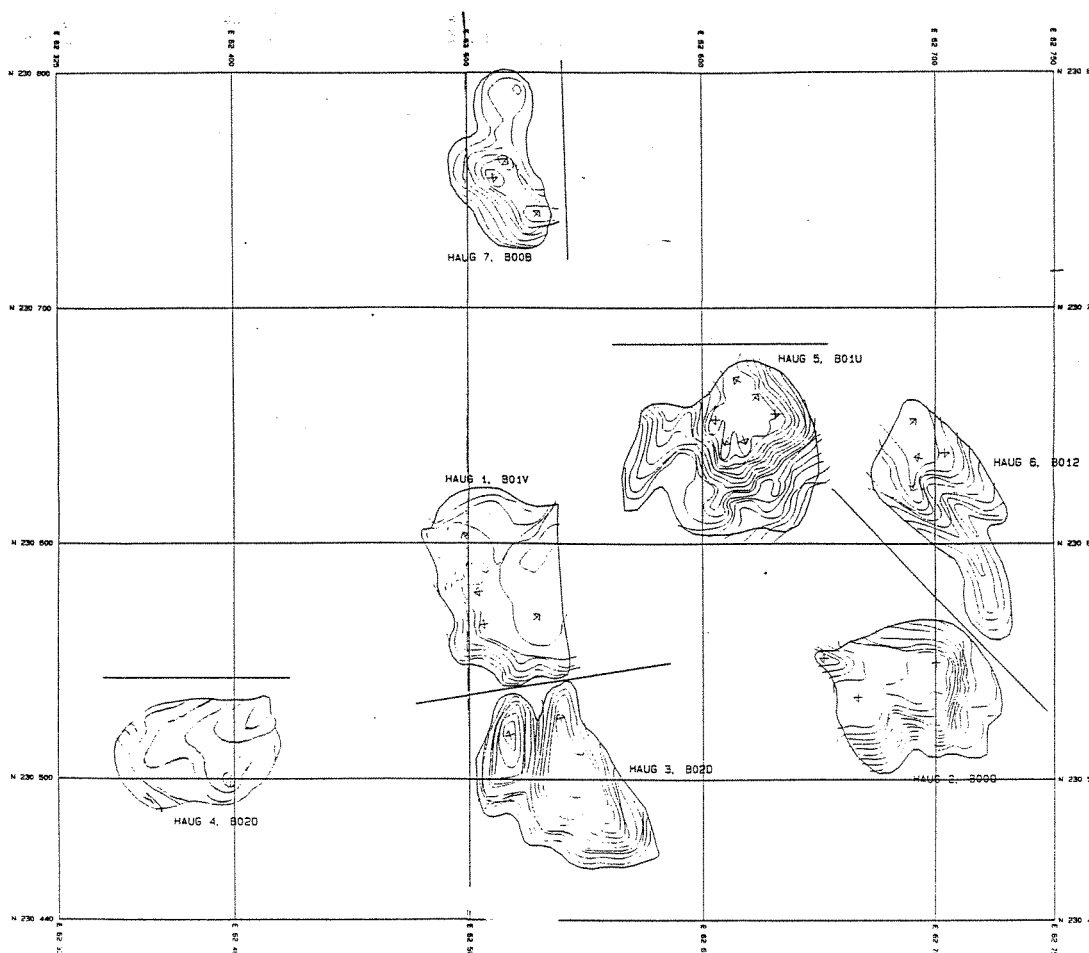
Fra veltene 1, 3 og 6 ble det ikke tatt prøver, fordi det var få tegn til at materialet inneholdt særlig mye kis.

Prøvene ble knust hos NOTEBY A.S. og dels oppsluttet med Lunges væske for totalbestemmelse av tungmetaller og svovel dels vasket med destillert vann for bestemmelse av vannløselige komponenter. Resultatet av disse analysene er samlet i tabell 3. De ulike veltenes samlede innhold av metaller er angitt i tabell 4.

Tabell 2 Volum av velter beregnet ut fra flyfoto.  
Volumvekten er anslått til 2 tonn/m<sup>3</sup>

Velte nr,	Volum m <sup>2</sup>	Vekt tonn
1	5925	11850
2	11310	22620
3	11065	22130
4	3624	7248
5	10827	21654
6	4178	8356
7	2918	5836
Sum	49847	99694





Figur 2 Kartskisse over veltene ved Ertelien slik de er tegnet ut ved volumberegningen.

Analyseresultatene i tabell 3 og de beregnede totalverdiene for metaller og svovel viser at den største direkte forurensningskilden i området er velte 2, som ligger nær veien langs Tjernslibekken. Det er umulig å verifisere dette ved feltmålinger, men det er i overensstemmelse med at de største forurensningsmengdene føres ut av området gjennom Tjernslibekken.

Dersom vi antar at hovedmengden av nikkel til Tjernslibekken kommer fra Velte 2, er innholdet av nikkel i denn velten tilstrekkelig til å opprettholde dagens transport i ca. 90 år. Koppertransporten er relativt sett betydelig mindre, og innholdet i velte 2 er tilstrekkelig til å opprettholde transporten i mange hundre år. Disse vurderingene er basert på et lite antall prøver, så usikkerheten i konklusjonen er svært stor. Det visuelle inntrykket av veltene stemmer imidlertid godt med at det spesielt er velte 2 og 4 som har de høyeste metallgehalter.

Innholdet av vannløselig kopper og nikkel i velte 2 er så høyt at denne velten ikke bør flyttes uten at det gjennomføres tiltak mot vannforurensning.

Tabell 3 Analyseresultater for prøver fra velter tatt 25. august 1993 Ringerike nikkelverk, Ertelien gruve.

Velte nr.: 2 : Lengst i øst ved vei langs Tjernslibekken, Velte nr.: 4 : I nordøstre ende av Åsterudtjern, Velte nr.: 5 A : Øst for hovedgruve nær veien opp til dagbruddet., Velte nr.: 5 B : Litt lengre øst enn nr.: 5 A

Prøve	pH	Konduktivitet mS/m	Svovel %	Jern %	Kopper g/kg	Sink g/kg	Nikkel g/kg
Velte nr.: 2							
Totalt			5.53	12.4	10.3	0.10	2.36
Vannløselig	3.15	176	0.29	0.03	0.28	0.01	0.23
Andel vannl. %			5.3	0.24	2.72	5.79	9.91
Velte nr.: 4							
Totalt			2.65	10.2	1.58	0.04	0.24
Vannløselig	2.49	298	0.52	0.19	0.07	0.00	0.01
Andel vannl. %			19.6	1.9	4.36	7.85	4.49
Velte nr.: 5 A							
Totalt			0.88	3.0	0.52	0.07	0.36
Vannløselig	4.79	2.19	0.29	0.0	0.002	0.00	0.03
Andel vannl. %			33	0	0.39	3.76	7.16
Velte nr.: 5 B							
Totalt			0.53	2.7	0.37	0.06	0.32
Vannløselig	7.00	19.3	0.024	0.0	0.0	0.0	0.00
Andel vannl. %			4.5	0	0.0	0.0	0.50

Tabell 4 Innhold av svovel og tungmetaller i veltene ved Ertelien Nikkelgruve  
Tabellen inneholder totalt og vannløselig innhold av komponenter.

Velte		Svovel tonn	Jern tonn	Kopper tonn	Sink tonn	Nikkel tonn
2	Totalt	1183	2805	233	2.15	53
	Vannløselig	66	6.9	6.3	0.12	5.3
4	Totalt	192	739	11.5	0.30	1.73
	Vannløselig	38	14	0.50	0.02	0.08
5	Totalt	153	617	9.5	1.36	7.4
	Vannløselig	5.7	0.03	0.02	0.03	0.29

## 4. Resipientforhold

Avrenningen fra Ertelien-området går til to forskjellige primærresipienter. Den østlige delen av området, antakelig inkludert gruvevannet fra gruve 2, renner til Tjernslibekken, mens de vestlige gruvene (Åsterud 1 - 3) og antakelig gruve 3 drenerer til bekken som renner inn i nordenden av Åsterudtjern.

Bekken fra utløpet av Åsterudtjern og Tjernslibekken renner sammen umiddelbart etter utløpet fra innsjøen. Like nedenfor samløpet renner bekken inn i et rør som drenerer et større jordbruksområde. Ca. 1 km lengre sør går bekken i en kulvert under vegen. Ytterligere 1 km lengre nede renner bekken inn i Henoa, som er en av tilløpselvene til Tyrifjorden.

## 5. Gjennomførte tiltak

Det er ikke gjennomført bevisste tiltak i området for å redusere forurensningstransporten. Som ofte tilfellet er i gruveområder der bl.a. forurensning av vann ikke er så synlig, har mange forsynt seg med fyllmateriale fra veltene. Det er derfor betydelig mindre velter nå enn det antakelig var da driften ble nedlagt. Det er helt umulig å anslå betydningen av dette, men det er helt klart at det har bidratt til å spre forurensningene fra Ertelien i et geografisk større område.

Det kan også nevnes at vann fra Åsterudtjern har vært brukt til jordbruksvanning i sommerhalvåret. Dette vil sannsynligvis redusere transporten av tungmetaller ut av området. Hvilke eventuelle positive og negative virkninger dette har hatt, er ikke vurdert i denne rapporten.

## 6. Konsentrasjoner, virkninger

I tabellene 5 - 8 finnes analyseresultatene for de innsamlede vannprøvene. I de samme tabellene finnes analyseresultater fra de samme målepunktene fra tidligere år. For måleserien i 1993/94 er det beregnet tidsveiet middelverdier for alle komponenter og antall målinger som ligger til grunn for middelverdiene.

Tabell 5 Analyseresultater fra utløp av Åsterudtjern, Middelverdier tidsveiet.  
Prøvested V1, Kartref.: 32V NM582591

Dato	pH	Konduktivitet mS/m	Sulfat mg/l	Aluminium mg/l	Jern µg/l	Kopper µg/l	Sink µg/l	Nikkel µg/l	Vannføring l/s
20.10.81	6.46	14.3	56		610	160	30	670	
18.10.83	6.51	14.7	55		590	160	30	570	
24.10.83	6.50	15.1	100		620	170	20	570	
02.11.90	6.35	15.1	52			110		480	
08.05.93	6.97	13.86	50.3	0.22	330	70	< 20	390	
14.07.93	6.46	14.53	50	0.17	180	47	< 20	390	0
25.08.93	6.58	14.9	48.5	< 0.15	160	50	< 20	390	2.17
12.09.93	6.72	14.68	49.4	0.15	180	50	< 20	420	2.17
17.10.93	6.75	15.18	52.1	0.32	260	60	< 20	450	31.3
10.11.93	6.77	15.55	53.6	1.37	570	120	30	480	6.95
14.12.93	6.52	16.8	53.6	< 0.15	110	100	< 20	520	5.6
12.01.94	6.49	15.3	56.3	0.15	210	100	< 20	530	4.99
16.02.94	6.56	15.8	56.9	< 0.15	180	90	< 20	500	3.22
17.03.94	6.48	14.6	52.7	< 0.15	< 10	80	< 20	520	2.55
14.04.94	6.06	8.16	27.5	< 0.15	350	100	< 20	340	67.6
13.05.94	6.86	15	48.2	0.41	380	100	20	490	6.95
16.06.94	7.15	15.3	50.0	0.21	220	180	< 20	470	0
Middel 1993/94	6.62	14.7	50.1	0.25	250	90	< 20	459	10.7
Antall	12	12	12	12	12	12	12	12	12
Std.avv.	0.267	2.14	7.6	0.42	147	37.5	17.6	61.0	19.6

**Tabell 6** Analyseresultater, Tjernslibekken, Ertelien nikkelgruve.  
Prøvested V2, Kartref.:32V NM579580

Dato	pH	Konduktivitet mS/m	Sulfat mg/l	Aluminium mg/l	Jern µg/l	Kopper µg/l	Sink µg/l	Nikkel µg/l	Vannføring l/s
20.10.81	6.58	13.4	48		470	230	30	900	
18.10.83	6.42	12.0	48		230	200	30	710	
02.11.90	4.88	24.9	50			560		2470	
08.05.93	5.95	14.3	55	2.6	600	330	50	1210	
14.07.93	4.49	61.7	332	14.6	640	1810	310	9230	1.7
25.08.93	4.88	22.8	90	4.7	480	600	70	2280	6.7
12.09.93	4.55	28.8	132	5.2	840	730	120	3610	2.2
17.10.93	5.84	14.5	52	2.6	360	200	30	1050	27.9
10.11.93	5.70	16.3	62	4.0	380	360	< 20	1300	7.7
14.12.93	5.52	18.7	66	2.7	430	130	80	1440	3.9
12.01.94	6.00	12.5	58	0.8	500	130	280	910	3.4
16.02.94	5.00	25.8	114	4.8	5500	280	< 20	2510	1.7
17.03.94	4.67	48.3	233	7.5	1110	580	180	5720	0.5
14.04.94	4.88	10.7	35	2.3	400	300	30	970	130.0
13.05.94	5.04	17.8	69	3.3	230	380	60	1820	6.3
16.06.94	4.36	82.9	455	20.8	390	2430	420	13400	0.2
Middel	5.08	30.6	145	6.3	954	677	137	3776	15.3
Antall	12	12	12	12	12	12	12	12	12
Std. Avv.	0.56	22.5	131	5.8	1457	719	141	3918	36.7

**Tabell 7** Analyseresultater fra en tilløpsbekk til Åsterudtjern.  
Prøvested V3, Kartref.: 32V NM580597

Dato	pH	Konduktivitet mS/m	Sulfat	Aluminium mg/l	Jern µg/l	Kopper µg/l	Sink µg/l	Nikkel µg/l	Silisium mg/l
20.10.81	4.88	14.6	62		2200	430	20	1130	
25.08.93	5.69	16.5	60	2.85	1400	550	30	1390	4.82
12.09.93	6.34	16.1	62	2.29	900	410	60	1280	5.11
17.10.93	4.91	12.9	50	2.39	2370	460	20	1010	4.40
10.11.93	6.28	12.5	46	2.58	1200	280	< 20	850	4.35
14.12.93	5.65	14.0	48	1.10	510	290	< 20	960	4.24
12.01.94	6.33	10.1	38	0.48	70	100	< 20	600	3.68
16.02.94	6.46	12.6	42	< 0.05	< 10	100	< 20	640	2.64
17.03.94	6.46	10.4	38	0.25	130	70	< 20	570	3.35
14.04.94	5.65	7.7	24	0.70	1650	200	< 20	540	3.24
13.05.94	6.51	10.6	34	1.02	370	150	< 20	570	3.70
16.06.94	6.07	17.7	65	0.29	290	180	20	1010	4.33
Middel	6.03	12.9	46	1.26	793	253	< 20	857	3.98
Antall	11	11	11	11	11	11	11	11	11
Std. avv.	0.50	3.1	13	1.06	767	160	28	300	0.73

**Tabell 8** Analyseresultater fra samlet avløp, Ertelien nikkelgruve. Prøver tatt i kulvert under vei. Prøvested V4, Kartref.: 32V NM579580

Dato	pH	Konduktivitet mS/m	Sulfat mg/l	Aluminium µg/l	Jern µg/l	Kopper µg/l	Sink µg/l	Nikkel µg/l	Vannføring
02.11.90	5.44	24.1	80.0			320		1740	
08.05.93	6.79	19.9	36.8	2.31	2610	130	< 20	510	
14.07.93	5.92	38.6	164.4	1.01	510	550	140	3930	1.7
25.08.93	6.24	20.5	66.8	19.90	460	250	40	1400	8.8
12.09.93	6.47	23.1	71.9	0.70	1280	160	40	1370	4.3
10.11.93	6.60	16.2	49.7	1.03	500	130	< 20	730	14.6
14.12.93	6.61	17.2	51.2	0.47	260	120	< 20	700	9.5
12.01.94	6.71	14.1	50.0	0.75	770	100	< 20	600	8.4
16.02.94	6.81	18.0	60.2	1.20	1050	70	< 20	670	4.9
17.03.94	6.94	19.8	46.7	< 0.15	510	50	< 20	540	3.0
14.04.94	6.23	10.6	26.3	1.00	200	240	< 20	520	197.6
13.05.94	6.58	16.1	51.5	0.53	340	150	30	910	13.2
16.06.94	6.67	41.7	136.2	0.06	1210	120	60	2070	0.2
Middel	6.52	21.5	70.9	2.28	657	177	30	1233	22.0
Antall	11	11	11	11	11	11	11	11	11
Std.avv.	0.29	9.8	41.7	5.82	379	138	51	1018	57.7

Det er svært vanskelig å angi noen utviklingstrend for avrenningen fra området. Når vi ser på resultatene fra tidligere enkeltprøver, som finnes i tabell 5, i forhold til de angitte middelveier og standard avvik, er det ikke grunnlag for å anta at det har skjedd vesentlige endringer i løpet av tiden vi har data for (1981 - 1994). Riktignok var nesten alle nikkelkonsentrasjonene fra tidligere prøver høyere enn det som ble funnet i løpet av perioden 1993/94, men materialet er for spredt til å trekke noen konklusjon.

**Tabell 9** Analyseresultater for sedimentprøve fra Åsterudtejern. Prøvested S1  
Hver prøve representerer et sedimentsjikt på 1 cm.

Prøvebet.	Aluminium g/kg	Kopper g/kg	Jern g/kg	Nikkel g/kg	Svovel g/kg	Sink g/kg
S1, 0-1	21.4	3.29	42.7	0.47	5.6	0.35
S1, 1-2	15.7	1.79	28.5	0.52	2.9	0.23
S1, 2-3	13.6	0.78	19.2	0.46	0.71	0.14
S1, 3-4	12.5	0.49	15.6	0.39	0.57	0.12
S1, 4-5	11.7	0.29	11.9	0.28	0.32	0.12
S1, 5-6	12.2	0.22	10.6	0.26	0.28	0.13
S1, 6-7	11.8	0.23	10.5	0.26	0.23	0.12

Innsjøsedimenter kan i enkelte sammenhenger brukes som indikator på utviklingen i forurensnings-situasjonen i nedbørfeltet. En gruveforurensning som er avgrenset i tid kan f.eks. påvises som et sjikt med forhøyede metallkonsentrasjoner i sedimentet.

Ut fra dette ble det tatt en sedimentprøve fra Åsterudtjern i 17. mars 1994. Prøvestedet er avmerket på figur 1. Prøven ble snittet i 1 cm tykke skiver, frysetørket og oppsluttet med Lunges væske før kjemisk analyse. Analyseresultatene er samlet i tabell 9. Konsentrasjonen av jern, kopper og nikkel er dessuten fremstilt grafisk i figurene 3A - C.

Det er stor likhet i kurven for kopper og jern (figur 3A og 3B), mens kurven for nikkel (figur 3C) har et litt annet forløp. Det er vanskelig å gi noen enkel forklaring på dette, men det er helt klart at det i sjiktet 1 - 2 cm er en betydelig økning i kopper- og jern-konsentrasjonen. For nikkel er den største endringen i konsentrasjon fra under 4 cm til over. Også for kopper og nikkel er det en viss utvikling her, men ikke så utpreget. For nikkel er dessuten konsentrasjonen i det øverste sjiktet litt lavere enn i det underliggende.

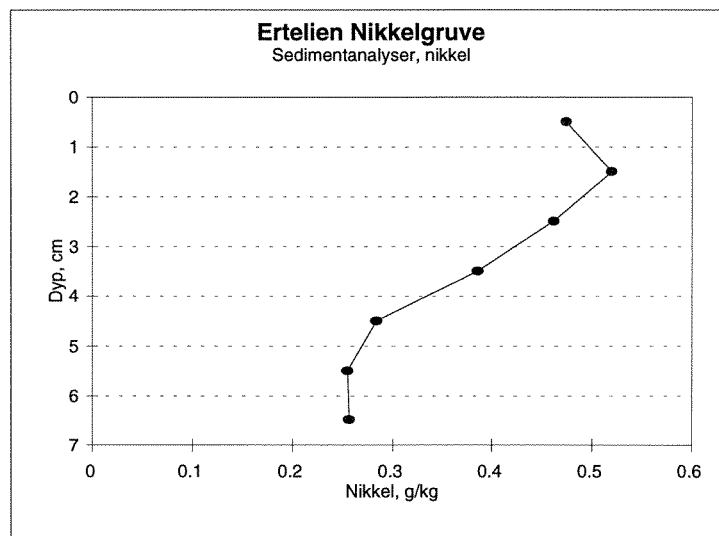
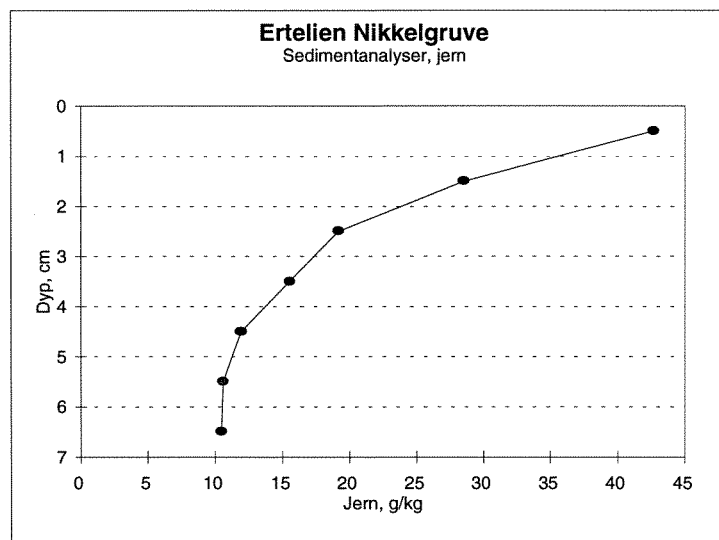
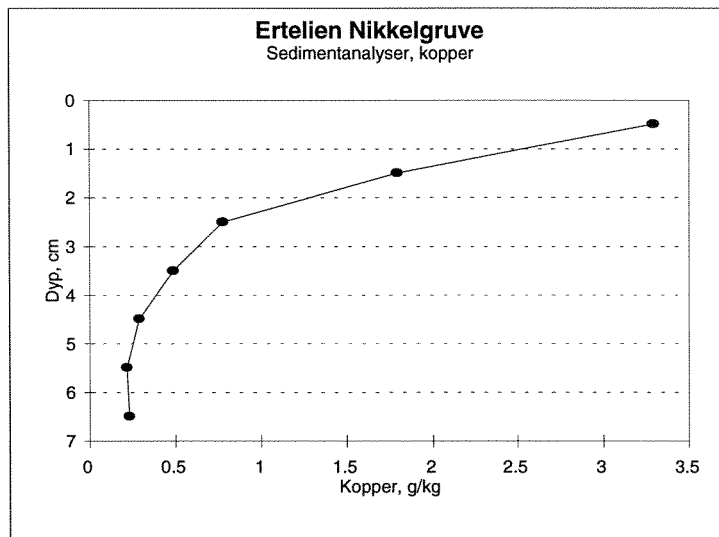
Det er vanskelig å trekke noen vidtgående konklusjon på grunnlag av denne sedimentundersøkelsen. Avtakende nikkelkonsentrasjon i overflatesjiktet kan tyde på en svakt avtakende transport av nikkel. Det er imidlertid ingenting som tyder på at transporten av kopper har avtatt vesentlig.

Dersom man ut fra resultatene antar at gruvedriften har påvirket de ca. 50 øverste mm av sedimentet i løpet av 130 år, svarer det til en sedimentasjonshastighet på ca. 0,4 mm/år. Det ville derfor ta mange år før en avtakende tendens kan påvises i analyser av sedimentskiver av 1 cms tykkelse. Det kreves spesielle metoder for å utføre mer presise sedimentanalyser.

Av tabellene 5 - 8 fremgår det at det er klart forhøyede kopper- og nikkelverdier ved alle målepunktene. Sulfat- og jernkonsentrasjonene er også noe høyere enn en forventet bakgrunnsverdi, men i forhold til avrenningen fra mange gruveområder er denne økningen liten. Konsentrasjonen av sink er ikke særlig høy, bortsett fra i Tjernslibekken, der det til tider har vært overraskende høye konsentrasjoner. For alle stasjonene viser det høye standardavviket at det er meget store variasjoner i de fleste metallkonsentrasjonene.

Det er vanskelig å vurdere eventuelle skadevirkninger av metallforurensningene nedover i vassdraget. Dette består stort sett av forholdsvis små og sterkt landbrukspåvirkede bekker hvor brukerinteressene antakelig er begrensede. Undersøkelser i Henoa og nær dens munning i Tyrifjorden er ikke gjort.

I gruvas nærområde er det spesielt påvirkningen av Åsterudtjern som er viktig. Innsjøen er så vidt vi kjenner til fisketom. Den brukes til jordbruksvanning til tross for det høye innholdet av kopper og nikkel. Konsentrasjonene av kopper og nikkel i dette vannet er så høy at det i SFTs klassifisering av miljøkvalitet (1992) ville kommet i klassen "meget dårlig" for dette formålet. Ved at deler av avrenningen spres på jordbruksarealer, bindes antakelig en del av metallene i jordsmonnet og tas i en viss utstrekning opp av plantene. Den helsemessige betydningen av dette er ikke vurdert.



Figur 3 A - C Konsentrasjon av kopper, jern og nikkel i sedimentprøve (S1) fra Åsterudtjern.

## 7. Transportberegninger

Som grunnlag for transportberegningene er kjemiske analysedata og de målte vannføringene ved prøvetakingen benyttet. Transportverdien er beregnet som tidsveiede middelerverdier av de momentane transportverdiene som kan beregnes slik i perioden 1. juli 1993 til 30. juni 1994.

I tabell 10 er disse middelerverdiene fra de ulike målepunktene listet. Det er alltid en betydelig usikkerhet i slike transportberegninger. Uten at det kan kvantifiseres er antakelig de listede transportverdiene noe for lave. Først og fremst gjelder dette Tjernslibekken og i utløpet av Åsterudtjern. Ved dette målepunktet har vannføringen til tider vært null, bl.a. på grunn av pumping til jordbruksvanning. Den samlede avrenningen fra området er derfor litt høyere enn den registrerte. Samtidig vil forholdsvis lite av de metallene som spres gjennom vanning (irrigasjon) av jordbruksarealer nå det nedenforliggende vassdraget.

Fordi undersøkelsen har strukket seg over et helt år, og regelmessige vannføringsmålinger på to punkter inngikk i undersøkelsen, er resultatene forholdsvis pålitelige, når vi ser bort fra den naturlige variasjonen som alltid skjer fra år til år og den usikkerheten som følger med at prøvetakingsfrekvensen tross alt er lav.

Tabell 10 Transport av tungmetaller ved målestasjonene ved Ertelien Nikkelgruve

	Sulfat tonn/år	Alu- minium tonn/år	Jern kg/år	Kopper kg/år	Sink kg/år	Nikkel kg/år
Tjernslibekken	23	1.3	217	153	19.6	595
Utløp Åsterudtjern	14	0.030	104	30	-	137
Sum fra gruveområdet	37	1.3	321	183	19.6	732
Samlet avløp	25	1.1	214	147	-	447
Samlet avl., korr. vannf.	30	1.3	257	176	-	536

I tabell 10 er det også angitt transportverdier for samlet avrenning fra området. Samlet avløp representerer de verdiene som er beregnet ut fra summen av de registrerte vannføringene. Samlet avl. korr. vannf. representerer summen av målte vannføringer korrigert for den økede vannføringen som skyldes et større nedbørfelt. Verdiene er beregnet direkte ut fra forholdet mellom de aktuelle arealene. Forskjellen mellom sum fra gruveområdet og den korrigerte verdien for samlet avrenning er ikke større enn det som må ventes ved en slik undersøkelse.

## 8. Konklusjoner

1. Forurensningstransporten fra Ertelien Nikkelgruve er målt i 1993/94. Resultatet av undersøkelsen sammenholdt med tidligere prøvetakinger tyder på at det ikke har vært påviselige endringer i løpet av de siste 10 - 15 år. Sedimentanalyser fra Åsterudtjern tyder på det samme, men det er mulig at nikkeltransporten etter hvert har avtatt noe. Det er nikkel og kopper som er de viktigste forurensningskomponentene og transporten av nikkel og kopper er beregnet til henholdsvis 730 og 180 kg pr. år.



2. Forurensningene fra den tidligere gruvevirksomheten gir først og fremst lokale effekter. Innsjøen Åsterudtjern, som ligger i gruveområdet, er fisketom. Forøvrig er antakelig bare mindre bekker påvirket av gruveavrenningen.
3. Hovedkilden for forurensningene er antakelig veltene, men foreløpig foreligger det ikke tilstrekkelig informasjon til å fastslå fordelingen mellom gruvevann og drensvann fra veltene. Størst innhold av metaller har veltene ved Tjernslibekken i den østlige delen av gruveområdet.
4. Vann fra Åsterudtjern benyttes til jordbruksvanning. Dette vannet er etter SFTs klassifisering av miljøkvalitet meget dårlig egnet for dette formålet.

## 9. Referanser

Holtan, H. og Rosland, D.S. 1992

Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann.

SFT-veiledning nr.: 91:06, Statens forurensningstilsyn, Oslo pp. 32

Johansen G.A. 1982

Ringerikes Nikkelverk 1848 - 1920 hvor metallet nikkel først ble påvist i naturen i Norge.

Volund, Årsskrift for Norsk Teknisk Museum 1982. pp. 46 - 71

---

**NIVA**



**Norsk institutt for vannforskning**

Postboks 173 Kjelsås, 0411 Oslo

Telefon: 22 18 51 00 Fax: 22 18 52 00

ISBN 82-577-2726-1