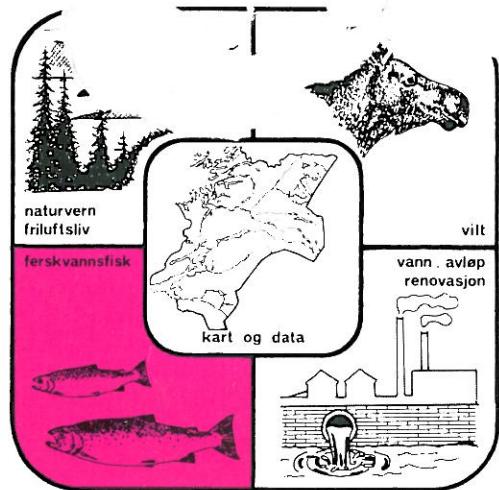


95037

91041

FYLKESMANNEN I NORD-TRØNDELAG
MILJØVERNAVDELINGEN

RAPPORT nr. 8 - 1985



Tungmetaller i fisk i Indre Namdalen



363 730

SQR

FYLKESMANNEN I NORD-TRØNDELAG

FYLKESMANNEN I NORD-TRØNDELAG

MILJØVERNADDELINGEN

Miljøvernavdelingen er en del av Fylkesmannsembetet i Nord-Trøndelag. Avdelingen ble opprettet 1. september 1982 og består av følgende faggrupper:

- Ferskvannsfisk
- Forurensning (V.A.R.)
- Kart og data (Fylkeskartkontoret)
- Naturvern og friluftsliv
- Vilt

Miljøvernavdelingen har 24 personer ansatt i faste eller midlertidige stillinger.

Resultatene av en del av avdelingens virksomhet trykkes bl.a. i denne rapportserien. I tillegg vil resultatene av enkelte konsulenttjenester som er utført for avdelingen bli presentert i serien. Opplaget er begrenset. Rapportens form og innhold er bestemt av hurtig presentasjon av resultater og datagrunnlaget for den enkelte undersøkelse. Det er tillatt og ønskelig at data og vurderinger i rapporten gjengis og benyttes av andre, så fremt kildene oppgis. En liste over tidligere utarbeidete rapporter er gjengitt bak i heftet.

Forespørsler kan rettes til:

Fylkesmannen i Nord-Trøndelag

Miljøvernavdelingen

7700 Steinkjer

Tlf. 077/64 400

FYLKESMANNEN I NORD-TRØNDELAG, MILJØVERNADDELINGEN

T U N G M E T A L L E R I F I S K
I I N D R E N A M D A L E N

AV
STEIN ERIK SØRSTRØM
ANTON RIKSTAD

RAPPORT NR 8 - 1985
STEINKJER, NOVEMBER 1985

F O R O R D

Som et ledd i overvåkningen av forurensningssituasjonen i Indre Namdal, ble det høsten 1984 satt i gang innsamling av fisk for å analysere innholdet av tungmetaller. Prosjektet er et samarbeide mellom Røyrvik kommune, Universitetet i Trondheim og fylkesmannens miljøvernnavdeling i Nord-Trøndelag. Disse har også finanisert undersøkelsen med støtte fra Statens forurensningstilsyn.

Følgende personer har fungert som styringsgruppe for prosjektet:

Lærer P.I. Pedersen, Røyrvik kommune
Lærer P.J. Rørvik, Røyrvik kommune
Forsker S.E. Sørstrøm, Universitetet i Trondheim
Fiskerikonsulent Anton Rikstad, miljøvernnavdelingen

Følgende personer har deltatt i prosjektet:

B.O. Bjørningstad, feltarbeide
F. Stallvik, feltarbeide
J.H. Haukland, fiskeribiologisk analyse
A. Rikstad, fiskeribiologisk analyse, feltarbeide
E. Gjengedal, tungmetallanalyse
E. Steinnes, faglig hovedansvarlig, tungmetallanalyse
S.E. Sørstrøm, dataanalyse, rapportering, koordinering

Til alle disse rettes en hjertelig takk. Rapporten er skrevet av S.E. Sørstrøm i samarbeide med A. Rikstad.

Torstein Øyen
miljøvernleder

Anton Rikstad
fiskerikonsulent

I N N H O L D

	Side
Sammendrag	1
1.0 Innledning	3
2.0 Valg av område	5
3.0 Metoder	7
3.1 Prøvefiske og fiskeri-biologiske analyser	7
3.2 Tungmetallanalyser	7
3.3 Statistiske analyser	8
4.0 Resultater	9
4.1 Fiskeribiologi	9
4.1.1 Røye	9
4.1.2 Ørret	14
4.2 Tungmetallinnhold	20
4.3 Statistikk	25
4.3.1 Røye	25
4.3.2 Ørret	29
5.0 Diskusjon	32
5.1 Innledning	32
5.2 Fiskeribiologi	32
5.3 Tungmetall	33
Litteratur	34
Vedlegg	35

SAMMENDRAG

Undersøkelsen er foretatt som et samarbeide mellom Universitet i Trondheim, Rørvik kommune og fylkesmannens miljøvernavdeling.

Målsettingen med undersøkelsen var å kartlegge akkumulering av tungmetall i fisk som følge av utslipp fra Joma og Skorovas gruver i Rørvik.

Totalt ble det samlet inn 452 fisk fra 22 stajoner for analyse. Stasjonene omfattet Huddingsvatn, Huddingselv, Vekteren, Limingen, Tunnsjøen, Tunnsjøflyan, Tunnsjøelv og Grøndalselv. Saksvatn og Ingulfsvatn ble nyttet som referanseområder. Valdervatn er tatt med etter forslag fra Joma gruver.

For å få mest mulig sammenlignbart materiale, ble 3, 4 og 5 år gammel fisk analysert. Tungmetallanalysene ble utført ved atomabsorbsjons-spektrofotometri.

Det ble tatt prøver av lever og muskelvev fra hver fisk. Lever ble nyttet fordi tungmetaller akkumuleres der.

Innholdet av tungmetaller er framstilt som middelverdier for fisk fra hver stasjon. For kadmium varierte verdiene i lever fra ca 150 til 1500 PPB (0.15 - 1.5 mg/kg). I muskulatur lå kadmiuminnholdet vesentlig lavere. Grensen for å anvende fisk som næringsemne er 0,03 mg/kg våtvekt.

Høyest kadmiuminnhold i fiskelever ble funnet i Huddingselv (st. 4 og 5) og Tunnsjøen (st. 13-16). I Limingen, Tunnsjøen og Tunnsjøflyene var kadmiuminnholdet i fiskelever vesentlig lavere hos ørret enn hos røye.

Referansestasjonene hadde vesentlig lavere middelverdier av kadmium i lever enn gjennomsnittet for de andre prøvestasjonene.

Kobberinnholdet i fiskelever varierte fra 8 til 153 PPM (mg/kg). Verdiene for ørretlever ligger vesentlig høyere enn for referansestasjonene. Et unntak er Ingulfsvatn (st 21).

Innholdet av sink i fiskelever varierte fra 30-136 PPM (mg/kg). Sinkinnholdet viser ingen tydelig tendens verken for ørret eller røye, men er vesentlig høyere på st. 19 (Tunsjøselv) enn på de andre stasjonene.

For muskellev fra røye og ørret viser resultatene ingen tydelig tendens verken for kadmium, kopper eller sink.

Resultatene bekrefter tidligere analyser som har vist betydelig tungmetalleksponering i forbindelse med gruvedrift i området. Påvirkningen er særlig markert i Huddingsvatn og Huddingselva samt i Tunsjøen og Gjersvika.

Spredningen fra utslippskilden i Joma strekker seg ned i Vekteren. Fra Stallvikområdet ser det ut til at forurensningen spres til det meste av Tunsjøen og øvre del av Tunsjøflyene. I Gjersvika kan det skyldes sig fra gamle gruver i området.

Tungmetallinnholdet i fisk fra området ligger så lavt at det ikke representerer noen fare å spise fisk.

1.0 INNLEDNING

Universitetet i Trondheim (AVH) ved Kjemisk Institutt, har i samarbeid med miljøvernavdelingen i Nord-Trøndelag fylke og Røyrvik kommune gjennomført et forurensningsstudium i Indre Namdal. Prosjektet ble gjennomført for å kartlegge forurensningseffekten på fisk i de deler av Namsenvassdraget som kan tenkes å være påvirket av utslipp av tungmetaller fra Joma og Skorovass gruver.

Prosjektet ble startet etter initiativ fra "Innlandsfiskeprosjektet" for å vurdere hvorvidt forurensningen har effekt på fiskens anvendelse som næringsemne. Sekundære mål var å klarlegge hvordan tungmetaller akkumuleres i fisk og hvor langt fra utslippskilden man kan påvise effekter. Fisk som indikator er et stikkord i denne sammenheng.

Under "Innlandsfiskeprosjektet" ble det i 1981 samlet inn fisk fra Limingen, Tunsjøen, Namsvatn, Vekteren og Huddingsvatn og analysert for tungmetaller ved Fiskeforskingen på Ås. Resultatene viste tungmetallkonsentrasjoner som lå over akseptable grenser (Sørstrøm 1982). Metodikken (analyse og innsamling) var imidlertid ikke god nok for å dra sikre konklusjoner.

Norsk Institutt for vannforskning (NIVA) har i perioden 1982 til 1984 analysert fisk fra vassdraget for tungmetaller. NIVA fant gjennomgående høgere innhold av tungmetaller i lever og kjøtt i fisk fra Huddingsvatn i forhold til fisk fra Vekteren (NIVA 1983). NIVA antyder at kadmium i lever muligens er den parameter som egner seg best som forurensningsindikator. NIVA fant i 1984 klart mer kadmium i lever av fisk fra Vektarbotn og Tunnsjøen enn i Vallervatn som var referansevatn (NIVA 1985)

Metallene kobber (Cu), sink (Zn) og kadmium (Cd) ble valgt ut for disse undersøkelsene. Disse elementene slipper sammen med svovelkis ut i indre Huddingsvatn i forbindelse med gruvedrift i Joma. Dette utsippet består under normal drift av 60 tonn finkis pr. time. Kisen har en tetthet på 3.5 t/m^3 . Kisen er nedmalt til 90% under 44 micrometer (Tesaker 1973).

Utsippet fra Skorovas gruver til Tunnsjøen består av løste forbindelser av de samme metallene.

Utsippet fra Gjersvika stammer fra en nedlagt gruvestoll og består av løste forbindelser av samme elementer som fra Skorovas.

I følge opplysninger fra næringsmiddelkontrollen i Sør-Trøndelag gjelder følgende grenseverdi for å anvende fisk som næringsemne:

Cd: 0.03 mg/kg våtvekt (0.03 ppm = 30 ppb)

For kobber og sink er det ikke etablert noen grenseverdi. For vann forurensset med disse metallene gjelder det imidlertid at det ikke bør drikkes ved konsentrasjoner over

Cu: 0.05 mg/l

Zn: 0.3 mg/l

Man forutsetter da et døgnforbruk på 2 l vann pr. person.

For å studere effekt av disse tungmetall-utsippene på fisk i vassdraget har vi valgt å analysere prøver av muskulatur og lever av fisken. Muskulatur er valgt fordi denne nyttes som næringsemne og lever fordi metaller akkumuleres der.

2.0 VALG AV OMRÅDE

Prøvestasjoner ble tatt ut etter tilråding fra Røyrvik kommunes forurensningsutvalg og innlandsfiskenemd med utgangspunkt i forslag fra prosjektledelsen.

I samråd med Styringsgruppa for prosjektet ble i alt 22 stasjoner, hvorav 3 referansestasjoner valgt. Valget av et såvidt stort antall stasjoner ble gjort fordi det var ønske om å få oversikt over situasjonen i hele det området som var omfattet av Innlandsfiskeprosjektet.

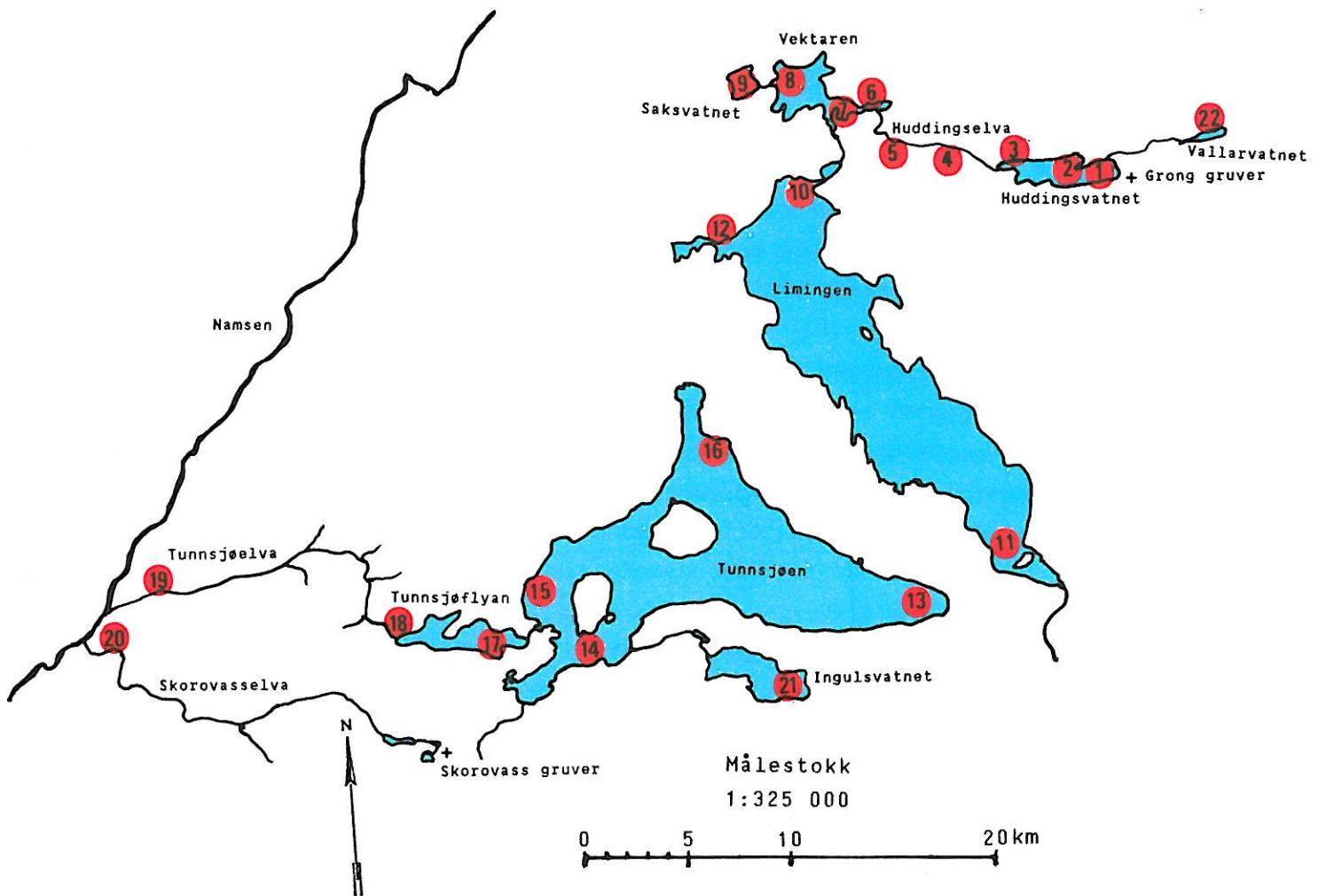
Valg av et så stort antall stasjoner medførte imidlertid samtidig at man måtte redusere en del på ønsket om å få samlet et i alle henseender statistisk holdbart materiale. Undersøkelsen må derfor betraktes som en "screening" undersøkelse (få et overblikk) som eventuelt kan danne grunnlag for mer inngående studier på et senere tidspunkt.

Følgende stasjoner ble valgt ut for undersøkelsene:

Lokalitet		Stasjonsnr.	Arter
Huddingsvatn:	3 stasjoner	1, 2, 3	ørret
Huddingselv:	2 stasjoner	4, 5	"
Indre Vekteren:	2 stasjoner	6, 7	ørret, røye
Vekteren:	1 stasjon	8	"
Saksvatnet:	1 stasjon	9	"
Limingen:	3 stasjoner	10, 11, 12	"
Tunnsjøen:	4 stasjoner	13, 14, 15, 16	"
Tunnsjøflyan:	2 stasjoner	17, 18	"
Tunnsjøelv:	1 stasjon	19	ørret
Grøndalselv:	1 stasjon	20	"
Ingulfsvatn:	1 stasjon	21	ørret, røye
Valdervatn:	1 stasjon	22	ørret

Som referansestasjoner ble valgt:

Saksvatn	(ørret)	9
Ingulfsvatn	(ørret, røye)	21
(Valdervatn	(ørret)	22



Figur 1.1. Området med stasjoner avmerket.

3.0 METODER

3.1 Prøvefiske og fiskeribiologiske analyser

I stasjoner lokalisert i vann ble materialet samlet inn med standard bunngarnserier (omfar: 16, 18, 22, 24, 28, 32). I stasjoner lokalisert i elv ble materialet samlet inn med elektrisk fiskeapparat.

Feltarbeidet ble gjennomført i perioden 25.8.-4.10.84. Ved start av prosjektet ble det satt som mål å samle minimum 20 individ pr. stasjon. Totalt antall innsamlede individer ble 452.

Ved de fiskeribiologiske analysene ble alder, lengde, vekt, kjøttfarge, modningsgrad og parasittisme bestemt. Alder ble hovedsakelig bestemt ved otolithavlesning, i noen tilfeller supplert med skjellavlesning. I rapporten presenteres resultater for alder, lengde og kondisjonsfaktor.

For opplysninger om fiskeribiologiske forhold utover dette henvises til tidligere arbeider på dette området, bl.a. av NIVA og Museet, Universitet i Trondheim.

3.2 Tungmetallanalyser.

Tungmetallanalyser ble utført ved atomabsorpsjonspektrofotometri. I rapporten presenteres resultat for innhold av tungmetallene kobber (Cu), sink (Zn) og kadmium (Cd) for prøver av lever og muskellev. Resultatene for ørret og røye presenteres dels sammen og dels hver for seg.

For å få et sammenlignbart materiale valgte vi ut et materiale bestående av samtlige 3+, 4+ og 5+ individ for tungmetall analysen (3+: Alder = 3 år pluss en sommersesong). Individ yngre eller eldre enn denne aldersgruppen ble ikke analysert. På grunn av denne utvelgelsen falt stasjon 20 ut fra analysene.

3.3 Statistiske analyser

For å vurdere hvorvidt de observerte effekter er signifikante (statistisk holdbar) ble materialet kjørt gjennom en rekke statistiske tester på SPSS (Statistical package for the social sciences). Følgende tester ble utført:

1. Scattergram, korrelasjon mellom to parametere
2. Median, fordeling av prøvene
3. Breakdown, middelverdi og standard avvik
4. Kruskal – Wallis, ikke parametrisk rang test
5. Mann – Whitney, ikke parametrisk test for signifikans

De tre første viser 1) hvordan relasjonen er mellom 2 og 2 parametere, 2) beregner fordelingen av måleresultatene på hvert element i forhold til medianen til det elementet og 3) beregner middelverdien og standardavviket for hvert element og hver stasjon. Resultatene av disse testene er vist i vedlegg.

De to siste er ikke-parametriske tester som sammenligner de ulike stasjonene, 4) i forhold til hverandre og 5) i forhold til referansestasjonen(e).

Den siste testen kan fortelle hvorvidt analysene viser at det er signifikante forskjeller mellom prøvene fra stasjonen og prøvene fra referansestasjonen. Vi har satt signifikansnivå til 2-sidig- $p = 0.10$, d.v.s. verdier mindre enn 0.10 tolkes som signifikant.

4.0 RESULTATER

4.1 Fiskeribiologi

De fiskeribiologiske analyser er utført for å gi en kort karakteristikk av materialet. I det etterfølgende gis resultater fra disse analysene med noen supplerende kommentarer (se også oppsummering bak i rapporten).

4.1.1 Røye

Resultatene fra disse analysene er presentert i tabellene 4.1-4.6 og figurene 4.1-4.2. Med unntak av stasjonene 1-8 har vi et relativt godt røyemateriale selv om man som tidligere nevnt har behov for et større materiale for en del statistiske analyser.

Aldersfordelingen i tabell 4.1 viser relativt store variasjoner i alderssammensetning fra stasjon til stasjon. Disse variasjonene gjør at materialet fra stasjon til stasjon kan være vanskelig å sammenligne.

Tabell 4.2 viser gjennomsnittlig lengde for hvert alderstrinn ved hver stasjon. Som det fremgår av denne tabellen er det også store variasjoner i vekst fra stasjon til stasjon. For de fleste stasjoner er største lengde ca 30 cm mens det for stasjonene 7, 12, 13 og 18 er fanget individ med lengder tildels godt over 35 cm.

Tabellene 4.3 og 4.4 viser gjennomsnittsverdier for alder (avgage) og kondisjonsfaktor (avgkf) og for innhold av Cu, Zn og Cd i lever (Cu og Zn i ppm og Cd i ppb). Tabellene 4.5 og 4.6 viser tilsvarende for muskulatur.

I tillegg til dette er fiskens gjennomsnittlige kondisjonsfaktor og alder vist i figur 4.1 og 4.2.

Tabell 4.1 Aldersfordeling hos røye (*Salvelinus alpinus*). Antall individ pr. aldersgruppe.

Alder/ Stasjon	1	2	3	4	5	6	7	>7
6					2			
7					2			
8		1						
10			2	8	8	3	2	
11			4	4	4	7	5	
12		4	2	8	6	1	2	
13			2	6	4	1	7	
14		2	9	6	4	1		
15		7	12	8	2			
16	1	4	6	4	4	2	2	
17	4	10	6	4				
18	7	8	6	2	0	1		
21		10	4	2	0	0	2	

Tabell 4.2 Gjennomsnittslengde (cm) ved hvert alderstrinn hos røye.

Alder/ Stasjon	1	2	3	4	5	6	7	>7
6					30			
7					35			
8		27						
10			15	22	25	25	29	
11			19	19	22	25	30	
12		20	22	27	29	35	44	
13			22	21	19	28	37	
14		18	24	27	25	28		
15		24	25	22	31			
16	19	18	24	24	25	24	24	
17					—			
18	20	25	29	32	—	37		
21		18	21	19			29	

Tabell 4.3 Gjennomsnittsverdier for alder (avgage), kondisjonsfaktor (avgkf), cu (avgcu), zn (avgzn) og cd (avgcd) for hver stasjon hos røye. Prøver av lever.

Stasjon	Avgage	Avgkf	Avgcu PPM	Avgzn PPM	Avgcd PPB
6	5.00	1.09	29.10	48.40	140
7	5.00	1.12	55.70	50.10	410
10	5.00	.73	10.42	32.45	696
11	4.50	.97	8.15	30.85	475
12	4.29	.87	23.41	45.51	587
13	4.75	.77	11.25	50.45	1542
14	4.25	.79	39.83	65.45	1557
15	4.08	.81	31.88	45.63	1394
16	4.00	.75	20.27	39.84	1178
17	3.70	.97	18.19	40.29	820
18	3.63	.96	18.68	36.93	846
21	3.67	1.03	11.87	29.97	246

Tabell 4.4 Tilsvarende tabell 4.3 beregnet for hvert alderstrinn på hver stasjon.

Stasjon	Alder	Avgkf	Avgcu PPM	Avgzn PPM	Avgcd PPB
6	5	1.09	29.10	48.40	140
7	5	1.12	55.70	50.10	410
10	4	.71	3.00	24.30	750
10	5	.72	12.88	34.93	767
10	6	.75	8.00	30.70	360
11	4	.98	7.55	29.55	565
11	5	.95	8.75	32.15	385
12	3	.97	44.55	50.65	415
12	4	.71	24.60	83.20	820
12	5	.85	12.55	33.53	615
13	4	.70	12.80	68.90	1580
13	5	.79	10.73	44.30	1530
14	3	.89	96.60	65.60	1670
14	4	.75	37.98	51.13	1577
14	5	.81	23.37	84.50	1493
15	3	.78	18.53	41.37	1400
15	4	.87	44.74	48.88	1034
15	5	.77	25.80	44.78	1840
16	3	.81	8.35	35.15	905
16	4	.69	33.43	45.47	1186
16	5	.77	12.45	36.10	1440
17	3	.90	15.96	37.08	742
17	4	1.01	19.50	43.93	960
17	5	1.07	21.80	42.85	805
18	3	.91	25.00	40.20	1070
18	4	.96	13.20	34.37	683
18	5	1.19	9.80	31.50	440
21	3	1.04	13.95	32.00	185
21	5	1.01	7.70	25.90	370

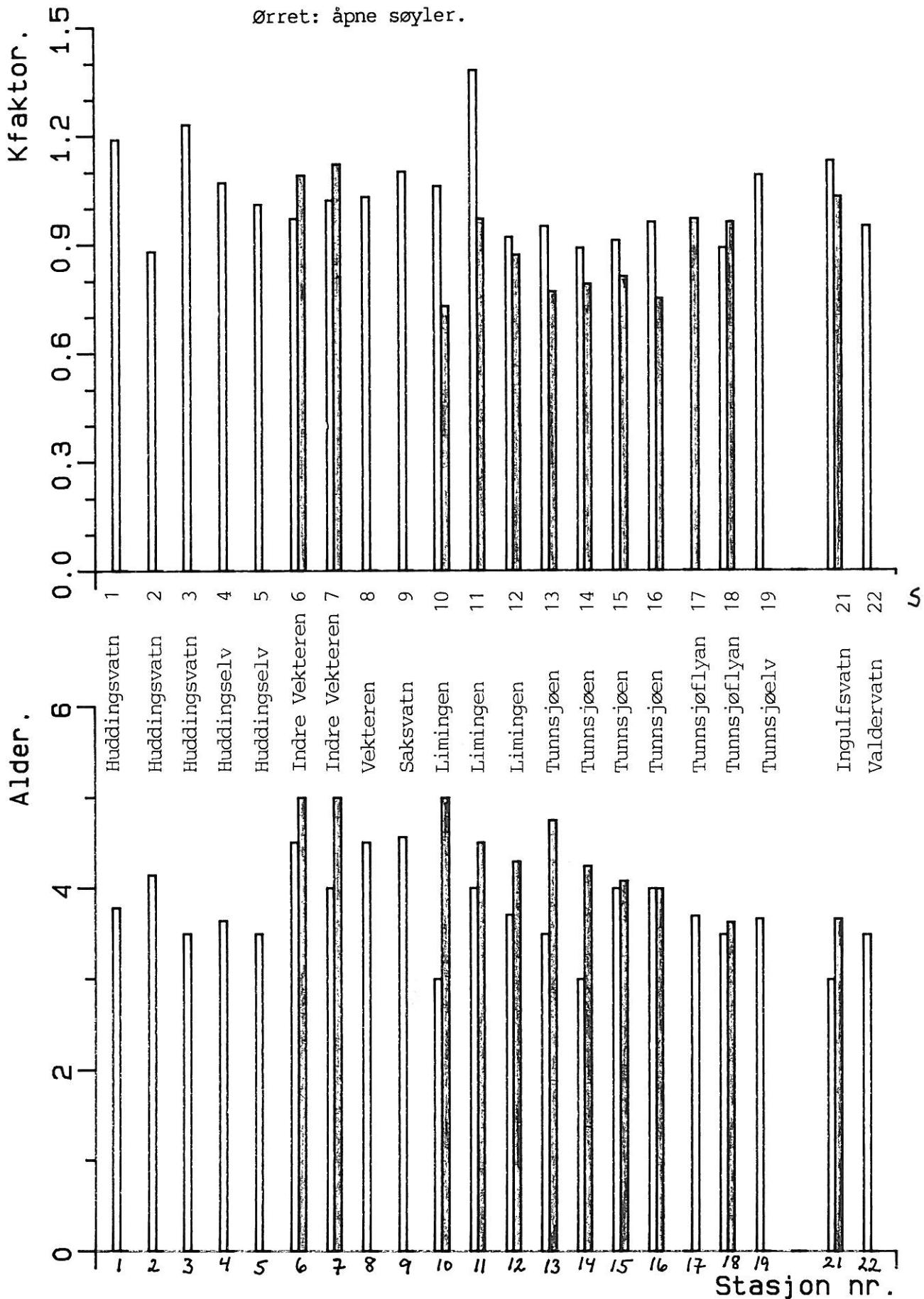
Tabell 4.5 Gjennomsnittsverdien for alder, kondisjonsfaktor, kobber, sink og kadmium hos røye. Prøver av muskulatur.

Stasjon	Avgage	Avgkf	Avgcu PPM	Avgzn PPM	Avgcd PPB
6	5.00	1.09	.45	7.40	0
7	5.00	1.12	.41	3.70	2
10	5.00	.73	.60	6.33	5
11	4.50	.97	.51	6.63	6
12	4.29	.87	.62	7.20	2
13	4.75	.77	.66	5.55	15
14	4.25	.79	.56	6.31	4
15	4.08	.80	.53	4.66	2
16	4.00	.75	.49	4.49	3
17	3.70	.97	.67	9.12	3
18	3.63	.96	.55	6.84	7
21	3.67	1.03	.79	8.20	9

Tabell 4.6 Tilsvarende tabell 4.5 for hvert alderstrinn.

Stasjon	Alder	Avgkf	Avgcu PPM	Avgzn PPM	Avgcd PPB
6	5	1.09	.45	7.40	0
7	5	1.12	.41	3.70	2
10	4	.71	.42	5.60	12
10	5	.72	.63	6.53	4
10	6	.75	.68	6.30	3
11	4	.98	.57	7.60	6
11	5	.95	.45	5.65	7
12	3	.97	.63	6.80	4
12	4	.71	.50	3.70	1
12	5	.85	.64	8.28	1
13	4	.70	.50	4.90	4
13	5	.79	.72	5.77	18
14	3	.89	.42	4.30	15
14	4	.75	.64	6.75	2
14	5	.81	.50	6.40	3
15	3	.78	.41	4.70	2
15	4	.87	.45	4.36	2
15	5	.74	.73	5.00	3
16	3	.81	.50	4.35	3
16	4	.69	.44	3.90	2
16	5	.77	.57	5.50	2
17	3	.90	.61	8.44	3
17	4	1.01	.71	7.97	4
17	5	1.07	.75	12.55	2
18	3	.91	.52	7.15	8
18	4	.96	.54	6.60	7
18	5	1.19	.65	6.30	5
21	3	1.04	.87	6.60	10
21	5	1.01	.64	11.40	8

Figur 4.1. K-faktor i materialet. Røye: skraverte søyler.
 Ørret: åpne søyler.



Figur 4.2. Aldersfordeling i materialet. Røye er angitt ved skraverte søyler. Ørret ved åpne søyler.

4.1.2 Ørret

Tabell 4.7 viser aldersfordeling for ørret. Som det fremgår av dette er aldersfordelingen jevnt over forskjøvet mot yngre individ enn for røye.

Lengdefordelingen, tabell 4.8 viser at det meste av materialet er under 30 cm. For stasjonene 5 og 6 ble det tatt individ på 63.5 og 49.0 cm henholdsvis.

Tabellene 4.9 og 4.10 viser middelverdien for innhold av Cu, Zn og Cd i lever. Tabellene 4.11 og 4.12 viser det samme for muskulatur.

I figur 4.1 og 4.2 er gjennomsnittlig kondisjonsfaktor og alder presentert.

Tabell 4.7 Aldersfordeling hos ørret (Salmo Trutta).
Antall individ pr. aldersgruppe.

Alder/ Stasjon	1	2	3	4	5	6	7	>7
1			26	4	2	2		
2			18	14	4			
3		1	13	4	2	1		
4			15	10	2			
5		1	13	11	0	2	0	7
6			14	11	12	0	0	1
7		1	21	14				
8			6	12	10	1		
9			5	13	18	1		
10			2					
11				2				
12			8	2	4			
13			2	2	0	1		
14			2					
15				10	0	1		
16			3	14				
17		2						
18		3	16	2	1			
19		9	8	0	4			
20	14	11						
21		1	4	2				
22			18	11				

Tabell 4.8 Gjennomsnittslengde (cm) ved hvert alderstrinn hos ørret.

Alder/ Stasjon	1	2	3	4	5	6	7	>7
1			19	21	28	18		
2			22	24	25	-	30	
3		18	20	26	29	30		
4			20	23	23			
5		21	23	25		35		64
6			22	26	32	-	-	49
7		20	23	30				
8			22	25	27	30		
9			19	23	30	26		
10			18					
11				21				
12			22	25	24			
13			21	28	-	31		
14			19					
15				23	-	26		
16			22	25				
17		17						
18		24	26	26	28			
19		12	15	-	17			
20	9.5	13		20	23			
21		17						
22			23	29				

Tabell 4.9 Gjennomsnittsverdier for alder (avgage), kondisjonsfaktor (avgkf), kobber (avgcu), sink (avgzn) og kadmium (avgcd) hos ørret. Prøver av muskulatur.

Stasjon	Avgage	Avgkf	Avgcu PPM	Avgzn PPM	Avgcd PPB
1	3.78	1.19	.71	7.86	8
2	4.14	.88	.72	4.53	6
3	3.50	1.23	.83	9.33	12
4	3.64	1.07	.63	4.87	11
5	3.50	1.01	.68	4.52	6
6	4.50	.97	.64	5.56	2
7	4.00	1.02	.43	4.36	4
8	4.50	1.03	.86	6.88	5
9	4.50	1.13	.47	4.02	3
10	3.00	1.06	.61	4.70	7
11	4.00	1.38	.56	6.30	4
12	3.71	.92	.58	7.79	1
13	3.50	.95	.73	8.20	2
14	3.00	.89	.45	3.60	4
15	4.00	.91	.54	5.58	1
16	4.00	.96	.59	5.46	1
18	3.50	.89	.38	4.37	9
19	3.67	1.09	.57	15.50	18
21	3.00	1.13	.75	10.05	5
22	3.50	.95	.42	3.80	10

Tabell 4.10 Tilsvarende tabell 4.9 for hvert alderstrinn.

Stasjon	Alder	Avgkf	Avgcu PPM	Avgzn PPM	Avgcd PPB
1	3	1.16	.60	8.60	7
1	4	1.12	1.05	8.48	8
1	5	1.21	.63	5.40	14
1	6	1.44	.63	5.40	14
2	4	.87	.75	4.61	6
2	5	.92	.50	4.10	3
3	3	1.23	.70	10.34	14
3	4	1.24	1.17	7.71	8
3	5	1.20	.80	7.50	14
4	3	1.06	.51	4.68	11
4	4	1.11	.77	5.22	11
4	5	.99	.53	4.10	8
5	3	1.00	.44	3.94	7
5	4	1.02	.92	5.10	5
6	4	.93	.79	7.17	4
6	5	1.01	.48	3.95	1
7	4	1.02	.43	4.36	4
8	4	.98	1.04	6.49	4
8	5	1.07	.68	7.26	5
9	4	1.25	0.48	4.40	3
9	5	1.02	.47	3.72	2
10	3	1.06	.61	4.70	7
11	4	1.38	.56	6.30	4
12	3	.95	.59	7.25	1
12	4	.82	.34	5.00	0
12	5	.91	.67	10.25	4
13	3	.95	.72	9.40	3
13	4	.96	.74	7.00	1
14	3	.89	.45	3.60	4
15	4	.91	.54	5.58	1
16	4	.96	.59	5.46	1
18	3	.88	.35	4.53	8
18	4	.89	.39	3.80	8
18	5	.89	.51	4.30	16
19	3	1.07	.61	17.80	18
19	5	1.13	.50	10.90	19
21	3	1.13	.75	10.05	5
22	3	.92	.45	4.04	13
22	4	.98	.38	3.56	8

Tabell 4.11 Gjennomsnittsverdier for alder (avgage), kondisjonsfaktor (avgkf), cu (avgcu), zn (avgzn), og cd (avgcd) for hver stasjon hos ørret. Prøver av lever.

Stasjon	Avgage	Avgkf	Avgcu PPM	Avgzn PPM	Avgcd PPB
1	3.78	1.19	84.20	78.88	721
2	4.14	.88	67.06	40.50	674
3	3.50	1.23	78.19	78.26	700
4	3.64	1.07	152.97	47.51	1127
5	3.50	1.01	94.43	38.92	935
6	4.57	.98	30.85	31.46	184
7	4.00	1.02	98.90	31.82	764
8	4.50	1.03	67.42	36.14	529
9	4.63	1.05	27.38	31.85	263
10	3.00	1.06	56.40	28.20	460
11	4.00	1.38	18.70	48.60	140
12	3.71	.92	100.74	45.27	351
13	3.50	.95	37.50	49.60	125
14	3.00	.89	62.40	25.70	250
15	4.00	.92	144.43	29.00	420
16	4.00	.96	34.50	36.72	268
18	3.50	.89	67.42	34.30	425
19	3.67	1.09	24.70	136.08	187
21	3.00	1.13	109.25	40.10	140
22	3.50	.95	24.29	45.07	175

Tabell 4.12 Tilsvarende tabell 4.11 beregnet for hvert alderstrinn på hver stasjon.

Stasjon	Alder	Avgkf	Avgcu PPM	Avgzn PPM	Avgcd PPB
1	3	1.16	101.7	89.4	496
1	4	1.12	32.2	55.3	325
1	5	1.21	92.5	76.1	1680
1	6	1.44	92.5	76.1	1680
2	4	.87	70.2	43.0	725
2	5	.92	48.2	25.4	370
3	3	1.23	79.1	71.4	586
3	4	1.24	71.1	88.1	830
3	5	1.20	87.6	92.7	1010
4	3	1.06	159.2	41.9	702
4	4	1.11	98.7	56.4	1526
4	5	.99	393.0	30.9	1260
5	3	1.00	80.2	35.0	892
5	4	1.02	108.7	42.9	987
6	4	.94	28.3	39.7	203
6	5	1.01	32.8	25.3	170
7	4	1.02	98.9	31.8	764
8	4	.98	80.0	42.1	584
8	5	1.07	54.9	30.2	474
9	4	1.11	38.4	35.7	327
9	5	1.02	20.8	29.6	224
10	3	1.06	56.4	28.2	460
11	4	1.38	18.7	48.6	140
12	3	.95	67.0	46.0	325
12	4	.82	44.7	58.9	260
12	5	.91	196.3	37.1	450
13	3	.95	24.9	32.6	140
13	4	.96	50.1	66.6	110
14	3	.89	62.4	25.7	250
15	4	.92	144.4	29.0	420
16	4	.96	34.5	36.7	268
18	3	.88	82.4	33.9	448
18	4	.89	54.2	32.6	320
18	5	.89	20.8	37.7	440
19	3	1.07	35.0	118.8	198
19	5	1.13	4.1	170.7	165
21	3	1.13	109.3	40.1	140
22	3	.92	24.9	51.1	196
22	4	.98	23.6	39.1	154

4.2 Tungmetallinnhold

Vi har valgt å presentere resultatene for tungmetallinnhold som gjennomsnittsverdier for hver lokalitet for henholdsvis lever og muskulatur. Dette er gjort i figurene 4.3-4.8.

Disse resultatene viser at kobberinnhold i lever av røye og tildels også hos ørret ligger over referansestasjonene. For røye er dette også tilfelle med metallene sink og kadmium. For ørret ligger kadmium innholdet over referansestasjonen for de fleste stasjonene mens sink ikke viser noen tydelig trend.

For muskulatur fra henholdsvis røye og ørret viser figurene ingen tydelige tendenser på noen av elementene.

Ved vurdering av resultatet fra disse analysene må det bemerkes at man har benyttet middelverider for stasjon 21 som er basert på kun 3 individ. Dette skyldes en feil i den statistiske analysen som ble utført. De benyttede verdier samt verdier for samtlige prøver er vist i tabellen nedenfor.

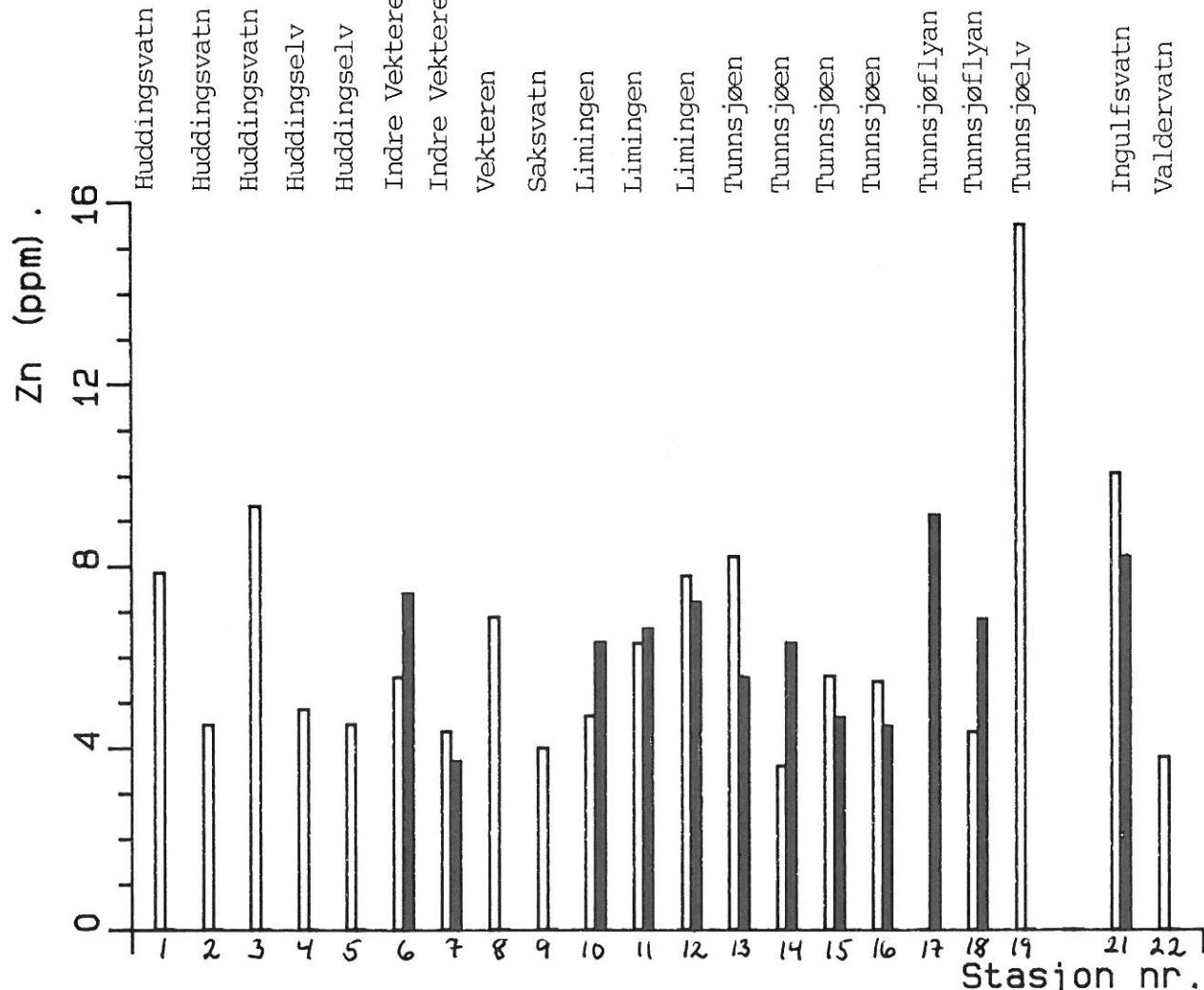
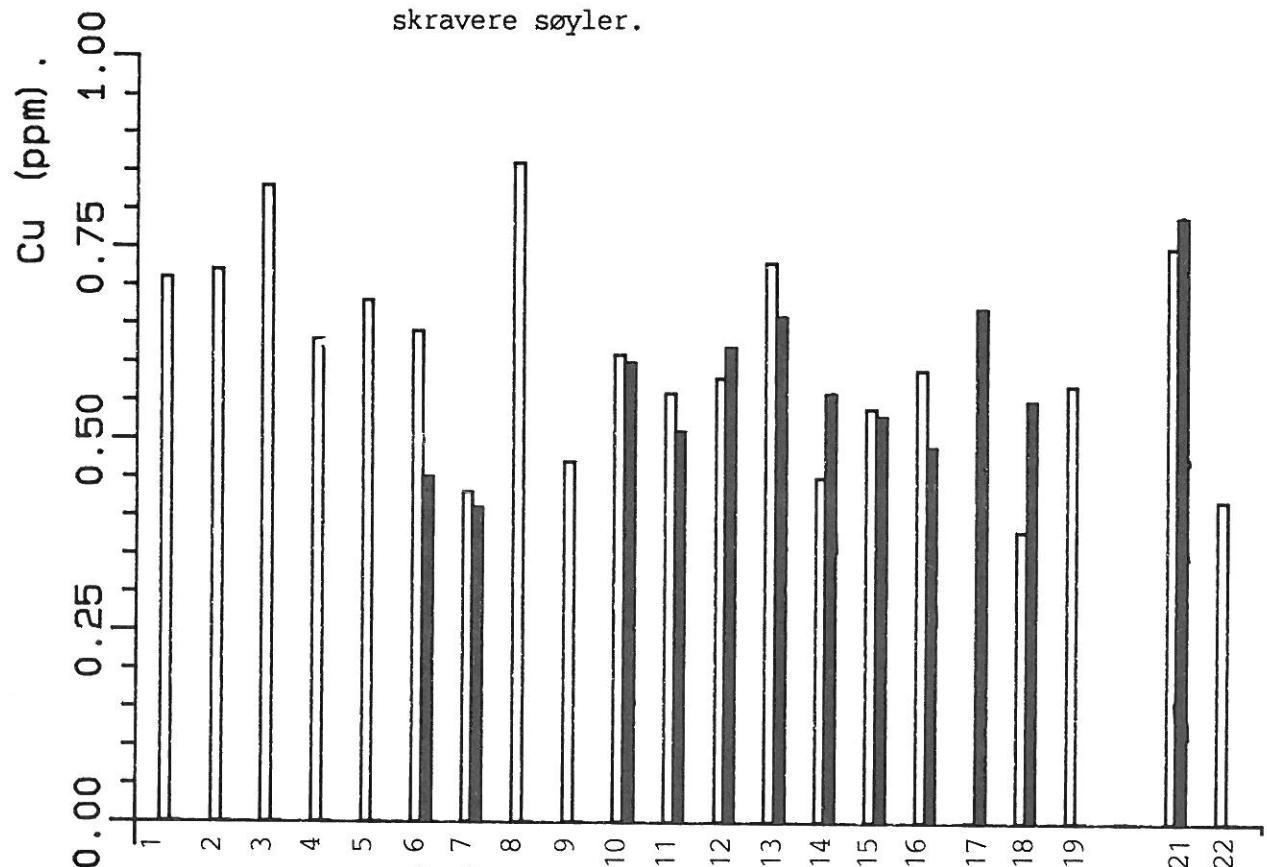
Benyttede verdier (ppm)				Samtlige data (ppm)				
	n	Cu	Zn	Cd	n	Cu	Zn	Cd
L	2	69.2	52.8	0.51	2	49.5	59.5	0.20
M	2	0.64	6.86	0.007	2	0.65	7.65	0.004
L	3	22.3	42.9	0.97	10	17.3	42.4	0.21
M	3	0.58	6.44	0.005	10	0.98	6.82	0.003

Under rubriken 'samtlige data' er middelverdien for h.h.v. 2 ørret og 10 røye gitt. Dette er verdier som er basert på nye analyser av

materialet. Det kan imidlertid bemerkes at det kun er små avvik mellom de nye analysene og de foregående noe som bekrefter analysenes godhet.

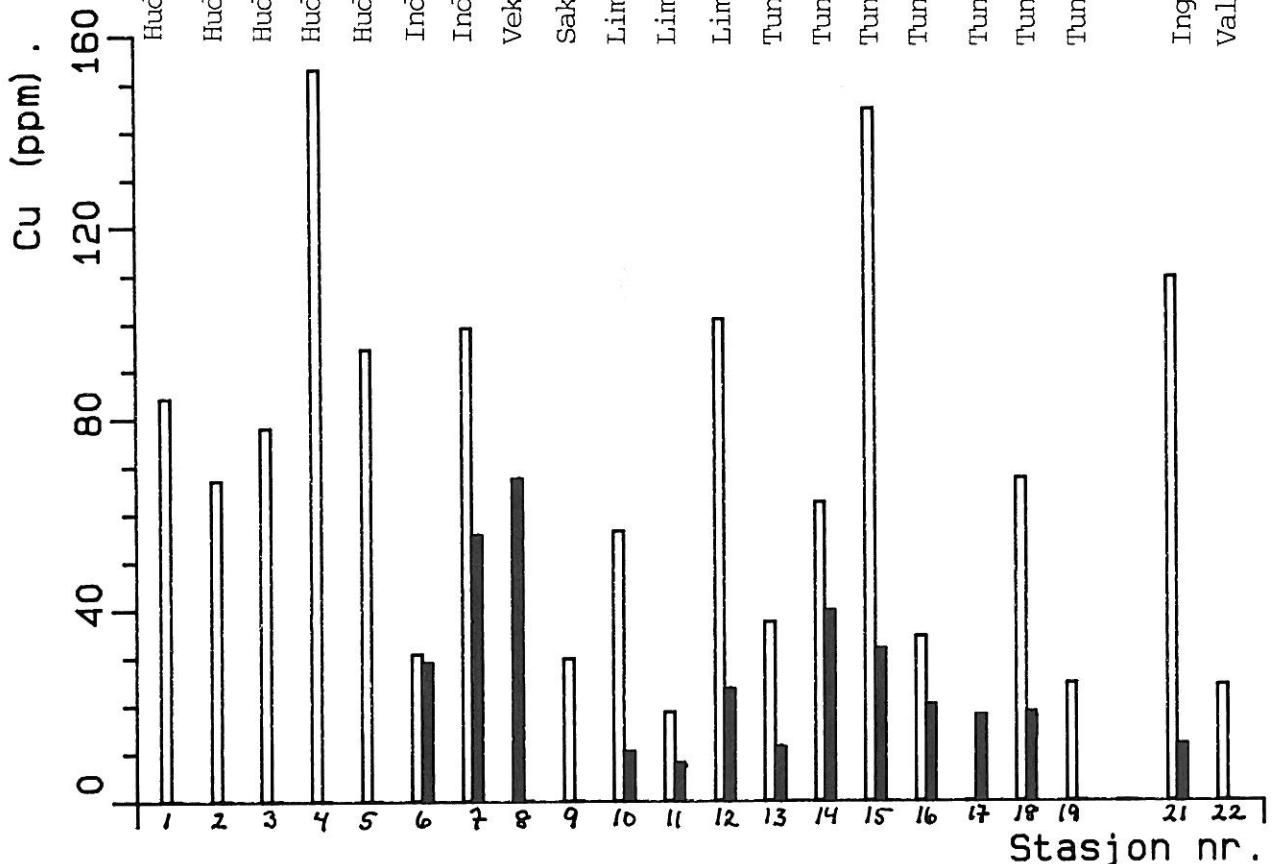
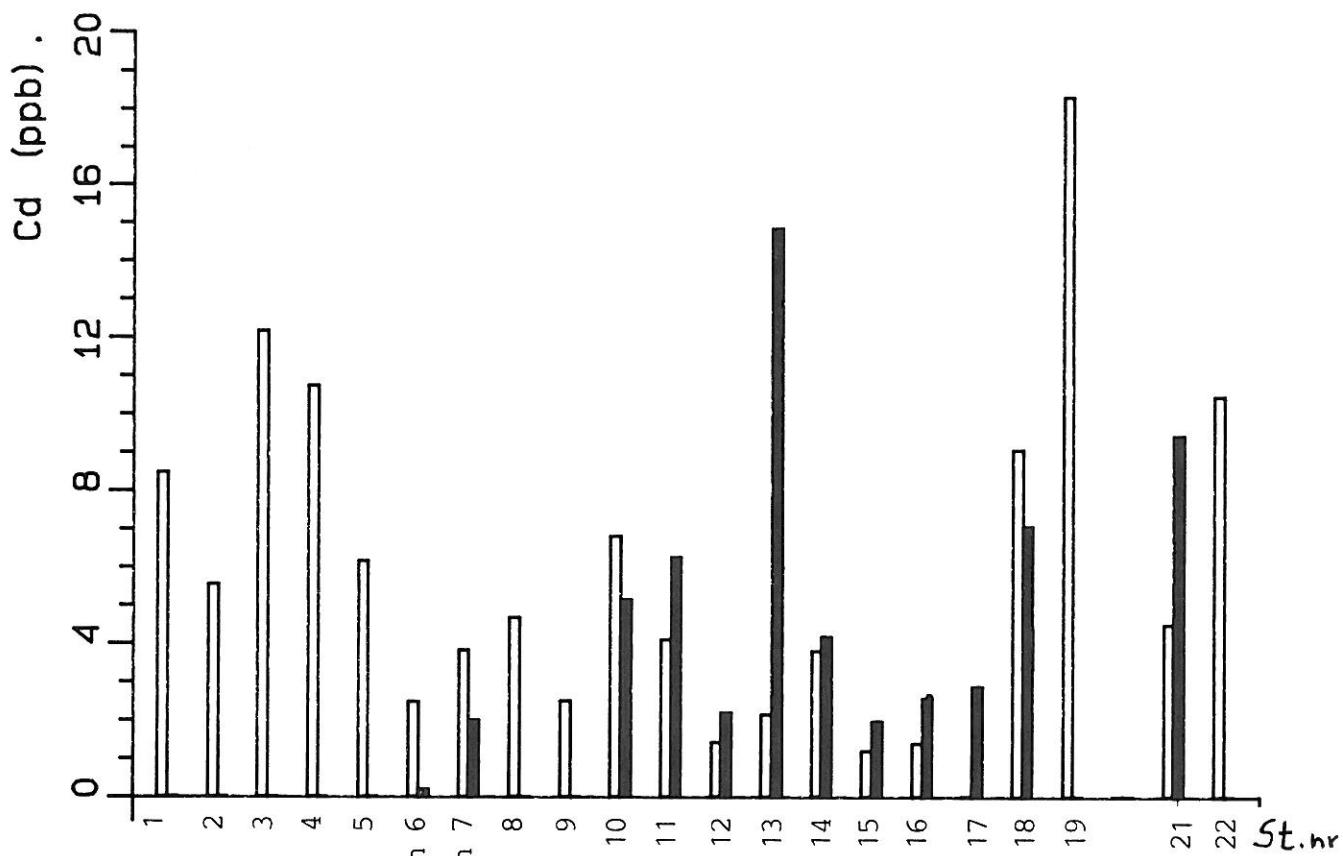
Som det fremgår av tabellen ovenfor er de benyttede verdier for kobber i lever av ørret for høye i forhold til data fra samtlige individ. For de øvrige data er det kun små endringer mellom 'benyttede data' og 'samtlige data'.

Figur 4.3. Gjennomsnittsverdier for kobber i muskulatur. Røye:
skraverte søyler.



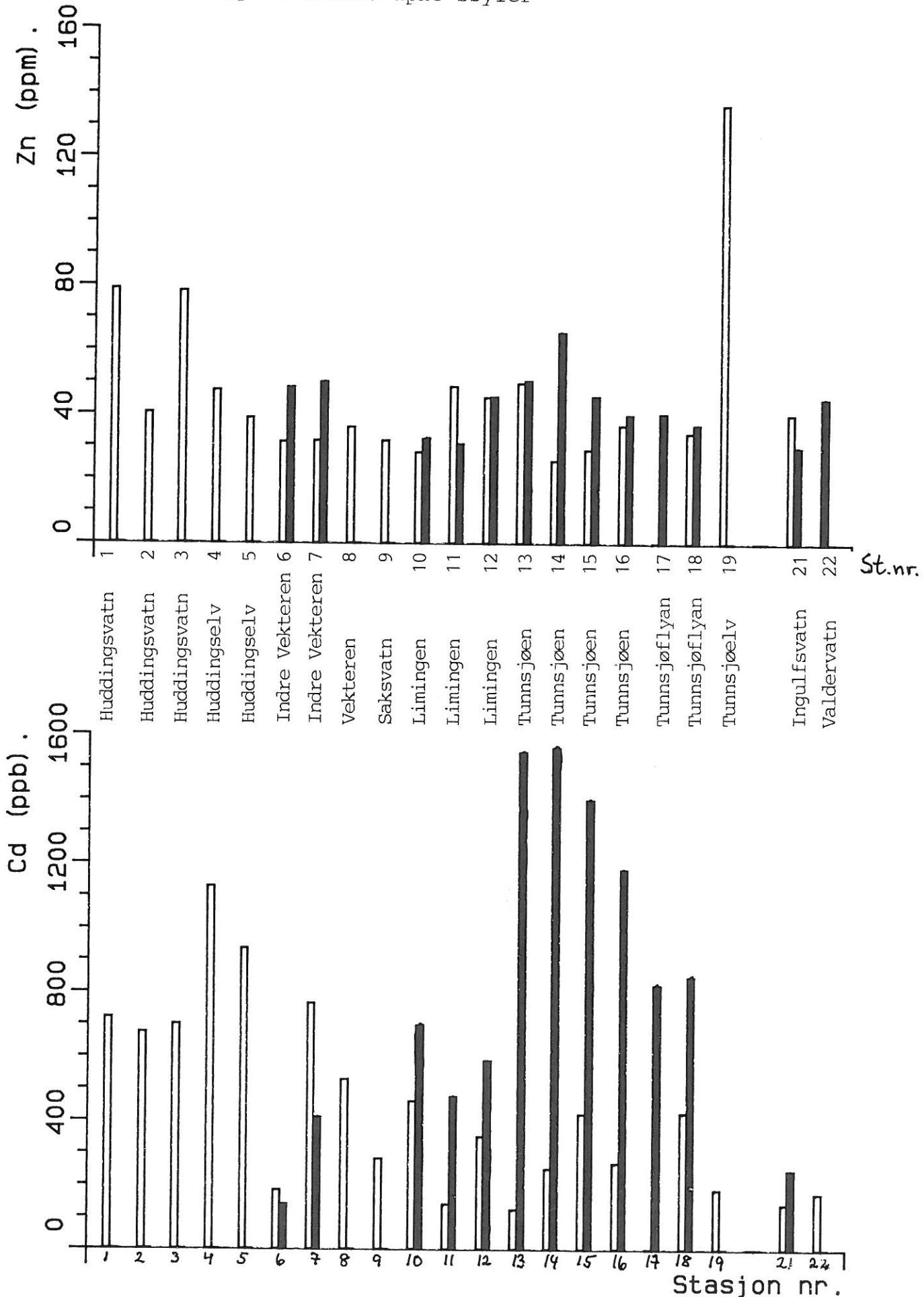
Figur 4.4. Gjennomsnittsverdier for sink i muskulatur. Røye:
skraverte søyler.

Figur 4.5. Gjennomsnittsverider for kadmium i muskulatur. Røye: skraverteøyler. Ørret: åpne øyler



Figur 4.6. Gjennomsnittsverider for kobber i lever. Røye:skraverteøyler. Ørret: åpne øyler

Figur 4.7. Gjennomsnittsverdier for sink i lever. Røye: skraverte
søyler. Ørret: åpne søyler



Figur 4.8. Gjennomsnittsverdier for kadmium i lever. Røye: skraverte
søyler. Ørret: åpne søyler

4.3 Statistikk

4.3.1 Røye

Referansestasjon: Ingulfsvann (st. 21).

Resultatene av den statistiske analysen er vist i tabellene 4.13–4.18. Et sammendrag av resultat av Kruskal-Wallis test er vist på neste side.

Lever.

Som det fremgår av tabellene 4.13 og 4.14 så har stasjonene nær utslippskildene høyere rang (høy rang = høyt relativt innhold av tungmetall) enn referansestasjonen og stasjonene fjernt fra kilden. Tabell 4.15 viser at stasjonene 10, 13–18 har signifikant høyere Cd innhold enn referansestasjonene, at stasjonene 14, 15 og 17 har signifikant høyere Zn innhold enn referansestasjonen og at stasjonene 14 og 15 har signifikant høyere Cu innhold enn referansestasjonene.

Muskulatur

Tabell 4.16 viser at stasjon 11, 12, 14, 15, 16, 17 og 18 har signifikant høyere Cd innhold enn referansestasjonen, at stasjon 15 og 16 har signifikant høyere Zn innhold enn referansestasjonen og at 15 og 16 har signifikant høyere Cu innhold enn referansestasjonen.

For noen stasjoner er innholdet av tungmetaller altså signifikant høyere enn referansestasjonen både i lever og muskulatur. Det ser ut til at kadmium er det element som lettest lar seg påvise på denne måten. Stasjonene i og ved Tunnsjøen ser ut til å være hardest belastet.

Sammendrag. Kruskal-Wallis test for lever av røye. 73 prøver.
Alle verdier i PPM.

	Mean	Std.dev.	Minimum	Maximum
Cu	22.25	18.01	3.0	96.6
Zn	42.93	14.25	24.3	107.7
Cd	0.97	0.63	0.13	3.4

Sammendrag. Kruskal-Wallis test for lever av ørret. 131 prøver.

	Mean	Std.dev.	Minimum	Maximum
Cu	69.16	71.23	2.6	393.0
Zn	52.77	33.51	20.2	200.0
Cd	0.51	0.42	0.1	2.3

Sammendrag. Kruskal-Wallis test for muskel av røye. 73 prøver.

	Mean	Std.dev.	Minimum	Maximum
Cu	0.58	0.18	0.3	1.2
Zn	6.44	2.21	3.1	14.9
Cd	0.0045	0.0056	0.0001	0.0440

Sammendrag. Kruskal-Wallis test for muskel av ørret. 133 prøver.

	Mean	Std.dev.	Minimum	Maximum
Cu	0.64	0.26	0.3	1.8
Zn	6.86	3.38	3.1	20.6
Cd	0.0070	0.0057	0.0001	0.0300

Tabell 4.13 Midlere rang etter Kruskal-Wallis test. Lever av røye

Cu	Zn	Cd	Stasjon		Cases
58.5	55.0	2.0	6	- Vekteren v/Huddingselv	1
69.0	61.0	15.0	7	- Vekteren v/holmen	1
18.3	17.4	27.5	10	- Røyrviktangen	6
11.1	12.0	16.0	11	- Limingen	5
37.1	31.9	20.9	12	- Gjersvika	8
21.9	47.9	61.1	13	- Tunnsjø v/kraftst.	4
55.2	64.1	55.2	14	- Tunnsjø v/Stallvika	8
49.4	48.8	47.9	15	- Tunnsjø v/Husvika	12
37.4	35.7	50.4	16	- Tunnsjø v/Tjønnvika	7
37.5	36.6	34.9	17	- Tunnsjøflyan øvre	10
35.9	27.5	36.2	18	- Tunnsjøflyan nedre	8
22.0	13.0	6.7	21	- Ingulfsvatn	3

Tabell 4.14 Midlere rang etter Kruskal-Wallis test. Muskel av røye

Cu	Zn	Cd	Stasjon		Cases
17.0	52.0	3.5	6	- Vekteren v/Huddingselv	1
9.0	4.0	22.0	7	- Vekteren indre v/holmen	1
38.4	37.5	45.9	10	- Røyrviktangen, Limingen	6
24.5	41.8	57.4	11	- Limingen	5
48.9	47.3	18.9	12	- Gjersvika, Limingen	8
45.5	27.9	56.4	13	- Tunnsjøen v/kraftst.	4
35.6	38.8	34.2	14	- Tunnsjøen v/Stallvika	8
29.5	18.3	22.6	15	- Tunnsjøen v/Husvika	12
26.9	16.1	29.8	16	- Tunnsjøen v/Tjønnvika	7
47.1	58.7	30.0	17	- Tunnsjøflyan øvre	10
35.6	42.4	59.9	18	- Tunnsjøflyan nedre	8
55.7	51.0	68.0	21	- Ingulfsvatn	3

Tabell 4.15 Test for signifikans etter Mann-Whitney's test. Lever av røye. Stasjon 21 er referanse.

2-sidig-p

Stasjon	Cu	Zn	Cd	Cases
6	0.50	0.50	0.50	4
7	0.50	0.50	0.50	4
10	0.6	0.7		9
11	0.39	0.67	0.14	8
12	0.28	0.19	0.38	11
13	1.00	0.11		7
14				11
15				15
16	0.38	0.18		10
17	0.16			13
18	0.28	0.19		11

Kommentar: Mann-Whitney's test tester om eventuelle forskjeller mellom referansestasjon og prøvestasjon er signifikante. Ved 2-sidig-p mindre enn 0.1 anses forskjellen for å være signifikant.

Tabell 4.16 Test for signifikans etter Mann-Whitney's test. Muskel av røye. Stasjon 21 er referansestasjon.

2-sidig-p

Stasjon	Cu	Zn	Cd	Ant.prøver
6	0.50	1.00	0.50	4
7	0.50	0.50	0.50	4
10	0.55	0.10	0.17	9
11	0.14	0.57		8
12	0.78	0.92		11
13	0.63	0.23	0.40	7
14	0.19	0.63		11
				15
17	0.69	0.57		10
18	0.13	0.63		13

4.3.2 Ørret

Referansestasjon: Saksvatnet (st. 9).

Resultatene er vist i tabellene 4.17-4.20.

Lever

Tabell 4.19 viser at innholdet av Cd er signifikant høyere for stasjon 2, 3, 4, 5, 7, 8, 13 og 18 enn for referansestasjonene.

Innholdet av Zn er signifikant høyere for stasjon 1, 3, 12, 19, 20 og 22. Innholdet av Cu er signifikant høyere for stasjon 3, 4, 5, 7, 8, 12, 15, 18 og 21.

Muskulatur

Tabell 4.20 viser at Cd er signifikant høyere for stasjon 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 15, 18, 19, 20 og 21 enn for referansestasjonen. Zn er signifikant høyere for stasjon 1, 3, 4, 6, 8, 12, 13, 16, 19, 20 og 21. Cu er signifikant høyere for stasjon 1, 2, 3, 4, 8 og 20.

Analysene viser at det er signifikante forskjeller mellom referansestasjon 9 og flere av de andre stasjonene. De to øvrige referansestasjonene har i noen tilfelle signifikant høyere verdier enn stasjon 9 (ikke begge samtidig). Dette gjør tolkningen av resultatene noe usikker. Det må her bemerkes at stasjon 21 kun er representert med 2 individ av ørret og 3 av røye.

Analysene gir en relativt klar indikasjon på effekter av tungmetall i Huddingsvatn og ned til stasjon 8. For Limingens del er det kun stasjon 12, ved Gjersvika som har signifikant høyere verdier enn referansestasjonen (Zn og Cu i lever og Zn i muskulatur). I Tunnsjøen viser stasjon 15 og 16 signifikante resultat (Cu i lever, Cd og Zn i muskulatur).

Tabell 4.17 Midlere rang etter Kruskal-Wallis test. Lever av ørret.

Cu	Zn	Cd	Stasjon	Cases
68.7	105.3	72.1	1	9
63.1	45.6	87.4	2	7
90.0	103.6	95.3	3	8
100.7	59.9	106.4	4	11
88.3	54.3	108.1	5	10
44.4	32.9	26.3	6	7
93.0	41.6	103.4	7	5
68.9	39.5	85.3	8	10
39.9	37.4	46.1	9	9
79.0	19.0	83.0	10	1
26.0	88.0	14.0	11	1
82.3	70.9	57.6	12	7
54.0	71.8	8.5	13	2
82.0	11.0	42.5	14	1
113.3	24.8	70.0	15	4
49.8	56.5	43.8	16	5
72.1	50.1	73.9	18	6
25.5	122.2	27.8	19	6
34.5	113.8	47.2	20	10
103.5	67.3	14.0	21	2
34.0	73.4	23.6	22	10

Tabell 4.18 Midlere rang etter Kruskal-Wallis test. Muskel av ørret.

Cu	Zn	Cd	Stasjon	Cases
82.3	91.7	82.3	1	9
80.7	43.7	63.3	2	7
97.3	103.3	105.5	3	8
67.7	53.6	101.1	4	11
68.4	41.2	64.2	5	10
66.9	56.3	29.8	6	8
28.7	43.9	45.1	7	5
102.2	79.8	59.1	8	10
39.1	28.8	25.3	9	9
74.0	54.0	78.0	10	1
60.0	81.5	51.5	11	1
62.6	90.7	18.1	12	7
95.8	97.0	25.3	13	2
33.5	13.5	45.5	14	1
49.1	57.6	18.7	15	5
63.4	66.9	15.2	16	5
20.8	31.1	90.5	18	6
60.9	124.6	120.7	19	6
102.9	124.9	90.1	20	10
88.8	110.5	55.6	21	2
28.9	22.1	94.9	22	10

Tabell 4.19 Test for signifikans etter Mann-Whitney's test. Lever av ørret. Stasjon 9 er referansestasjon.

2-sidig-p

Stasjon	Cu	Zn	Cd	Cases
1	0.14	0.0002	0.39	18
2	0.25	1.000	0.03	16
3	0.006	0.0003	0.002	17
4	0.001	0.20	0.002	20
5	0.004	0.18	0.000	19
6	0.61	0.76	0.17	16
7	0.01	0.52	0.001	14
8	0.06	1.00	0.002	19
10	0.40	0.60	0.20	10
11	1.00	0.20	0.40	10
12		0.02	0.53	16
13	0.58	0.32	0.07	11
14	0.40	0.60	1.00	10
15		0.41	0.20	13
16	0.52	0.30	1.00	14
18		0.22	0.06	15
19	0.15	0.0004	0.27	15
20	0.72	0.000	0.96	19
21		0.22	0.22	11
22	0.78	0.01	0.18	19

Tabell 4.20 Test for signifikans etter Mann-Whitney's test. Muskel av ørret. Stasjon 9 er referansestasjon.

2-sidig-p

Stasjon	Cu	Zn	Cd	Cases
1	0.01	0.000	0.0001	18
2	0.04	0.30	0.01	16
3	0.006	0.0001	0.0001	17
4	0.05	0.03	0.000	20
5	0.18	0.21	0.0002	19
6	0.11	0.06	0.67	17
7	0.69	0.44	0.02	14
8	0.001	0.001	0.0001	19
10	0.40	0.60	0.20	10
11	0.60	0.20	0.20	10
12	0.14	0.0003	0.17	16
13	0.15	0.03	0.90	11
14	1.00	0.80	0.20	10
15	0.89	0.15	0.08	14
16	0.24	0.01	0.15	14
18	0.53	1.00	0.0004	15
19	0.14	0.0004	0.0004	15
20	0.0004	0.000	0.002	19
21	0.15	0.03	0.03	11

5.0 DISKUSJON

5.1 Innledning

Analyser fra tidligere undersøkelser har vist at det kan påvises direkte korrelasjon mellom konsentrasjoner av kadmium i miljøet og vev hos organismer som lever i dette miljøet. Fisk som dør av kadmium inneholder mer enn 15 mg/kg (ppm) i gjellene. Dette er langt over det som ble funnet i lever og muskulatur ved undersøkelsene i indre namdal.

Undersøkelser fra tidligere har vist at kobber akkumuleres i ferskvannsfisk og at det er sammenheng mellom innhold av kobber i miljøet og utvikling av kroniske skader på fisken. Det er imidlertid lite trolig at selv de høyeste verdier av kobber kan skade mennesker da vi er lite følsomme for kobberforgifting.

Erfaringer fra tidligere har også vist at sink kan akkumuleres hurtig tidlig i eksponeringsfasen for deretter å avta igjen. Sink skiller ut hvis fisken overføres til rent vann.

5.2 Fiskeribiologi

De fiskeribiologiske analysene viser at materialet som inngår i denne undersøkelsen er uensartet, noe man også måtte forvente med et så vidtfavnende prosjekt. P.g.a. denne uensartetheten har vi valgt å kjøre enkle statistiske analyser som er egnet til å indikere tendensen i materialet (se senere).

Variasjon i alderssammensetning kan i noen grad forventes å påvirke resultatet av tungmetall analysene. Dette har sammenheng med næringsopptak og valg av oppholdssted.

Det er lite kjent hvordan variasjon i valg av næringsemner påvirker opptak av metaller. Man kan imidlertid som en generell regel anta at individ som beiter på et lavt trofisk nivå (lavt i næringskjeden) utsettes for mindre metaller enn individ som beiter på et høyt nivå

(f.eks. rovfisk). Dette har sammenheng med at tungmetaller og annen forurensning gjerne oppkonsentreres (akkumuleres) for hver gang de omsettes.

Valg av oppholdssted vil også påvirke opptak av tungmetaller. Spesielt gjelder dette for ørret. Ørreten lever de første 2-4 årene i gytebekken som i dette tilfellet må antas å være lite påvirket av forurensning. Ørretens alder er derfor av betydning i den grad tidspunkt for utvandring varierer fra lokalitet til lokalitet. I tillegg til dette vil det være "lommer" med rent vann ved bekker og elveos. Fisk som oppholder seg der vil være mindre utsatt for forurensning. Dette kan tenkes å være av stor betydning i områder som Huddingsvatn, Vekteren og Staldvika hvor man har markerte forurensningskilder, men også betydelige innsig av rent vann.

5.3 Tungmetall

De endelige resultatene fra tungmetallundersøkelsen bekrefter tidligere analyser som har vist betydelig tungmetall-eksponering i forbindelse med gruvedrift i området. Påvirkningen er særlig markert i Huddingsvatnet og Huddingselva samt i Tunnsjøen og i Gjersvika.

Spredningen fra utslippskilden i Joma strekker seg ned til Vekteren. Fra Stallvikområdet ser det ut til at forurensningen spres til det meste av Tunnsjøen og øvre del av Tunnsjøflyene. Fra Gjersvika er det kun helt lokale effekter.

Artsfordelingen for de stasjonene som inngår i undersøkelsen medfører at stasjonene i Huddingsvatn (ørret) – Vekteren og i Tunnsjøen (hovedsaklig røye) ikke kan sammenlignes direkte.

Som nevnt i en foreløpig rapport fra prosjektet ligger verdien for muskulatur i såvel røye som ørret så lavt at de ikke representerer noen fare ved konsum av fisken.

Litteratur

NIVA 1983-85. Kontrollundersøkelser i vassdrag
for Grong Gruber A/S og Skorovas
Gruber, årsrapporter. 0-69120,
0-62042.

Sørstrøm, S.E. 1981. Årsrapport fra Innlandsfiske-
prosjektet, 1980. Rapport fra Direk-
toratet for Vilt og Ferskvannsfisk.

Tesaker, E. 1973. Utslipp i Huddingsvann. Rapport
fra VHL, Vassdrags og Havnelabora-
toriet. No. STF60 F73025. Fortrolig.

Vedlegg. Tabell I.

'Median' beregner antall verdier større enn (GT) og mindre enn eller lik (LE) medianen for alle innsamlede prøver. Resultat fra beregning for muskel av røye er vist nedenfor.

Stasjon	Cu		Zn		Cd	
	GT	LE	GT	LE	GT	LE
6	0	1	1	0	0	1
7	0	1	0	1	0	1
10	3	3	1	5	4	2
11	1	4	3	2	5	0
12	7	1	7	1	2	6
13	2	2	2	2	4	0
14	3	5	5	3	3	5
15	4	8	0	12	3	9
16	1	6	0	7	1	6
17	6	4	9	1	3	7
18	2	6	5	3	8	0
21	3	0	2	1	3	0

Vedlegg. Tabell II.

Median. Beregning for lever av ørret.

Stasjon	Cu		Zn		Cd	
	GT	LE	GT	LE	GT	LE
1	4	5	9	0	3	6
2	3	4	3	4	4	3
3	8	0	8	0	7	1
4	10	1	5	6	9	2
5	7	3	2	8	10	0
6	2	5	2	5	0	7
7	4	1	0	5	5	0
8	5	5	2	8	10	0
9	2	7	2	7	2	7
10	1	0	0	1	1	0
11	0	1	1	0	0	1
12	3	4	5	2	2	5
13	1	1	1	1	0	2
14	1	0	0	1	0	1
15	4	0	0	4	2	2
16	1	4	1	4	1	4
18	3	3	0	6	5	1
19	1	5	6	0	0	6
20	2	8	10	0	3	7
21	2	0	1	1	0	2
22	1	9	7	3	0	10

Vedlegg. Tabell III.

Median. Muskel av ørret.

Stasjon	Cu		Zn		Cd	
	GT	LE	GT	LE	GT	LE
1	6	3	7	2	6	3
2	4	3	2	5	4	3
3	7	1	8	0	8	0
4	6	5	3	8	10	1
5	5	5	2	8	3	7
6	3	5	4	4	0	8
7	0	5	0	5	1	4
8	10	0	7	3	3	7
9	2	7	0	9	0	9
10	1	0	0	1	1	0
11	0	1	1	0	0	1
12	3	4	6	1	0	7
13	2	0	2	0	0	2
14	0	1	0	1	0	1
15	2	3	2	3	0	5
16	2	3	2	3	0	5
18	0	6	1	5	6	0
19	2	4	6	0	6	0
20	8	2	10	0	7	3
21	1	1	2	0	1	1
22	1	9	0	10	10	0

Vedlegg IV.

Scattergram. Sammendrag av tester hvor to og to element er forsøkt korrelert.

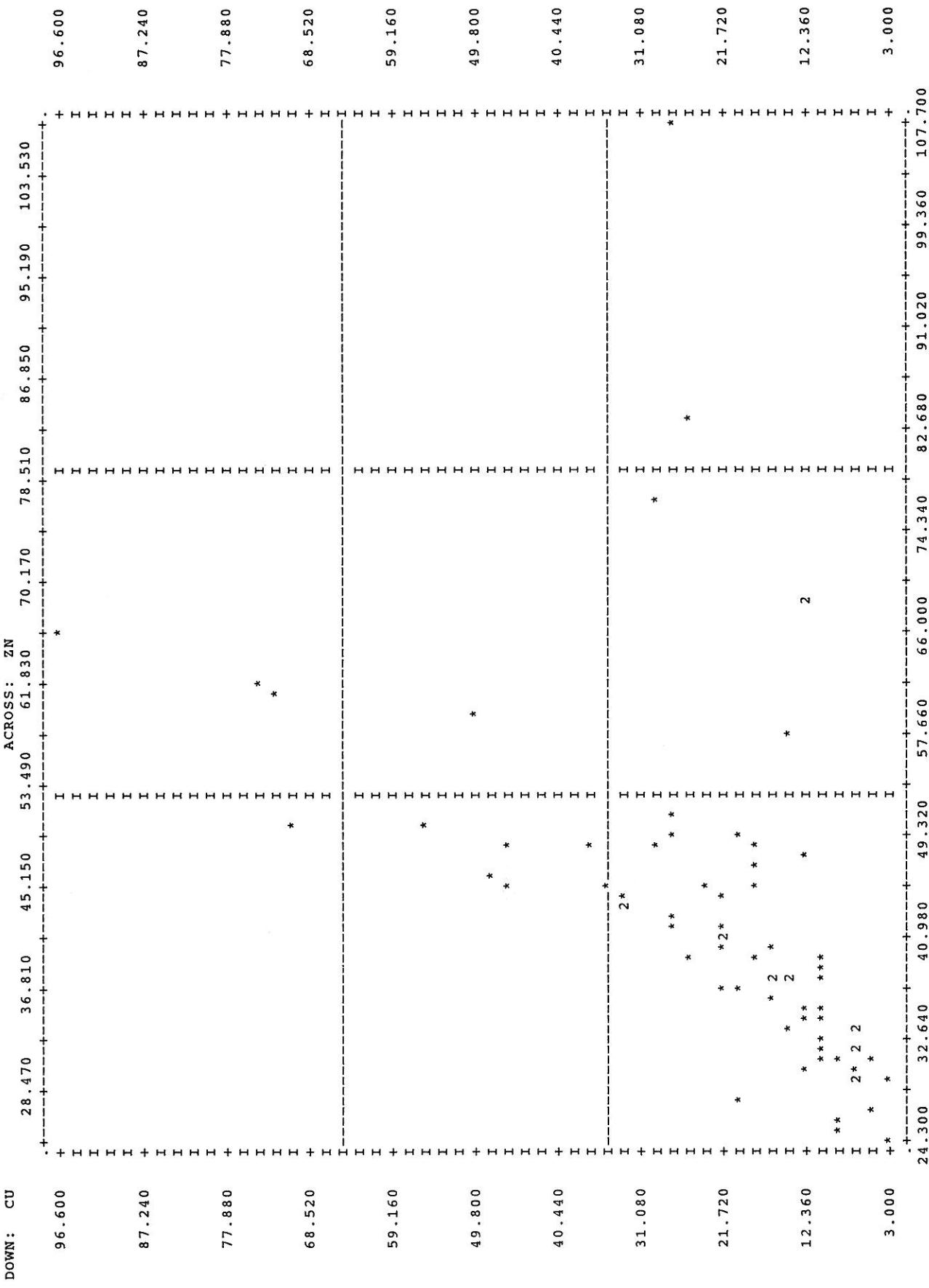
KORRELASJONSKOEFFISIENT

	Røye			Ørret		
	Cu	Zn	Cd	Cu	Zn	Cd
Lever						
Cu	-	0.51	0.11	-	-0.21	0.49
Zn	0.51	-	0.34	-0.21	-	-0.01
Muskel						
Cu	-	0.50	0.16	-	0.42	0.03
Zn	0.50	-	0.03	0.42	-	0.38

Resultatene er i tillegg presentert i de etterfølgende figurer.

Figur	V1	-	Lever av røye ,	Cu	vs.	Zn
Figur	V2	-	Lever av røye ,	Cu	vs.	Cd
Figur	V3	-	Lever av røye ,	Zn	vs.	Cd
Figur	V4	-	Muskel av røye ,	Cu	vs.	Zn
Figur	V5	-	Muskel av røye ,	Cu	vs.	Cd
Figur	V6	-	Muskel av røye ,	Zn	vs.	Cd
Figur	V7	-	Lever av ørret ,	Cu	vs.	Zn
Figur	V8	-	Lever av ørret ,	Cu	vs.	Cd
Figur	V9	-	Lever av ørret ,	Zn	vs.	Cd
Figur	V10	-	Muskel av ørret,	Cu	vs.	Zn
Figur	V11	-	Muskel av ørret,	Cu	vs.	Cd
Figur	V12	-	Muskel av ørret,	Zn	vs.	Cd

FILE: POLLUTION INVESTIGATIONS



STATISTICS..

Figur VI - Lever av røye , Cu vs. Zn

FILE: POLLUTION INVESTIGATIONS

ACROSS : CONNEW

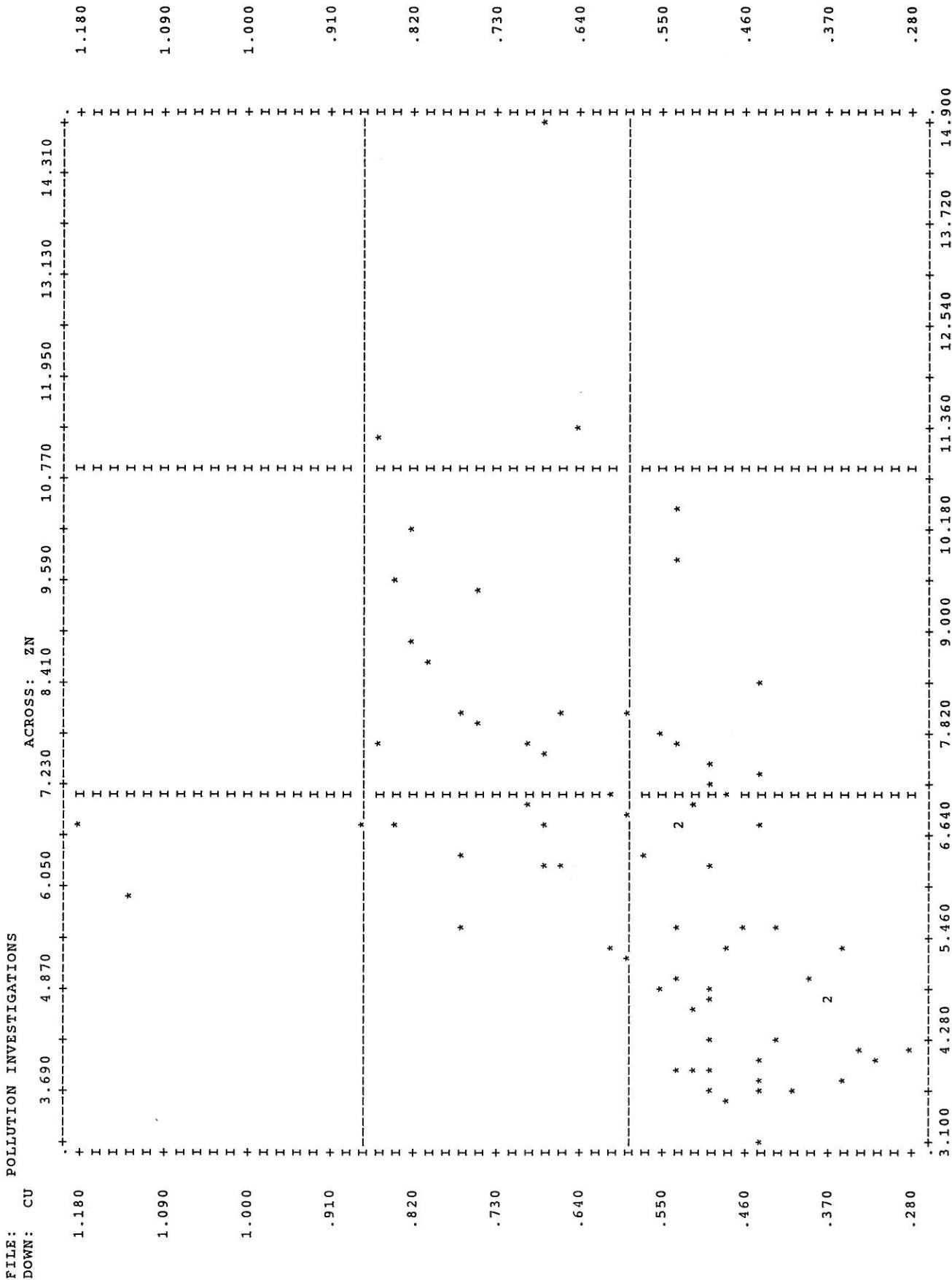
The figure is a scatter plot with both axes ranging from 3.000 to 96.600. The x-axis has major tick marks at 3.000, 130.000, 454.000, 778.000, 1102.000, 1426.000, 1750.000, 2074.000, 2398.000, 2722.000, 3046.000, and 3370.000. The y-axis has major tick marks at 3.000, 12.360, 21.720, 31.080, 40.440, 49.800, 59.160, 68.520, 77.880, 87.240, and 96.600. Data points are represented by '+' and '*' symbols. Vertical dashed lines are positioned at x = 40.440, x = 49.800, x = 59.160, x = 68.520, x = 77.880, x = 87.240, and x = 96.600. Horizontal dashed lines are positioned at y = 3.000, y = 12.360, y = 21.720, y = 31.080, y = 40.440, y = 49.800, y = 59.160, y = 68.520, y = 77.880, y = 87.240, and y = 96.600.

Figure V2 = Figure 2a

FILE: POLLUTION INVESTIGATIONS

FILE:	POLLUTION INVESTIGATIONS	ACROSS:	CDNEW								
DOWN:	ZN	292.000	616.000	940.000	1264.000	1588.000	1912.000	2236.000	2560.000	2884.000	3208.000
107.700	+	*									107.700
99.360	+										99.360
91.020	+										91.020
82.680	+	*									82.680
74.340	+		*								74.340
66.000	+			*							66.000
57.660	+			*		*					57.660
49.320	+		*	*		*	*	*	*	*	49.320
40.980	+	*	*	*	*	*	*	*	*	*	40.980
32.640	+	*	2	*	*	2	*	*	*	*	32.640
24.300	+	*			*						24.300
130.000	454.000	778.000	1102.000	1426.000	1750.000	2074.000	2398.000	2722.000	3046.000	3370.000	

FILE: POLLUTION INVESTIGATIONS

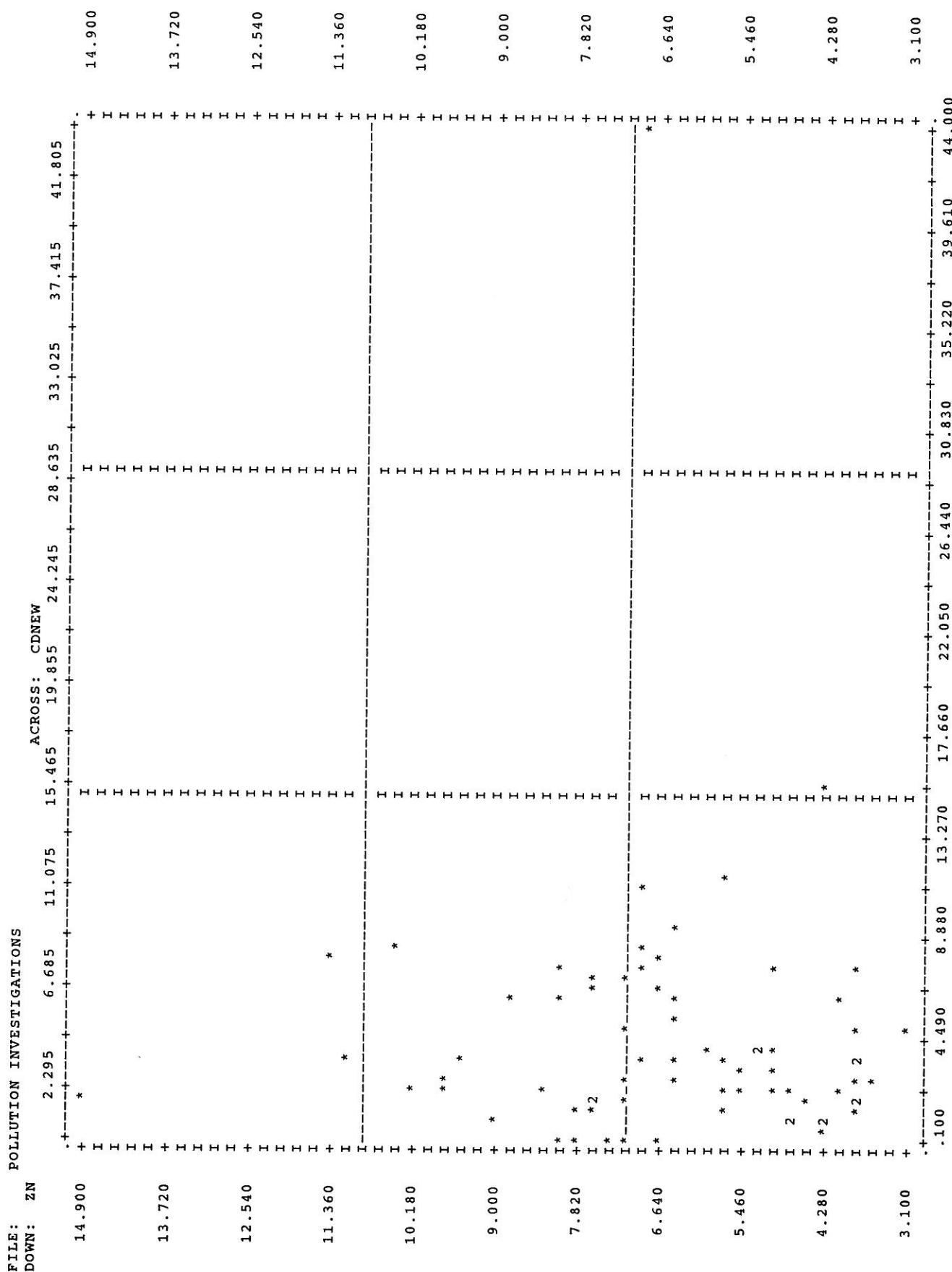


Figur V4 — Muskelavryye, Cu vs. Zn

FILE: POLLUTION INVESTIGATIONS

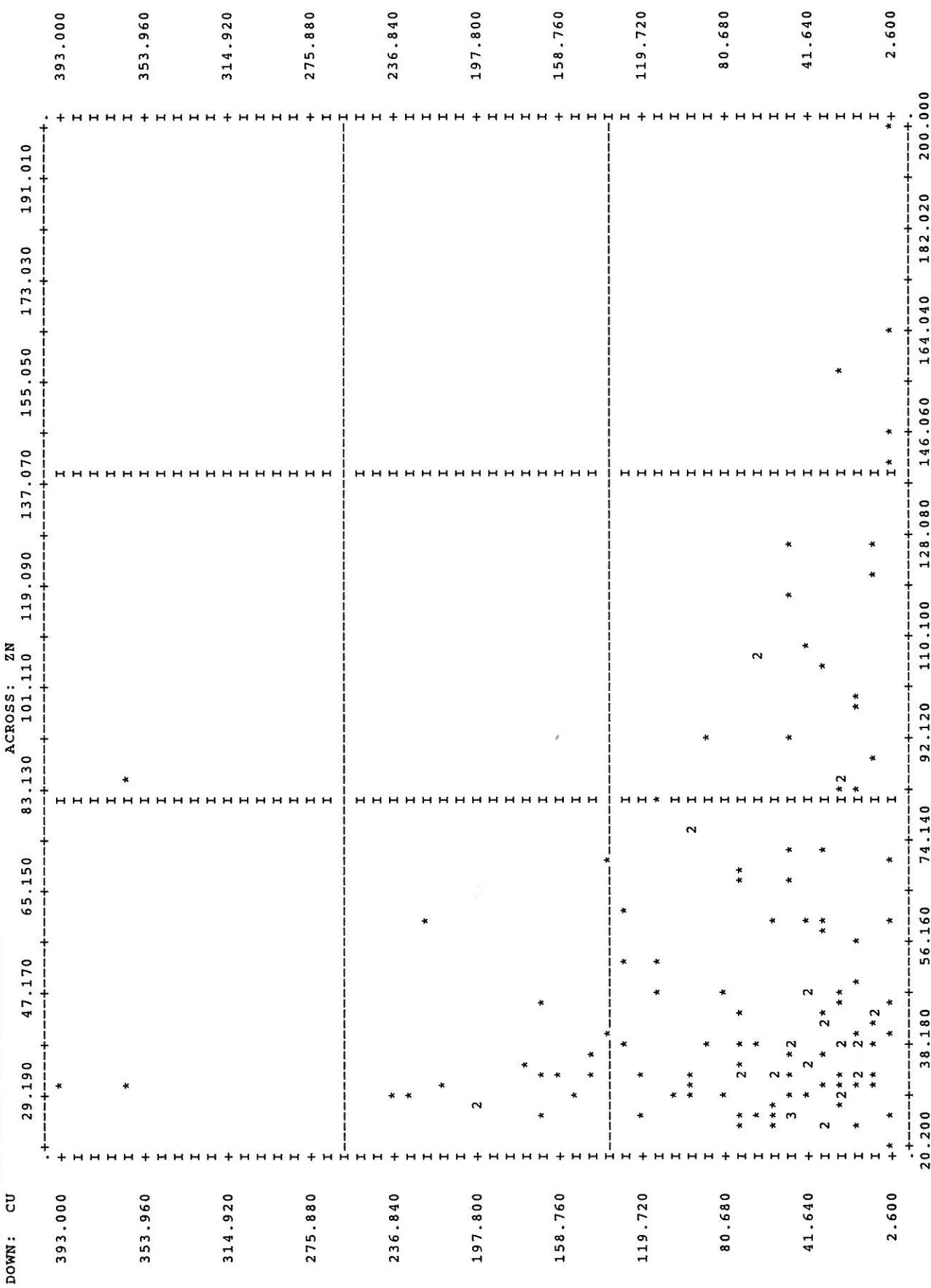
DOWN:	CU	2.295	6.685	11.075	15.465	19.855	24.245	28.635	33.025	37.415	41.805									
1.180	+		*								1.180									
1.090	+		*								1.090									
1.000	+										1.000									
.910	+										.910									
.820	+	*	*	*	*						.820									
.730	+	*	*	*	*						.730									
.640	+	*	*	*	*	*					.640									
.550	+	*	*	***2	***	***					.550									
.460	+	*	2	*	2	*	*	*			.460									
.370	+	2	*	*	*	*	*	*			.370									
.280	+	*									.280									
.100		4.490		8.880		13.270		17.660		22.050		26.440		30.830		35.220		39.610		44.000

FILE: POLLUTION INVESTIGATIONS



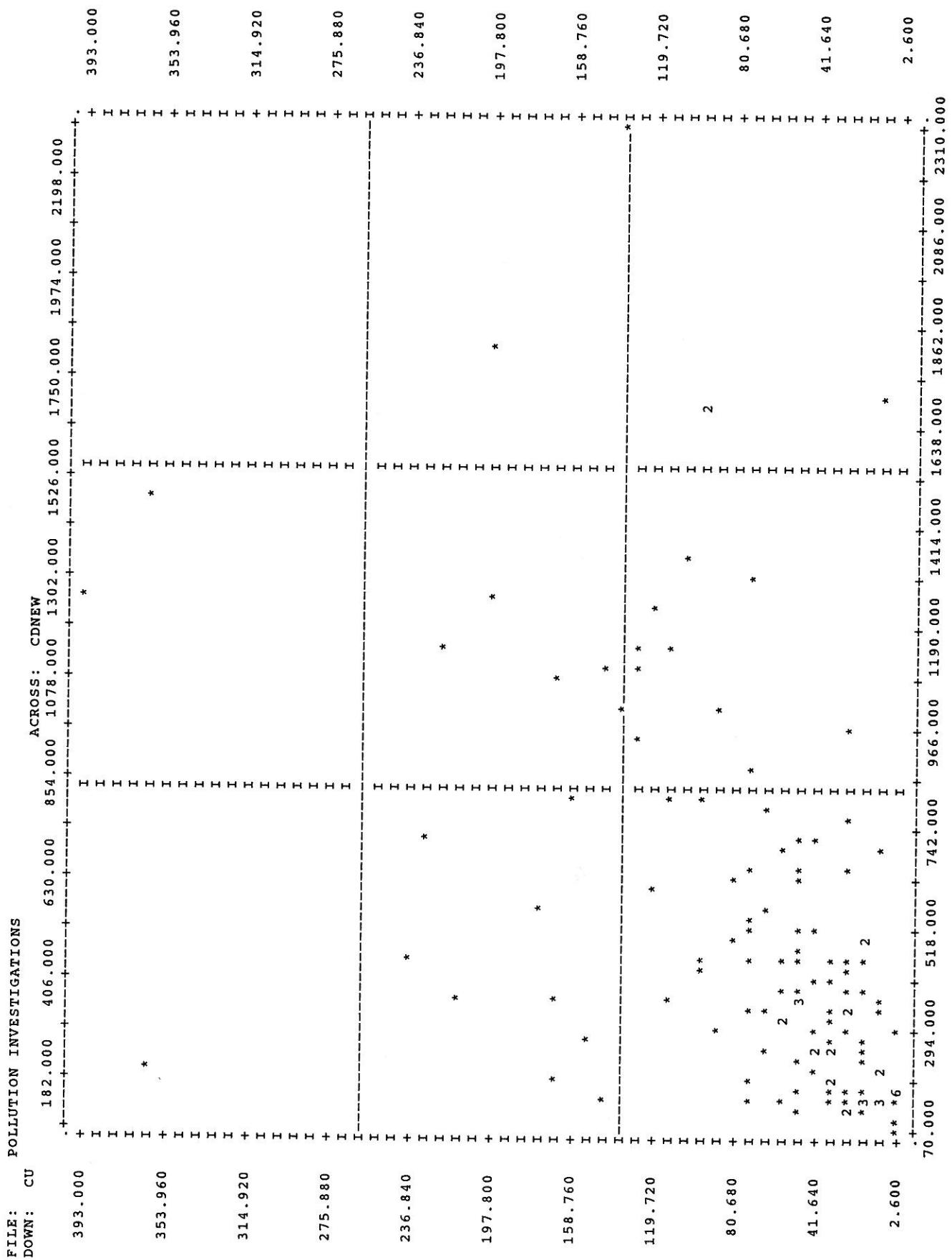
Figur V6 - Muskelavrye, Zn vs. Cd

FILE: POLLUTION INVESTIGATIONS



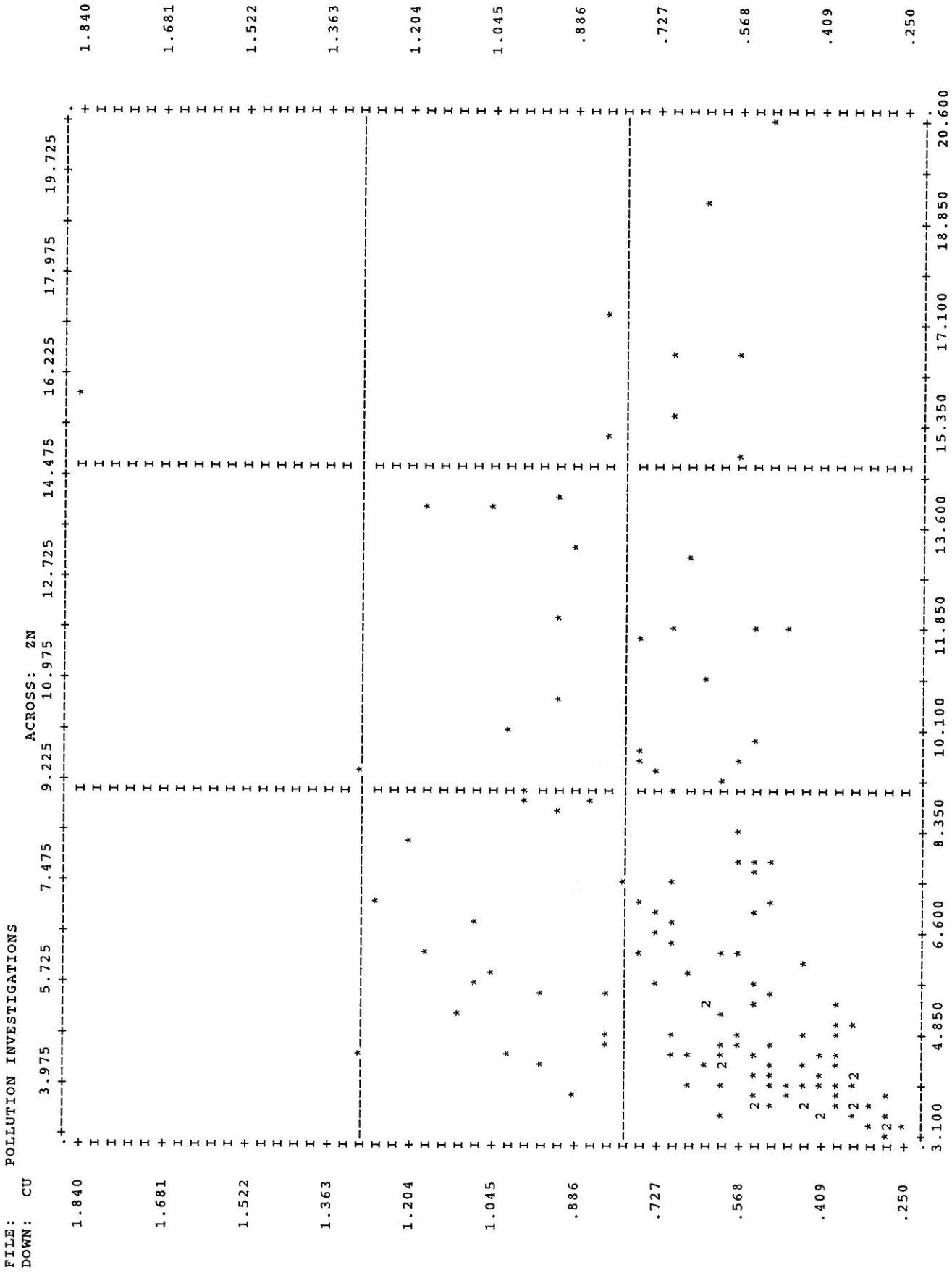
Figur V7 - Lever av Ørret, Cu vs. Zn

FILE: POLLUTION INVESTIGATIONS



Figur V8 - Lever av ørret , Cu vs. Cd

FILE: POLLUTION INVESTIGATIONS



STATISTICS..

Figur V10 - Muskel av ørret, Cu vs. Zn

FILE: POLLUTION INVESTIGATIONS

DOWN: CU 1.595 4.585 7.575 10.565 13.555 16.545 19.535 22.525 25.515 28.505

1.840 + *

1.681 +

1.522 +

1.363 +

1.204 + *

1.045 + *

- .886 + *

- .727 + *

.568 +2 I2 * *

.409 + I2 * *

.250 +

ACROSS: CDNEW

1.595 4.585 7.575 10.565 13.555 16.545 19.535 22.525 25.515 28.505

1.840 + *

1.681 +

1.522 +

1.363 +

1.204 + *

1.045 + *

- .886 + *

- .727 + *

.568 +2 I2 * *

.409 + I2 * *

.250 +

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

I

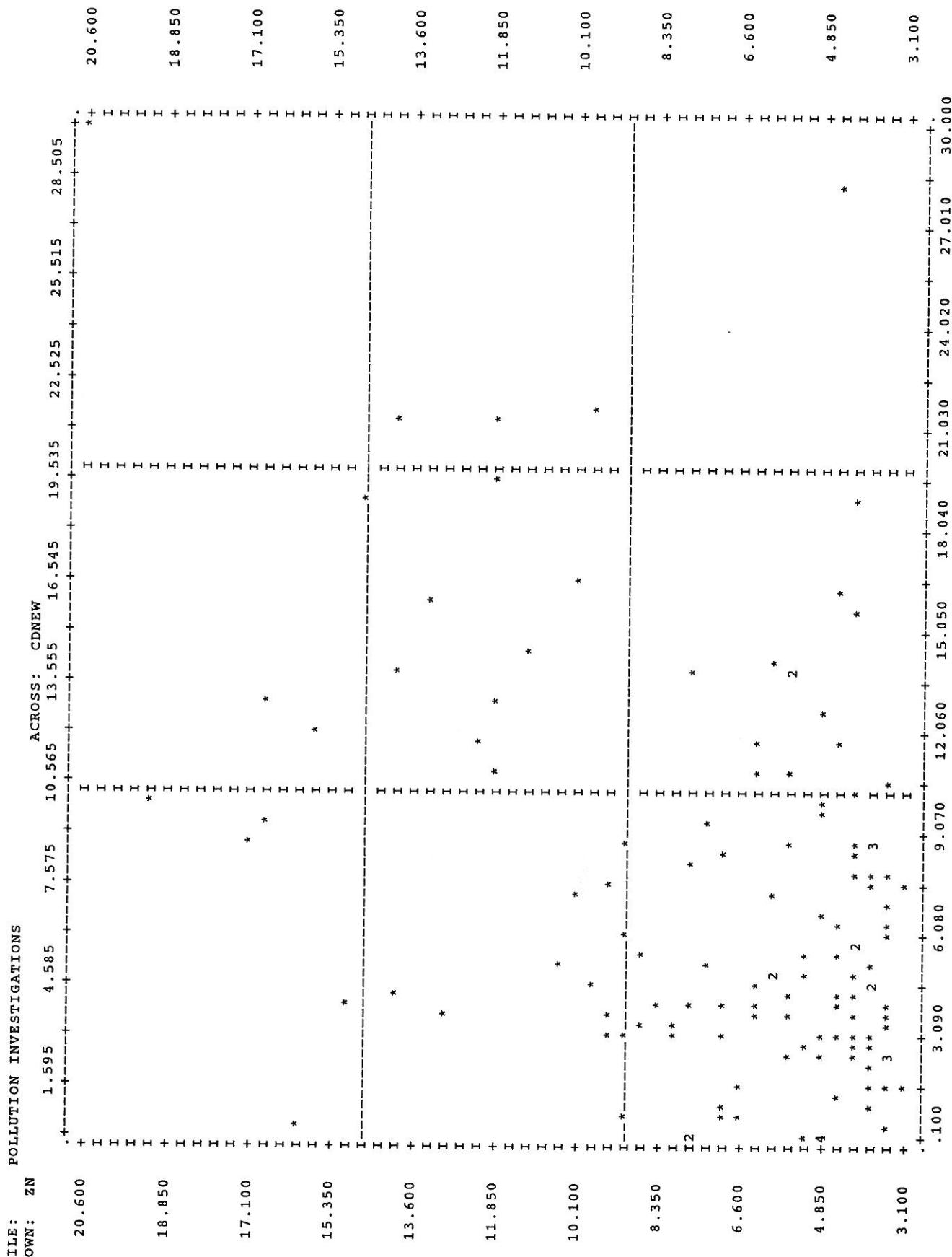
STATISTICS..

Figur

VII -

Muskel av ørret, Cu vs. Cd

FILE: POLLUTION INVESTIGATIONS



STATISTICS..

Figur V12 – Muskel av ørret, Zn vs. Cd

Vedlegg V.

Breakdown. Tabellene viser middelverdi (mean) og standard avvik (SD) for innhold av Cu, Zn og Cd i henholdsvis lever og muskulatur av røye og ørret.

LEVER AV RØYE

Stasjon	Cu (PPM)		Zn (PPM)		Cd (PPM)		N
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	
6	29.1	0.00	48.4	0.00	0.14	0.00	1
7	55.7	0.00	50.1	0.00	0.41	0.00	1
10	10.4	7.79	32.5	5.66	0.70	0.28	6
11	7.6	3.31	30.9	2.38	0.45	0.24	5
12	28.0	20.9	43.3	19.14	0.54	0.30	8
13	11.3	3.74	50.5	17.75	1.54	0.31	4
14	39.8	29.20	65.5	20.38	1.56	0.84	8
15	31.9	19.21	45.6	6.51	1.39	0.82	12
16	20.3	12.84	39.8	5.94	1.18	0.26	7
17	18.2	6.42	40.3	5.16	0.82	0.35	10
18	18.7	9.84	36.9	5.38	0.84	0.28	8
21	11.9	6.04	30.0	7.84	0.25	0.11	3

NB! I den første tabellen er Cd angitt i PPM som Cu og Zn. I de neste tre er Cd angitt i PPB og Cu og Zn i PPM.

MUSKEL AV RØYE

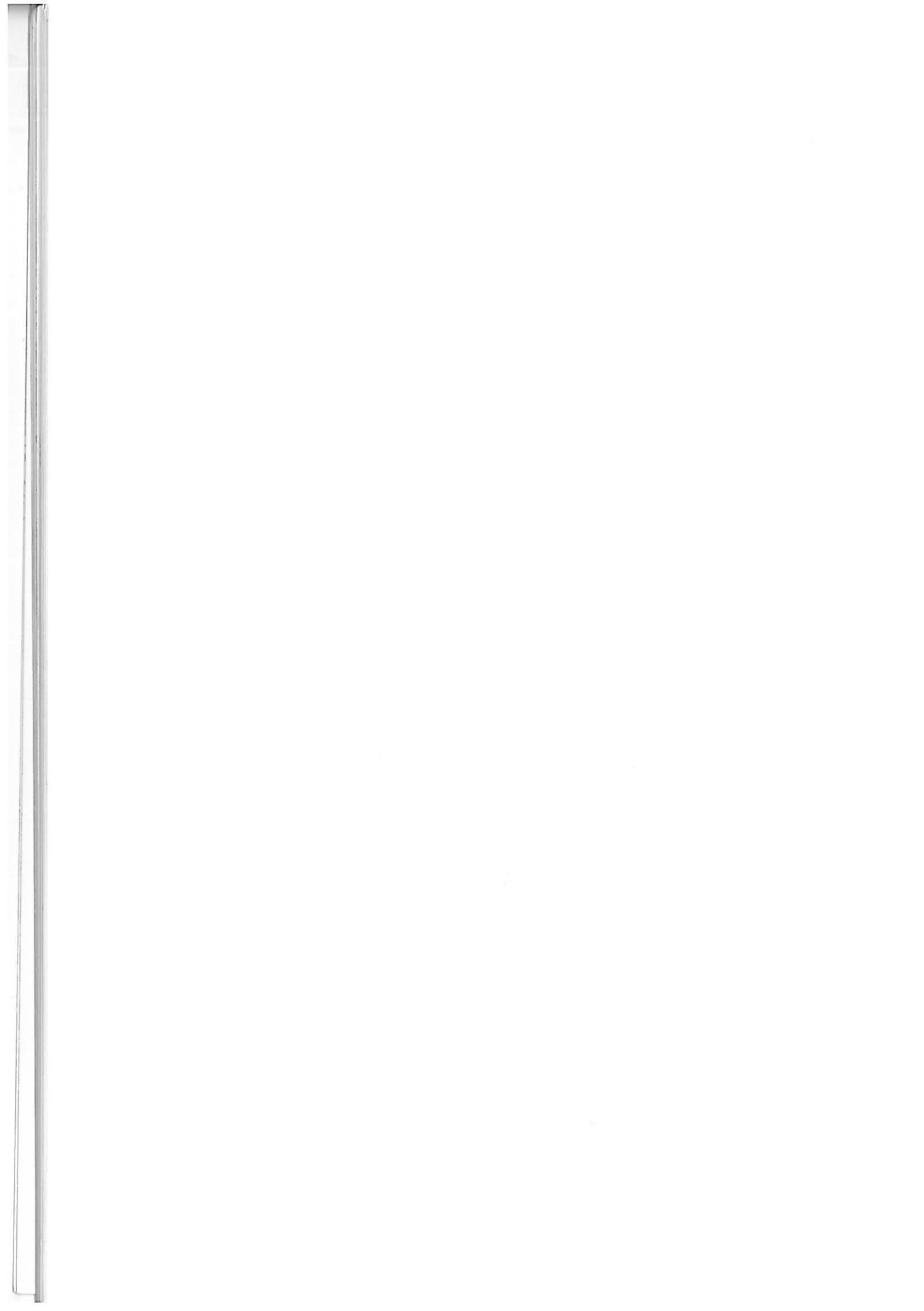
Stasjon	Cu (PPM)		Zn (PPM)		Cd (PPB)		N
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	
6	0.45	0.00	7.40	0.00	0	0	1
7	0.41	0.00	3.70	0.00	2	0	1
10	0.60	0.17	6.33	1.23	5	3	6
11	0.49	0.10	6.64	1.13	7	1	5
12	0.63	0.09	7.18	1.66	2	3	8
13	0.66	0.21	5.55	1.46	15	20	4
14	0.56	0.16	6.31	1.34	4	5	8
15	0.53	0.23	4.66	0.68	2	1	12
16	0.49	0.08	4.49	0.81	3	1	7
17	0.67	0.17	9.12	3.01	3	2	10
18	0.55	0.13	6.84	2.15	7	1	8
21	0.79	0.33	8.20	2.78	9	2	3

LEVER AV ØRRET

Stasjon	Cd (PPM)		Zn (PPM)		Cu (PPM)		N
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	
1	84.20	108.58	78.88	21.88	0.72	0.67	9
2	67.06	70.62	40.49	21.91	0.67	0.38	7
3	78.19	25.14	78.26	28.41	0.70	0.25	8
4	152.97	121.67	47.51	29.36	1.13	0.60	11
5	94.43	55.87	38.99	13.46	0.94	0.39	10
6	30.85	18.37	31.46	8.61	0.18	0.06	7
7	98.90	59.45	31.82	3.29	0.76	0.21	5
8	67.42	64.89	36.14	17.76	0.53	0.16	10
9	29.91	27.23	31.94	8.00	0.28	0.13	9
10	56.40	0.00	28.20	0.00	0.46	0.00	1
11	18.70	0.00	48.60	0.00	0.14	0.00	1
12	100.74	83.12	45.27	11.61	0.35	0.18	7
13	37.50	17.81	49.60	24.04	0.13	0.02	2
14	62.40	0.00	25.70	0.00	0.25	0.00	1
15	144.43	48.87	29.00	2.04	0.42	0.13	4
16	34.50	16.56	36.72	4.45	0.27	0.14	5
18	67.42	56.64	34.30	2.37	0.43	0.00	6
19	24.70	42.10	136.08	46.37	0.19	0.08	6
20	24.43	19.10	98.15	31.16	0.29	0.15	10
21	109.75	50.42	40.10	5.09	0.14	0.00	2
22	24.29	19.56	45.07	12.02	0.18	0.06	10

MUSKEL AV ØRRET

Stasjon	Cu (PPM)		Zn (PPM)		Cd (PPB)		N
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	
1	0.71	0.21	7.86	2.17	9	4	9
2	0.72	0.24	4.53	0.81	6	3	7
3	0.83	0.25	9.33	2.27	12	5	8
4	0.63	0.21	4.87	0.84	11	3	11
5	0.68	0.34	4.52	1.02	6	5	10
6	0.64	0.22	5.56	2.15	3	1	7
7	0.43	0.07	4.36	0.27	4	1	5
8	0.86	0.24	6.88	2.05	5	1	10
9	0.47	0.17	4.01	0.72	3	1	9
10	0.61	0.00	4.70	0.00	7	0	1
11	0.56	0.00	6.30	0.00	4	0	1
12	0.57	0.13	7.79	2.49	1	2	7
13	0.73	0.04	8.20	1.70	2	2	2
14	0.45	0.00	3.60	0.00	4	0	1
15	0.54	0.28	5.58	2.21	1	2	4
16	0.59	0.14	5.46	1.01	1	1	5
18	0.38	0.11	4.37	1.73	9	3	6
19	0.57	0.09	15.50	4.13	18	7	6
20	0.93	0.37	14.47	1.64	11	7	10
21	0.75	0.24	10.05	0.78	5	1	2
22	0.42	0.18	3.80	0.43	11	6	10



Hittil utkommet i samme serie:

- Nr. 1 - 1983: Tiltak for å redusere antall kollisjoner mellom elg og tog i kommunene Grong og Snåsa.
- Nr. 1 - 1984: Kontroll med landbruksavrenning. Resultat 1983.
- Nr. 2 - 1984: Viltområdekartlegging. Erfaring fra Nord-Trøndelag.
- Nr. 3 - 1984: Skjøtselsplan for Bergsåsen naturreservat og plantelivsfredningsområde i Snåsa (under utarb.).
- Nr. 4 - 1984: Skjøtselsplan for edellauvskogreservater i Nord-Trøndelag, med spesiell vekt på Byahalla i Steinkjer (under utarb.).
- Nr. 1 - 1985: Forsøksfiske med kilenot i Leksdalsvatnet.
- Nr. 2 - 1985: Fisket i Leksdalsvatnet 1984. En spørreundersøkelse blant grunneiere og fiskekortkjøpere.
- Nr. 3 - 1985: Skogrydding som tiltak for å redusere antall kollisjoner mellom elg og tog. En beskrivelse av iverksettelsen av tiltaket i Grong og Snåsa i 1984.
- Nr. 4 - 1985: Jegerobservasjoner i elgforvaltningen. Erfaringer med bruk av «Sett elg» i Nord-Trøndelag.
- Nr. 5 - 1985: Rapport fra studietur til Spania. Dagene 21.—28. april 1985.
- Nr. 6 - 1985: Fisket i Snåsavatnet 1984. En spørreundersøkelse blant grunneiere og fiskekortkjøpere.
- Nr. 7 - 1985: Jegerprøven som valgfag i ungdomsskolen.
Erfaringer fra et prøveprosjekt i Nord-Trøndelag, skoleåret 1984-85.

