



Bergvesenet rapport nr BV 5441	Intern Journal nr	Gammelt internt rapp. nr.	Rapport lokalisering Nordland	Gradering
Kommer fra arkiv Hydro	Ekstern rapport nr	Oversendt fra	Fortrolig pga	Fortrolig fra dato
Tittel BINDAL GULL-PROSJEKT Behandling av prøveresultater				
Forfatter N.A. Standal		Dato År 16.08 1985	Bedrift	
Kommune Bindal	Fylke Nordland	Bergdistrikt	1: 50 000 kartblad	1: 250 000 kartblad
Fagområde Kjemiske analyser	Dokument type		Forekomster Bindal	
Råstoffgruppe Malm/metall	Råstofftype Au			
Sammendrag / innholdsfortegnelse Målsettingen med behandlingen av prøveresultatene var å forsøke å oppsummere resultatene fra de forskjellige prøver som er tatt fra feltet, slik en får et best mulig underlag ved vurdering av feltet. Det konkluderes med at sannsynligheten for at den sanne Au-gehalt i feltet er større enn 6,09 gram/ton er 0,50 (50 %).				

Norsk Hydro, F-senter/TDB-avd.,
N.A. Standal,
16.8.1984

BINDAL GULL-PROSJEKT

Behandling av prøve-resultater

Det arbeide som beskrives her er gjort i samarbeid med R. Sivertsen fra A/S Sulfidmalm. Målsettingen var å forsøke å oppsummere resultatene fra de forskjellige prøver som er tatt fra feltet, slik at en får et best mulig underlag ved vurdering av feltet. Av den totale prøve-mengde har en sortert ut de prøver som er relevante for prosjektet. Disse er lagt inn på F-senterets LABDATA-system (RS/1), som gir relativt enkel tilgang til dataene hvis andre behandlingsmåter skulle bli aktuelle.

Gruppering av prøvene

Prøvene er klassifisert i 5 grupper, avhengig av prøvenes størrelse:

Gruppe 1:	0	til	1	kg
-"- 2:	1	"	5	"
-"- 3:	5	"	20	"
-"- 4:	20	"	100	"
-"- 5:	100	"	1000	"

Gruppe 5 består av de såkalte Boliden-prøvene, og av den totale mengde i denne gruppe er bare 8 funnet å være relevante for prosjektets vurdering. Noen få Boliden-prøver er også med i gruppe 3 (2 stk.) og i gruppe 4 (7 stk.), sammen med Sulfidmalms prøver.

Prøve-størrelse og Au-gehalt

Et spørsmål som har vært oppe til diskusjon er en eventuell sammenheng mellom prøve-størrelsen og Au-gehalten i prøven. Data fra de 5 gruppene er sammenfattet i de 5 følgende tabeller.

Gruppe 1 0 - 1 kg			Gruppe 2 1 - 5 kg		
Antall prøver	823		Antall prøver	267	
Midlere Au-gehalt	2.49 g/t		Midlere Au-gehalt	12.58 g/t	
Median	0.30 "		Median	3.69 "	
Største Au-gehalt	777.00 "		Største Au-gehalt	886.00 "	
Minste -"-	0.00 "		Minste -"-	0.00 "	
Gruppe 3 5 - 20 kg			Gruppe 4 20 - 100 kg		
Antall prøver	324		Antall prøver	27	
Midlere Au-gehalt	1.19 g/t		Midlere Au-gehalt	14.87 g/t	
Median	0.17 "		Median	8.50 "	
Største Au-gehalt	35.22 "		Største Au-gehalt	87.00 "	
Minste -"-	0.00 "		Minste -"-	0.10 "	

Gruppe 5
100 - 1000 kg

Antall prøver	8
Midlere Au-gehalt	17.03 g/t
Median	9.25 "
Største Au-gehalt	47.80 "
Minste -"-	1.50 "

En sammenstilling av prøve-størrelse og midlere Au-gehalt gir da følgende resultat:

<u>Prøve-størrelse</u>	<u>Midlere Au-gehalt</u>
0 - 1 kg	2.49 g/t
1 - 5 "	12.58 "
5 - 20 "	1.19 "
20 - 100 "	14.87 "
100 - 1000 "	17.03 "

Selv om en ser bort fra gruppen 5 til 20 kg, som bryter med tendensen til økende Au-gehalt med økende prøve-størrelse, må en også ta hensyn til de store forskjeller i antall prøver i de 5 gruppene. Disse resultater alene gir derfor et dårlig grunnlag for å konkludere med at Au-gehalten øker med økende prøve-størrelse. En annen betydningsfull faktor er nugget-effekten, som kan gi store utslag, som f.eks. i gruppe 1 og gruppe 2.

Reduksjon av prøve-mengden

Når det gjelder dataene i gruppe 1 (borehulls-prøver) og gruppe 3 (stoll-prøver) har en prøver fra felt-områder som er vurdert som mer eller mindre lovende. En har derfor sortert fra de prøver som kommer fra de minst lovende områder, og får da følgende resultater (R står for "Redusert datamengde"):

<u>Gruppe 1R</u>		<u>Gruppe 3R</u>	
<u>0 - 1 kg</u>		<u>5 - 20kg</u>	
Antall prøver	585	Antall prøver	105
Midlere Au-gehalt	3.20 g/t	Midlere Au-gehalt	2.57 g/t
Median	0.31 "	Median	0.65 "
Største Au-gehalt	777.00 "	Største Au-gehalt	35.22 "
Minste -"-	0.00 "	Minste -"-	0.01 "

En ser at resultatene fra de reduserte data ikke endrer det bildet en har fra de opprinnelige data når det gjelder sammenhengen mellom prøve-størrelse og midlere Au-gehalt.

Total midlere Au-gehalt

De opprinnelige (ureduserte) data utgjør ialt 1449 prøver. Det aritmetiske middel av disse prøvene er

Midlere Au-gehalt (oppr. data) : 4.37 g/t

For det reduserte datasett, som utgjør 992 prøver, får en følgende aritmetiske middel

Midlere Au-gehalt (red. data) : 6.09 g/t

I disse middelverdier teller alle prøver med samme vekt. Erfaring fra utvinning av gull tyder imidlertid på at dette ikke er den sikreste (riktigste) metode når en skal vurdere Au-gehalten i et felt. Eksempelvis har en erfaringer fra andre steder for at den reelle Au-gehalt ved utvinning kan ligge på 2 til 5 ganger den Au-gehalt som bore-prøvene viser. (Bindal-dataene viser faktisk at midlere Au-gehalt for de største prøvene er ca. 5 ganger så stor som midlere gehalt for bore-prøvene. Selv om antallet store prøver er for lite til å trekke en slik konklusjon her, kan en forsiktigvis si at Bindal-dataene peker i samme retning som andres erfaringer.) En annen metode vil være å legge større vekt på resultater fra store prøver enn på resultater fra små, dvs. en vanlig beregning av veiet middelverdi. En har altså følgende muligheter:

- (i) En velger vekt-tallene q_1, q_2, q_3, q_4 og q_5 for de 5 gruppene, og beregner en vanlig veiet middelverdi.
- (ii) En velger justerings-faktorene f_1, f_2, f_3, f_4 og f_5 , og de respektive gruppenes middelverdier multipliseres med disse faktorene. Deretter beregnes en vanlig middelverdi ut fra de justerte gruppe-middelverdier.

I de beregninger av veiet og justerte middelverdier som presenteres her har en benyttet de vekt-tall og justerings-faktorer som er gitt i tabellen nedenfor. En bør se på resultatene av disse beregninger som et eksempel på hvilke forskjeller en kan få mellom veiet/justert middelverdi og vanlig middelverdi, og samtidig være klar over at spesielt justerte middelverdier bygger på erfaringer.

<u>Gruppe</u>	<u>Vekt-tall(q)</u>	<u>Justerings-faktor(f)</u>
1	1.0	3.0
2	1.5	2.5
3	2.0	2.0
4	2.5	1.5
5	3.0	1.0

Dette betyr eksempelvis at ved metode (i) legger en 3 ganger så stor vekt på resultater fra en prøve i gruppe 5 som på resultater fra en prøve i gruppe 1. Ved metode (ii) betyr det at den reelle Au-gehalt antas å være 3 ganger så stor som det som borehulls-prøvene viser, mens resultatene for gruppe 5 antas å være representative for den reelle Au-gehalt. Beregninger er gjort både for det opprinnelige datasett og for det reduserte datasett. Resultatene er vist nedenfor.

Veiet middelverdi.

Au-gehalt (oppr. data) : 4.72 g/t

Au-gehalt (red. data) : 6.89 "

Justerte middelveidier.

Au-gehalt (oppr. data) : 11.08 g/t
Au-gehalt (red. data) : 15.41 "

Som allerede nevnt under avsnittet "Prøve-størrelse og Au-gehalt" har en magre holdepunkter i Bindal-dataene for å benytte metode (ii) med justering av gruppe-middelveidier. En noe mer forsiktig justering får en ved å velge faktorene $f_1=2$, $f_2=1.5$, $f_3=1.5$ og $f_4=f_5=1.0$, som gir følgende resultat:

Au-gehalt (oppr. data) : 7.06 g/t
Au-gehalt (red. data) : 9.80 "

Når det gjelder anvendelse av metode (i) er denne metode noe bedre begrunnet. En kan nemlig vise at for et idealisert felt, dvs. et felt med stokastisk romlig fordeling av forekomsten (uten nugget-effekt) er variansen i prøve-resultatene omvendt proporsjonal med prøvens størrelse. I en slik situasjon velger en vekt-tall som er omvendt proporsjonale med standard avviket, idet dette gir samme varians for alle ledd som inngår i beregning av middelveidien. Dette betyr at for det idealiserte felt skal en velge vekt-tall som er proporsjonale med kvadratroten av prøve-størrelsen. Regner en med en midlere prøve-størrelse for de enkelte grupper, kan en sette opp følgende tabell:

<u>Gruppe</u>	<u>Prøve-vekt</u>	<u>Vekt-tall</u>
1	0.5	1.0
2	3.0	2.5
3	12.5	5.0
4	60.0	11.0
5	500.0	31.5

Det er ikke realistisk å bruke disse vekt-tall for Bindal-feltet, og det er også vanskelig å anslå rimelige vekt-tall for et felt med nugget-effekt. En må dessuten også være klar over at hvis en mener at små prøver gir en systematisk under-estimering av gehalten i feltet så er veiet middelveidi alene ikke en brukbar metode.

Usikkerhet i middelveidi

Det er karakteristisk for de data som behandles her at de representerer fordelinger som avviker sterkt fra en symmetrisk fordeling, f.eks. en normalfordeling. Det viser seg imidlertid at for det reduserte data-sett får en en brukbar tilnærming til en normalfordeling ved å ta logaritmen av dataene. (Kolmogorov-Smirnov's test forkaster riktignok hypotesen om lognormal fordeling av dataene, men en har likevel antatt at tilnærmelsen er brukbar.) Dette gjør det mulig f.eks. å beregne en nedre grense for den sanne Au-gehalt i den del av feltet som er representert av det reduserte datasett. Forutsetningen er selvsagt at små prøver ikke gir noen systematisk under-estimering av gehalten. Beregningene er basert på dataene i følgende tabell:

Loa(Au-gehalt), redusert datasett

n (antall data)	992
z (arit. middel)	-0.606
m (median)	-0.755
s (stand. avvik)	2.176
Skjevhet	0.112
Flathet	-0.268

Dette gir eksempelvis følgende:

Sannsynligheten for at den sanne Au-gehalt i feltet er større enn 5.33 gram/ton er 0.90 (90 %).

Midlere Au-gehalt for det reduserte datasett (uveiet, ujustert) er tidligere beregnet til 6.09 g/t, og det betyr følgende:

Sannsynligheten for at den sanne Au-gehalt i feltet er større enn 6.09 gram/ton er 0.50 (50 %).

I disse utsagn ligger det ikke innebygget noen som helst innsikt i de geologiske forhold eller erfaringer fra tilsvarende felt. De er kun basert på en statistisk analyse av det foreliggende datamateriale.

N.A. Standal

