

NGU Rapport 2007.008

Undersøkelser av kjemisk sammensetning i
pukk og krav til prøvetaking og kjemiske
analyser.

Rapport nr.: 2007.008		ISSN 0800-3416	Gradering: Åpen
Tittel: Undersøkelser av kjemisk sammensetning i pukk og krav til prøvetaking og kjemiske analyser.			
Forfatter: Ola A. Eggen, Eyolf Erichsen, Rolf Tore Ottesen og Arnhild Ulvik		Oppdragsgiver: Jernbaneverket ved Veronica Valderhaug og Roar Nålsund	
Fylke: Nord-Trøndelag		Kommune: Steinkjer og Verdal	
Kartblad (M=1:250.000)		Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000)	
Forekomstens navn og koordinater:		Sidetall: 47	Pris: 242
Feltarbeid utført: August 2006		Rapportdato: 6. februar 2007	Prosjektnr.: 296000
			Ansvarlig: <i>Dystein Nordgulen</i>
Sammendrag:			
<p>Hensikten med denne rapporten er å anbefale krav til prøvetakingen og de kjemiske analysene for å kartlegge innholdet av arsen, bly, kadmium, kobber, krom (total- og seksverdig innhold), kvikksølv, nikkel og sink i ballastpukk som skal brukes av Jernbaneverket. Dette innebærer</p> <ul style="list-style-type: none"> • hvordan prøvene tas i pukkverket • hvordan prøvene skal klargjøres for kjemisk analyse • hvordan innholdet av arsen og metaller skal bestemmes • bestemme antallet prøver som er nødvendig for å få tilfredstillende reproduserbarhet av de kjemiske data. <p>To pukkverk ble prøvetatt, ett med heterogen geologi og ett med homogen geologi. Det ble samlet inn 50 bergartsprøver fra hvert pukkverk. Prøvene ble nedknust og fraksjonen < 4 mm ble brukt ved kjemisk analyse. Arsen og metaller ble bestemt etter syreekstraksjon.</p> <p>Det er utført statistiske analyser for å bestemme det antall prøver som er nødvendig for å fastslå en reproduserbar medianverdi. Analysen indikerer at det må samles inn 20 enkeltprøver som alle analyseres for å sikre data for bergartenes kjemiske sammensetning. Undersøkelsen viser at samme prøveomfang bør gjelde for pukkverk med homogen geologi som for pukkverk med heterogen geologi.</p> <p>For pukkverk med granitt bør det i tillegg analyseres for uran på grunn av helsefare knyttet til radon.</p> <p>Resultatene fra denne undersøkelsen er grunnlaget for en veileder for hvordan pukkverk skal dokumentere den kjemiske sammensetningen av forekomstene sine.</p>			
Emneord: Pukk	Kvalitetssikring	Tungmetaller	
Jernbaneverket	Arsen	Veileder	
Prøvetaking			

INNHold

1. INNLEDNING	4
1.1 PUKK OG BALLASTMASSER.....	4
1.2 MILJØGIFTER FRA JERNBANEN	4
1.3 LOVVERK	5
1.4 PUKKVERK	5
1.5 RAPPORTENS FORMÅL	6
2. GEOLOGI	7
3. METODER	8
3.1 PRØVETAKING	8
3.2 KJEMISK ANALYSE	8
3.3 STATISTISK ANALYSE	9
4. RESULTATER	9
4.1 KONSENTRASJONSNIVÅER.....	9
4.1.1 <i>Kumulative frekvensfordelinger</i>	10
4.2 TILFELDIGE UTVALG	11
5. KRAV TIL PRØVETAKING OG KJEMISKE ANALYSER	13
5.1 PRØVETAKING OG BEARBEIDING AV PRØVER.....	13
5.1.1 <i>Prøvetaking</i>	13
5.1.2 <i>Prøveemballasje</i>	14
5.1.3 <i>Sikting</i>	15
5.2 KJEMISKE ANALYSER	15
5.2.1 <i>Krav til rapportering fra laboratoriene</i>	15
5.3 HVOR MANGE PRØVER ER NØDVENDIG I PRØVETAKINGEN?.....	15
5.4 KOMMERSIELLE LABORATORIER OG KOSTNAD	16
6. OPPSUMMERING	17
7. REFERANSER	18
8. VEDLEGG	19
8.1 PUKKENS GEOLOGI.....	19
8.2 ANALYSERESULTATER	22
8.3 KUMULATIVE FREKVENSFORDELINGER	36
8.4 VARIASJON I MEDIANVERDIER ETTER PRØVETAKINGSSTØRRELSE.	40

1. INNLEDNING

1.1 Pukk og ballastmasser

Ballast er fundamentet eller bærelaget for jernbanesporet og består av pukk. Jernbaneverket kjøper årlig store volum med pukk i forbindelse med vedlikehold av jernbanenettet. På grunn av høy vektbelastning ved togpassering, nedkneses etter hvert deler av pukken. Finstoffet som dannes under nedknusingsprosessen hindrer vann fra nedbør i å renne bort fra overbygningen. Dette svekker både bæreevnen og elastisiteten i sporet. Hvor langt forringelsen av ballasten kan gå, avhenger av steinkvalitet, banens tillatte aksellast, hastighet og trafikkbelastning. Dette fører til behov for å fjerne finstoffet på et tidspunkt, og deponere massene på nærmere godkjent sted.

1.2 Miljøgifter fra jernbanen

Finstoffet fra pukken inneholder en del arsen og metaller, avhengig av hvilken bergartstype pukken består av. Bruk av jernbanenettet og jernbanemateriellet fører til tilførsel av miljøgifter som blandes med ballastmassene (Tabell 1).

Tabell 1 Kilder til arsen, metaller og organiske miljøgifter i ballastmassene (Multiconsult, 2003).

Kilde	Mulige miljøgifter
Skinner og hjul	Mangan (Mn), vanadium (V), kobolt (Co), molybden (Mo), nikkel (Ni) og krom (Cr)
Hjullagre	Bly (Pb), antimon (Sb) og tinn (Sn)
Jernbaneakslinger	Kobber (Cu), tinn (Sn) og bly (Pb)
Smøremidler	Tung olje, kalsium (Ca), aluminium (Al) og barium (Ba)
Kontaktledninger	Kobber (Cu)
Galvanisert utstyr	Sink (Zn)
Signallys, sporveksler	Kvikksølv (Hg)
Diesel og olje	Olje, PAH
Sviller	Kreosot
Sprøyting av ugress	Plantevernmidler

På grunn av behovet for å utarbeide en helhetlig plan for håndtering av avfallsmasser fra ballastrensing, samarbeider Jernbaneverket og Norges geologiske undersøkelse (NGU) om en undersøkelse av ballastpukkens opprinnelig kjemiske sammensetning.

Hensikten med delprosjektet er å utarbeide en veileder for prøvetaking og kjemisk analyse av pukkkforekomster.

Arsen, bly, kadmium, kobber, krom (total- og seksverdig innhold), kvikksølv, nikkel og sink betraktes som de viktigste uorganiske stoffene i miljø- og helsesammenheng. Jernbaneverket vil kreve dokumentasjon for innhold av disse stoffene fra fremtidige leveranser av ballastpukk. Dokumentasjonen skal være utført i samsvar med den veileder NGU utarbeider på oppdrag fra Jernbaneverket.

1.3 Lovverk

Forurensningsloven har blant annet til formål å verne det ytre miljøet mot forurensninger og å redusere eksisterende forurensning. Med forurensning menes blant annet "tilførsel av fast stoff [...] til luft, vann eller i grunnen [...] som er til skade eller ulempe for miljøet." Det er ikke tillatt å sette i verk noe som kan medføre fare for forurensning (Forurensningsloven, 1981).

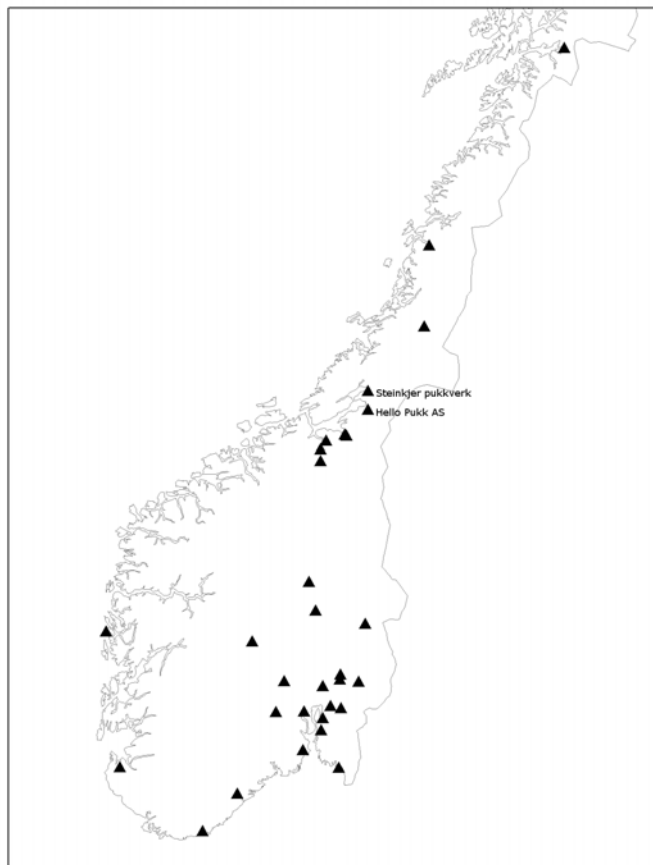
Produktkontrollloven har til hensikt å forebygge at produkter (råvare, hjelpestoff, halvfabrikat og ferdig vare av ethvert slag) medfører miljøforstyrrelse, som blant annet forstyrrelse av økosystemer, forurensning og avfall. Jernbaneverkets ansvar kommer inn under punktet "aktsomhet m.v." der den som produserer, *innfører, omsetter, bruker* eller på annen måte behandler produkt som kan medføre miljøforstyrrelse, skal vise aktsomhet og treffe rimelige tiltak for å forebygge og begrense slik virkning. Blant annet skal den som produserer eller innfører produktet skaffe den kunnskap som er nødvendig for å vurdere om produktet kan skade miljøet. Informasjonen skal være tydelig, lett tilgjengelig og tilpasset brukers og mottakers behov (Produktkontrollloven, 1976). Informasjonen blir i dette tilfellet innholdet av arsen og tungmetaller i pukken. Loven deler pukkleverandørs og Jernbaneverkets ansvar til å dokumentere innholdet av miljøskadelige stoffer i pukken. Samtidig stilles det krav til de som utfører analysene til å gi en lettfattelig og forståelig presentasjon av resultatene.

Eventuelle lovpålegg gjennom EØS-avtalen er implementert i det norske regelverket.

1.4 Pukkverk

For å vedlikeholde jernbanenettet har Jernbaneverket pukkleverandører over hele landet i nærhet til linjene. Figur 1 viser et kart over de virksomhetene som ved november 2006 leverte pukk til Jernbaneverket.

I miljø- og helsesammenheng vil det i tillegg til de stoffene som er nevnt i avsnitt 1.2 være viktig å kartlegge innholdet av uran i bestemte pukkverk. Dette gjelder pukkverk med granitt, der uraninnholdet kan være høyt. Uran forbindes med radongass, som bidrar til økt kreftfare, og det er derfor lite ønskelig å spre uranholdig granitt ut i miljøet.



Figur 1: Trekantene markerer Jernbaneverkets pukkleverandører.

For å undersøke hvordan dokumentasjonen av produktets kjemiske sammensetning skal utføres, har NGU valgt ut to pukkverk (Hello Pukk AS i Verdal kommune og Steinkjer Pukkverk i Steinkjer kommune) for å teste ut metodikk.

1.5 Rapportens formål

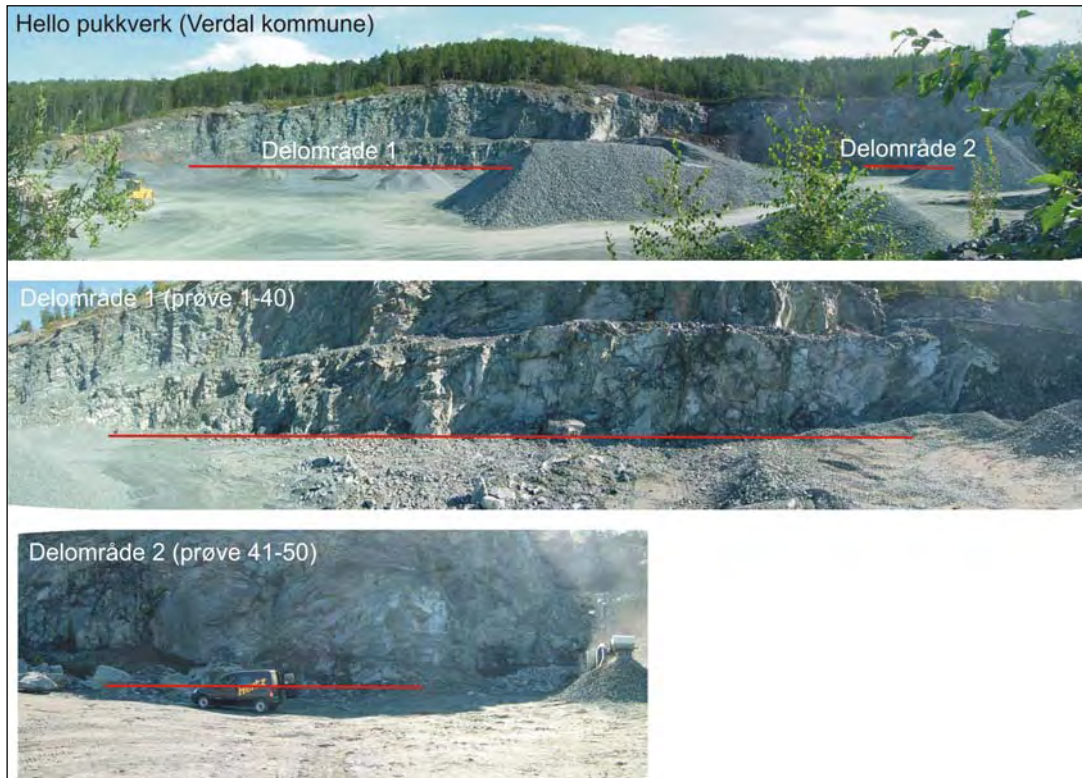
Hensikten med denne rapporten er å anbefale krav til prøvetakingen og de kjemiske analysene. Dette innebærer

- hvordan prøvene tas i pukkverket
- hvordan prøvene skal klargjøres for kjemisk analyse
- hvordan innholdet av arsen og metaller skal bestemmes
- bestemmelse av antall prøver som er nødvendig for å få tilfredsstillende reproduserbarhet av de kjemiske data.

2. GEOLOGI

Hello Pukk

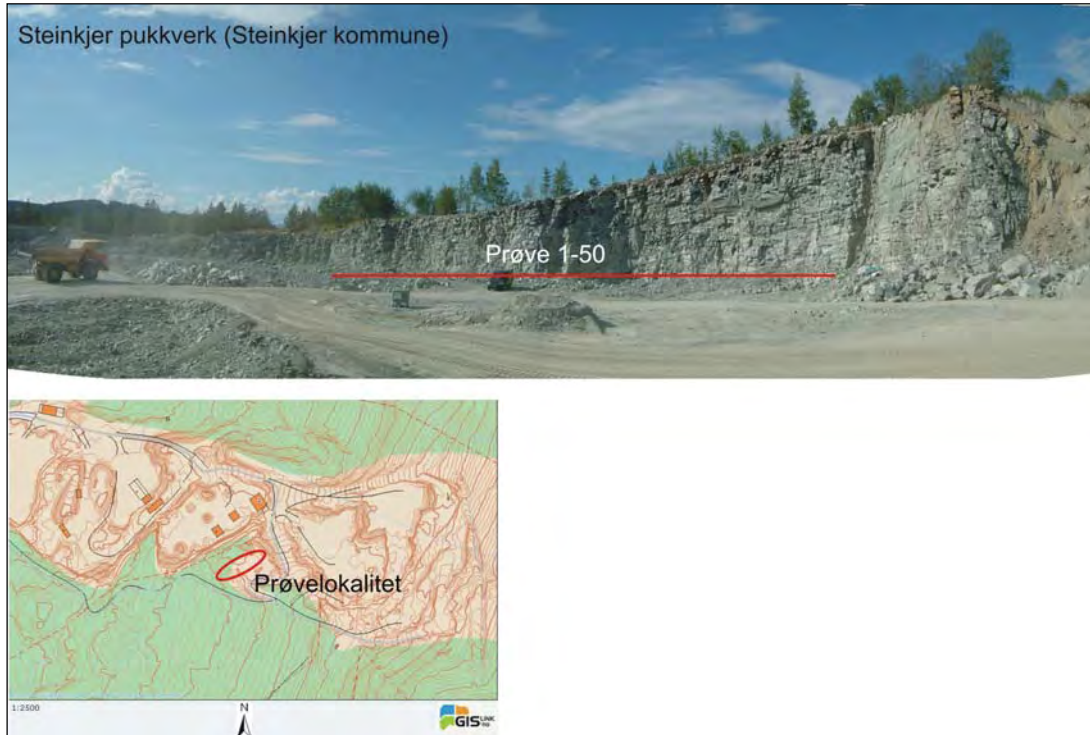
Forekomsten ligger ved Ravloberget 2 km sør for Vinne i Verdal og består av varierende bergarter blant annet grønnstein, garbenskifer og kvartsskifer. Forekomsten er antatt å ha en heterogen sammensetning.



Figur 2: Oversikt over prøvetaksingslinjer fra Hello pukverk

Steinkjer pukverk

Forekomsten ligger ved Lerkhaug ca. 3 km sør for Steinkjer (riksveg 759) og består av kvartssittiske bergarter med innslag av slepper av glimmerskifer. Forekomsten er antatt å ha en homogen sammensetning.



Figur 3: Oversiktskart over prøvetakingslinjer i Steinkjer pukkverk.

3. METODER

3.1 Prøvetaking

Prøvene ble tatt systematisk med 1-2 meters mellomrom langs prøvetakingslinjer som vist i Figur 2 og 3. Det ble lagt vekt på å unngå å være selektiv i selve prøvetakingen. Det ble samlet inn 50 prøver fra hvert pukkverk. Hver prøve på ca. 1 kg ble oppbevart i papirpose fri for arsen og tungmetaller.

3.2 Kjemisk analyse

Prøvene ble grovknust i en kjeftknuser og siktet gjennom nylonsikt til fraksjonen < 4 mm. Det siktede materialet ble deretter oppløst i salpetersyre (HNO₃, 7N) i autoklav i samsvar med Norsk Standard - NS 4770. Innholdet av 31 elementer (silisium, aluminium, jern, titan, magnesium, kalsium, natrium, kalium, mangan, fosfor, **kobber**, **sink**, **bly**, **nikkel**, kobolt, vanadium, molybden, kadmium, **krom**, barium, strontium, zirkon, sølv, bor, beryllium, litium, scandium, cerium, lantan, yttrium og arsen) ble så bestemt ved induktivt koblet plasma – atomemisjonsspektroskopi (ICP-AES). **Arsen** (As) og **kadmium** (Cd) ble bestemt med grafitovns-atomabsorpsjonsspektrometri (AA). **Kvikksølv** (Hg) ble bestemt med kalddampmetode. Alle analysene ble utført av NGU-Lab, som er akkreditert for de benyttede metoder.

Innholdet av seksverdig krom (Cr(VI)) ble bestemt ved spektrofotometri og utført av AnalyCen AS i Moss.

3.3 Statistisk analyse

Ved hjelp av en VBA-rutine i Microsoft Excel ble det foretatt tilfeldige uttak fra analyseresultatene. Fra hvert av pukkverkene ble det plukket ut grupper av resultater fra henholdsvis 1, 3, 5, 10, 15, 20, 30, 40 og 50 tilfeldige prøvepunkter. Hver gruppe bestod av ti uttak. Det ble altså simulert prøvetaking i økende omfang; fra ti prøvetakingsturer der én enkeltprøve ble tatt hver gang, til ti ulike prøvetakingsturer der 50 prøver ble tatt hver gang. Det er medianverdiene fra hver gruppe som er benyttet i resultatene.

Basert på analyseresultatene ble det tegnet kumulative frekvensfordelingsdiagrammer. Kumulative frekvensfordelinger viser fordelingen av elementet over konsentrasjonsområdet.

I de statistiske analysene er verdier under deteksjonsgrensen satt til halve deteksjonsgrenseverdien.

4. RESULTATER

I Vedlegg 7.1 gis en oversikt over geologien i pukkverkene. En komplett liste over analyseresultatene er gitt i Vedlegg 7.2.

4.1 Konsentrasjonsnivåer

I Tabell 2 og 3 er mediankonsentrasjon, aritmetisk gjennomsnitt samt maksimums- og minimumsverdi for hvert av elementene gitt for henholdsvis Hello og Steinkjer pukkverk. Resultater for Hg er utelatt i tabellene da alle resultatene lå under deteksjonsgrensen.

Tabell 2: Resultater fra Hello pukkverk i Verdal (n=50).

	Cu	Zn	Pb	Ni	As	Cd	Cr(tot)	Cr(VI)
	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]
Median	41,4	14,8	0,5	19,5	1,2	0,05	25,9	0,005
Aritm. snitt	54,4	20,9	0,8	19,9	1,5	0,06	32,8	0,005
10-prosentil	2,0	4,0	0,5	3,3	1,0	0,05	2,0	0,005
90-prosentil	100	40	1,5	33	1,0	0,05	53	0,005
Maksimum	338	179	3,4	74,5	8,1	0,23	244	0,01
Minimum ¹	0,25	0,5	0,5	0,5	0,5	0,01	0,9	0,005

¹ Med unntak av Cr(tot) er alle minimumsverdier i utgangspunktet under deteksjonsgrensen, her satt til halve deteksjonsgrenseverdien.

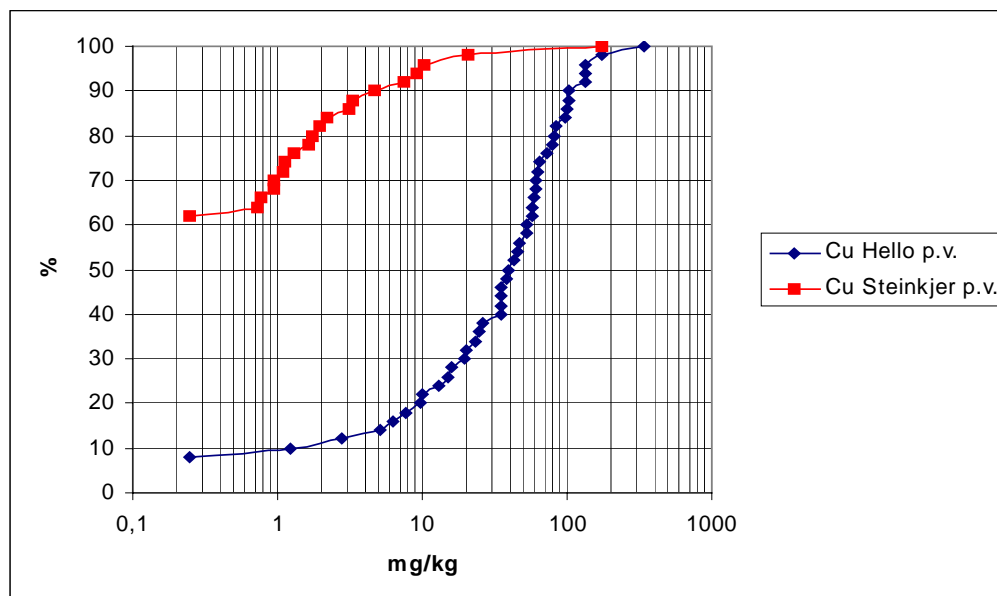
Tabell 3: Resultater fra Steinkjer pukkverk (n=50).

	Cu	Zn	Pb	Ni	As	Cd	Cr(tot)	Cr(VI)
	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]
Median	0,25	21,9	1,5	6,5	0,50	0,06	5,2	0,005
Aritm. snitt	5,08	26,2	1,9	11,2	0,97	0,06	14,4	0,007
10-prosentil	0,25	10	0,5	3,2	1,0	0,05	2,6	0,005
90-prosentil	5,0	40	3,6	10	2,0	0,05	8,0	0,012
Maksimum	173	106	6,8	182	5,22	0,12	462	0,014
Minimum ¹	0,25	4,9	0,5	0,5	0,5	0,01	1,67	0,005

¹ Med unntak av Zn og Cr(tot) er alle minimumsverdier i utgangspunktet under deteksjonsgrensen, her satt til halve deteksjonsgrenseverdien.

4.1.1 Kumulative frekvensfordelinger

Kumulative frekvensfordelinger for alle elementer er gitt i Vedlegg 7.3. Figur 3 viser den kumulative frekvensfordelingen for elementet kopper som et eksempel der man grafisk kan se at Hello pukkverk har et betydelig høyere koppernivå enn Steinkjer pukkverk. Der nivåene har ligget under deteksjonsgrensen er de her satt til halve deteksjonsgrenseverdien. For kobber er den halve deteksjonsgrenseverdien lik 0,25 mg/kg. Figur 3 viser blant annet at over 60 % av prøvene i Steinkjer pukkverk ligger under deteksjonsgrensen.

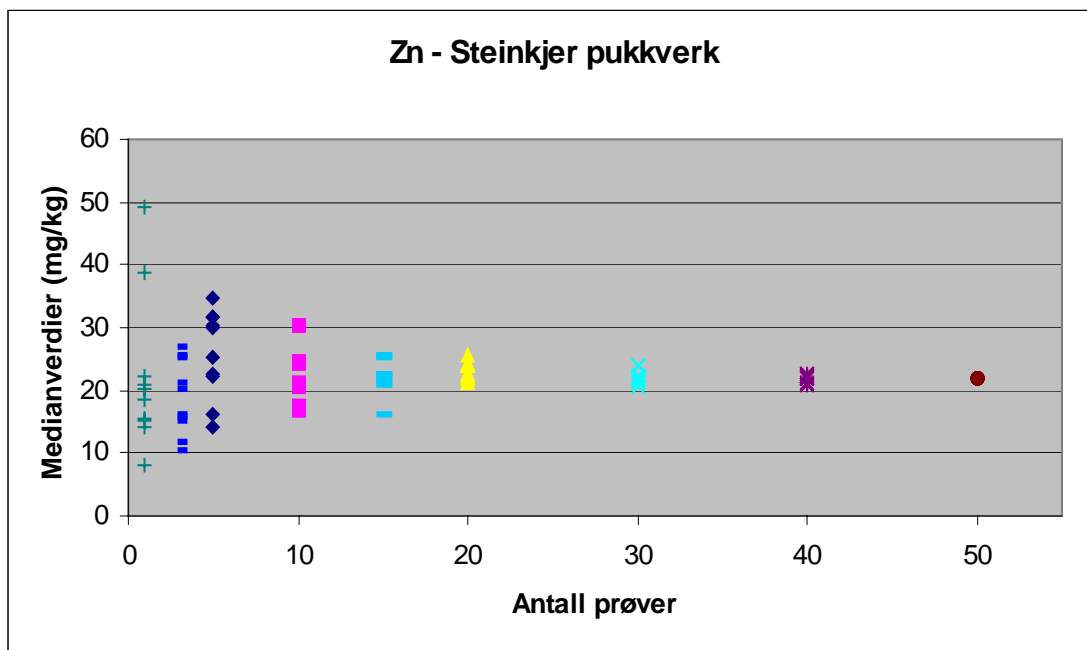


Figur 3: Kumulativ frekvensfordeling for kopper.

4.2 Tilfeldige utvalg

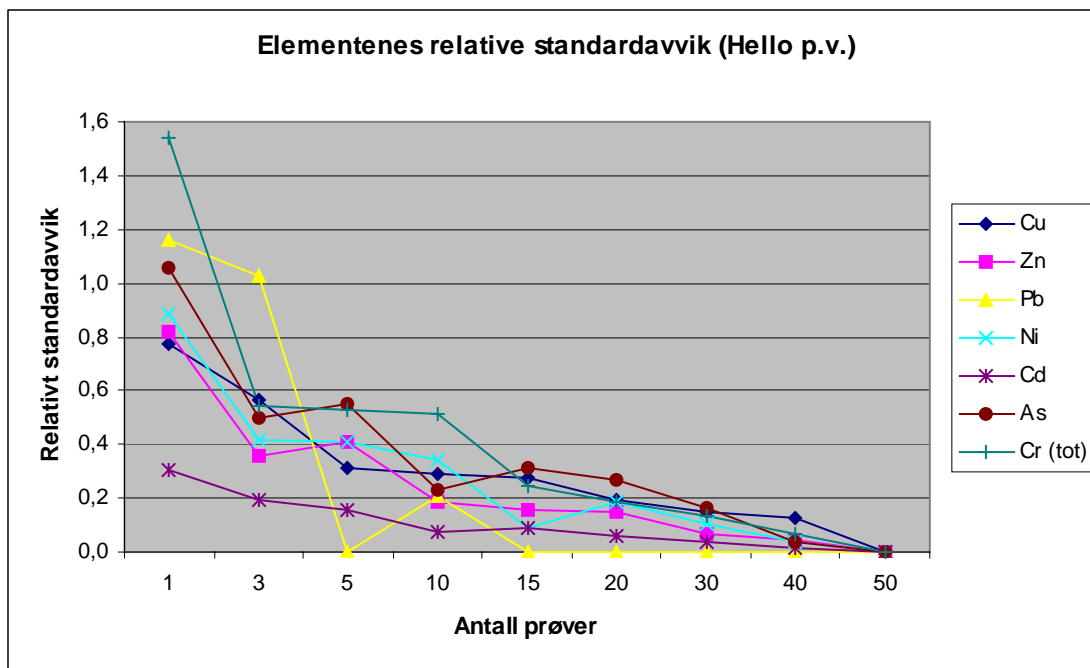
Fra de ulike utvalgene beskrevet i avsnitt 3.3 er det fremstilt diagrammer som viser hvordan spredningen i uttakenes medianverdier avtar etter hvert som prøveantallet øker. I Figur 4 er spredningen av medianverdier for sink fra Steinkjer pukkverk vist som et eksempel.

Tilsvarende diagrammer for alle elementene i begge pukkverkene er gitt i Vedlegg 7.4.

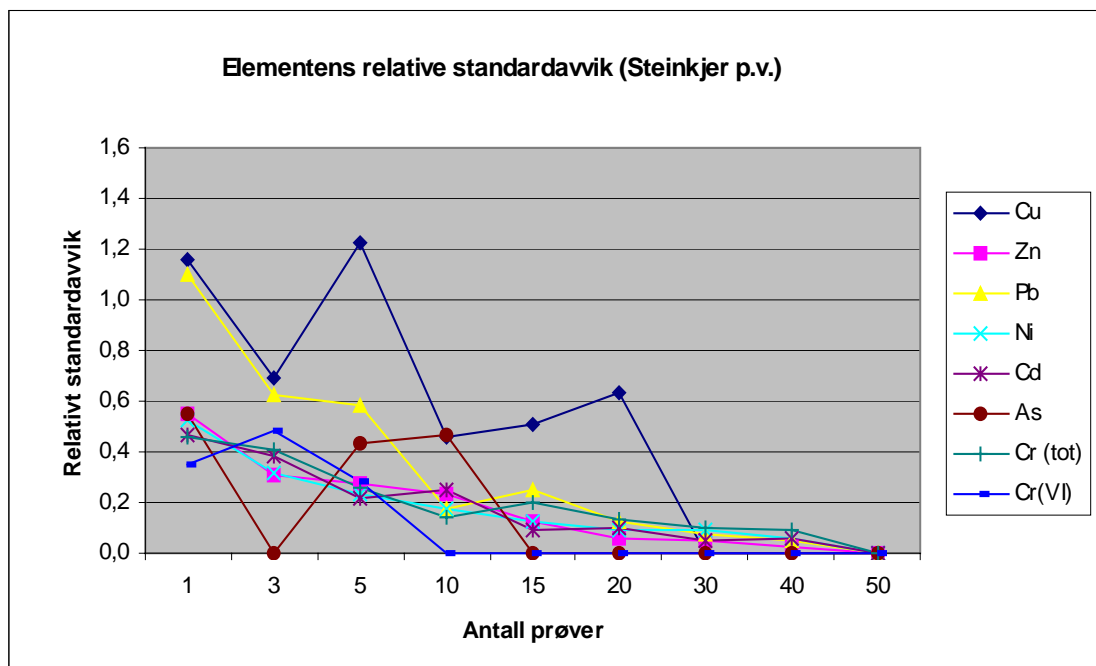


Figur 4: Variasjon i medianverdi ved tilfeldige utplukk av prøver (10 utplukk av 1, 3, 5, 10, 15, 20, 30, 40 og 50 tilfeldige prøvepunkter).

I Figur 4 representerer hver gruppe variasjonen i måleresultatene. Denne variasjonen kan uttrykkes ved standardavviket for målingene. Ved å bestemme det relative standardavviket gis et mål på variasjonen uavhengig av de ulike metallenes konsentrasjonsnivå. De ulike metallene kan dermed sammenlignes direkte, slik som i Figur 5 for Hello pukkverk (heterogen geologisk sammensetning) og Figur 6 for Steinkjer pukkverk (homogen geologisk sammensetning). Relative standardavvik kan leses som prosentvis usikkerhet, der et relativt standardavvik på 0,3 betyr det samme som 30 % usikkerhet. Legg merke til at det er ved det pukkverket med heterogen geologi man ser den mest ryddige trenden.

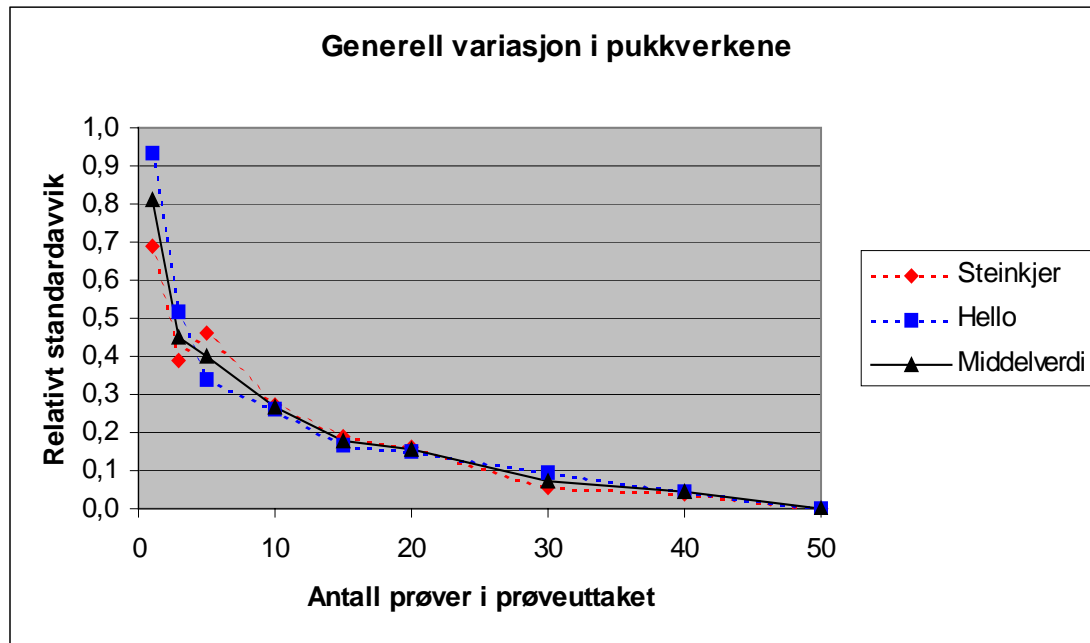


Figur 5: Variasjon for alle metallene ved Hello pukkverk avtar med økt antall prøver.



Figur 6: Variasjonen for alle metallene ved Steinkjer pukkverk avtar med økt antall prøver.

Ved å beregne den gjennomsnittlige variasjonen fra alle metallene ser man hvordan den generelle variasjonen avtar med økende prøveuttak. I Figur 7 er den generelle variasjonen for hvert pukkerverk vist sammen med middelverdien av disse to.



Figur 7: Figuren viser den generelle variasjonen for begge pukkerverkene. Den svarte linjen viser middelverdien mellom de to.

5. KRAV TIL PRØVETAKING OG KJEMISKE ANALYSER

De to undersøkte pukkerverkene har svært forskjellig kjemisk sammensetning. Hello pukkerverk har generelt de høyeste konsentrasjonene. Begge pukkerverkene har stor spredning i kobber-, nikkel- og kromverdiene. Arsen og de øvrige metallene viser liten spredning.

5.1 Prøvetaking og bearbeiding av prøver

5.1.1 Prøvetaking

Ved prøvetaking fra utvalgte steder i pukkerverket eller fra bulkprøver risikerer man å få et ujevnt, selektivt og lite representativt bilde av pukkerverkets geologiske sammensetningen. En prøvetaking i rutenett eller langs en prøvetakingslinje sikrer et jevnt og mer representativt utvalg av geologien fra pukkerverket. En prøve her er i praksis et håndstykke/stein på ca. 1 kg.

Ved prøvetaking langs en prøvetakingslinje trekker man en (tenkt) linje langs stuffen (evt. stuffene) som man tar prøver langs. Prøvene skal tas med jevne mellomrom, og konsekvent. For eksempel vil det langs en 100 meter lang stuff tas en prøve for hver femte meter, til

sammen 20 prøver (se avsnitt 5.4). Det er viktig å være konsekvent i prøveuttaket og ikke [falle for den typiske geologfristelse] å ta med de mest interessante steinene. I pukkverk med mange stuffer må man fordele prøveuttaket mellom stoffene. Det totale prøveantallet vil fortsatt være 20. Figur 2 (side 7) viser Hello pukkverk med to delområder der det har vært nødvendig å gjøre en slik fordeling. Bruk av rutenett er mer ressurskrevende enn prøvetakingslinje, siden hele forekomstens område må dekkes av rutenettet og bruk av borreutstyr blir nødvendig i delene av forekomsten som fortsatt er fast fjell.

NGU anbefaler at prøvetakingen skjer langs en prøvetakingslinje, og gjøres av profesjonelle, eksterne prøvetakere. På Statens forurensningstilsyns hjemmesider finnes en god oversikt over miljøtekniske konsulenter. Det bør tegnes en feltskisse fra prøvetakingen med plassering og nummerering av hver enkelt prøve. Geologien ved pukkverket bør noteres, og et geologisk kart for området bør forekomme. En ny kartlegging bør foretas omtrent hvert femte år.

5.1.2 Prøveemballasje

Etter prøvetakingen bør pukkprøvene oppbevares separat i emballasje som ikke avgir arsen og tungmetaller til prøvematerialet. Dette sikrer identifiseringen av hver enkelt prøve og hindrer forurensning fra emballasjen til prøven og eventuelt mellom prøvene. I denne undersøkelsen ble det benyttet papirposer som er dokumentert uten arsen og tungmetaller (blå belgpose levert av Lyche Konvolutt AS). I Tabell 4 er det listet opp leverandører av tilsvarende emballasje.

Tabell 4: Leverandører av arsen- og tungmetallfri emballasje

Julius Maske AS (www.juliusmaske.no)
Lyche Konvolutt AS (www.lyche.no)
Norengros (www.norengros.no)
Tybring Gjedde ASA (www.atg-asa.no)

I utgangspunktet vil det ikke være nødvendig å nummerere prøvene, siden det er median-/gjennomsnittskonsentrasjonene for hele pukkverket som i hovedsak er av interesse. Samtidig kan de kjemiske analysene for eksempel avdekke delområder med høye nivåer av tungmetaller som man vil kunne velge å utelate leveransen. Man er i så fall avhengig av individuell nummerering av prøvene samt en feltskisse fra prøvetakingen for å kunne spore seg tilbake hvor disse prøvene ble tatt.

NGU anbefaler at prøvene samles i separat emballasje som ikke avgir arsen og tungmetaller til prøvene.

5.1.3 Sikting

Nylonsikt med maskeåpning på 4 mm øker homogeniseringen av prøvematerialet framfor den grovknuste fraksjonen. Det er svært viktig at sikteutstyret ikke avgir metaller til prøvematerialet. Messingsikt bør ikke benyttes i forbindelse med slike undersøkelser. Når det gjelder faren for generelt å forurense prøvene, er det siktingen som anses som den største mulige kilden.

NGU anbefaler å sikte det grovknuste materialet til fraksjonen < 4 mm med nylonsikt.

5.2 **Kjemiske analyser**

En ICP-analyse (som ICP-AES) er effektiv da man med lite prøvemateriale analyserer en rekke elementer samtidig, med relativ høy følsomhet. Bestemmelse av arsen og kadmiom ble utført med AA siden denne teknikken har høyere følsomhet enn ICP-AES for disse stoffene. Kalddampsanalyse er i dag en av de beste og mest effektive analysemetodene for kvikksølv.

Utstyr og instrumenter som er beskrevet her er i dag vanlig på de aller fleste geokjemiske laboratorier. Norsk Standard NS-4770 er en velprøvd og vanlig analysemetode, selv om andre standarder forekommer. NGU vil anbefale Norsk Standard NS 4770.

5.2.1 Krav til rapportering fra laboratoriene

I tillegg til vanlig rapportering med konsentrasjonen til hver enkelt prøve bør Jernbaneverket stille ytterligere krav til rapporteringen fra laboratoriene. Samlede resultater for hele pukkverket bør leveres. Resultatene bør oppgis med både aritmetisk gjennomsnitt og median, samt maksimum og minimumsverdier for hvert element. I tillegg kan både 10- og 90-percentilen være nyttig å få rapportert.

5.3 **Hvor mange prøver er nødvendig i prøvetakingen?**

Ut fra resultatene i avsnitt 4.2 kan man se at det generelt er stor spredning i resultatene når prøveantallet er mindre enn 10 prøver. Når prøveantallet øker mot 10 prøver minker spredningen betydelig, og avtar stadig fra 10 prøver og utover. Det er ingen signifikant forskjell i spredningen av medianverdier mellom pukkverket med heterogen geologisk sammensetning og det med homogen sammensetning, selv om nivåene til en rekke elementer viste store forskjeller mellom de to pukkverkene.

Et uttak på 10 prøver gir en gjennomsnittlig usikkerhet på ca. 27 % (Figur 7). Med 15 prøver avtar usikkerheten til ca. 18 %, mens ved å øke prøveuttaket til 20 prøver reduseres usikkerheten til ca. 16 %. Der et for eksempel 11 % større sjans for å bestemme en for høy verdi, som kan gjøre et pukkverk uaktuelt for leveranse, ved et prøveuttak på 10 prøver fremfor et prøveuttak på 20 prøver. Ved et prøveuttak på 30 prøver gis en gjennomsnittlig

usikkerhet på 7 % (5 – 9 %), og avtar mot null når prøveuttaket øker mot 50 prøver. Det er her antatt at 50 prøver er et antall prøver som gir en tilnærmet sann verdi for hele pukkverket.

Jo større prøveuttaket og datagrunnlaget er, jo bedre er reproduserbarheten, og jo sikrere er man på at prøvematerialet har de nivåene man faktisk har målt. Empiriske data fra NGU viser gjentatte ganger at man får en tilfredsstillende reproduserbarhet av kjemiske data ved et prøveomfang på 20 prøver eller mer. Dette er tilfelle også i denne undersøkelsen, men forskjellen mellom 15 og 20 prøver er imidlertid ikke veldig stor. NGU vil likevel anbefale et prøveuttak på 20 enkeltprøver som vil gi et reproduserbart og pålitelig svar på hva innholdet av arsen og metaller er i forekomstene.

5.4 Kommersielle laboratorier og kostnad

I Tabell 5 gis en oversikt over noen kommersielle laboratorier som gjennomfører geokjemiske analyser.

Tabell 5: Oversikt over kommersielle laboratorier.

Navn	Adresse
ALcontrol AB	Olaus Magnus väg 27B, 581 10 Linköping, Sverige www.alcontrol.se info@alcontrol.se
AnalyCen AS	Boks 3055, 1506 Moss www.analycen.no
Bioforsk Lab	Frederik A. Dahls vei 12, 1432 Ås www.bioforsk.no lab@bioforsk.no
Eurofins Norge	Nils Hansens vei 13, 0611 Oslo www.eurofins.no jorn.wille@analycen.no
Molab AS	Mo Industripark, 8607 Mo i Rana www.molab.no 75 13 63 50
Analytica	Hoffsveien 1. 0275 Oslo www.analytica.se oslo@analytica.se
Finlands geologiske undersøkelser	PB 96, 02151 Esbo, Finland http://se.gtk.fi/ services@gtk.fi
Tauw	Zekeringstraat 43g, 1014 BV Amsterdam, Nederland www.tauw.nl info.amsterdam@tauw.nl

Tabell 6 viser kostnaden for én enkelt prøve, med bidraget fra de enkelte deloperasjonene, ved NGU Lab. Analyse av seksverdig krom er ikke med i denne beregningen. Denne prisen kan gjelde som et øvre estimat for hva disse analysene koster. Flere laboratorier gir rabatt over 20 prøver.

Tabell 6: Analysekostnad ved NGU Lab

Deloperasjon	Kostnad (kr)
Grovknusing	100
Sikting (nylonsikt)	75
Autoklavoppslutning	200
ICP-AES	325
AA	150
Sum	850

6. OPPSUMMERING

Ved prøvetaking og kjemisk analyse av pukk for bestemmelse av arsen og tungmetaller gis følgende anbefalinger:

- prøvene tas langs prøvetaksingslinje, av eksterne, erfarne prøvetakere.
- det tas til sammen 20 prøver som skal representere hele pukkverket.
- prøvene knuses til fraksjonen < 4 mm. Unngå metallsikt.
- alle prøvene analyseres i samsvar med Norsk Standard – NS 4770.
- elementene arsen (As), bly (Pb), kadmium (Cd), kopper (Cu), krom (Cr) (total- og seksverdig innhold), kvikksølv (Hg), nikkel (Ni) og sink (Zn) bestemmes.
- innholdet av uran (U) bør kartlegges for pukkverk med granitt (hovedsaklig på Østlandet) for å begrense spredningen av kreftfremkallende radon.

Undersøkelsen viser at disse anbefalingene vil gjelde likt både for pukkverk med heterogen geologi og homogen geologi.

Denne rapporten er grunnlaget for "NGU Rapport 2007.009 Veiledning for prøvetaking og kjemiske analyser av pukk."

7. REFERANSER

Forurensningsloven, Lov om vern mot forurensninger og om avfall av 13 mars 1983 nr. 06.

Multiconsult (2003) *Håndtering av masser fra ballastrensning*. Rapport N102764-1.

Produktkontrollloven, Lov om kontroll med produkter og forbrukstjenester, 6. november 1976 nr. 79

8. VEDLEGG

8.1 Pukkens geologi

I dette vedlegget gis en oversikt over berggrunnsgeologien for den enkelte pukkprøve.

Hello pukkverk - Verdal kommune

1721-501

Prøvenr	Bergart	Foliasjon	Merknad
JBV 1	Klorittskifer		med kv/feltspatåre
JBV 2	Grønnstein/Kvartsdioritt		
JBV 3	Kvartsitt		Karbonat på sprekk
JBV 4	Kvartsdioritt	Kraftig	Mylonittisk, kis
JBV 5	Gabbro	Markert	porfyrisk
JBV 6	Klorittskifer	Markert	
JBV 7	Gabbro	Markert	porfyrisk
JBV 8	Grønnstein	Noe	Noe kis i ba
JBV 9	Kvartsdioritt		
JBV 10	Gabbro	Noe	Kis på sprekeflater
JBV 11	Grønnstein		Kis
JBV 12	Grønnstein		
JBV 13	Grønnstein		
JBV 14	Klorittskifer		
JBV 15	Grønnstein		
JBV 16	Gabbro	Markert	Mylonittisk
JBV 17	Kvartsdioritt		
JBV 18	Kvarts/kalkspatåre		
JBV 19	Gabbro	Noe	
JBV 20	Kvartsdioritt		Mylonittisk
JBV 21	Grønnstein		
JBV 22	Gabbro		
JBV 23	Gabbro	Noe	
JBV 24	Gabbro	Noe	
JBV 25	Grønnstein		
JBV 26	Gabbro	Noe	Kis
JBV 27	Gabbro/Amfibolitt	Markert	
JBV 28	Grønnstein		Kis
JBV 29	Gabbro	Markert	
JBV 30	Grønnstein		
JBV 31	Grønnstein		Kis på sprekker
JBV 32	Gabbro	Markert	porfyrisk
JBV 33	Gabbro	Markert	overgang til kvartsdioritt ?
JBV 34	Grønnstein		
JBV 35	Grønnstein		Kloritt på sprekeflater
JBV 36	Grønnstein		med kalkspatårer
JBV 37	Gabbro	Markert	
JBV 38	Amfibolitt	Markert	
JBV 39	Grønnstein		
JBV 40	Klorittskifer		med til dels store py #
JBV 41	Grønnstein		
JBV 42	Grønnstein/Amfibolitt		
JBV 43	Gabbro	Markert	

Prøvenr	Bergart	Foliasjon	Merknad
JBV 44	Klorittskifer		Kis
JBV 45	Gabbro		
JBV 46	Grønnstein		
JBV 47	Klorittskifer		
JBV 48	Grønnstein		
JBV 49	Grønnstein		Noe kis
JBV 50	Grønnstein		

Steinkjer pukkverk - Steinkjer kommune

1702-523

Prøvenr	Bergart	Foliasjon	Merknad
JBV-S 1	Meta-arkose		Rødlig, leirskiferlag
JBV-S 2	Meta-arkose		Grålig, sorte leirskiferfragment
JBV-S 3	Meta-arkose		Grålig
JBV-S 4	Meta-arkose		Grålig
JBV-S 5	Meta-arkose		Grålig
JBV-S 6	Meta-arkose		rødlige omv. Årer
JBV-S 7	Meta-arkose		lys, omv. Sone ?
JBV-S 8	Meta-arkose		Rødlig
JBV-S 9	Meta-arkose		Hvit, omv. Sone
JBV-S 10	Meta-arkose		Grålig
JBV-S 11	Meta-arkose		Grålig
JBV-S 12	Meta-arkose		Grålig
JBV-S 13	Meta-arkose		Grålig, noen lysere partier
JBV-S 14	Meta-arkose		Grålig
JBV-S 15	Meta-arkose		Grålig, lysere omv. Sprekker-soner
JBV-S 16	Leirskifer		Mørk
JBV-S 17	Meta-arkose		Grålig
JBV-S 18	Meta-arkose		Grålig
JBV-S 19	Meta-arkose		Grålig, lysere omv. Sone
JBV-S 20	Meta-arkose		Grålig
JBV-S 21	Meta-arkose		Grålig, epidott/kloritt på sprekk
JBV-S 22	Meta-arkose		Grålig, epidott/kloritt på sprekk
JBV-S 23	Meta-arkose		med noen mørke lag
JBV-S 24	Leirskifer		Mørk
JBV-S 25	Meta-arkose		lys, sone m. Kv./feltsp. Åre
JBV-S 26	Meta-arkose		lys, omv. Sone ?
JBV-S 27	Meta-arkose		Grålig
JBV-S 28	Meta-arkose		Grålig
JBV-S 29	Meta-arkose		med leirskiferlag
JBV-S 30	Meta-arkose		
JBV-S 31	Meta-arkose		
JBV-S 32	Meta-arkose		Grålig, Mørke cm bånd
JBV-S 33	Meta-arkose		Grålig, Mørke cm bånd
JBV-S 34	Meta-arkose		Grålig, Mørke cm bånd
JBV-S 35	Meta-arkose		
JBV-S 36	Meta-arkose		Grålig, lysere grønnlig omv. Sone
JBV-S 37	Meta-arkose		Grålig
JBV-S 38	Meta-arkose		med tynne mørke lag

Prøvenr	Bergart	Foliasjon	Merknad
JBV-S 39	Meta-arkose		Grålig, lys omv. Sone
JBV-S 40	Meta-arkose		Grålig
JBV-S 41	Meta-arkose		
JBV-S 42	Meta-arkose		Grålig, lysere omv. Sone
JBV-S 43	Meta-arkose		med tynne mørke lag
JBV-S 44	Meta-arkose		Grålig
JBV-S 45	Meta-arkose		
JBV-S 46	Meta-arkose		lys?
JBV-S 47	Diabas ?		
JBV-S 48	Meta-arkose		med tynne mørke lag
JBV-S 49	Meta-arkose		lys, omv. Sone ?
JBV-S 50	Meta-arkose		Grålig
JBV-S Ekstra	Meta-arkose		sulfid på sprekkeflater

8.2 Analyseresultater

Analyseresultater fra henholdsvis ICP-AES, AA og kalddampsteknikk finnes i dette vedlegget. Foruten de 50 prøvene fra hvert pukkerk som er brukt i denne rapporten, er det i tillegg oppgitt resultater for én ekstraprøve fra Steinkjer pukkerk. På denne prøven ble det observert sulfid på sprekkeflater, og den ble derfor tatt med til analyse.

ICP-AES-analyse

JBV = Hello pukkverk
JBV-S = Steinkjer pukkverk

Prøvenr.	Si [mg/kg]	Al [mg/kg]	Fe [mg/kg]	Ti [mg/kg]	Mg [mg/kg]	Ca [mg/kg]	Na [mg/kg]	K [mg/kg]	Mn [mg/kg]	P [mg/kg]	Cu [mg/kg]	Zn [mg/kg]	Pb [mg/kg]	Ni [mg/kg]	Co [mg/kg]
JBV 1	138	20500	36100	481	16200	5100	662	218	522	28	16,1	56,4	2,9	16,1	4,43
JBV 2	155	15100	30300	759	10400	9500	1310	479	435	698	35,1	47,2	3,4	6,5	14,3
JBV 3	227	3530	5080	184	1340	15800	373	<100	300	90	2,74	11,7	<1	<1	0,49
JBV 4	169	6040	15400	285	3240	2450	344	<100	288	69	9,61	20,0	1,3	4,9	2,86
JBV 5	160	11100	15800	315	9000	4780	420	125	182	110	9,91	22,6	<1	7,0	6,79
JBV 6	124	28200	35100	342	33200	2430	502	2020	635	142	<0,5	179	<1	74,5	16,9
JBV 7	371	6410	5320	131	4550	4380	297	177	80,2	96	102	9,1	<1	21,6	10,5
JBV 8	156	13400	20900	367	12800	5630	890	760	324	184	23,6	32,0	<1	10,2	15,9
JBV 9	199	2490	8420	160	1300	1460	434	<100	161	155	5,09	9,9	1,2	1,7	1,52
JBV 10	184	11500	14400	1210	9740	8050	767	294	240	582	60,6	15,0	1,4	35,9	11,5
JBV 11	425	16400	37600	626	12000	9310	1580	400	659	411	47,2	45,2	2,1	7,8	48,9
JBV 12	214	7690	11900	858	6080	7460	974	207	207	314	<0,5	11,6	<1	5,2	5,01
JBV 13	232	11000	14600	599	9350	9460	1070	222	222	380	13,0	18,8	<1	18,1	10,2
JBV 14	132	14800	18800	674	16500	5800	715	920	352	174	<0,5	34,8	<1	55,0	8,21
JBV 15	163	14200	19100	1110	11900	8330	710	683	383	340	1,24	21,7	<1	19,6	7,43
JBV 16	267	6870	18000	851	3570	9070	1200	381	264	378	39,6	9,5	<1	3,5	10,6
JBV 17	478	2170	9010	291	1110	1270	432	<100	252	65	338	11,6	2,9	2,1	4,44
JBV 18	296	25600	28500	162	29100	31400	240	<100	599	36	<0,5	43,1	<1	24,5	13,9
JBV 19	318	9270	16100	475	7930	5140	604	446	167	121	84,7	14,2	<1	42,3	24,4
JBV 20	256	2190	3700	173	1610	4010	430	<100	94,0	250	34,9	10,0	2,7	2,8	2,06
JBV 21	305	7290	9040	820	5780	5800	447	177	198	514	7,74	8,8	<1	9,8	2,17
JBV 22	341	9670	12100	624	7450	6230	612	269	178	161	72,7	13,1	<1	31,4	13,3
JBV 23	314	10000	13600	925	8660	6270	511	266	213	149	101	13,5	<1	50,8	17,1

Prøvenr.	V [mg/kg]	Mo [mg/kg]	Cd [mg/kg]	Cr [mg/kg]	Ba [mg/kg]	Sr [mg/kg]	Zr [mg/kg]	Ag [mg/kg]	B [mg/kg]	Be [mg/kg]	Li [mg/kg]	Sc [mg/kg]	Ce [mg/kg]	La [mg/kg]	Y [mg/kg]	As [mg/kg]
JBV 1	32,3	<0.5	<0.1	78,0	2,9	12,9	<1	<2	<5	<0.2	8,3	11,2	7,0	5,1	20,6	<2
JBV 2	84,1	<0.5	<0.1	4,47	3,7	15,2	<1	<2	<5	<0.2	4,3	6,48	2,4	2,9	3,93	<2
JBV 3	<1	0,90	<0.1	2,38	1,7	25,3	<1	<2	<5	<0.2	<1	1,17	8,5	4,1	8,27	<2
JBV 4	9,3	<0.5	<0.1	8,32	1,7	10,5	<1	<2	<5	<0.2	1,4	2,47	6,0	3,2	7,09	<2
JBV 5	38,3	<0.5	<0.1	2,03	1,8	16,3	<1	<2	<5	<0.2	3,9	2,13	<2	1,3	0,74	<2
JBV 6	77,8	<0.5	<0.1	244	11,2	6,8	<1	<2	<5	<0.2	14,1	7,86	5,9	4,9	3,30	<2
JBV 7	6,7	<0.5	<0.1	10,2	3,0	13,3	<1	<2	<5	<0.2	1,9	0,98	<2	<1	0,36	<2
JBV 8	71,0	<0.5	<0.1	10,4	6,3	16,2	<1	<2	<5	<0.2	5,4	4,34	2,2	2,1	1,29	<2
JBV 9	1,5	<0.5	<0.1	1,10	1,4	6,0	<1	<2	<5	<0.2	<1	2,06	14,1	5,9	14,1	<2
JBV 10	26,4	<0.5	<0.1	46,1	2,2	15,9	<1	<2	<5	<0.2	3,3	2,74	<2	1,2	2,80	<2
JBV 11	91,4	<0.5	<0.1	3,08	3,4	13,9	<1	<2	<5	<0.2	4,3	7,67	4,0	3,8	2,70	2,7
JBV 12	42,7	0,70	<0.1	12,6	2,1	15,3	<1	<2	<5	<0.2	2,3	4,21	<2	<1	1,27	<2
JBV 13	47,4	<0.5	<0.1	36,3	2,0	26,3	<1	<2	<5	<0.2	3,8	4,73	<2	1,1	1,07	<2
JBV 14	40,3	<0.5	<0.1	148	11,9	19,5	<1	<2	<5	<0.2	7,9	4,29	3,5	2,6	2,71	<2
JBV 15	42,4	<0.5	<0.1	50,9	4,9	23,6	<1	<2	<5	<0.2	5,4	4,55	<2	1,7	2,33	<2
JBV 16	45,0	<0.5	<0.1	1,70	4,0	21,5	1,1	<2	<5	<0.2	1,6	4,63	<2	1,7	4,74	<2
JBV 17	1,5	0,57	<0.1	1,61	1,7	5,4	<1	<2	<5	<0.2	<1	0,89	6,3	2,6	7,87	<2
JBV 18	39,8	<0.5	<0.1	60,6	1,8	9,1	<1	<2	<5	<0.2	7,2	1,68	<2	2,0	0,15	<2
JBV 19	38,4	<0.5	<0.1	29,5	3,3	9,1	<1	<2	<5	<0.2	3,8	2,07	<2	1,2	0,62	<2
JBV 20	3,9	<0.5	<0.1	2,46	1,1	7,2	1,1	<2	<5	<0.2	1,3	1,42	10,3	4,2	6,00	<2
JBV 21	20,0	0,59	<0.1	20,0	1,8	17,8	1,5	<2	<5	<0.2	2,6	3,44	4,1	1,8	5,25	<2
JBV 22	33,1	<0.5	<0.1	32,7	2,1	25,6	<1	<2	<5	<0.2	3,3	2,16	<2	<1	0,69	<2
JBV 23	31,6	0,63	<0.1	50,4	2,1	12,5	<1	<2	<5	<0.2	3,5	2,64	<2	<1	0,82	<2

Prøvenr.	Si [mg/kg]	Al [mg/kg]	Fe [mg/kg]	Ti [mg/kg]	Mg [mg/kg]	Ca [mg/kg]	Na [mg/kg]	K [mg/kg]	Mn [mg/kg]	P [mg/kg]	Cu [mg/kg]	Zn [mg/kg]	Pb [mg/kg]	Ni [mg/kg]	Co [mg/kg]
JBV 24	508	6520	7990	420	5310	5430	564	248	115	102	82,3	8,6	<1	29,5	11,2
JBV 25	250	5730	11500	548	4270	6390	1010	300	193	489	45,1	14,5	<1	8,7	8,35
JBV 26	282	10500	17200	1130	9040	18500	559	263	307	115	134	16,3	<1	27,6	17,6
JBV 27	251	4890	9910	301	2580	5340	865	191	129	692	20,1	19,1	<1	1,3	6,08
JBV 28	268	11000	14900	983	10400	7160	487	102	220	411	133	21,0	<1	32,9	10,8
JBV 29	272	13800	19600	706	13400	6630	544	189	265	140	53,2	21,3	<1	30,9	18,4
JBV 30	203	12000	16800	1930	11900	8720	772	184	240	497	35,5	9,6	<1	32,6	10,1
JBV 31	558	6760	10800	549	6340	8090	575	185	173	170	98,2	13,4	<1	20,4	9,79
JBV 32	259	6520	8140	403	4590	5730	661	318	149	134	26,4	13,0	<1	10,1	7,12
JBV 33	282	14400	14500	929	13200	8610	588	156	216	425	37,7	16,7	<1	32,5	13,4
JBV 34	231	11300	13300	429	11300	5970	873	399	233	469	24,7	25,8	<1	20,8	10,8
JBV 35	243	11600	18900	1890	10500	10700	1050	371	285	833	65,4	13,5	<1	16,0	13,3
JBV 36	303	14000	12700	344	13700	7220	463	222	191	54	6,25	17,9	<1	31,6	16,8
JBV 37	230	6250	4810	605	3530	5200	301	<100	80,7	65	35,3	3,6	<1	22,7	6,72
JBV 38	647	4490	3900	593	2740	4550	306	<100	71,1	43	15,0	2,3	<1	9,5	3,49
JBV 39	308	5930	8690	1680	5030	7190	699	182	125	617	80,2	<1	<1	18,0	10,1
JBV 40	148	17000	32400	962	16700	4790	1170	2240	253	43	104	32,0	<1	6,9	23,6
JBV 41	315	9810	14800	2360	8600	9920	796	301	221	792	61,0	1,9	<1	19,4	12,5
JBV 42	209	4370	4920	579	3100	4750	300	<100	93,1	32	59,1	3,5	<1	7,9	3,25
JBV 43	216	8130	8850	445	5780	5160	332	<100	119	31	172	21,0	<1	27,0	13,6
JBV 44	134	27700	41900	2070	24300	8260	445	488	440	67	132	34,8	<1	27,3	27,6
JBV 45	158	11500	17200	219	8400	6190	838	164	222	33	57,2	15,2	<1	22,3	20,1
JBV 46	145	11200	17100	677	10300	4790	474	<100	227	25	19,4	16,3	<1	24,5	26,1
JBV 47	146	14100	17900	705	10600	8360	517	128	248	25	63,0	17,3	<1	25,7	14,6
JBV 48	166	9830	14000	2130	9140	10000	987	222	239	574	53,0	4,0	<1	20,9	11,3
JBV 49	182	6000	13800	1090	4250	6920	487	<100	149	48	43,1	8,8	<1	4,1	21,4
JBV 50	152	9370	18600	740	7890	6440	974	443	258	255	57,5	12,2	<1	14,2	19,4

Prøvenr.	V [mg/kg]	Mo [mg/kg]	Cd [mg/kg]	Cr [mg/kg]	Ba [mg/kg]	Sr [mg/kg]	Zr [mg/kg]	Ag [mg/kg]	B [mg/kg]	Be [mg/kg]	Li [mg/kg]	Sc [mg/kg]	Ce [mg/kg]	La [mg/kg]	Y [mg/kg]	As
JBV 24	17,9	<0.5	<0.1	24,7	1,9	11,1	<1	<2	<5	<0.2	2,3	1,80	<2	<1	0,62	<2
JBV 25	40,5	0,95	<0.1	8,56	2,3	13,3	<1	<2	<5	<0.2	2,4	3,32	3,9	2,0	2,35	<2
JBV 26	48,5	0,81	<0.1	20,2	2,3	11,9	<1	<2	<5	<0.2	4,0	2,98	<2	1,3	1,21	<2
JBV 27	22,3	0,63	<0.1	0,92	2,0	8,3	1,1	<2	<5	<0.2	1,7	2,88	7,9	3,3	4,12	<2
JBV 28	26,2	<0.5	<0.1	53,4	1,5	7,9	<1	<2	<5	<0.2	6,0	1,59	<2	1,7	1,51	<2
JBV 29	46,2	<0.5	<0.1	27,0	1,9	22,0	<1	<2	<5	<0.2	11,4	5,41	<2	1,3	0,92	<2
JBV 30	40,5	0,56	<0.1	55,9	1,8	19,5	<1	<2	<5	<0.2	7,2	3,95	2,6	2,1	3,01	<2
JBV 31	24,4	0,51	<0.1	14,5	27,3	29,3	<1	<2	<5	<0.2	3,7	2,65	2,4	1,4	1,55	<2
JBV 32	19,8	<0.5	<0.1	14,8	2,3	13,9	<1	<2	<5	<0.2	2,2	2,24	<2	<1	1,17	<2
JBV 33	27,9	<0.5	<0.1	49,1	2,2	28,4	<1	<2	<5	<0.2	9,4	2,90	<2	1,1	1,63	<2
JBV 34	28,1	<0.5	<0.1	37,5	2,1	13,0	<1	<2	<5	<0.2	4,8	2,61	<2	1,1	1,58	<2
JBV 35	47,9	0,71	<0.1	42,7	2,7	25,7	1,0	<2	<5	<0.2	8,2	5,34	<2	1,6	3,71	<2
JBV 36	16,8	<0.5	<0.1	41,9	2,0	11,2	<1	<2	<5	<0.2	5,9	1,66	<2	<1	0,46	3,9
JBV 37	11,2	<0.5	<0.1	42,6	<1	12,6	<1	<2	<5	<0.2	1,9	1,73	<2	<1	0,77	<2
JBV 38	11,7	<0.5	<0.1	47,3	<1	9,6	<1	<2	<5	<0.2	1,5	2,20	<2	<1	0,90	<2
JBV 39	19,7	0,82	<0.1	24,1	1,4	8,9	<1	<2	<5	<0.2	2,4	2,20	<2	<1	3,96	<2
JBV 40	189	<0.5	<0.1	2,92	26,8	5,1	<1	<2	<5	<0.2	9,6	4,16	<2	2,4	0,56	<2
JBV 41	35,0	0,87	<0.1	44,2	2,9	13,1	1,2	<2	<5	<0.2	4,2	3,15	2,8	1,8	4,17	<2
JBV 42	12,4	<0.5	<0.1	27,0	1,2	8,9	<1	<2	<5	<0.2	1,8	2,31	<2	<1	1,13	<2
JBV 43	17,2	<0.5	0,18	10,1	1,4	13,0	<1	<2	<5	<0.2	3,0	2,28	<2	<1	0,71	<2
JBV 44	120	<0.5	<0.1	38,8	5,1	32,0	<1	<2	<5	<0.2	11,2	4,59	<2	3,2	0,85	<2
JBV 45	75,8	<0.5	<0.1	28,4	2,4	9,9	<1	<2	<5	<0.2	3,2	3,22	<2	1,8	1,26	<2
JBV 46	52,0	<0.5	<0.1	32,8	2,4	8,1	<1	<2	<5	<0.2	7,1	4,35	<2	1,5	0,81	5,9
JBV 47	56,6	<0.5	<0.1	21,1	2,1	16,8	<1	<2	<5	<0.2	4,1	3,46	<2	1,2	0,62	<2
JBV 48	34,5	0,71	<0.1	46,7	2,4	9,5	1,0	<2	<5	<0.2	4,7	3,90	2,2	1,4	4,67	<2
JBV 49	78,7	0,55	<0.1	12,4	1,7	11,8	<1	<2	<5	<0.2	1,5	3,96	<2	<1	0,60	2,2
JBV 50	60,4	<0.5	<0.1	11,8	3,9	7,4	<1	<2	<5	<0.2	3,8	4,05	<2	1,7	1,57	<2

Prøvenr.	Si [mg/kg]	Al [mg/kg]	Fe [mg/kg]	Ti [mg/kg]	Mg [mg/kg]	Ca [mg/kg]	Na [mg/kg]	K [mg/kg]	Mn [mg/kg]	P [mg/kg]	Cu [mg/kg]	Zn [mg/kg]	Pb [mg/kg]	Ni [mg/kg]	Co [mg/kg]
JBV-S 1	258	5040	9480	109	2530	2560	221	1110	537	117	1,73	22,4	6,8	8,7	3,88
JBV-S 2	148	5420	7800	370	3340	1500	220	3070	234	132	<0.5	25,2	1,8	10,2	5,52
JBV-S 3	423	2620	2880	343	1940	2930	222	1270	234	166	<0.5	16,1	1,1	5,3	2,96
JBV-S 4	353	5570	7300	656	3310	11000	268	1820	262	4010	<0.5	35,4	2,9	9,8	6,92
JBV-S 5	255	2540	2640	262	2110	2410	<200	1600	207	106	<0.5	21,1	<1	5,1	3,27
JBV-S 6	427	2760	6050	294	1960	2260	236	1180	476	67	1,08	16,1	3,3	5,0	2,56
JBV-S 7	672	1880	5550	330	1190	7490	212	478	363	263	21,0	11,9	1,9	4,3	2,34
JBV-S 8	431	3400	4170	324	2070	9480	<200	712	419	114	10,3	22,7	5,1	4,9	3,48
JBV-S 9	252	2460	2250	237	1990	1090	211	1570	188	38	<0.5	16,2	1,4	4,9	3,08
JBV-S 10	190	4330	3440	310	3250	1410	<200	3540	212	151	0,93	38,7	<1	9,3	6,87
JBV-S 11	200	3770	5600	351	2830	2290	234	2440	317	532	<0.5	18,6	1,3	6,6	3,53
JBV-S 12	293	5080	7340	698	3230	4410	245	2590	418	95	3,28	20,3	3,4	6,0	3,37
JBV-S 13	259	2210	3550	224	1630	1480	<200	1400	292	48	<0.5	11,2	<1	4,2	1,93
JBV-S 14	645	3080	2580	212	2540	1090	<200	2540	183	111	<0.5	30,4	<1	7,3	5,18
JBV-S 15	226	7020	8290	745	5280	5740	294	4690	388	1220	<0.5	34,8	<1	9,8	6,06
JBV-S 16	207	11500	13300	1260	8560	5440	237	8350	280	1450	<0.5	82,9	3,5	36,4	19,9
JBV-S 17	246	3930	4030	407	3050	2070	230	2700	260	328	<0.5	31,3	<1	8,4	4,79
JBV-S 18	245	5350	6590	631	4320	1530	226	4500	195	338	<0.5	48,9	1,1	11,5	8,19
JBV-S 19	265	1930	1540	407	1090	3910	<200	732	252	78	<0.5	10,6	1,5	2,5	1,61
JBV-S 20	309	2460	2640	220	1890	1050	201	1430	163	76	<0.5	20,9	1,1	6,1	3,34
JBV-S 21	466	3170	3630	195	2530	1340	<200	1680	228	129	<0.5	30,2	1,4	8,9	5,55
JBV-S 22	248	3540	5730	176	3070	4610	236	1020	340	192	<0.5	30,1	<1	8,3	6,20
JBV-S 23	239	2730	3750	131	2220	1400	220	939	208	117	0,76	22,7	1,7	6,9	4,60
JBV-S 24	388	11400	12100	1250	8470	4570	215	7310	378	1040	9,29	106	3,7	30,5	19,5
JBV-S 25	1060	1680	2360	425	895	3810	<200	724	217	39	0,73	7,0	1,3	2,4	1,23

Prøvenr.	V [mg/kg]	Mo [mg/kg]	Cd [mg/kg]	Cr [mg/kg]	Ba [mg/kg]	Sr [mg/kg]	Zr [mg/kg]	Ag [mg/kg]	B [mg/kg]	Be [mg/kg]	Li [mg/kg]	Sc [mg/kg]	Ce [mg/kg]	La [mg/kg]	Y [mg/kg]	As
JBV-S 1	9,0	<0.5	<0.1	6,05	18,7	41,1	2,7	<2	<5	0,61	6,3	1,24	40,3	18,8	7,29	<2
JBV-S 2	7,0	<0.5	<0.1	5,30	36,9	13,5	5,4	<2	<5	0,24	6,2	0,91	89,2	42,3	14,0	2,1
JBV-S 3	4,5	<0.5	<0.1	4,01	12,7	19,6	2,2	<2	<5	<0.2	2,2	0,85	30,6	14,6	5,16	2,1
JBV-S 4	8,6	0,75	<0.1	5,69	32,3	23,5	11,7	<2	<5	0,42	5,3	1,81	84,3	39,9	25,8	2,0
JBV-S 5	4,5	0,58	<0.1	3,79	12,7	12,3	3,0	<2	<5	<0.2	2,6	0,94	31,2	14,5	5,45	<2
JBV-S 6	11,4	<0.5	<0.1	7,32	14,0	14,9	3,6	<2	<5	<0.2	3,1	1,14	33,0	15,0	6,52	<2
JBV-S 7	2,8	0,53	<0.1	4,40	8,0	23,2	1,8	<2	<5	<0.2	1,7	0,51	21,1	9,4	4,49	<2
JBV-S 8	6,9	0,99	<0.1	3,87	10,4	27,1	2,5	<2	<5	0,21	2,9	0,67	20,0	9,4	5,95	<2
JBV-S 9	2,7	<0.5	<0.1	2,38	15,0	10,6	2,7	<2	<5	<0.2	3,3	0,58	33,7	15,7	5,33	<2
JBV-S 10	4,3	<0.5	<0.1	2,69	48,5	7,3	7,7	<2	<5	<0.2	4,4	0,57	55,0	24,9	7,05	<2
JBV-S 11	5,5	<0.5	<0.1	5,18	20,3	9,7	4,5	<2	<5	<0.2	4,0	0,86	51,9	24,1	8,11	2,3
JBV-S 12	10,3	<0.5	<0.1	9,39	26,5	19,9	4,9	<2	<5	0,25	5,1	1,63	74,9	36,4	9,88	<2
JBV-S 13	6,8	<0.5	<0.1	3,62	11,7	11,4	2,5	<2	<5	<0.2	2,3	0,89	26,7	12,1	4,28	<2
JBV-S 14	3,1	<0.5	<0.1	1,74	19,9	5,9	6,2	<2	<5	<0.2	3,3	0,37	40,3	18,6	5,60	<2
JBV-S 15	18,1	<0.5	<0.1	8,71	30,7	16,9	4,4	<2	<5	<0.2	8,0	1,81	40,5	19,3	8,37	2,5
JBV-S 16	9,6	<0.5	<0.1	13,2	60,7	35,9	17,1	<2	<5	0,30	11,3	3,88	96,9	45,7	24,9	2,8
JBV-S 17	5,1	<0.5	<0.1	5,58	19,3	14,8	5,3	<2	<5	<0.2	4,4	1,54	71,6	35,0	8,46	2,1
JBV-S 18	8,1	<0.5	<0.1	6,67	30,6	6,3	5,6	<2	<5	<0.2	5,2	1,70	51,8	24,0	9,77	<2
JBV-S 19	2,8	0,72	<0.1	2,03	7,2	23,8	2,1	<2	<5	<0.2	1,6	0,40	15,1	6,8	3,36	<2
JBV-S 20	4,0	<0.5	<0.1	2,82	15,9	9,0	5,2	<2	<5	<0.2	2,5	0,71	38,4	19,1	8,40	<2
JBV-S 21	3,7	<0.5	<0.1	3,41	15,6	7,4	5,0	<2	<5	<0.2	3,2	0,62	74,9	34,9	16,1	2,3
JBV-S 22	6,4	<0.5	<0.1	7,18	9,9	12,1	3,7	<2	<5	0,20	3,8	1,67	51,5	23,5	13,2	<2
JBV-S 23	3,5	<0.5	<0.1	2,75	10,3	7,5	3,7	<2	<5	0,22	3,2	0,63	36,9	17,3	6,38	<2
JBV-S 24	13,2	<0.5	<0.1	12,3	82,8	38,2	20,2	<2	<5	0,58	11,8	3,51	166	77,9	24,9	3,4
JBV-S 25	3,2	<0.5	<0.1	4,55	7,9	20,5	1,7	<2	<5	<0.2	1,1	0,47	20,6	10,3	4,18	<2

Prøvenr.	Si [mg/kg]	Al [mg/kg]	Fe [mg/kg]	Ti [mg/kg]	Mg [mg/kg]	Ca [mg/kg]	Na [mg/kg]	K [mg/kg]	Mn [mg/kg]	P [mg/kg]	Cu [mg/kg]	Zn [mg/kg]	Pb [mg/kg]	Ni [mg/kg]	Co [mg/kg]
JBV-S 26	316	1800	2020	905	1090	3320	205	575	214	105	<0.5	8,1	1,3	3,5	1,83
JBV-S 27	168	3410	5490	414	2370	992	246	2110	165	84	<0.5	21,0	1,6	6,4	3,03
JBV-S 28	175	3420	3130	344	2770	1570	225	2590	200	382	1,11	40,9	<1	9,1	7,35
JBV-S 29	150	7050	14200	438	4720	4060	<200	3210	258	909	3,16	49,1	2,5	16,1	9,35
JBV-S 30	296	2130	3060	332	1850	1470	<200	605	151	67	1,62	15,9	1,7	4,8	2,26
JBV-S 31	656	2210	2700	226	1710	944	201	1410	162	93	<0.5	15,1	1,1	5,1	2,34
JBV-S 32	277	4430	5920	817	2860	1120	205	3300	187	133	1,30	26,9	1,9	8,7	4,78
JBV-S 33	648	4370	6680	589	3040	1370	<200	3610	115	221	<0.5	31,7	2,0	9,3	5,63
JBV-S 34	236	4220	3960	464	3540	740	<200	3570	227	138	<0.5	25,7	<1	7,3	4,10
JBV-S 35	336	1970	2160	152	1480	1410	<200	1180	214	66	<0.5	15,4	<1	4,3	2,23
JBV-S 36	221	3780	4020	544	2780	12100	<200	1650	325	2450	<0.5	21,7	1,2	5,4	3,11
JBV-S 37	189	3810	5350	616	3080	2860	212	2020	263	497	1,97	31,7	1,7	8,4	5,13
JBV-S 38	878	3640	5310	567	1560	8540	215	1350	282	406	173	11,6	3,6	3,6	1,96
JBV-S 39	211	4240	6040	466	2470	3740	307	2130	215	232	2,21	17,8	1,7	6,0	3,09
JBV-S 40	1100	3240	4600	405	2350	1120	205	1930	126	149	<0.5	22,1	1,5	6,9	4,20
JBV-S 41	214	2350	2980	247	1830	1660	205	1620	138	170	<0.5	20,2	<1	5,3	3,38
JBV-S 42	220	1830	3010	132	621	6500	<200	429	242	142	0,95	8,2	3,4	3,4	1,24
JBV-S 43	160	5270	9770	660	3680	1800	212	3760	179	172	4,65	25,2	1,7	9,2	5,31
JBV-S 44	890	2400	5250	450	1480	3480	<200	874	202	112	<0.5	11,9	3,6	4,7	2,17
JBV-S 45	482	2380	4820	284	1610	2510	220	1540	182	96	<0.5	14,3	<1	5,1	2,39
JBV-S 46	236	1870	2380	314	972	3000	<200	824	168	122	7,39	14,0	6,3	3,2	1,88
JBV-S 47	170	36400	43100	5560	45900	11700	245	30200	795	1310	<0.5	75,3	<1	182	27,2
JBV-S 48	186	4630	7210	631	3050	4970	<200	3770	118	1650	<0.5	25,8	<1	8,8	5,22
JBV-S 49	261	1060	1300	152	309	7220	<200	221	341	101	<0.5	4,9	1,1	<1	0,60
JBV-S 50	391	3520	6720	526	2700	1400	205	1800	173	131	<0.5	25,9	3,7	7,4	3,55
JBV-S Ekstra	165	6200	12400	832	4290	3560	<200	4890	227	99	4,22	37,2	1,4	11,1	7,05

Prøvenr.	V [mg/kg]	Mo [mg/kg]	Cd [mg/kg]	Cr [mg/kg]	Ba [mg/kg]	Sr [mg/kg]	Zr [mg/kg]	Ag [mg/kg]	B [mg/kg]	Be [mg/kg]	Li [mg/kg]	Sc [mg/kg]	Ce [mg/kg]	La [mg/kg]	Y [mg/kg]	As
JBV-S 26	4,8	<0.5	<0.1	3,46	8,7	16,2	3,8	<2	<5	<0.2	1,4	0,94	44,6	21,3	9,25	2,4
JBV-S 27	7,0	<0.5	<0.1	5,56	23,2	7,3	7,7	<2	<5	<0.2	3,9	1,00	53,2	24,9	8,18	<2
JBV-S 28	3,6	<0.5	<0.1	3,26	20,1	7,6	6,6	<2	<5	<0.2	3,4	0,89	48,9	21,7	9,30	<2
JBV-S 29	10,5	<0.5	<0.1	8,46	47,1	13,9	7,5	<2	<5	0,47	8,3	1,35	94,8	44,4	16,1	2,1
JBV-S 30	4,7	<0.5	<0.1	3,72	10,7	7,5	5,3	<2	<5	0,35	2,5	0,92	55,4	26,4	12,6	<2
JBV-S 31	5,0	<0.5	<0.1	3,10	13,4	8,2	4,1	<2	<5	<0.2	2,0	0,64	37,5	17,6	6,68	<2
JBV-S 32	7,4	<0.5	<0.1	5,57	30,3	9,0	13,0	<2	<5	<0.2	4,6	0,99	92,9	43,4	17,4	<2
JBV-S 33	6,4	<0.5	<0.1	5,38	29,6	8,3	4,3	<2	<5	<0.2	4,6	1,05	85,7	38,3	16,6	<2
JBV-S 34	3,9	<0.5	<0.1	3,29	29,6	5,4	7,0	<2	<5	<0.2	6,2	0,62	61,7	28,9	7,97	<2
JBV-S 35	4,0	<0.5	<0.1	3,30	9,3	13,1	3,2	<2	<5	<0.2	2,5	0,59	23,2	10,7	3,76	<2
JBV-S 36	7,3	0,74	<0.1	5,44	10,2	29,3	3,4	<2	<5	<0.2	4,4	0,82	47,7	23,0	6,00	5,6
JBV-S 37	8,7	<0.5	<0.1	9,92	17,1	13,3	7,7	<2	<5	<0.2	4,2	2,13	56,1	26,5	16,0	<2
JBV-S 38	8,2	1,03	<0.1	7,43	13,2	34,3	3,5	<2	<5	0,20	3,2	1,11	51,9	24,9	8,91	<2
JBV-S 39	10,4	<0.5	<0.1	9,00	17,2	14,2	3,5	<2	<5	<0.2	4,4	1,21	51,2	24,8	6,92	<2
JBV-S 40	5,7	<0.5	<0.1	4,00	16,5	8,4	6,9	<2	9,8	<0.2	3,7	0,84	64,6	30,6	9,10	<2
JBV-S 41	4,6	<0.5	<0.1	2,97	13,1	8,0	3,9	<2	<5	<0.2	2,8	0,59	25,5	12,1	6,64	<2
JBV-S 42	2,6	0,66	<0.1	3,55	5,4	37,3	1,3	<2	<5	<0.2	1,4	0,19	9,4	4,3	1,53	<2
JBV-S 43	17,0	<0.5	<0.1	8,59	27,6	8,7	6,2	<2	<5	<0.2	6,5	1,76	48,6	22,7	6,44	<2
JBV-S 44	7,8	<0.5	<0.1	6,24	9,1	16,4	2,5	<2	<5	<0.2	2,6	0,94	43,6	21,2	7,04	<2
JBV-S 45	7,9	<0.5	<0.1	7,11	12,8	10,2	3,0	<2	<5	<0.2	2,7	0,98	34,5	16,0	5,53	<2
JBV-S 46	3,3	<0.5	<0.1	3,21	10,1	21,6	2,1	<2	<5	<0.2	1,9	0,55	20,2	9,2	4,35	<2
JBV-S 47	97,2	<0.5	<0.1	462	106	43,3	1,5	<2	<5	<0.2	61,8	2,04	13,5	9,2	2,37	<2
JBV-S 48	7,2	<0.5	<0.1	5,29	38,6	9,5	5,2	<2	<5	<0.2	6,5	0,82	71,6	34,6	12,8	2,1
JBV-S 49	<1	1,02	<0.1	1,67	3,9	36,3	<1	<2	<5	<0.2	<1	0,14	10,8	4,8	1,25	<2
JBV-S 50	9,4	<0.5	<0.1	6,09	14,8	8,3	3,8	<2	<5	<0.2	4,9	1,13	28,9	13,7	6,60	<2
JBV-S Ekstra	19,9	<0.5	<0.1	9,11	31,8	9,5	3,5	<2	<5	<0.2	8,9	1,48	41,1	19,3	6,73	<2

Prøvenr.	As mg/kg	Cd mg/kg	Prøvenr.	As mg/kg	Cd mg/kg
JBV 1	1,1	0,08	JBV 26	1,3	0,07
JBV 2	3,1	0,08	JBV 27	< 1	0,03
JBV 3	< 1	0,08	JBV 28	1,4	0,09
JBV 4	1,5	0,04	JBV 29	1,9	0,05
JBV 5	< 1	0,05	JBV 30	1,2	0,04
JBV 6	1,5	0,06	JBV 31	< 1	0,06
JBV 7	< 1	0,06	JBV 32	< 1	0,04
JBV 8	1,4	0,05	JBV 33	2,7	0,03
JBV 9	< 1	0,05	JBV 34	< 1	0,05
JBV 10	1,4	0,09	JBV 35	1,5	0,06
JBV 11	2,5	0,05	JBV 36	4,5	0,05
JBV 12	< 1	0,04	JBV 37	3,0	0,02
JBV 13	1,2	0,06	JBV 38	1,3	0,02
JBV 14	< 1	0,05	JBV 39	< 1	0,07
JBV 15	< 1	0,04	JBV 40	< 1	0,05
JBV 16	< 1	0,05	JBV 41	< 1	0,07
JBV 17	1,5	0,06	JBV 42	< 1	0,07
JBV 18	1,5	< 0.02	JBV 43	2,3	0,23
JBV 19	< 1	0,05	JBV 44	2,9	0,05
JBV 20	< 1	0,07	JBV 45	1,3	0,03
JBV 21	< 1	0,08	JBV 46	8,1	0,06
JBV 22	1,6	0,06	JBV 47	1,2	0,07
JBV 23	2,1	0,04	JBV 48	1,7	0,05
JBV 24	< 1	0,07	JBV 49	3,9	0,07
JBV 25	1,1	0,07	JBV 50	2,8	0,04

Prøvenr.	As mg/kg	Cd mg/kg
JBV-S 1	1,1	0,04
JBV-S 2	1,1	0,04
JBV-S 3	1,5	0,05
JBV-S 4	2,5	0,07
JBV-S 5	< 1	0,08
JBV-S 6	< 1	0,04
JBV-S 7	2,4	0,07
JBV-S 8	< 1	0,09
JBV-S 9	< 1	0,04
JBV-S 10	< 1	0,03
JBV-S 11	1,7	0,06
JBV-S 12	1,6	0,06
JBV-S 13	< 1	0,04
JBV-S 14	< 1	0,04
JBV-S 15	2,6	0,07
JBV-S 16	2,1	0,06
JBV-S 17	1,5	0,07
JBV-S 18	< 1	0,07
JBV-S 19	< 1	0,05
JBV-S 20	< 1	0,06
JBV-S 21	< 1	0,08
JBV-S 22	< 1	0,08
JBV-S 23	< 1	0,06
JBV-S 24	< 1	0,10
JBV-S 25	< 1	0,05

Prøvenr.	As mg/kg	Cd mg/kg
JBV-S 26	< 1	0,10
JBV-S 27	< 1	0,04
JBV-S 28	< 1	0,07
JBV-S 29	1,2	0,09
JBV-S 30	< 1	0,08
JBV-S 31	< 1	0,04
JBV-S 32	1,8	0,09
JBV-S 33	1,1	0,06
JBV-S 34	< 1	0,06
JBV-S 35	< 1	0,04
JBV-S 36	5,2	0,06
JBV-S 37	1,1	0,08
JBV-S 38	1,7	0,07
JBV-S 39	< 1	< 0,02
JBV-S 40	< 1	< 0,02
JBV-S 41	1,3	0,03
JBV-S 42	< 1	0,03
JBV-S 43	< 1	0,02
JBV-S 44	< 1	0,12
JBV-S 45	< 1	0,03
JBV-S 46	< 1	0,04
JBV-S 47	< 1	< 0,02
JBV-S 48	< 1	0,03
JBV-S 49	< 1	0,08
JBV-S 50	< 1	0,08
JBV-S Ekstra	< 1	0,05

Prøvenr.	Hg [mg/kg]		Prøvenr.	Hg [mg/kg]	
JBV 1	< 0.01		JBV-S 1	< 0.01	
JBV 2	< 0.01		JBV-S 2	< 0.01	
JBV 3	< 0.01		JBV-S 3	< 0.01	
JBV 4	< 0.01		JBV-S 4	< 0.01	
JBV 5	< 0.01		JBV-S 5	< 0.01	
JBV 6	< 0.01		JBV-S 6	< 0.01	
JBV 7	< 0.01		JBV-S 7	< 0.01	
JBV 8	< 0.01		JBV-S 8	< 0.01	
JBV 9	< 0.01		JBV-S 9	< 0.01	
JBV 10	< 0.01		JBV-S 10	< 0.01	
JBV 11	< 0.01		JBV-S 11	< 0.01	
JBV 12	< 0.01		JBV-S 12	< 0.01	
JBV 13	< 0.01		JBV-S 13	< 0.01	
JBV 14	< 0.01		JBV-S 14	< 0.01	
JBV 15	< 0.01		JBV-S 15	< 0.01	
JBV 16	< 0.01		JBV-S 16	< 0.01	
JBV 17	< 0.01		JBV-S 17	< 0.01	
JBV 18	< 0.01		JBV-S 18	< 0.01	
JBV 19	< 0.01		JBV-S 19	< 0.01	
JBV 20	< 0.01		JBV-S 20	< 0.01	
JBV 21	< 0.01		JBV-S 21	< 0.01	
JBV 22	< 0.01		JBV-S 22	< 0.01	
JBV 23	< 0.01		JBV-S 23	< 0.01	
JBV 24	< 0.01		JBV-S 24	< 0.01	
JBV 25	< 0.01		JBV-S 25	< 0.01	
JBV 26	< 0.01		JBV-S 26	< 0.01	
JBV 27	< 0.01		JBV-S 27	< 0.01	
JBV 28	< 0.01		JBV-S 28	< 0.01	
JBV 29	< 0.01		JBV-S 29	< 0.01	
JBV 30	< 0.01		JBV-S 30	< 0.01	
JBV 31	< 0.01		JBV-S 31	< 0.01	
JBV 32	< 0.01		JBV-S 32	< 0.01	
JBV 33	< 0.01		JBV-S 33	< 0.01	
JBV 34	< 0.01		JBV-S 34	< 0.01	
JBV 35	< 0.01		JBV-S 35	< 0.01	
JBV 36	< 0.01		JBV-S 36	< 0.01	
JBV 37	< 0.01		JBV-S 37	< 0.01	
JBV 38	< 0.01		JBV-S 38	< 0.01	
JBV 39	< 0.01		JBV-S 39	< 0.01	
JBV 40	< 0.01		JBV-S 40	< 0.01	
JBV 41	< 0.01		JBV-S 41	< 0.01	
JBV 42	< 0.01		JBV-S 42	< 0.01	
JBV 43	< 0.01		JBV-S 43	< 0.01	
JBV 44	< 0.01		JBV-S 44	< 0.01	
JBV 45	< 0.01		JBV-S 45	< 0.01	
JBV 46	< 0.01		JBV-S 46	< 0.01	

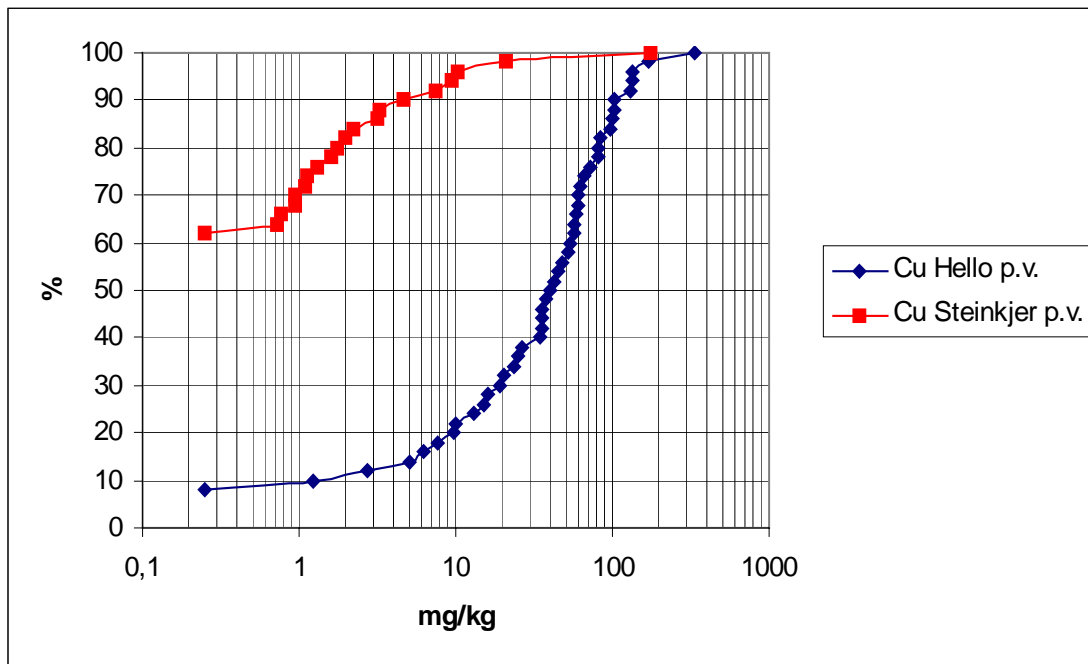
Prøvenr.	Hg [mg/kg]		Prøvenr.	Hg [mg/kg]	
JBV 47	< 0.01		JBV-S 47	< 0.01	
JBV 48	< 0.01		JBV-S 48	< 0.01	
JBV 49	< 0.01		JBV-S 49	< 0.01	
JBV 50	< 0.01		JBV-S 50	< 0.01	
			JBV-S Ekstra	< 0.01	

Cr(VI)-analyse (Utført av AnalyCen AS i Moss)

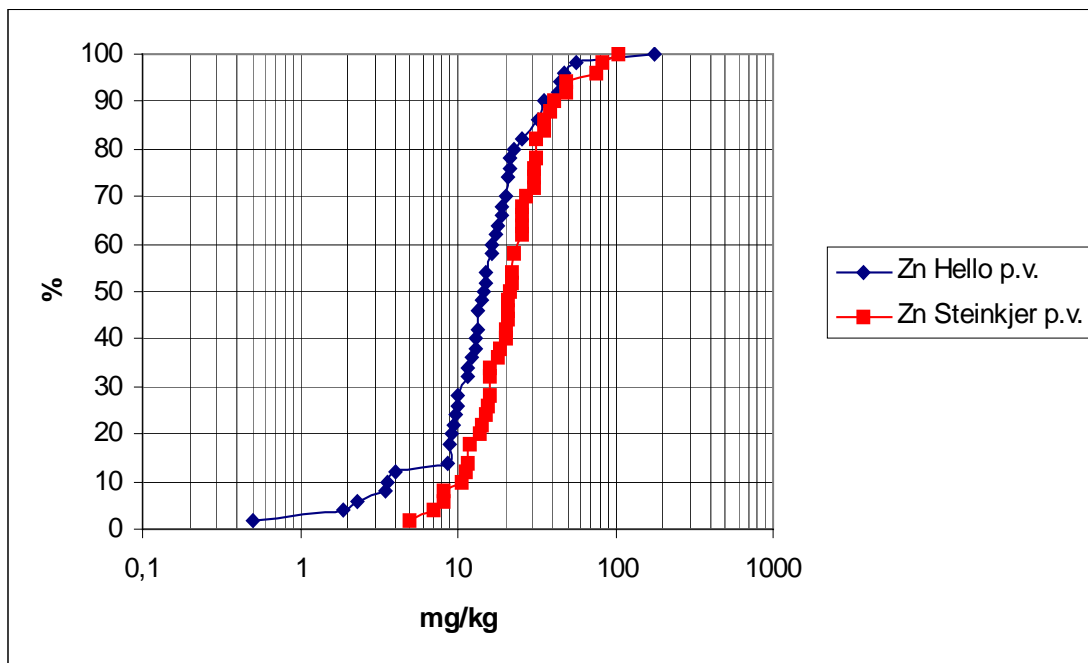
Prøvenr.	Cr(VI) (mg/kg)	Prøvenr.	Cr(VI) (mg/kg)
JBV 1	<0.01	JBV-S 1	<0.01
JBV 2	<0.01	JBV-S 2	<0.01
JBV 3	0,01	JBV-S 3	0,012
JBV 4	<0.01	JBV-S 4	<0.01
JBV 5	<0.01	JBV-S 5	0,011
JBV 6	<0.01	JBV-S 6	0,012
JBV 7	<0.01	JBV-S 7	<0.01
JBV 8	<0.01	JBV-S 8	<0.01
JBV 9	<0.01	JBV-S 9	<0.01
JBV 10	<0.01	JBV-S 10	<0.01
JBV 11	<0.01	JBV-S 11	<0.01
JBV 12	<0.01	JBV-S 12	<0.01
JBV 13	<0.01	JBV-S 13	<0.01
JBV 14	<0.01	JBV-S 14	<0.01
JBV 15	<0.01	JBV-S 15	<0.01
JBV 16	<0.01	JBV-S 16	<0.01
JBV 17	<0.01	JBV-S 17	0,01
JBV 18	<0.01	JBV-S 18	0,01
JBV 19	<0.01	JBV-S 19	<0.01
JBV 20	<0.01	JBV-S 20	<0.01
JBV 21	<0.01	JBV-S 21	<0.01
JBV 22	<0.01	JBV-S 22	<0.01
JBV 23	<0.01	JBV-S 23	<0.01
JBV 24	<0.01	JBV-S 24	<0.01
JBV 25	<0.01	JBV-S 25	<0.01
JBV 26	<0.01	JBV-S 26	0,01
JBV 27	<0.01	JBV-S 27	0,01
JBV 28	<0.01	JBV-S 28	<0.01
JBV 29	<0.01	JBV-S 29	<0.01
JBV 30	<0.01	JBV-S 30	0,012
JBV 31	<0.01	JBV-S 31	0,01
JBV 32	<0.01	JBV-S 32	<0.01
JBV 33	<0.01	JBV-S 33	<0.01
JBV 34	<0.01	JBV-S 34	<0.01
JBV 35	<0.01	JBV-S 35	0,014
JBV 36	<0.01	JBV-S 36	<0.01
JBV 37	<0.01	JBV-S 37	<0.01
JBV 38	<0.01	JBV-S 38	<0.01
JBV 39	<0.01	JBV-S 39	<0.01
JBV 40	<0.01	JBV-S 40	0,013
JBV 41	<0.01	JBV-S 41	0,01
JBV 42	<0.01	JBV-S 42	<0.01
JBV 43	<0.01	JBV-S 43	<0.01
JBV 44	<0.01	JBV-S 44	0,011
JBV 45	<0.01	JBV-S 45	<0.01
JBV 46	<0.01	JBV-S 46	<0.01
JBV 47	<0.01	JBV-S 47	0,012
JBV 48	<0.01	JBV-S 48	<0.01
JBV 49	<0.01	JBV-S 49	<0.01
JBV 50	<0.01	JBV-S 50	0,011

8.3 Kumulative frekvensfordelinger

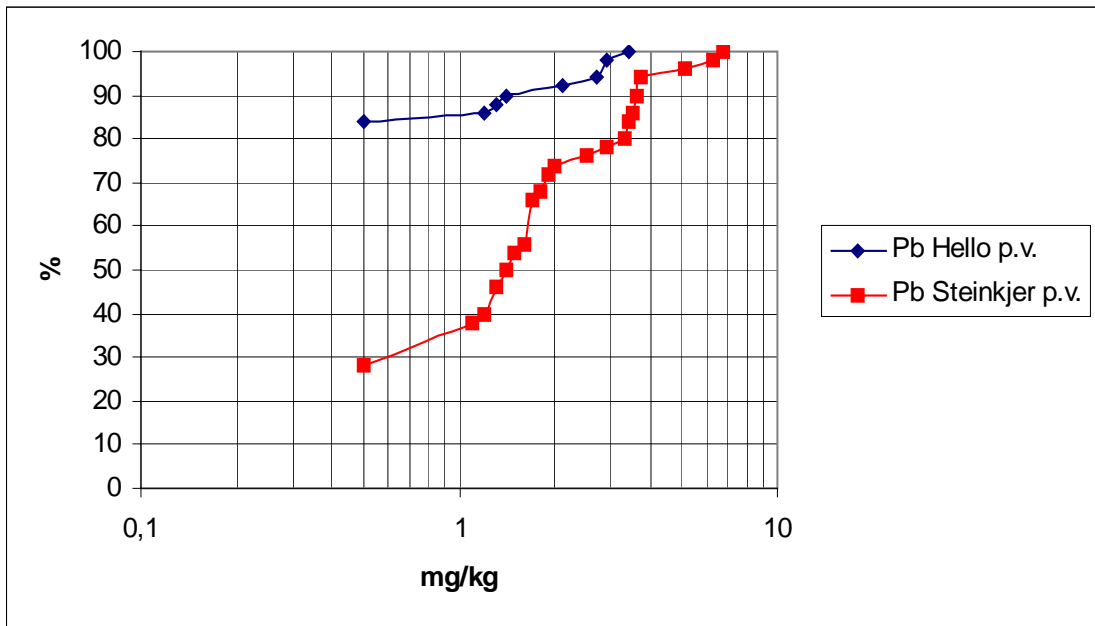
Kumulative frekvensfordelinger fra Steinkjer pukkverk i Steinkjer og Hallo pukkverk i Verdal (n=50). Hvert diagram viser data for ett element i begge pukkverkene.



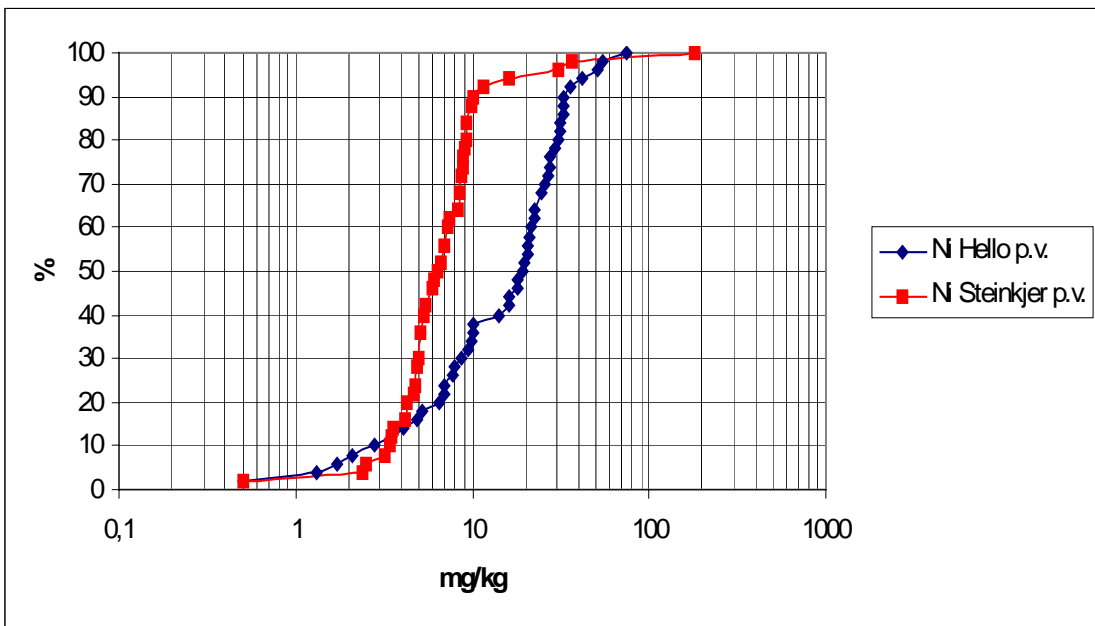
Figuren viser nivåforskjellen mellom pukkverkene for elementet



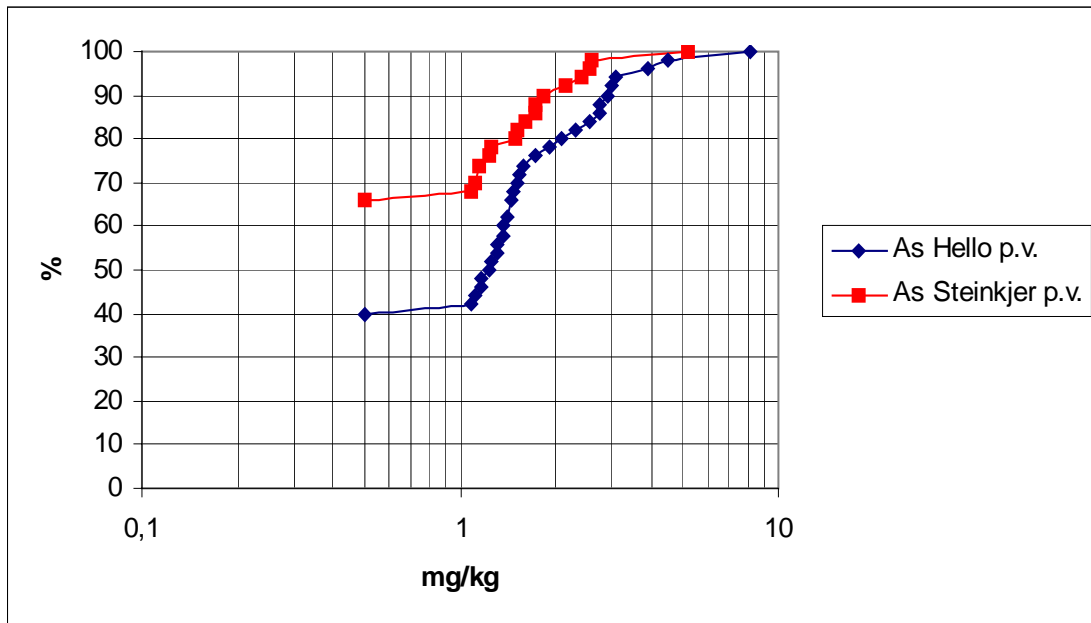
Figuren viser nivåforskjellen mellom pukkverkene for elementet



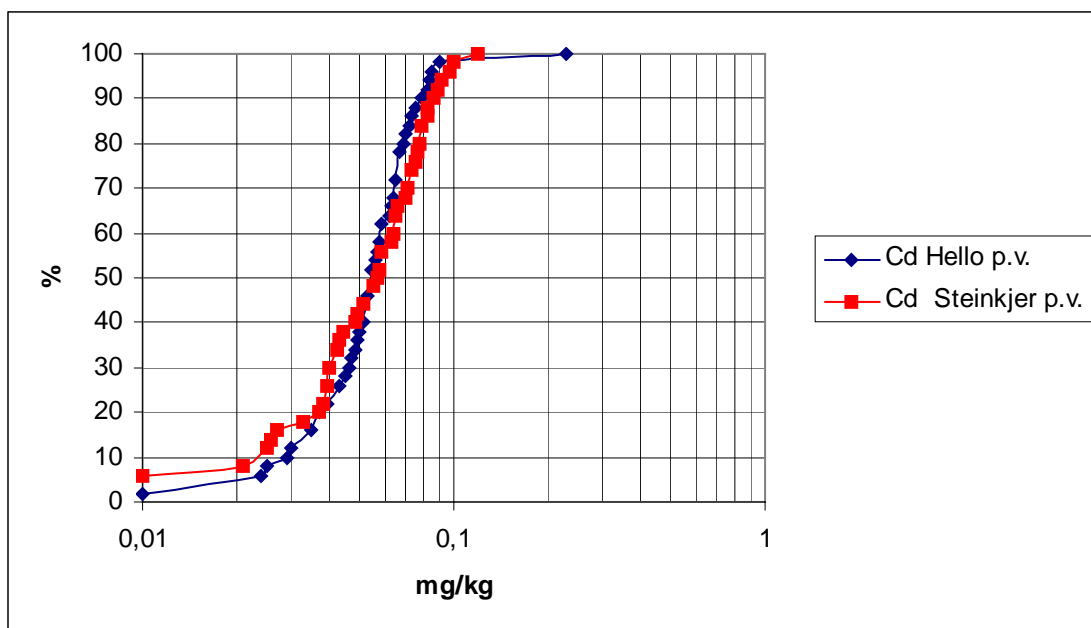
Figuren viser nivåforskjellen mellom pukkverkene for elementet



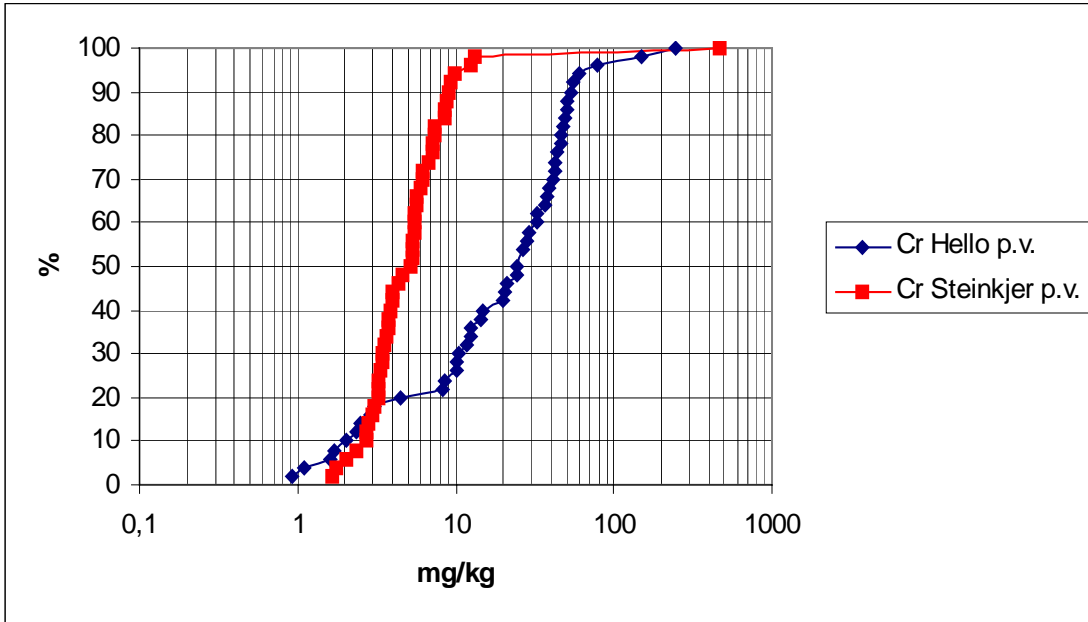
Figuren viser nivåforskjellen mellom pukkverkene for elementet



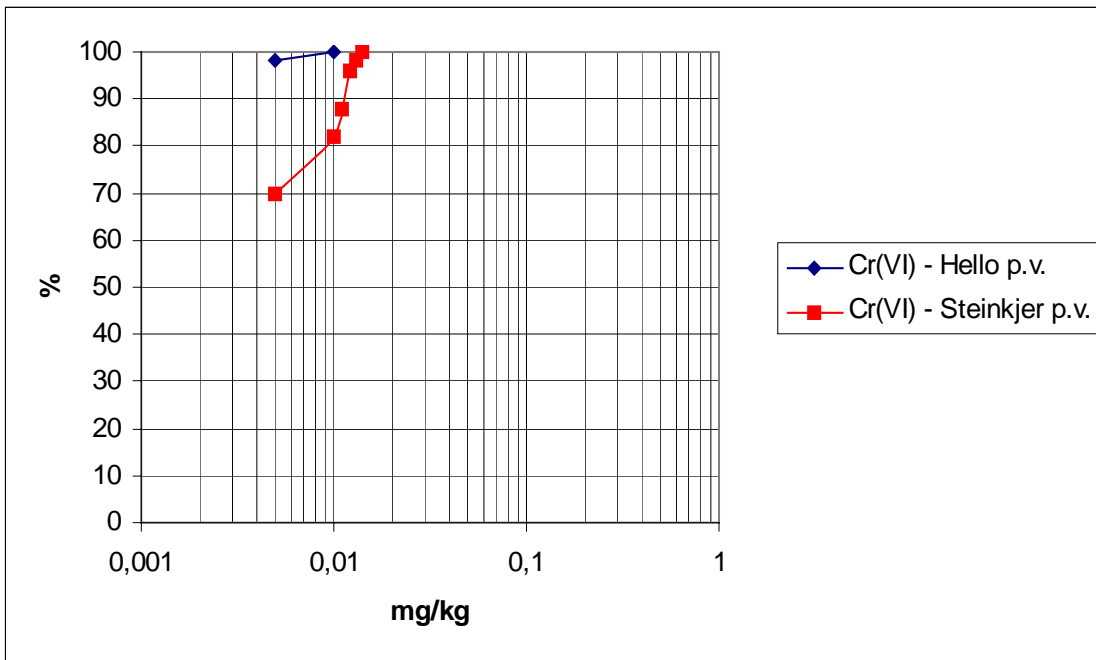
Figuren viser nivåforskjellen mellom pukkverkene for elementet



Figuren viser nivåforskjellen mellom pukkverkene for elementet



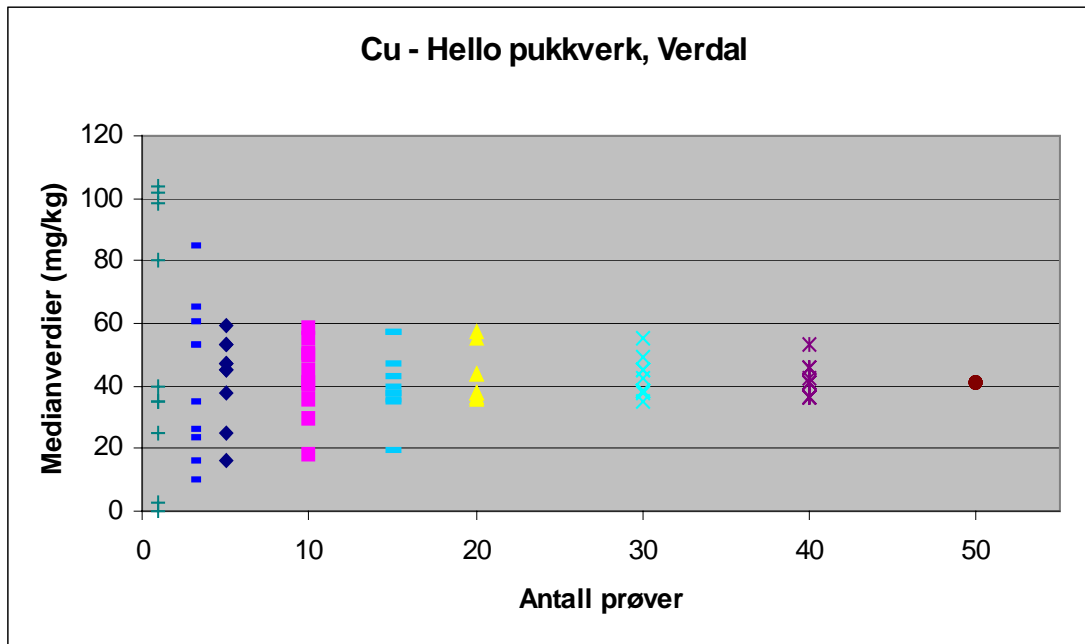
Figuren viser nivåforskjellen mellom pukkverkene for elementet



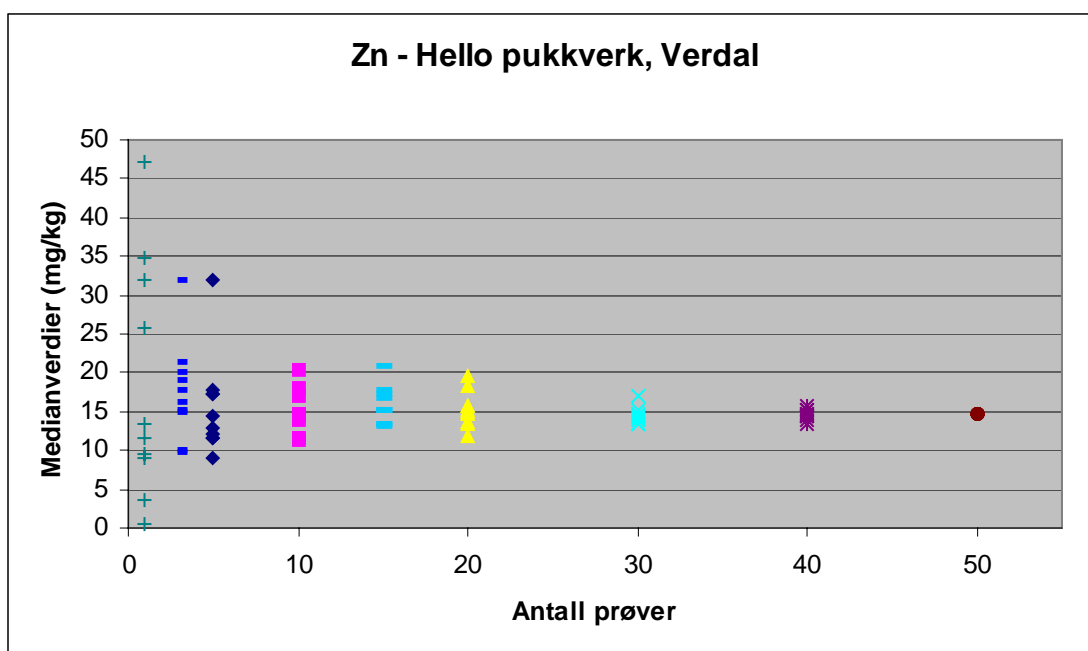
Figuren viser nivåforskjellen mellom pukkverkene for elementet

8.4 Variasjon i medianverdier etter prøvetakingsstørrelse.

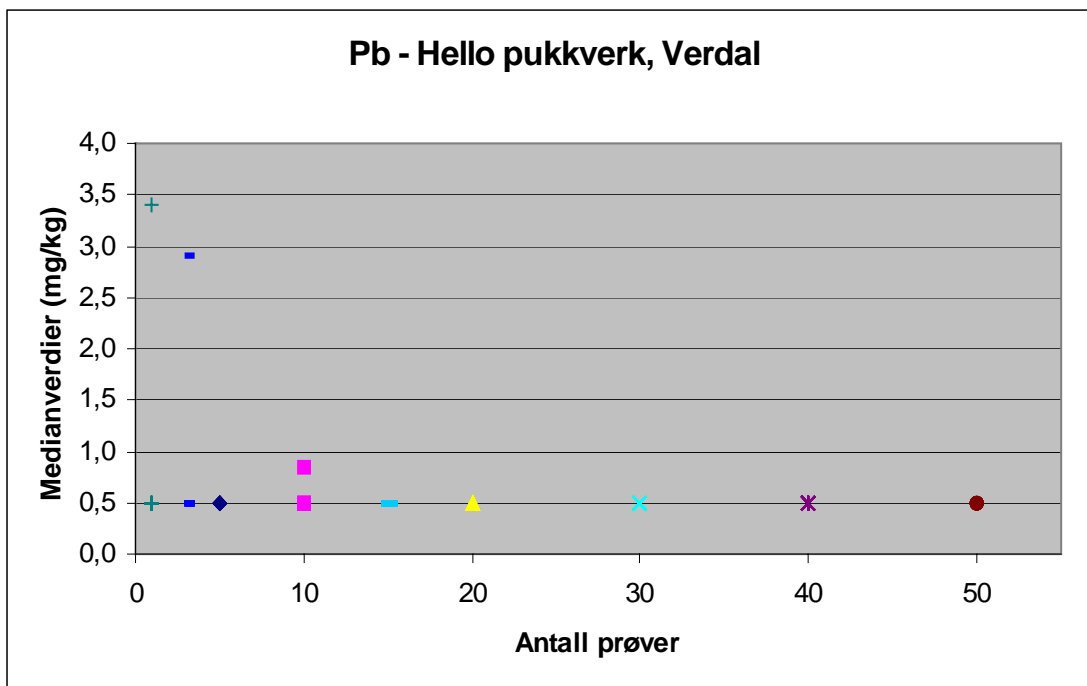
Figurene viser hvordan simulerte prøvetakingsturer med økende antall prøver gir økende grad av reproduserbarhet. For Hello pukkverk er det ikke tatt med diagram for seksverdig krom da kun én av verdiene lå over deteksjonsgrensen.



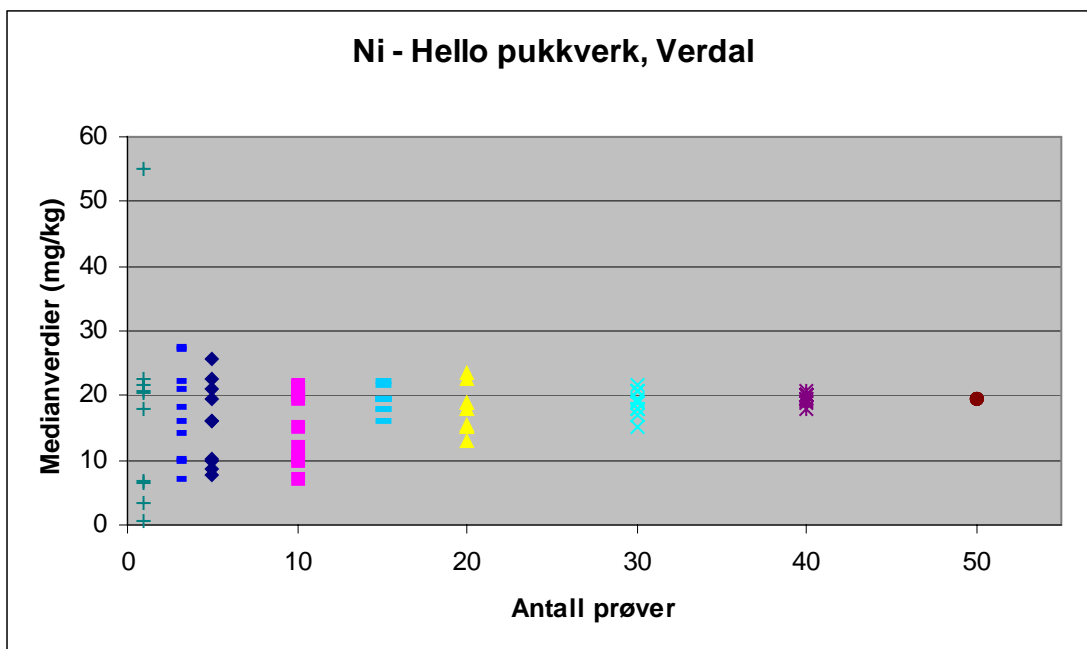
Figuren viser hvordan variasjonen i kopperanalysene minker med økende prøvetall



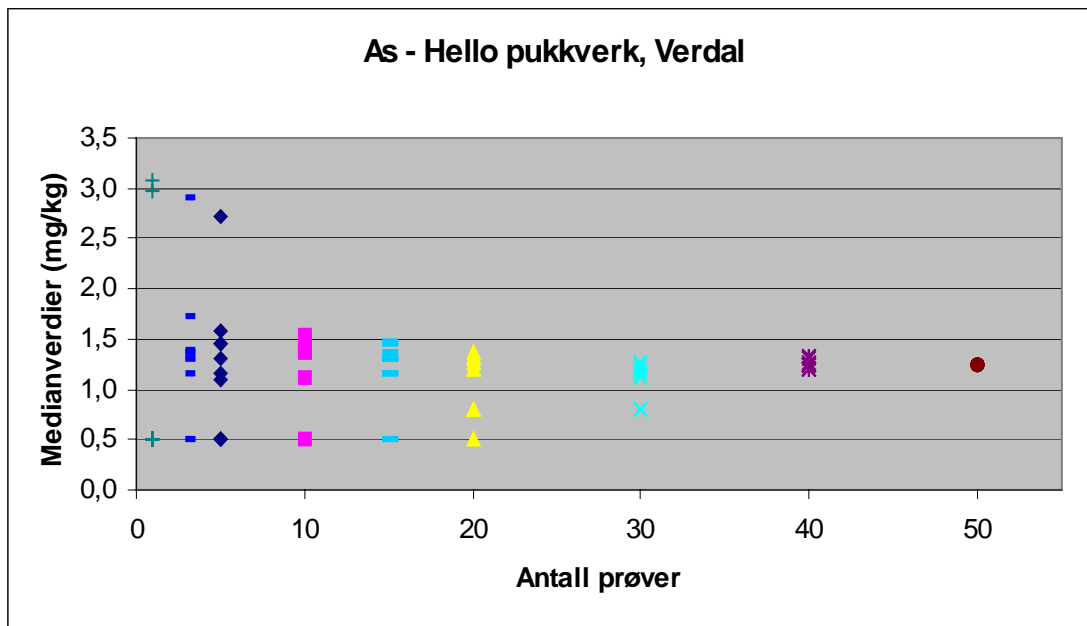
Figuren viser hvordan variasjonen i sinkanalysene minker med økende prøvetall



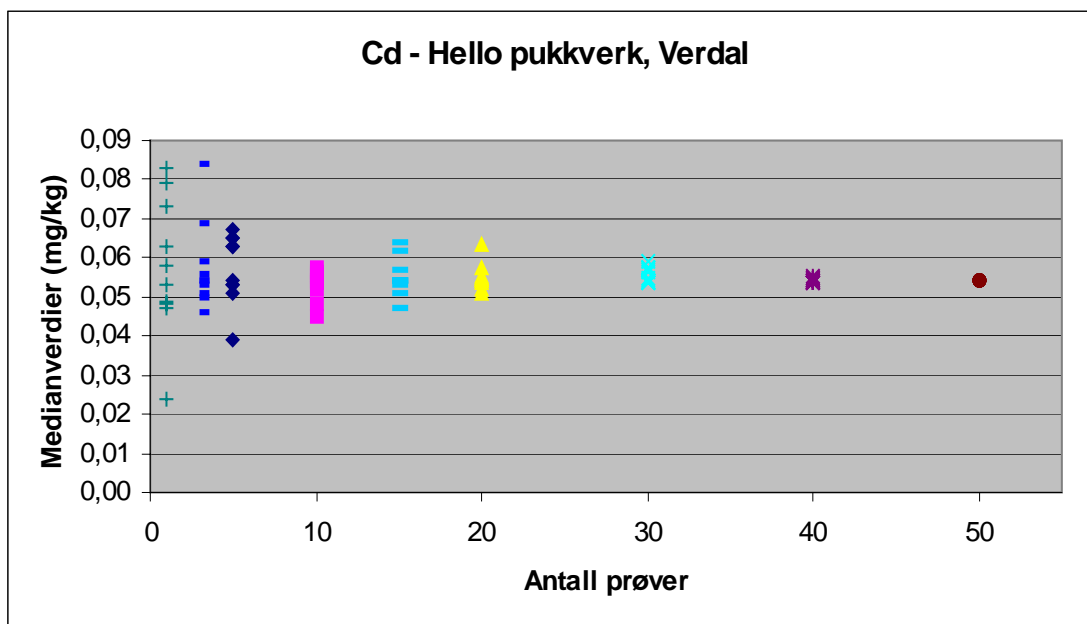
Figuren viser den store variasjonen av resultater ved lavt prøveantall. Ved høyere prøveantall ligger medianverdiene under deteksjonsgrensen.



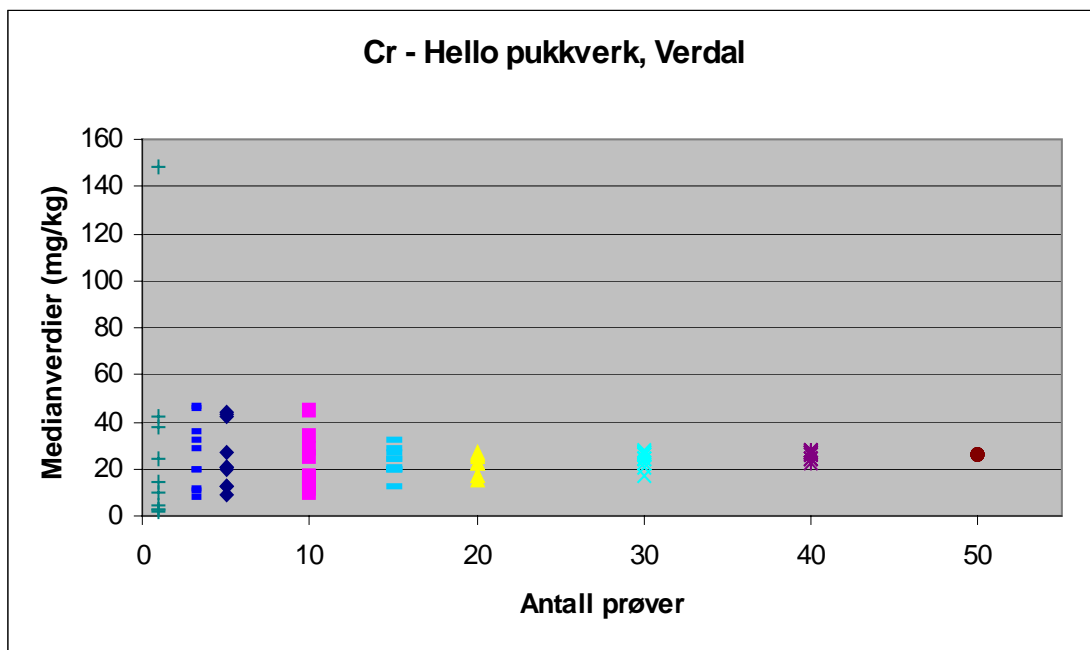
Figuren viser hvordan variasjonen i nikkelanlysene minker med økende prøveantall



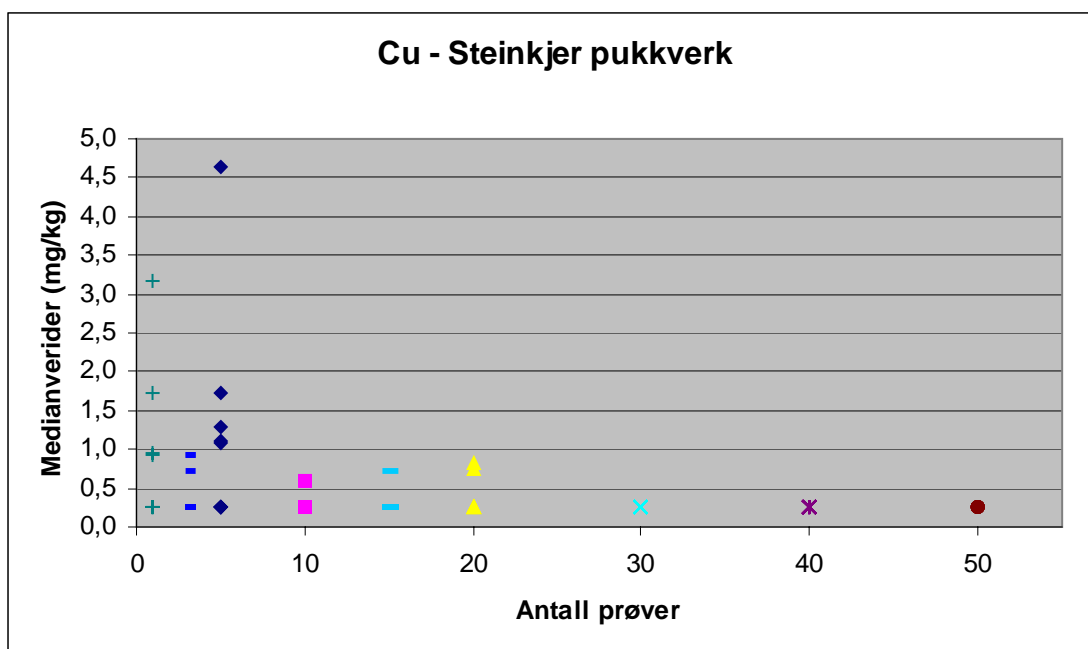
Figuren viser hvordan variasjonen i arsenanalysene minker med økende prøveantall



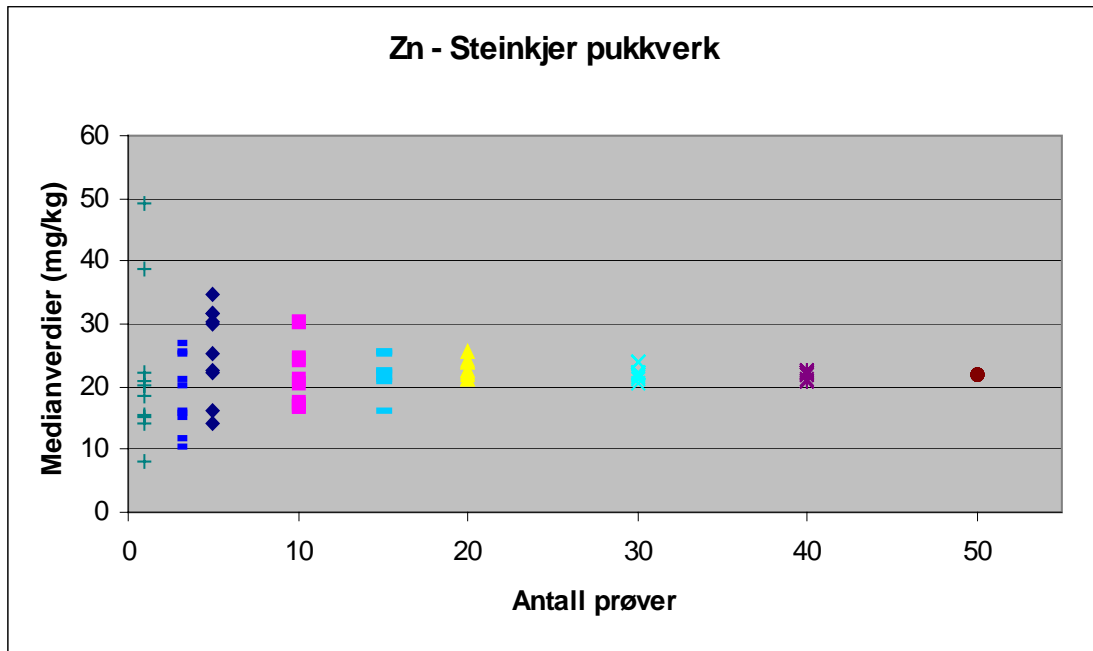
Figuren viser hvordan variasjonen i kadmiumanalysene minker med økende prøveantall



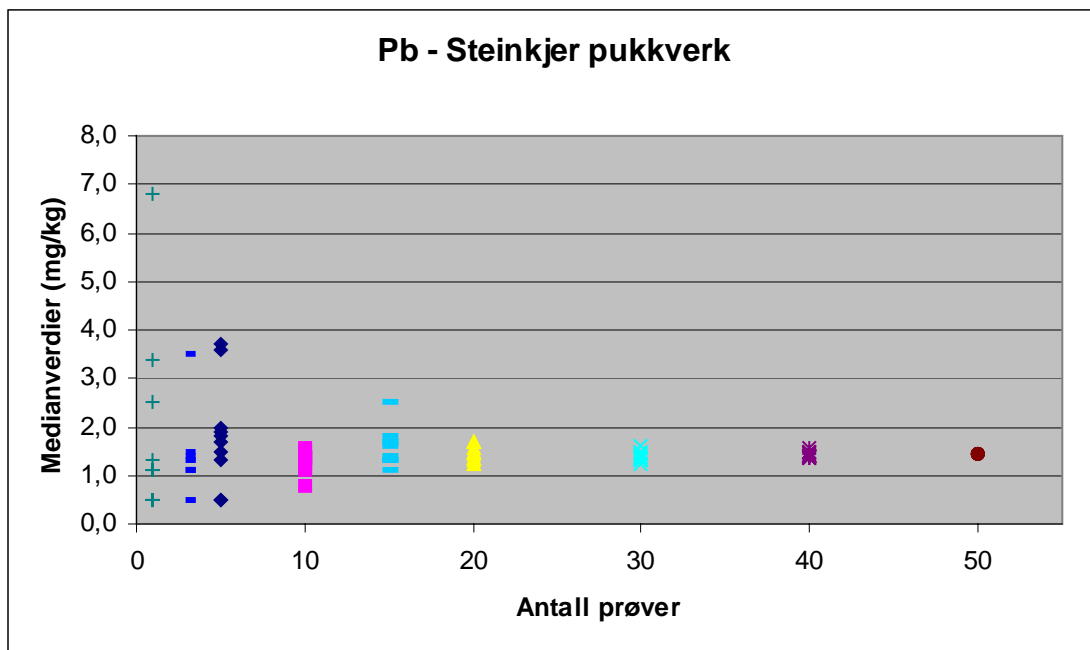
Figuren viser hvordan variasjonen i kromanalysene minker med økende prøveantall



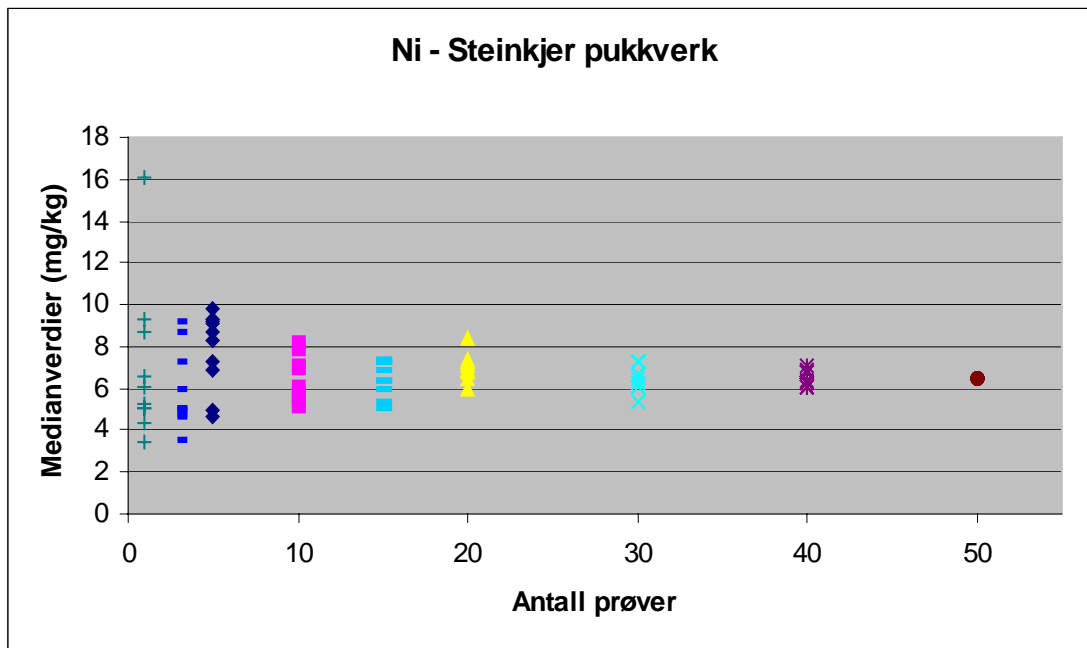
Figuren viser hvordan variasjonen i kobberanalysene minker med økende prøveantall



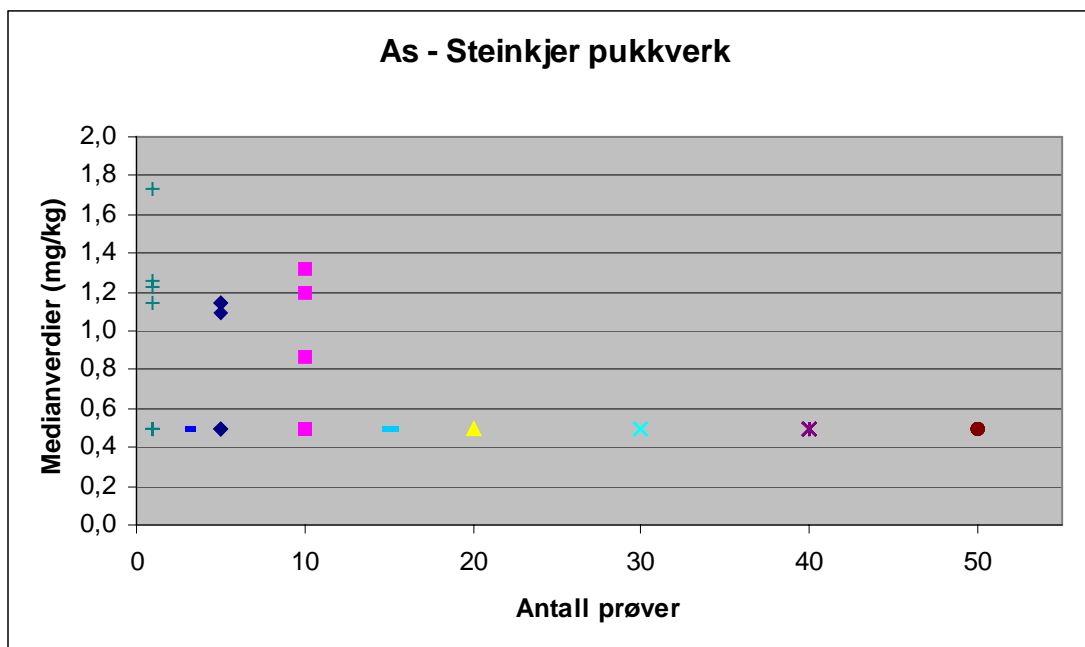
Figuren viser hvordan variasjonen i sinkanalysene minker med økende prøveantall



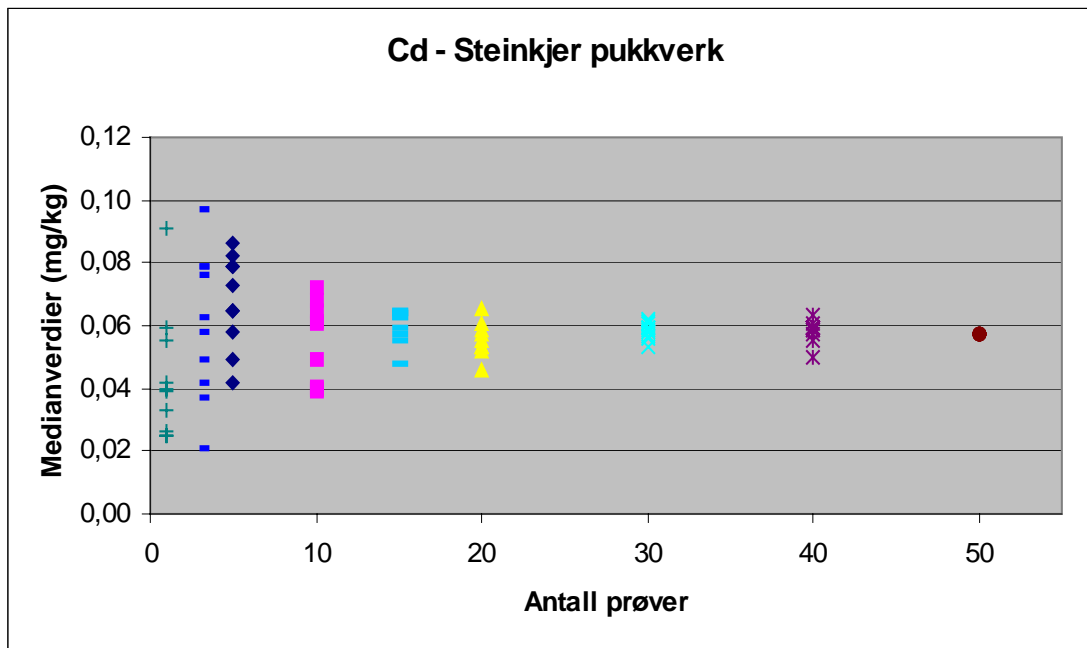
Figuren viser hvordan variasjonen i blyanalysene minker med økende prøveantall



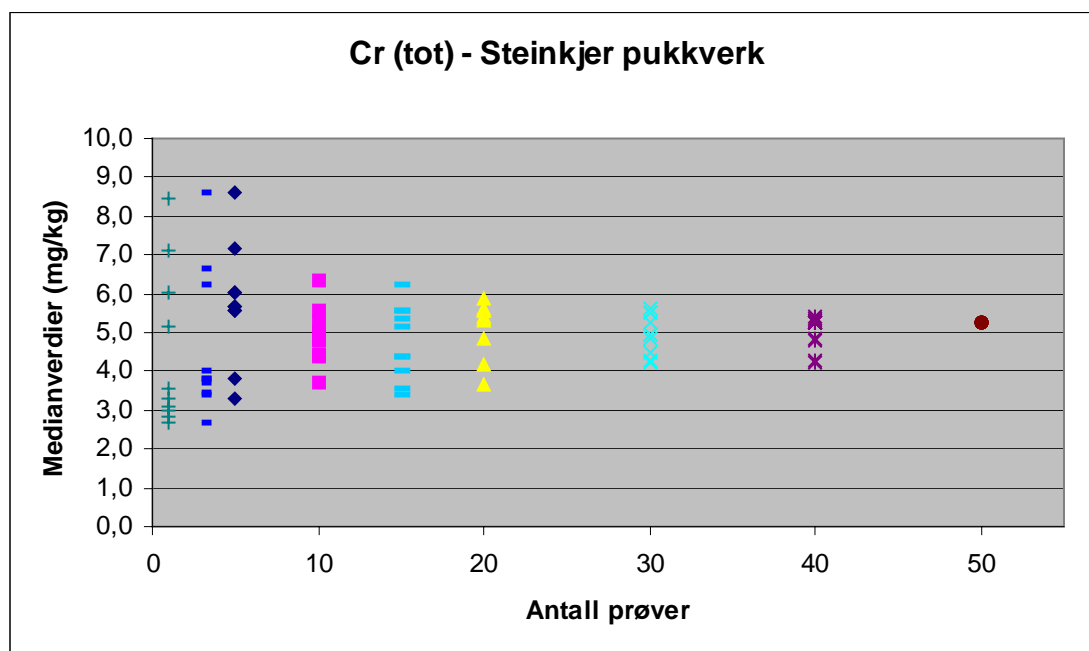
Figuren viser hvordan variasjonen i nikkelanlysene minker med økende prøveantall



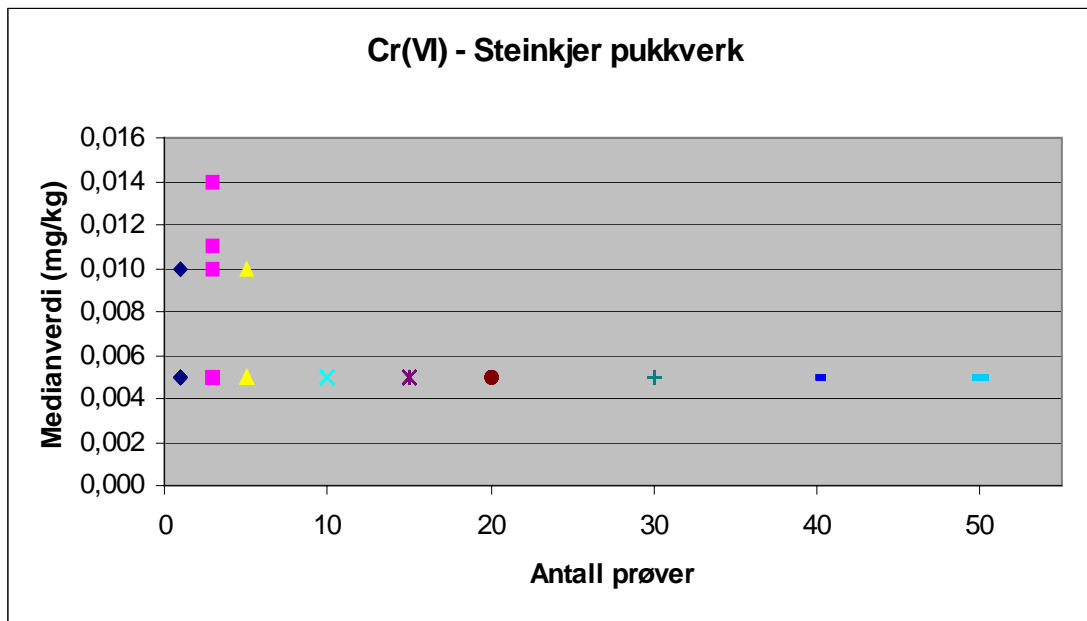
Figuren viser den store variasjonen av resultater ved lavt prøveantall. Ved høyere prøveantall ligger medianverdiene under deteksjonsgrensen.



Figuren viser hvordan variasjonen i kadmiumanalysene minker med økende prøveantall



Figuren viser hvordan variasjonen i kromanalysene minker med økende prøveantall



Figuren viser den store variasjonen ved lavt prøveantall. Ved høyere prøveantall ligger medianverdiene under deteksjonsgrensen.