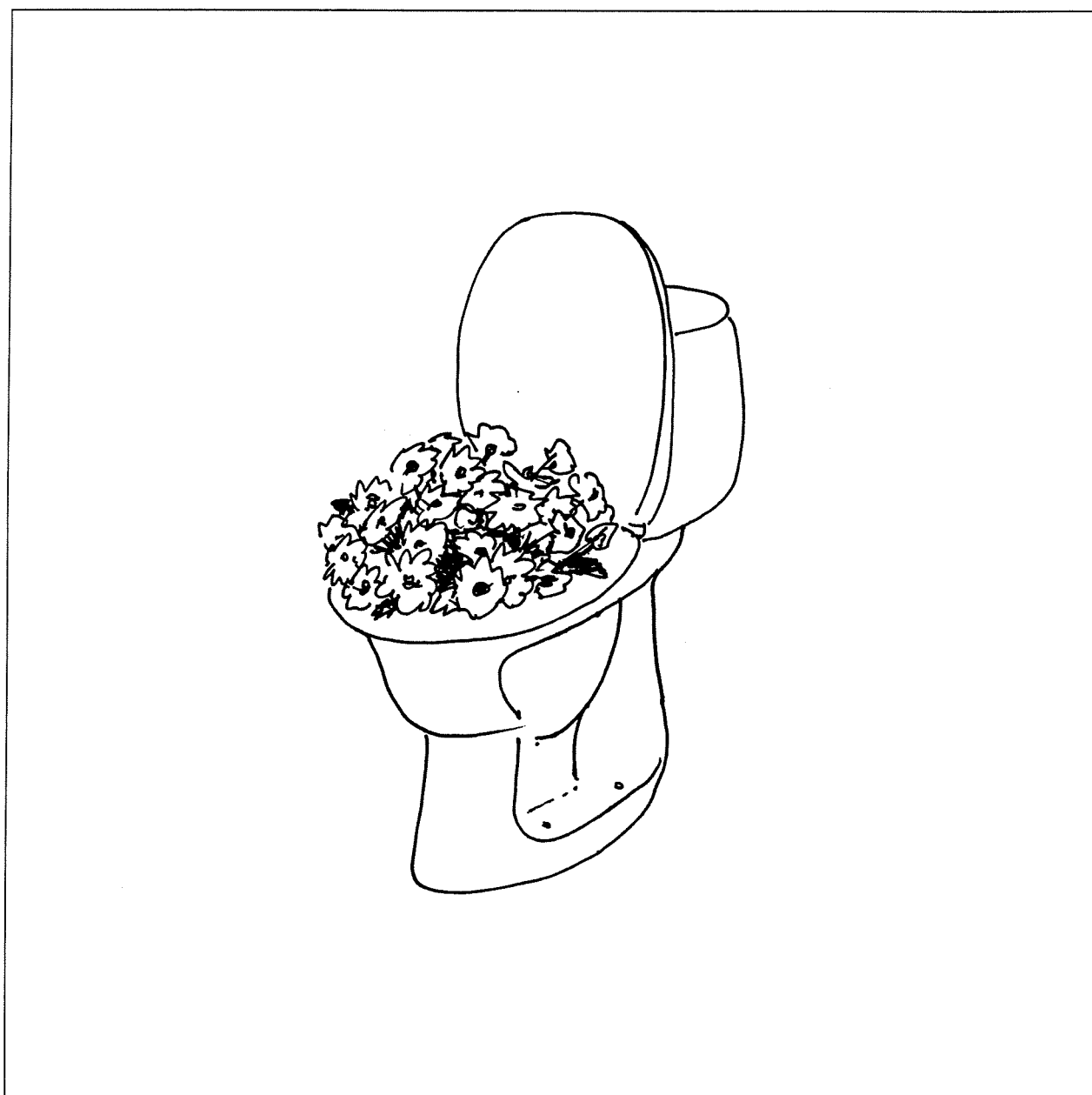


RAPPORT LNR 4241-2000

**Prøvningsammenligning
nr. 6 for kommunalt
avløpsslam, 1999**



Hovedkontor

Postboks 173, Kjelsås
0411 Oslo
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 22 18 52 00

Sørlandsavdelingen

Televeien 1
4890 Grimstad
Telefon (47) 37 29 50 55
Telefax (47) 37 04 45 13

Østlandsavdelingen

Sandvikaveien 41
2312 Ottestad
Telefon (47) 62 57 64 00
Telefax (47) 62 57 66 53

Vestlandsavdelingen

Nordnesboder 5
5008 Bergen
Telefon (47) 55 30 22 50
Telefax (47) 55 30 22 51

Akvaplan-NIVA A/S

Søndre Tollbugate 3
9000 Tromsø
Telefon (47) 77 68 52 80
Telefax (47) 77 68 05 09

Tittel Prøvningsammenligning nr. 6 for kommunalt avløps slam, 1999	Løpenr. (for bestilling) 4241-2000	Dato 1999-05-29
	Prosjektnr. Undernr. O-92017	Sider Pris 59
Forfatter(e) Håvard Hovind	Fagområde Kjemisk analyse	Distribusjon
	Geografisk område Norge	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e) NIVA	Oppdragsreferanse
--------------------------	-------------------

Sammendrag I desember 1999 ble det gjennomført en prøvningsammenligning for laboratorier som ønsker å utføre kontrollanalyser av slam fra kommunale avløpsanlegg. Både tungmetaller og nyttestoffer ble bestemt i slam fra Vestfjorden Avløpssekskap (VEAS). Det ble benyttet en tørket og knust prøve fra et tidligere år, og en prøve av avvannet slam fra 1999. Dessuten ble det tatt med en prøve av kompostert slam fra Vest-Agder (RKR). Resultatene var jevnt over meget bra, spesielt for kopper og sink. Totalt sett var det en forbedring i kvaliteten i forhold til tidligere prøvningsammenligninger. To av laboratoriene oppnådde at alle deres rapporterte resultater var akseptable. Ialt 16 av 25 resultatsett inneholdt mer enn 80 % akseptable resultater, dvs resultater innenfor medianverdien av laboratorienes resultater $\pm 20\%$, og 7 laboratorier hadde 70 - 80 % akseptable resultater. 2 laboratorier hadde færre enn 40 % akseptable resultater. For metaller der laboratoriene har avvikende resultater, må de snarest igangsette tiltak for å forbedre kvaliteten på bestemmelsene, før de kan utføre rutinemessige kontrollanalyser av slam. Analyse kvaliteten bør kontrolleres årlig gjennom et program for prøvningsammenligninger for slam.

<p>Fire norske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Kommunalt slam 2. Tungmetaller 3. Ringtest 4. Kvalitetssikring 	<p>Fire engelske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Municipal sludge 2. Heavy metals 3. Intercalibration 4. Quality assurance
---	--

Håvard Hovind
Håvard Hovind
Prosjektleder

ISBN
82-577-3865-4

Georg Becher
Georg Becher
Forskningsjef

O - 92017

Prøvingssammenligning nr. 6

for kommunalt avløpsslam,

1999

Forord

En nasjonal akkrediteringsordning for laboratorier ble opprettet i 1991. Ansvar for gjennomføring av ordningen er tillagt Norsk Akkreditering (NA) som er en avdeling i Justervesenet. Ved akkreditering etter NS-EN 45001 står kravet til sporbarhet av målingene sentralt. For analyselaboratorier innebærer dette at nøyaktigheten av resultatene må dokumenteres gjennom deltakelse i sammenlignende laboratorieprøvnings, i det etterfølgende kalt ringtester.

Fra 1992 har NIVA arrangert ringtester knyttet til løpende kontroll av kommunalt avløps slam som er tenkt brukt som jordforbedringsmiddel. Statens forurensningstilsyn (SFT) har gjort kjent at man ønsker å kvalitetssikre de analyser som utføres for etaten, og vil derfor benytte akkrediterte laboratorier.

Ringtestene er åpne for alle interesserte og finansieres i sin helhet av de deltakende laboratorier. Deltakeravgiften er for tiden kr. 3 000.- pr. ringtest, uavhengig av hvilke eller hvor mange analyser laboratoriene velger å utføre.

Oslo, 29. mai 2000

Håvard Hovind

Innhold

Sammendrag	5
1. Bakgrunn	6
2. Gjennomføring	6
2.1 Deltakere	6
2.2 Slamprøver	6
2.3 Analysevariable og metoder	6
2.4 Prøveutsendelse og resultatrapportering	7
2.5 Behandling av analysedata	7
3. Resultater	7
3.1 Kvikksølv	8
3.2 Kadmium	10
3.3 Bly	10
3.4 Krom	11
3.5 Kopper	11
3.6 Nikkel	11
3.7 Sink	12
3.8 Kalsium	12
3.9 Kalium	12
3.10 Totalfosfor	35
3.11 Nitrogen	35
3.12 Totalt organisk karbon	35
3.13 Totalt tørrstoffinnhold	35
3.14 Glødetap	35
3.15 pH i vannuttrekk	36
4. Vurdering av resultatene	36
5. Henvisninger	42

Sammendrag

Arbeidet med å regulere bruken av slam fra kommunale renselanlegg har ført til forskrifter for bruken av slikt slam som jordforbedringsmiddel. En følge av dette er at det jevnlig må kontrolleres at konsentrasjonen av tungmetaller i slammet er lavere enn de angitte grenser, samtidig ønsker man en analysedeklarasjon som gir informasjon om nyttestoffene i slammet.

Fra 1992 har NIVA arrangert prøvningssammenligninger (ringtester) knyttet til løpende kontroll av kommunalt avløpsslam som er tenkt brukt som jordforbedringsmiddel. Statens forurensningstilsyn (SFT) har gjort kjent at man ønsker å kvalitetssikre de analyser som utføres for etaten, og vil derfor benytte akkrediterte laboratorier. Nøyaktigheten til resultatene fra slike laboratorier kan dokumenteres gjennom deltakelse i slik prøvningssammenligning.

Årets prøvningssammenligning ble gjennomført i løpet av desember 1999 - januar 2000, og det ble benyttet en tørket og homogenisert slamprøve fra Vestfjorden Avløpsselskap (VEAS), Slemmestad, fra et tidligere år (prøve A), samt en avvannet slamprøve fra høsten 1999 (prøve B). Dessuten ble det inkludert en prøve av kompostert slam fra Vest-Agder (RKR) (prøve C). Følgende analysevariable ble bestemt i alle tre prøvene: kvikksølv, kadmium, bly, krom, kopper, nikkel, sink, kalsium, kalium, totalfosfor, kjeldahl-nitrogen, totalt tørrstoffinnhold og glødetap av dette, samt pH i et vannuttrekk av slammet.

De enkelte laboratorienes middelveidier for hver enkelt analysevariabel og prøve ble benyttet ved vurderingene, og de som lå innenfor medianverdien $\pm 20\%$, ble karakterisert som akseptable. Ved vurderingen av analyseresultatene ble medianverdien av de ovennevnte beregnede middelveidier for hvert enkelt laboratorium brukt som "sann verdi". Andelen av akseptable resultater varierte svært mye både mellom analysevariable og prøver. Det var gjennomgående best resultater for sink (henholdsvis 96, 92 og 100 % akseptable resultater) og kopper (100, 92 og 84 % akseptable resultater).

To av laboratoriene oppnådde 100 % akseptable middelveidier for sine innsendte resultater. 16 av 25 resultatsett hadde mer enn 80 % akseptable resultater for metallene, og 7 laboratorier hadde 70 - 80 % akseptable resultater. Selv om dette er en forbedring i forhold til tidligere prøvningssammenligninger, er prestasjonene ved enkelte laboratorier fortsatt lite tilfredsstillende. 2 laboratorier hadde færre enn 40 % akseptable resultater. Systematisk arbeid med metodene må til for å forbedre kvaliteten ved analysene, som kan dokumenteres ved bruk av referansematerialer. Som et ledd i dokumentasjon av analysekvalitet ved slamanalyser i forbindelse med akkreditering, er det aktuelt å gjennomføre nye prøvningssammenligninger med jevne mellomrom.

Flere laboratorier har utelatt ett eller flere metaller ved prøvningssammenligningen. Disse anbefales å utvide analyseprogrammet til å omfatte alle variable som er aktuelle ved kontroll av kommunalt avløpsslam.

1. Bakgrunn

Arbeidet med å regulere bruken av slam fra kommunale rensesanlegg har pågått i lang tid, og det er utarbeidet forskrifter for bruken av kommunalt avløpsslam som jordforbedringsmiddel. Dette medfører at det skal utføres jevnlig kontrollanalyser av slikt slam, og dette skal gjennomføres før slammet kjøres ut til brukeren. Det skal først og fremst kontrolleres at konsentrasjonen av tungmetaller ligger under de angitte grenseverdier, samtidig som man ønsker en "vare-deklarasjon" som gir informasjon om nyttestoffene i slammet, se Tillegg 1.

Etter ønske fra Statens Forurensningstilsyn ble det organisert en sammenlignende laboratorieprøving for alle laboratorier som kunne tenkes å utføre kontrollanalyser av kommunalt slam. Prøvingssammenligningen ble gjennomført november - desember 1996.

2. Gjennomføring

2.1 Deltakere

Det ble sendt ut en invitasjon til å delta i prøvingssammenligningen til alle fylkeslaboratorier, samt andre offentlige og private laboratorier som kunne tenkes å være interesserte i å utføre slike analyser. Ialt ble 50 laboratorier invitert til å delta, og 24 svarte positivt til dette. Alle disse sendte senere inn resultater for noen eller alle analysevariable. En alfabetisk oversikt over hvilke laboratorier som deltok i ringtesten er gjengitt i Tillegg 2.

2.2 Slamprøver

Det ble sendt ut tre prøver til deltakerne. Prøvene A og B var begge hentet fra Vestfjorden Avløpsselskap (VEAS), Slemmestad, prøve A besto av tørket og homogenisert slam som var hentet fra rensanlegget noen år tidligere, mens prøve B var avvannet slamhentet i år, og prøve C var kompostert slam fra RKR i Vest-Agder. Prøve A ble tørket ved 105 °C og homogenisert ved knusing i mølle før den ble fordelt på prøveglass. De fuktige prøvene B og C ble hver for seg blandet godt før passende porsjoner ble overført til glassbeholdere og tett lukket. Prøvene ble sendt til deltakerne i slutten av november.

2.3 Analysevariable og metoder

Deltakerne ble bedt om å utføre tre parallelle bestemmelser for hver enkelt analysevariabel, slik at det var mulig å beregne et standard avvik for bestemmelsene internt på hvert laboratorium, i tillegg til standardavviket som beregnes mellom laboratoriene. Alle tre prøvene skulle analyseres med hensyn på både tungmetaller og nyttestoffer.

Deltakerne ble bedt om å bestemme følgende analysevariable i alle tre prøvene: kvikksølv, kadmium, bly, krom, kobber, nikkell og sink. I tillegg skulle følgende analysevariable bestemmes ("nyttestoffer"): kalsium, kalium, totalfosfor, Kjeldahlnitrogen, totalt tørrstoffinn-

hold og glødetap av dette, samt pH i et vannuttrekk av prøvene. Alle resultater for tungmetaller skulle angis i mikrogram pr gram tørrstoff, og i prosent av tørrstoffet for de øvrige analysevariable. Tørstoffinnholdet ble angitt i prosent av innveid prøve. Generelt ble laboratoriene anbefalt å anvende Norsk Standard ved bestemmelsene, men de ble allikevel stilt fritt til å kunne benytte den analysemetoden som laboratoriet anvender rutinemessig.

Ett laboratorium (nr. 9) har rapportert to sett med analyseresultater som er fremkommet ved bestemmelse etter to forskjellige oppslutningsmetoder. Disse to resultatsettene er merket 9 og 9A, og representerer henholdsvis oppslutning av slam med konsentrert salpetersyre tilsatt hydrogenperoksid, og oppslutning med konge vann. Mikrobølgeovn ble benyttet i begge tilfellene.

2.4 Prøveutsendelse og resultatrapportering

Det tørkede slammet ble delt opp i delprøver og overført til små prøvebeholdere. Det ble sendt ut ca. 30 g av det tørkede slammet (A), og ca. 100 g av de våte prøvene (B og C). Prøvene ble sendt til deltakerne 30. november 1999, og ankom til praktisk talt alle laboratoriene i løpet av uken. Deltakerne ble bedt om å analysere prøvene så raskt som mulig, og sende inn resultatene ikke senere enn 7. Januar 2000. Med ulike begrunnelser ba noen få laboratorier om en mindre forskyvning av rapporteringsfristen, noe som ble innvilget.

2.5 Behandling av analysedata

For hvert enkelt laboratorium ble det for hver analysevariabel og prøve beregnet middelerdi og standardavvik av de innsendte resultatene. For laboratorier som bare hadde sendt inn resultater for to parallelle bestemmelser, er kun middelerdien beregnet.

For hver enkelt analysevariabel og prøve er medianverdien av alle laboratorienes middelerdier bestemt, dessuten ble også middelerdien og standardavviket beregnet. Laboratorier med middelerdier som avviker for mye fra medianverdien ble forkastet, og utelatt ved de statistiske beregningene. Til vurdering av om middelerdien skulle forkastes eller ikke, ble Dixons test (2) benyttet. Forkastede resultater er gjengitt i parentes i tabellene i Tillegg 3.

Medianverdien av deltakernes middelerdier for de respektive analysevariable, bestemt etterat avvikende middelerdier var forkastet, ble brukt som "sann" verdi ved vurdering av de enkelte deltakernes resultater.

3. Resultater

Laboratorienes enkeltresultater er gjengitt i tabellene 6 - 20 i Tillegg 3, hvor også den beregnede middelerdien og standardavviket for hver analysevariabel og prøve ved de enkelte laboratorier er gjengitt. Medianverdien for laboratorienes middelerdier er også gitt i disse tabellene, i tillegg til middelerdien og standardavviket mellom laboratorienes middelerdier.

Resultater som avviker for mye fra medianverdien, er utelatt ved beregningene og er derfor satt i parentes i tabellene 6 - 20. Tabell 1 gir et sammendrag av resultatene ved denne ringtesten.

Resultater som ligger innenfor den beregnede medianverdi $\pm 20\%$, er karakterisert som akseptable i denne rapporten, og laboratorienes middelerverdier for hver analysevariabel og prøve er benyttet ved bedømmelsen. I tabell 2 er gjengitt en evaluering av middelerverdien fra de enkelte laboratorier, og her man foretatt sammenligningene ved at medianverdien benyttes som "sann" verdi. Som et mål for graden av overensstemmelse med medianverdiene er det benyttet en Z-faktor. Denne er beregnet på følgende måte:

$$A = (\text{Laboratoriets resultat} - \text{"sann" verdi}) \times 100 / \text{"sann" verdi},$$

hvor A er laboratoriets avvik fra den "sanne" verdi i prosent. Hvis vi sier at akseptansegrensen ved ringtesten er X %, og at tallverdien til Z skal være ≤ 2 for at resultatet skal bedømmes som akseptabelt, da blir

$$Z = |A / (X/2)|$$

Når Z-verdien er mindre eller lik 1, anses resultatet som meget bra. Hvis Z-verdien ligger mellom 2 og 3 anses resultatet som uakseptabelt og tvilsomt, og hvis Z er større enn 3 bedømmes resultatet som fullstendig uakseptabelt. Ved denne prøvningsammenligningen ble avvik opp til $\pm 20\%$ vurdert som akseptable.

3.1 Kvikksølv

Laboratorienes enkeltresultater er gjengitt i Tabell 6, mens de enkelte laboratoriers middelerverdier er framstilt grafisk i figur 1. 19 av 24 laboratorier sendte inn resultater for kvikksølv i disse prøvene. Nesten alle laboratoriene har angitt at de benyttet kalddamp atomabsorpsjon ved bestemmelse av kvikksølv, mens ett laboratorium benyttet atomfluorescens. Det fremgår ikke av de rapporterte resultater om det er foretatt reduksjon med tinnklorid eller med natriumborhydrid. To av laboratoriene opplyste at de benyttet hydridteknikk ved bestemmelsen. Bare to laboratorier har angitt at de benyttet gullfelleknikk til oppkonsentrering av kvikksølvet før selve sluttbestemmelsen. Ett laboratorium har angitt at de benyttet flamme atomabsorpsjon ved bestemmelsen. Det ser ikke ut til å være noen påvisbar forskjell mellom de ulike metodene som er benyttet.

For de tre prøvene var henholdsvis 89, 74 og 63 % av resultatene akseptable, dvs den andelen som ligger innenfor medianverdien $\pm 20\%$. Konsentrasjonen av kvikksølv i prøve B og C er noe lavere enn i prøve A, og kan være en delvis årsak til at færre oppnådde akseptable resultater i disse prøvene. Blant mulige årsaker til dette er feilaktig blindprøvekorreksjon, som kan føre til at resultatene blir gjennomgående systematisk for høye eller for lave. En annen mulig årsak kan også være at de våte prøvene er mer inhomogene enn den tørkede og knuste prøven, og dermed bidrar til en noe større spredning i resultatene. Ufullstendig tørking av prøvene vil føre til for lave resultater, spesielt for prøve B og C. Ett laboratorium hadde så lave resultater at de ble utelatt ved de statistiske beregningene.

Tabell 1. Oversikt over medianverdier (m) og middelveidier for de tre slamprøvene A, B og C, samt standardavviket (s), antall resultater benyttet ved de statistiske beregningene (n), og antall resultater som ble utelatt ved de statistiske beregningene (u).

Parameter, enhet	Prøve A					Prøve B					Prøve C				
	m	x	s	n	u	m	x	s	n	u	m	x	s	n	u
Hg, µg/g	1,57	1,58	0,18	17	1	1,23	1,25	0,23	19	0	1,09	1,01	0,23	19	0
Cd, µg/g	1,17	1,19	0,24	22	1	0,99	1,01	0,20	21	2	1,47	1,43	0,34	19	4
Pb, µg/g	40,6	41,4	5,2	23	2	33,6	32,9	4,0	22	2	32,2	34,4	6,2	25	0
Cr, µg/g	18,6	18,4	3,1	24	1	17,4	18,3	7,0	24	1	25,9	25,2	3,7	25	0
Cu, µg/g	446,3	453,9	35,7	25	0	421,3	423,4	33,2	25	0	196,3	206,1	22,5	23	2
Ni, µg/g	12,0	12,2	1,7	22	3	12,1	13,0	3,4	24	1	37,3	38,1	4,1	24	1
Zn, µg/g	374,6	370,3	36,1	25	0	330,3	329,0	34,3	25	0	434,9	433,0	33,4	25	0
Ca, %	16,92	16,79	1,45	25	0	16,87	16,64	1,56	25	0	1,05	1,03	0,14	24	1
K, %	0,152	0,155	0,019	25	0	0,187	0,191	0,025	25	0	0,130	0,133	0,015	24	1
TOT-P, %	1,36	1,34	0,09	22	0	1,46	1,43	0,09	21	1	1,75	1,75	0,18	18	4
TOT-N, %	1,77	1,77	0,06	16	0	1,96	1,93	0,12	16	0	1,74	1,75	0,11	16	0
TOC, %	17,1	16,4	2,77	5	0	15,1	16,2	3,53	5	0	30,3	30,0	1,44	5	0
TTS, %	97,68	97,83	1,09	25	0	32,20	32,24	0,38	24	1	36,96	37,08	0,69	25	0
TGT, %	37,8	37,7	1,4	21	1	37,2	36,2	5,8	19	2	62,1	59,1	9,8	19	2
pH	10,3	10,4	0,4	5	0	10,9	10,8	0,2	18	1	5,8	5,8	0,4	17	2

Det er gjennomgående god overensstemmelse mellom resultatene for prøve A, mens spredningen mellom enkelte laboratorier var noe større for prøve B og C. Presisjonen ved bestemmelsen innen de enkelte laboratorier er jevnt over bra, mens de systematiske avvik er dominerende mellom laboratoriene.

3.2 Kadmium

Laboratoriens enkeltresultater er gjengitt i Tabell 7, mens de enkelte laboratoriers middelveier er framstilt grafisk i figur 2. Alle deltakerne unntatt et laboratorium sendte inn resultater for kadmium, og av disse benyttet elleve grafittovn ved bestemmelsen. Bare ett av disse har angitt at Zeeman bakgrunnskorreksjon ble benyttet, mens de andre laboratoriene ikke har gitt opplysninger om hvilken bakgrunnskorreksjon som ble anvendt. Fem laboratorier anvendte ICP. Blant de laboratorier som har fått altfor høye eller altfor lave resultater er det en dominerende overvekt som har benyttet ICP ved sluttbestemmelsen. De fem laboratoriene som benyttet flamme atomabsorpsjon har oppnådd akseptable resultater, med ett unntak.

Som det fremgår av Tabell 2 er omtrent to tredjedeler av middelveierne definert som akseptable for prøvene A, B og C. Presisjonen innen laboratoriet varierer ganske mye fra ett laboratorium til et annet, men er med et par unntak mindre enn mellom laboratoriene. Dette skyldes at systematiske avvik dominerer og dermed fører til at presisjonen mellom laboratoriene blir mindre bra.

Det er langt flere laboratorier som har systematisk altfor høye resultater enn som har systematisk altfor lave resultater. Siden bruk av ICP ved selve bestemmelsen dominerer blant disse laboratoriene, må de vurdere om mulige interferenser ved bestemmelsen kan være årsak til avvikene, og om bakgrunnskorreksjonen er riktig utført. Ved såvidt lave konsentrasjoner som det er i disse prøvene, er det meget viktig at man kan benytte en metode som er tilstrekkelig følsom.

3.3 Bly

Laboratoriens enkeltresultater er gjengitt i Tabell 8, mens de enkelte laboratoriers middelveier er framstilt grafisk i figur 3. 23 av deltakerne sendte inn resultater for bly. Åtte av laboratoriene bestemte bly med grafittovn. Av de øvrige laboratorier benyttet fem ICP mens resten bestemte bly med flamme atomabsorpsjon, og ett laboratorium med ICP-MS. De av deltakerne som har rapportert altfor høye resultater, har brukt ICP eller flamme atomabsorpsjon ved bestemmelsen. Disse må vurdere om interferenser ved bestemmelsen er under kontroll, og om blindprøvekorreksjonen fungerer riktig.

Det er en høy andel akseptable resultater for denne bestemmelsen, da henholdsvis 87, 91 og 83 % av laboratoriene rapporterte verdier innenfor sann verdi ± 20 % for prøve A, B og C. Ett laboratorium hadde systematisk altfor høye resultater for alle tre prøvene. Presisjonen ved de enkelte laboratorier var svært variabel ved bestemmelse av dette metallet, med et relativt standard avvik som varierte fra < 1 % til mer enn 10 %. Det er relativt god overensstemmelse mellom laboratoriens resultater.

3.4 Krom

Laboratoriernes enkeltresultater er gjengitt i Tabell 9, mens de enkelte laboratoriers middelveier er framstilt grafisk i figur 4. 23 laboratorier sendte inn resultater for krom i slamprøvene. Seks laboratorier bestemte krom med ICP, og ett laboratorium benyttet ICP-MS. Grafittovn ble benyttet av fire laboratorier, mens hele ni laboratorier benyttet flamme atomabsorpsjon. Det er ikke angitt hvilken bakgrunnskorreksjon som ble benyttet under bestemmelsen.

For de tre prøve ble henholdsvis 75, 83 og 75 % av middelveierne bedømt som akseptable, og dette må sies å være et bra resultat. Den gjennomsnittlige kromkonsentrasjonen var omtrent den samme i prøve A og B, og var noe høyere i prøve C. De laboratoriene som hadde systematisk altfor høye resultater benyttet enten flamme atomabsorpsjon eller ICP ved bestemmelsen. Interferenser under bestemmelsen kan være en sannsynlig årsak til avvikende resultater.

Presisjonen innen hvert enkelt laboratorium var noe varierende, med unntak av noen få tilfeller var den bedre enn mellom laboratoriene. Oppslutningstrinnet kan være en årsak til spredning mellom resultatene for dette metallet, men resultatene fra laboratorium nr. 9, som benyttet to forskjellige oppslutningsmetoder, tyder på at effekten ikke er meget stor.

3.5 Kopper

Laboratoriernes enkeltresultater er gjengitt i Tabell 10, mens de enkelte laboratoriers middelveier er framstilt grafisk i figur 5. Alle laboratoriene sendte inn resultater for kopper i slamprøvene, med bra resultater for alle tre prøvene, der henholdsvis 100, 92 og 84 % av middelveierne ble bedømt som akseptable. Resultatene for kopper kan derfor anses for å være meget tilfredsstillende.

Ti av laboratoriene bestemte kopper med ICP og ett laboratorium benyttet ICP-MS, mens de øvrige benyttet flamme atomabsorpsjon. I de tilfellene hvor det er rapportert sterkt avvikende resultater, er det benyttet ICP ved bestemmelsen.

3.6 Nikkel

Laboratoriernes enkeltresultater er gjengitt i Tabell 11, mens de enkelte laboratoriers middelveier er framstilt grafisk i figur 6. Alle 24 deltakende laboratorier sendte inn resultater for nikkell. Åtte laboratorier benyttet ICP og ett ICP-MS til bestemmelsen, mens grafittovn ble benyttet av fem laboratorier. Resten av laboratoriene benyttet flamme atomabsorpsjon.

Henholdsvis 76, 72 og 88 % av de rapporterte middelveier var akseptable for de tre prøvene. Blant de sterkt avvikende middelveierne var det hovedsakelig systematisk for høye resultater. Hos de laboratorier som skiller seg ut med spesielt høye resultater er det ingen klar

sammenheng med hvilken metode som er benyttet. Interferenser er sannsynlig årsak til de systematisk avvikende resultater.

3.7 Sink

Laboratoriens enkeltresultater er gjengitt i Tabell 12, mens de enkelte laboratoriers middelveier er framstilt grafisk i figur 7. Alle deltakende laboratorier sendte inn resultater for sink, og det var meget høy andel akseptable resultater for alle prøvene, henholdsvis 96, 92 og 100 % i de tre prøvene, slik at resultatene for dette metallet kan anses for å være meget tilfredsstillende. Konsentrasjonen av sink var av samme størrelsesorden i de tre prøvene. Ti laboratorier anvendte ICP ved bestemmelsen, mens 13 benyttet flamme atomabsorpsjon.

3.8 Kalsium

Laboratoriens enkeltresultater er gjengitt i Tabell 13, mens de enkelte laboratoriers middelveier er framstilt grafisk i figur 8. For kalsium ble det mottatt resultater fra 23 av deltakerne. For dette metallet var andelen akseptable resultater henholdsvis 100, 96 og 79 % i de tre prøvene. Spredningen mellom resultatene fra ulike laboratorier var størst for det komposterte slammet, men her er konsentrasjonen av kalsium langt lavere enn i de to andre prøvene.

Ti laboratorier benyttet ICP ved bestemmelsen, mens 14 benyttet flamme atomabsorpsjon. Det er ingen påvisbar forskjell mellom resultatene for de to metodene. Det må understrekes at det er viktig å tilsette tilstrekkelig mengde lantan til den oppsluttede løsningen når man benytter flamme atomabsorpsjon, også ved fortykning før selve sluttbestemmelse av kalsium, ettersom slammet kan inneholde relativt mye fosfat.

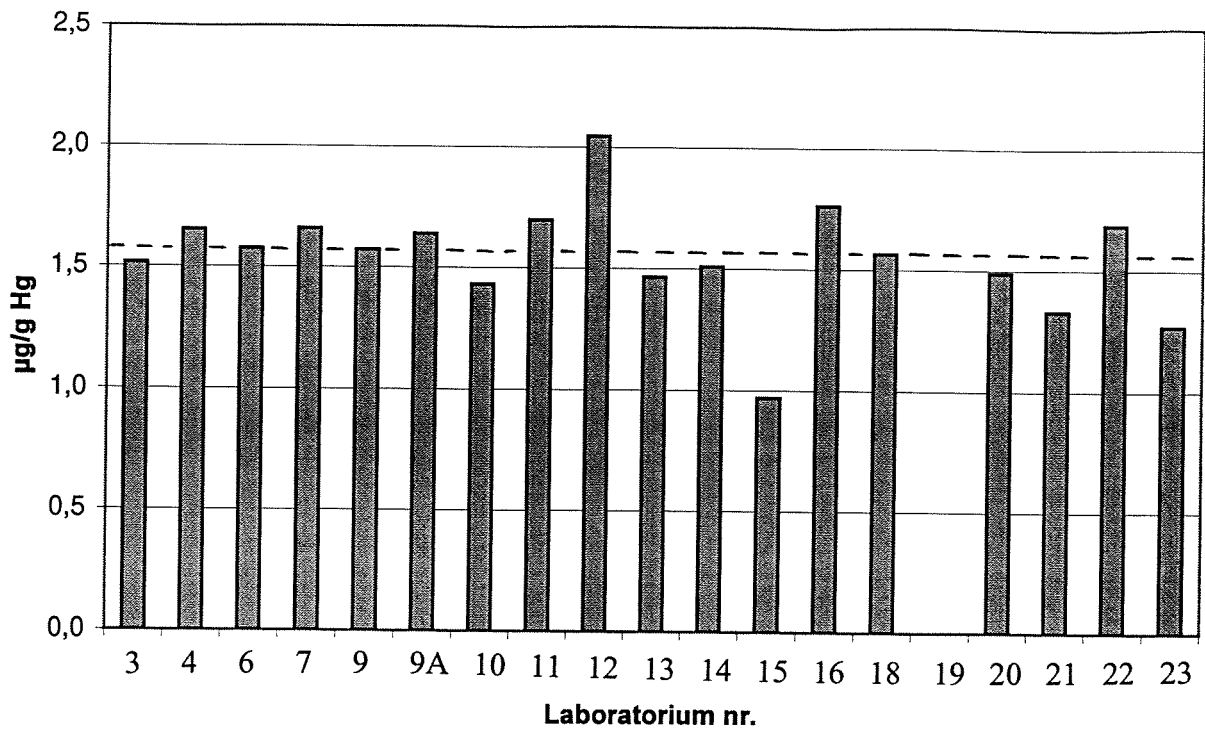
3.9 Kalium

Laboratoriens enkeltresultater er gjengitt i Tabell 14, mens de enkelte laboratoriers middelveier er framstilt grafisk i figur 9. Det ble mottatt resultater for kalium fra 23 av laboratoriene. Resultatene for kalium er gjennomgående bra, med henholdsvis 83, 83 og 88 % akseptable middelveier for de tre prøvene. Blant de avvikende verdier var det både systematisk for høye og for lave resultater.

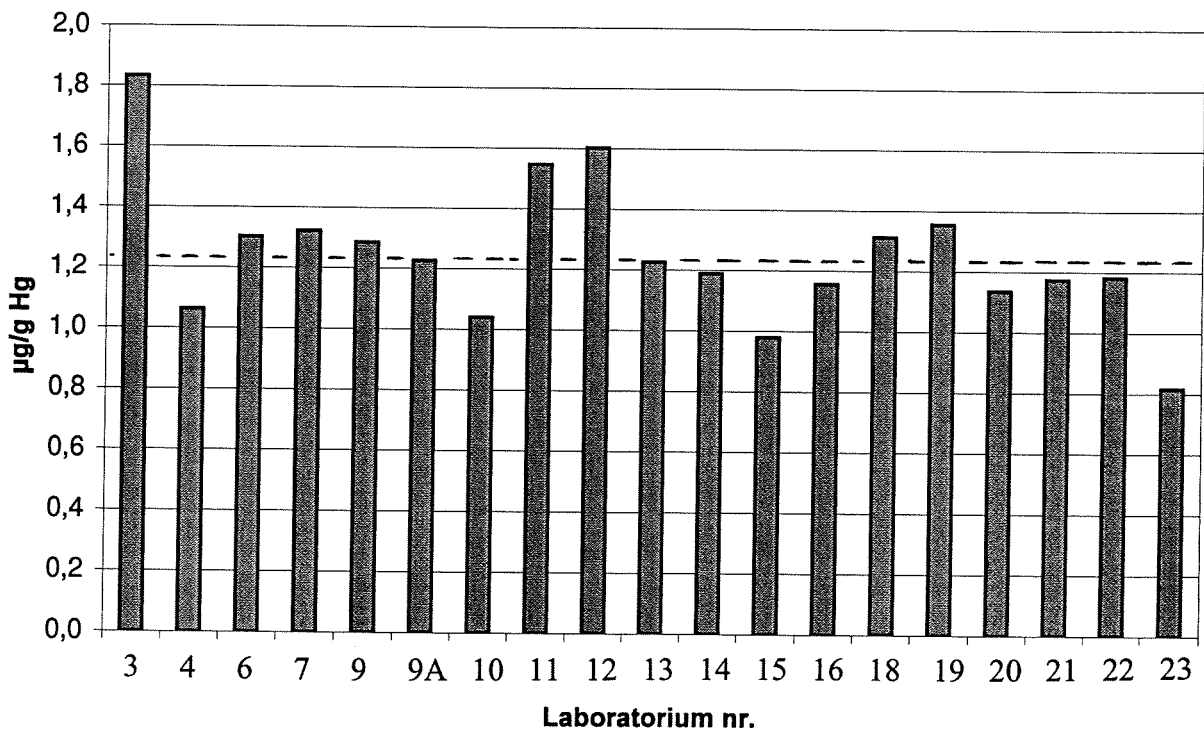
Syv laboratorier bestemte kalium med ICP, mens resten benyttet flamme atomabsorpsjon. Resultatene fra laboratorium nr. 9 viser at det er ingen systematisk forskjell mellom oppslutning av denne type prøver med kongevann og konsentrert salpetersyre tilsatt hydrogenperoksid.

Forts. side 25

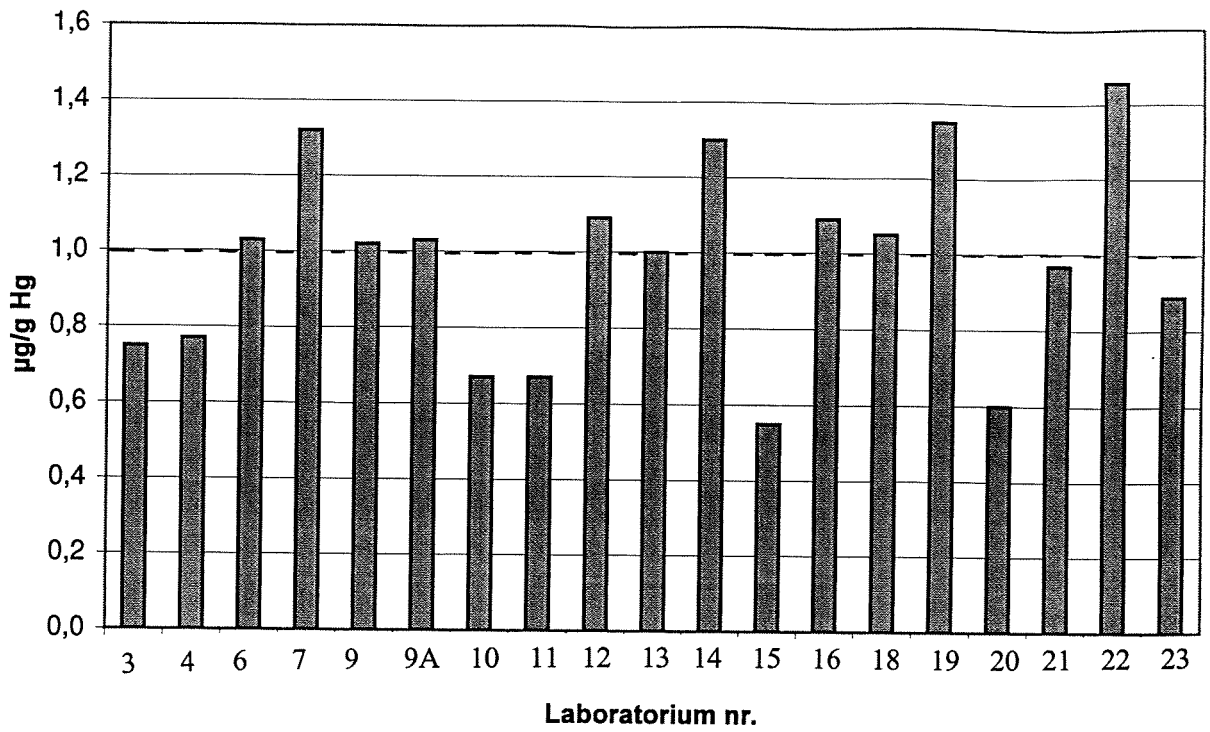
Figur 1A. Laboratoriens resultater for kvikksølv i prøve A



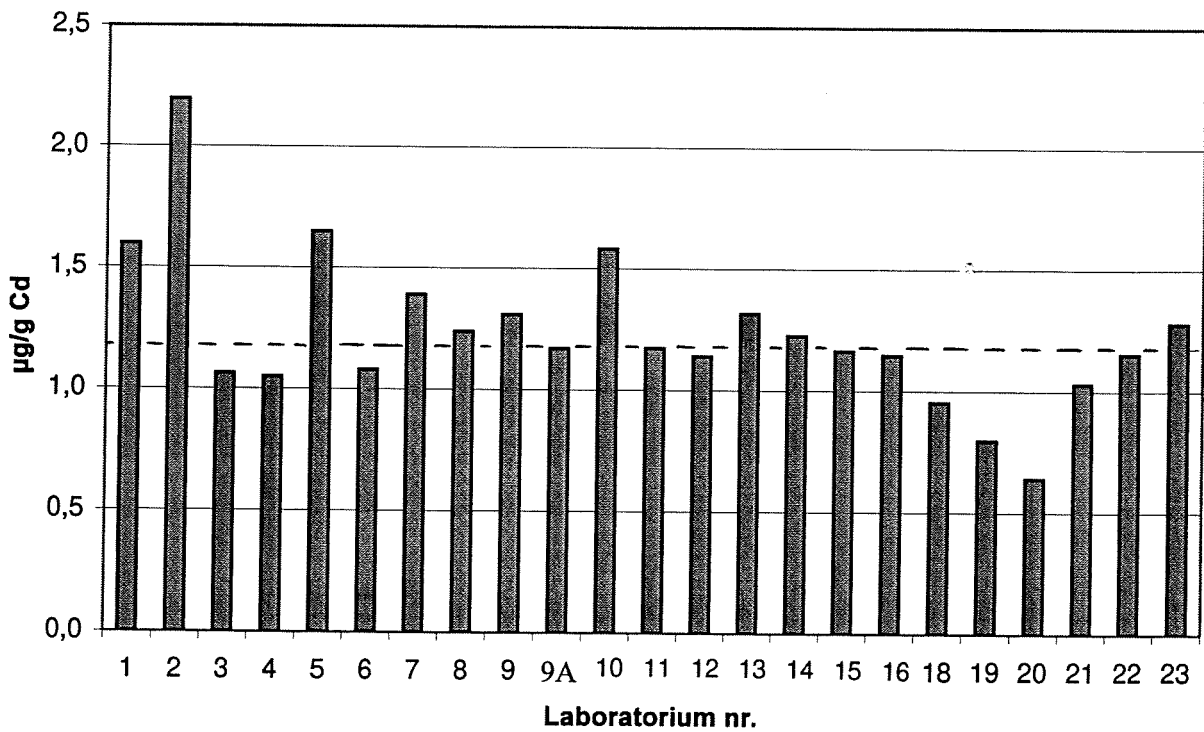
Figur 1B. Laboratoriens resultater for kvikksølv i prøve B



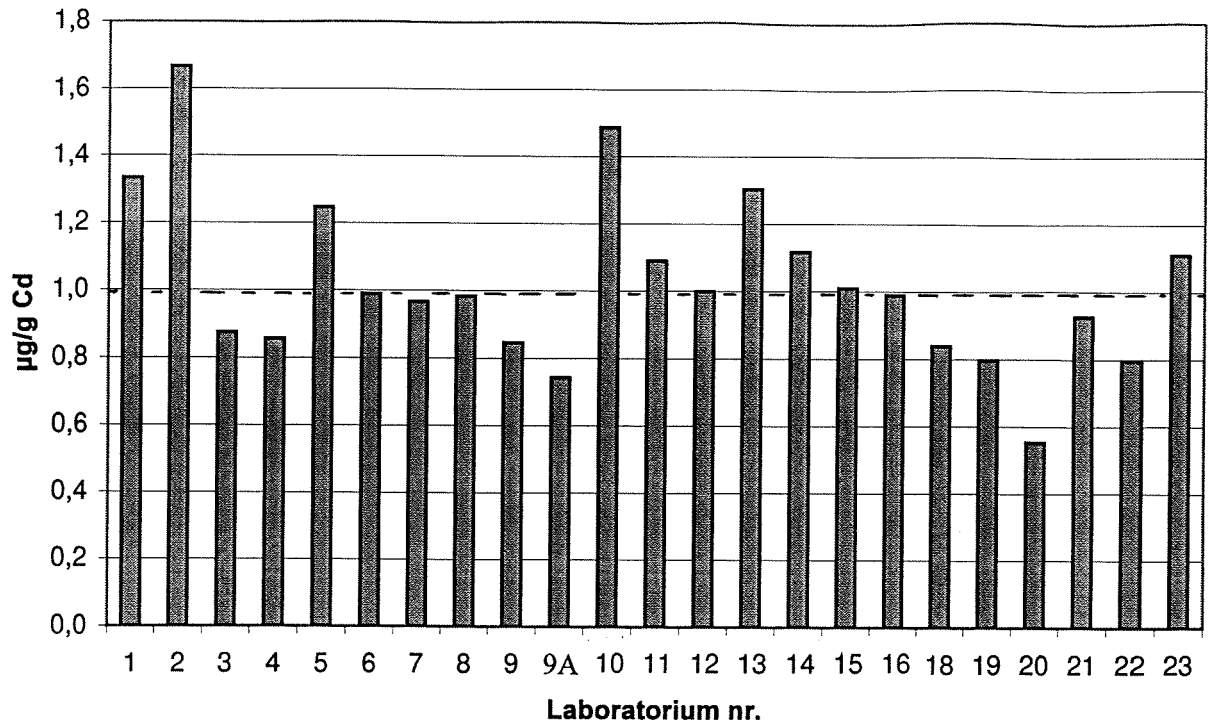
Figur 1 C. Laboratoriens resultater for kvikksølv i prøve C



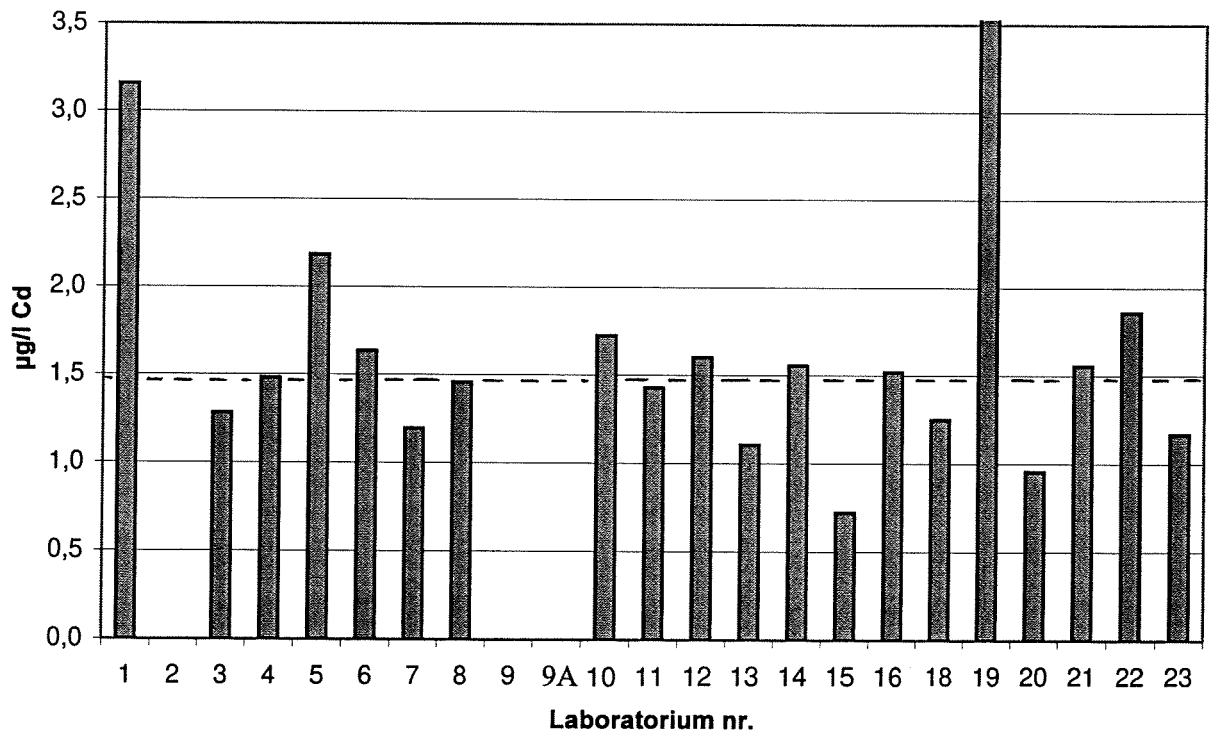
Figur 2A. Laboratoriens resultater for kadmium i prøve A



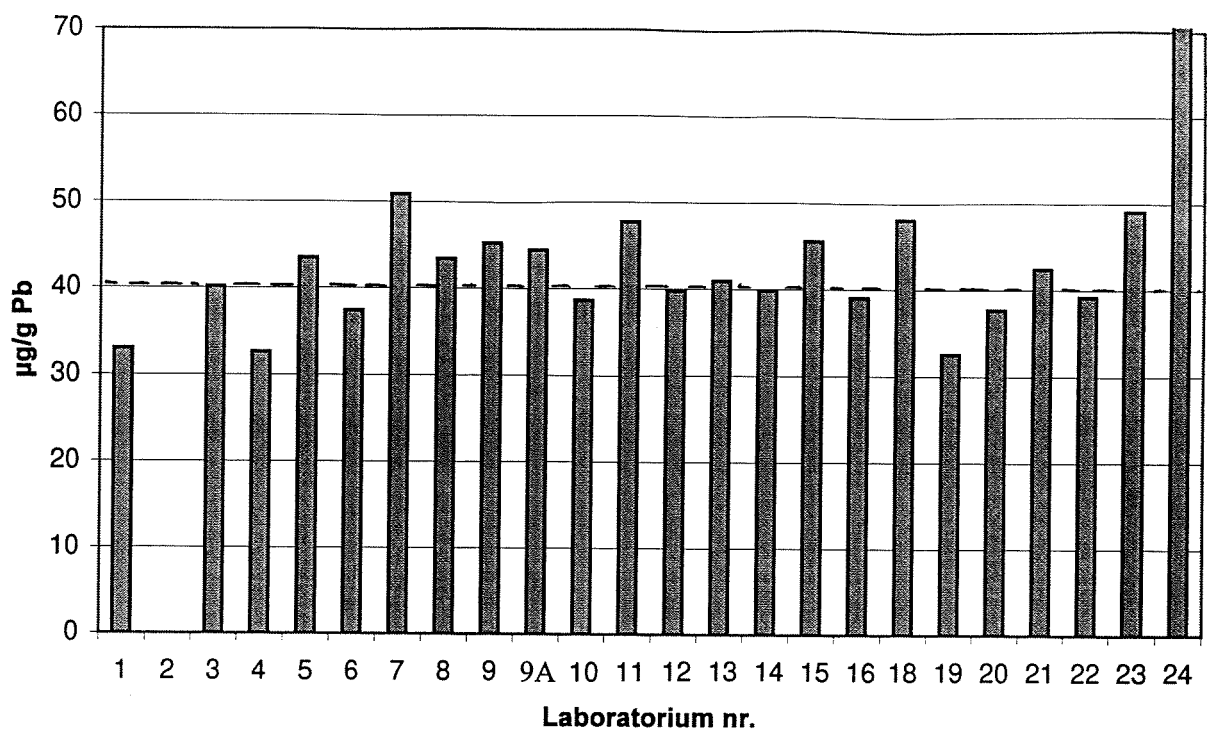
Figur 2B. Laboratoriens resultater for kadmium i prøve B



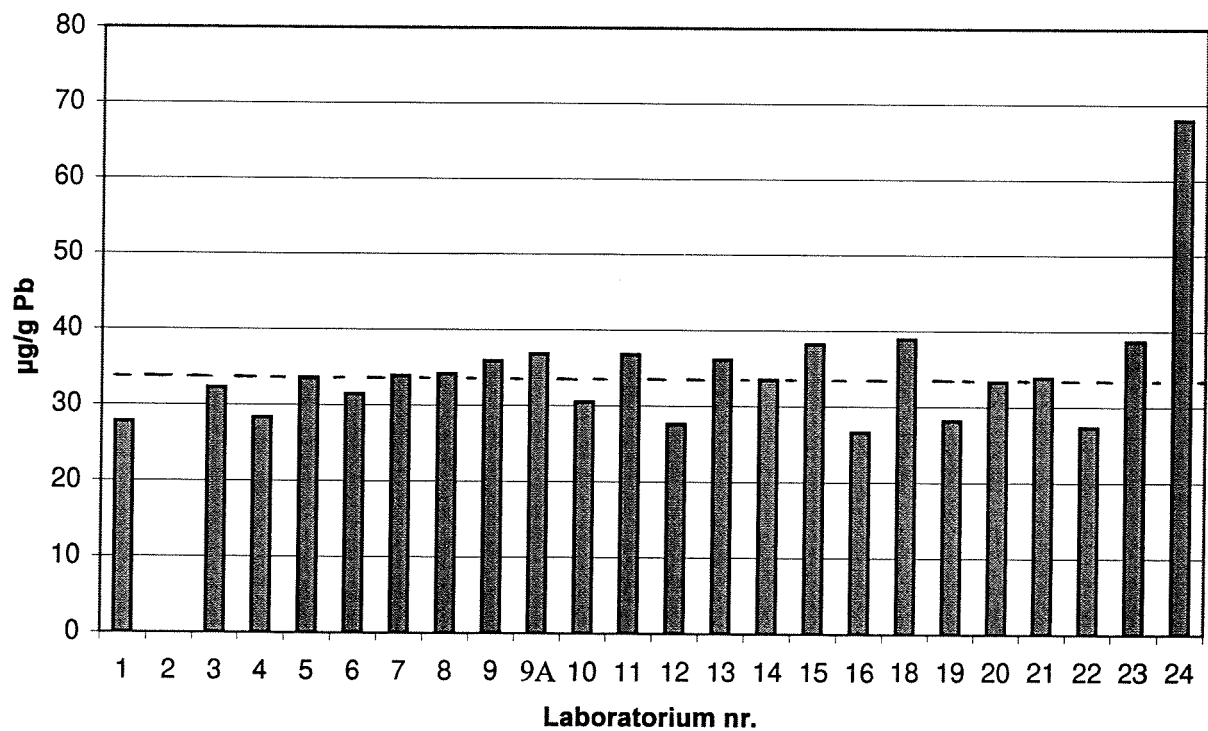
Figur 2C. Laboratoriens resultater for kadmium i prøve C



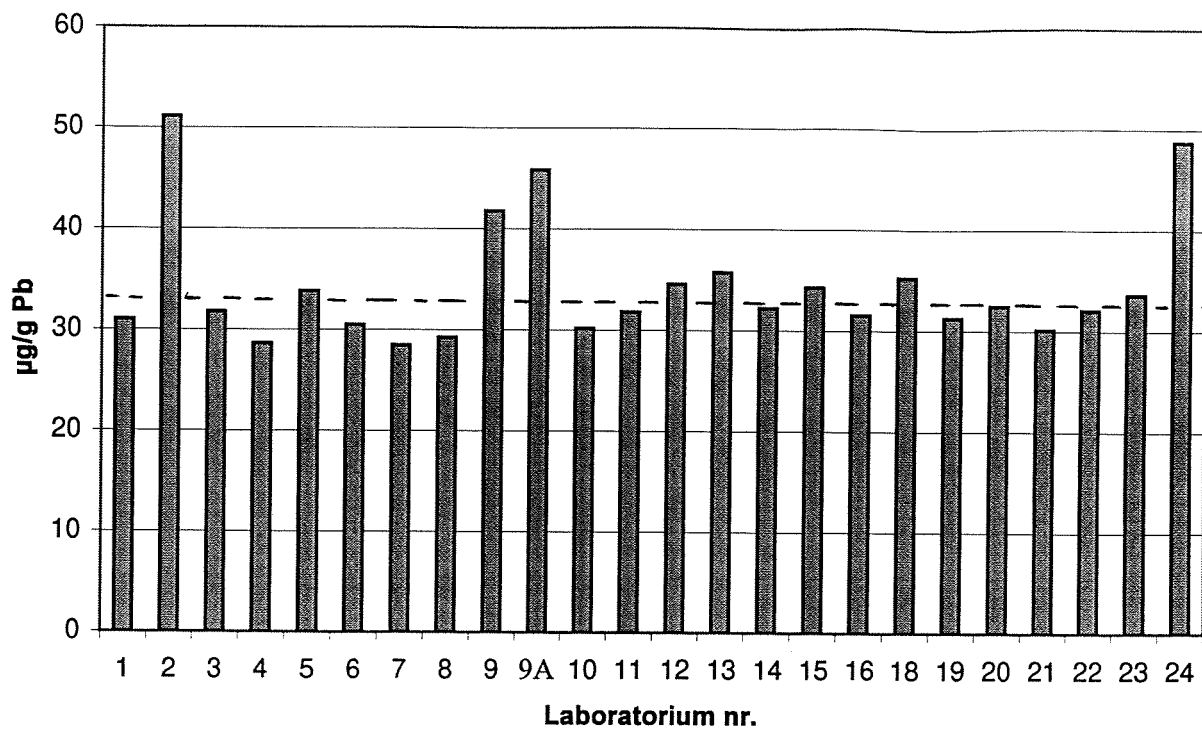
Figur 3A. Laboratoriernes resultater for bly i prøve A



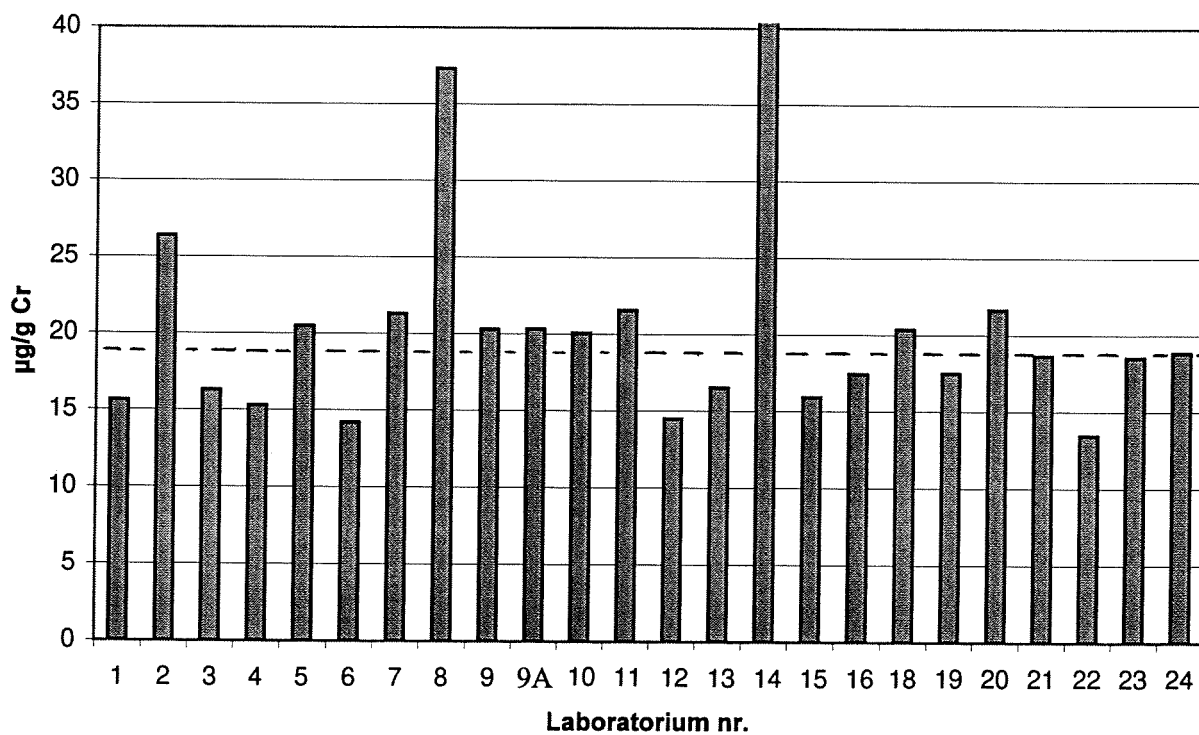
Figur 3B. Laboratoriernes resultater for bly i prøve B



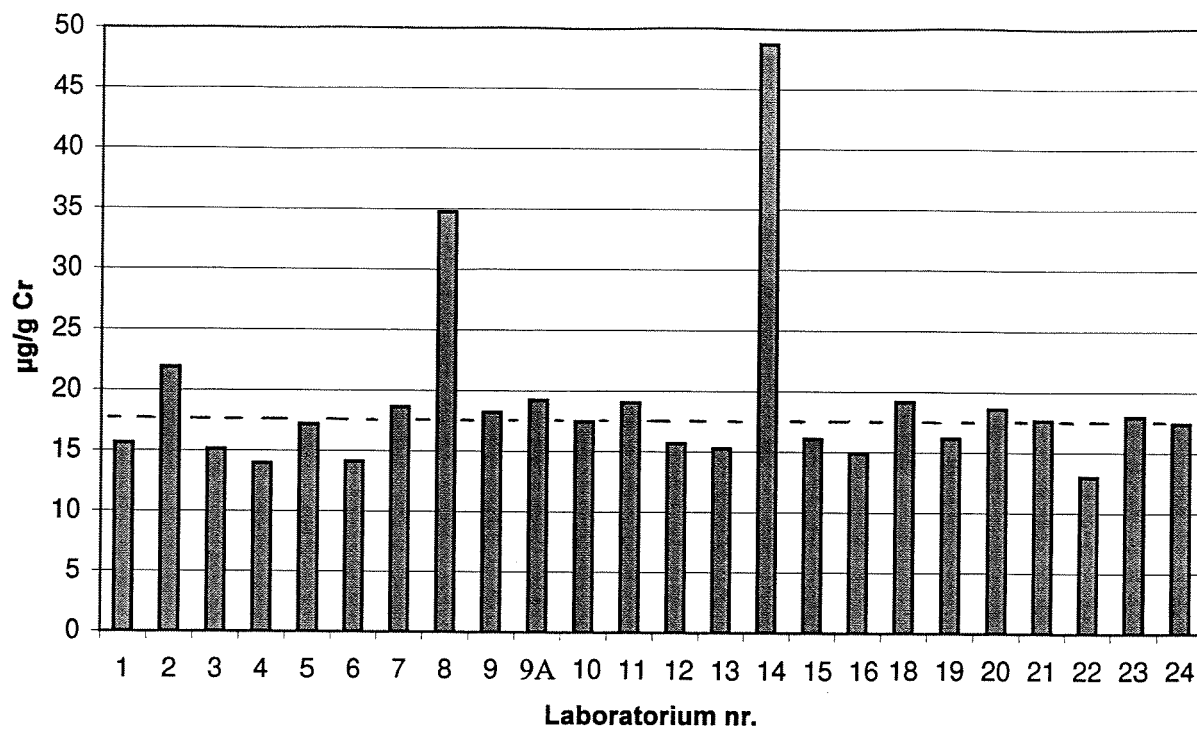
Figur 3C. Laboratoriernes resultater for bly i prøve C



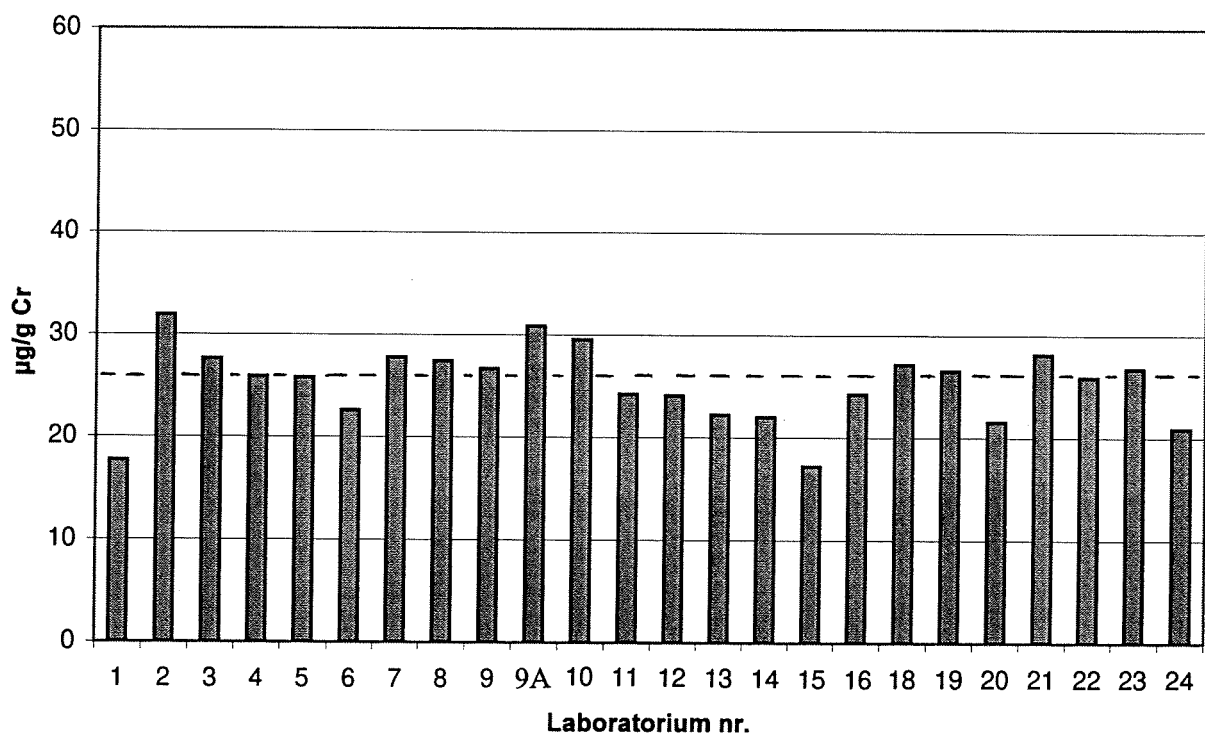
Figur 4A. Laboratoriernes resultater for krom i prøve A



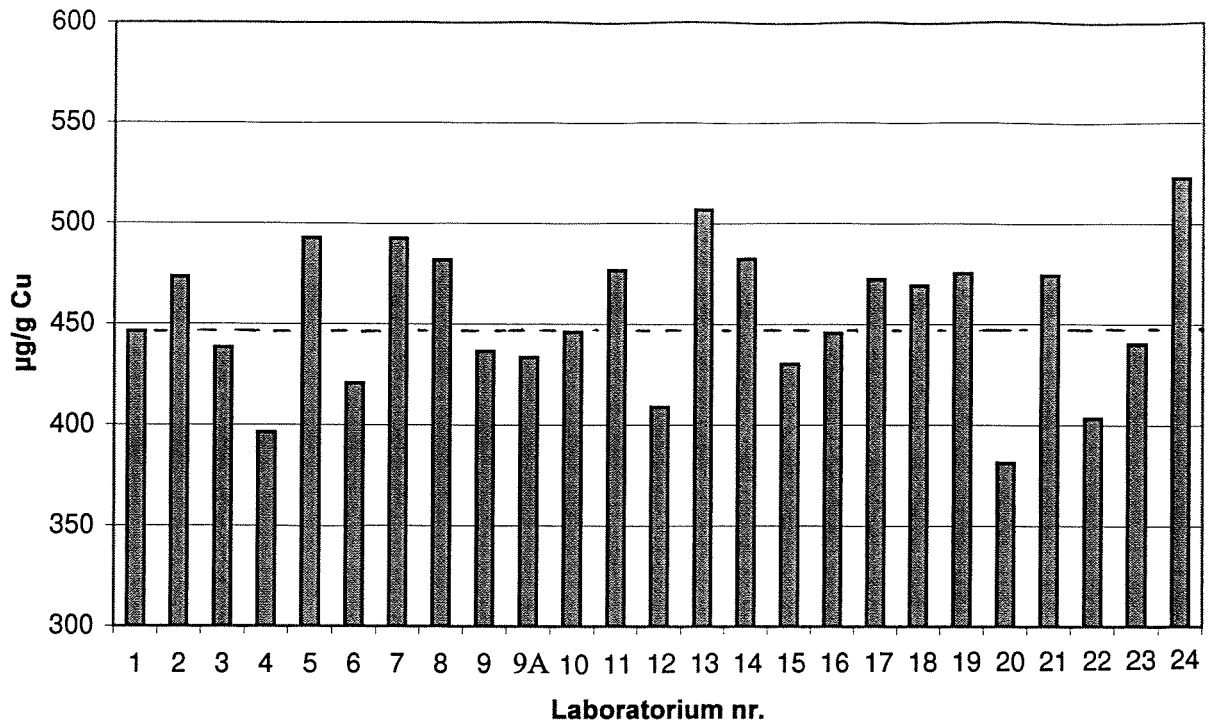
Figur 4B. Laboratoriens resultater for krom i prøve B



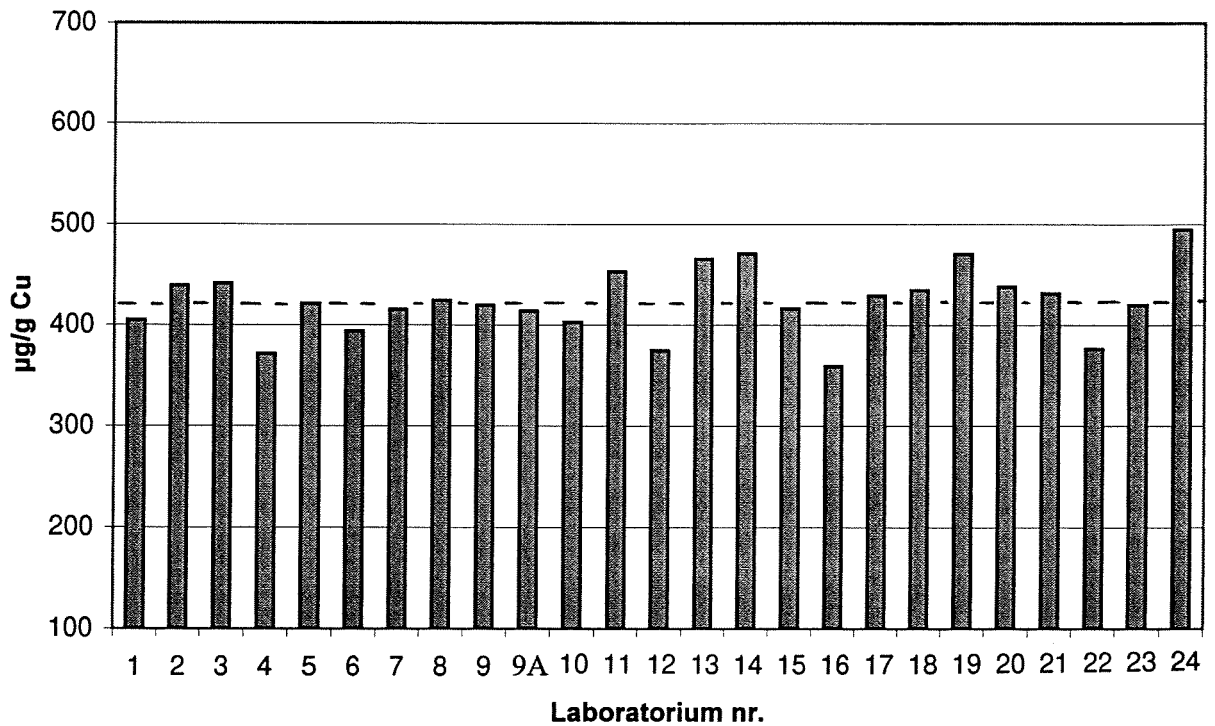
Figur 4C. Laboratoriens resultater for krom i prøve C



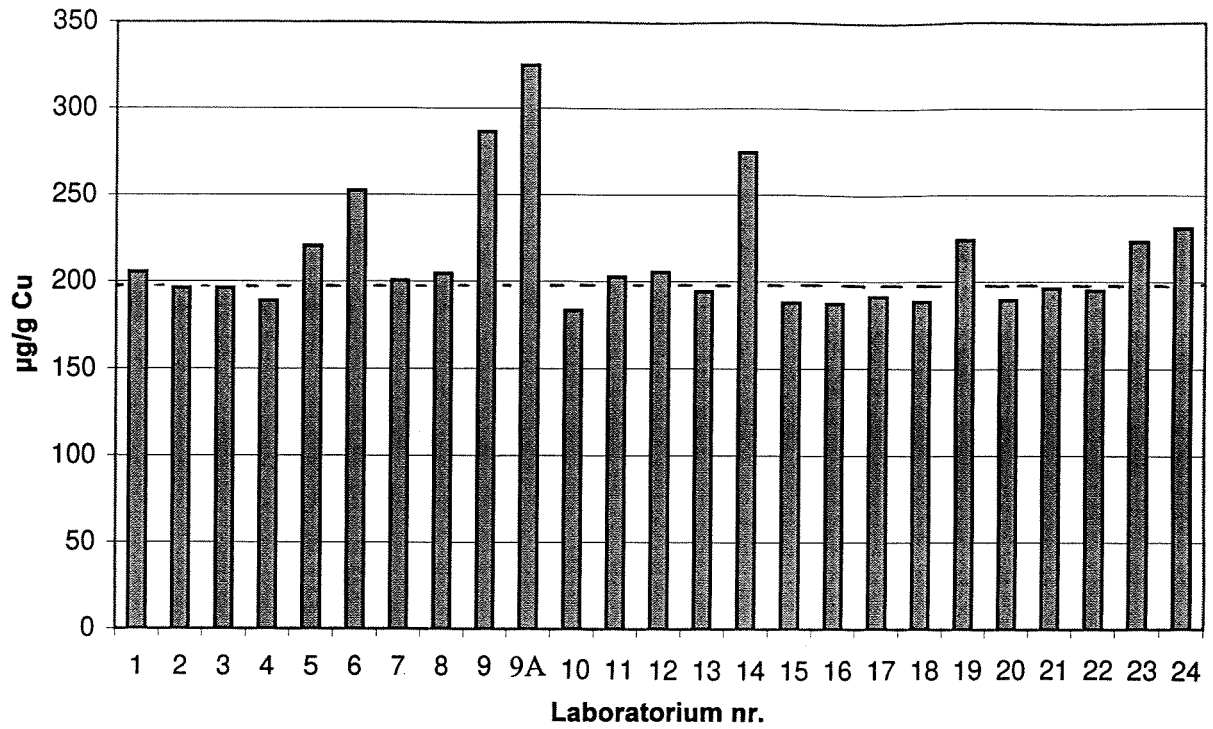
Figur 5A. Laboratoriernes resultater for kopper i prøve A



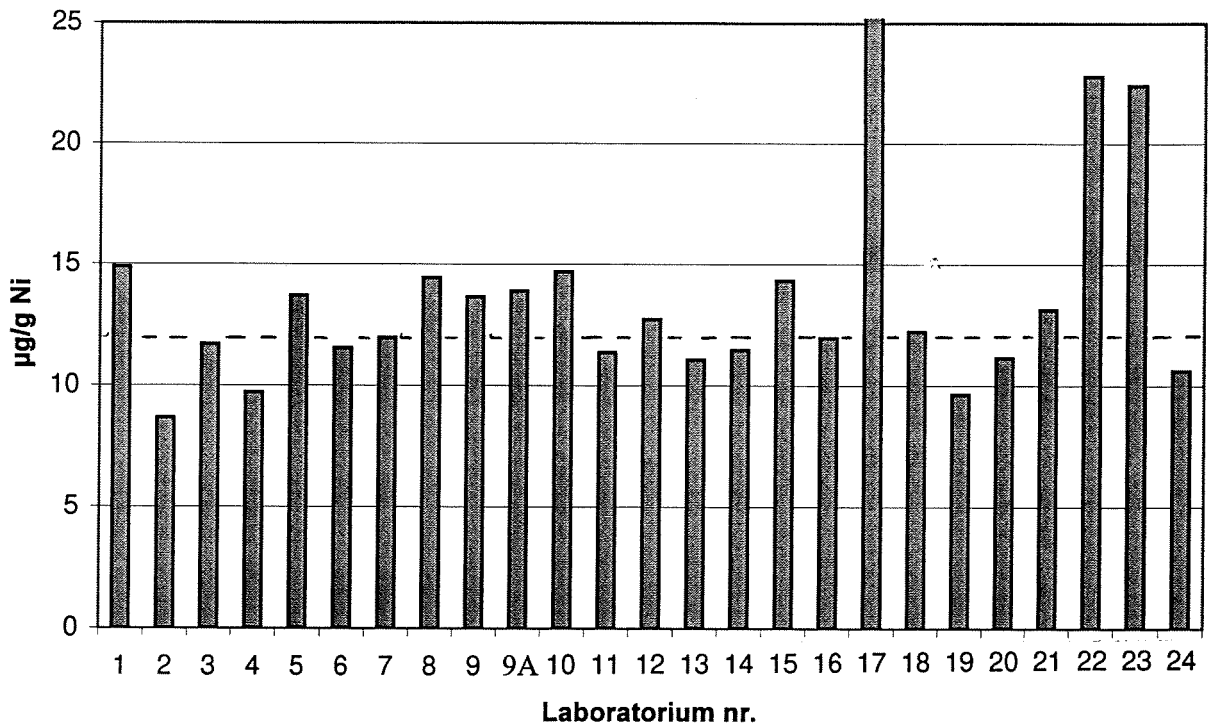
Figur 5B. Laboratoriernes resultater for kopper i prøve B



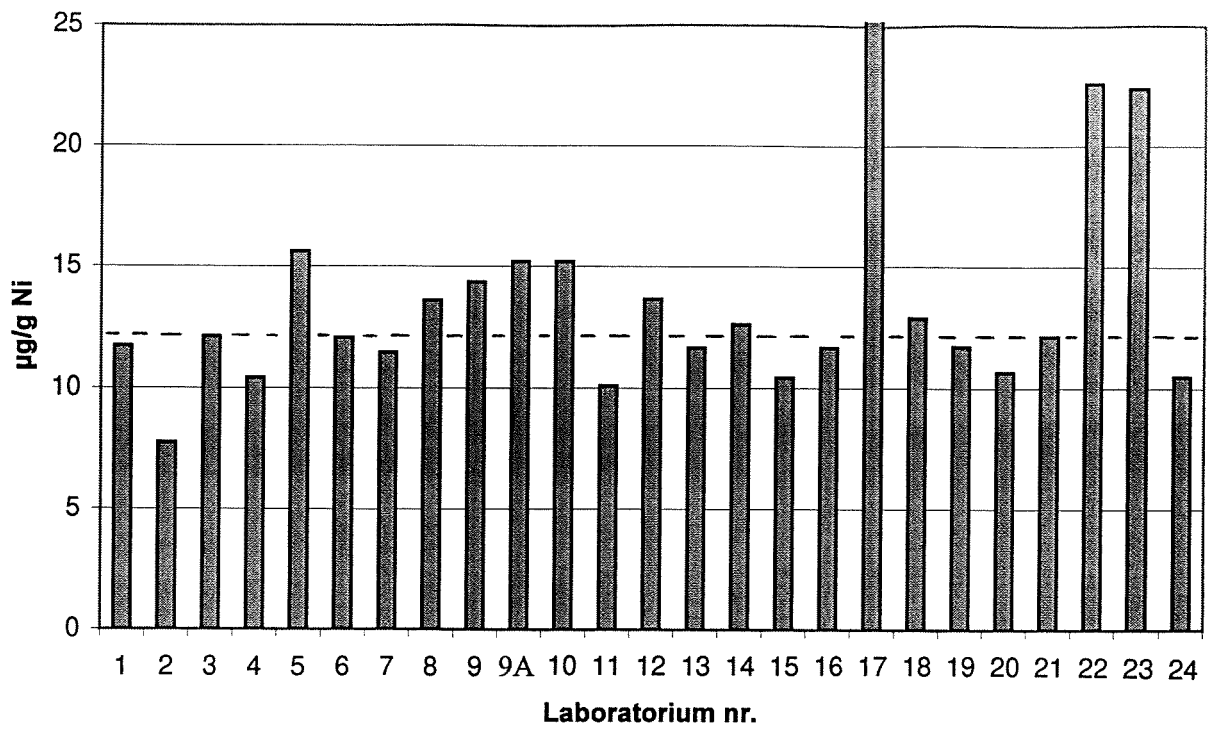
Figur 5C. Laboratoriernes resultater for kopper i prøve C



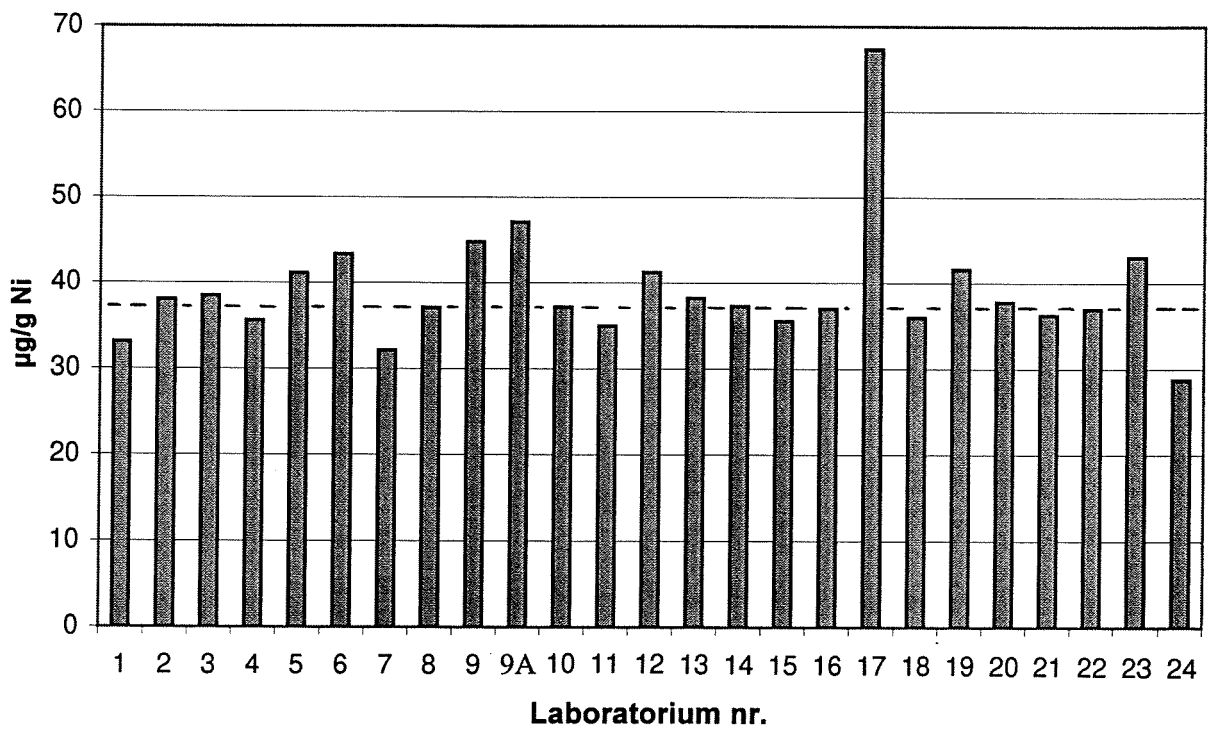
Figur 6A. Laboratoriernes resultater for nikkel i prøve A



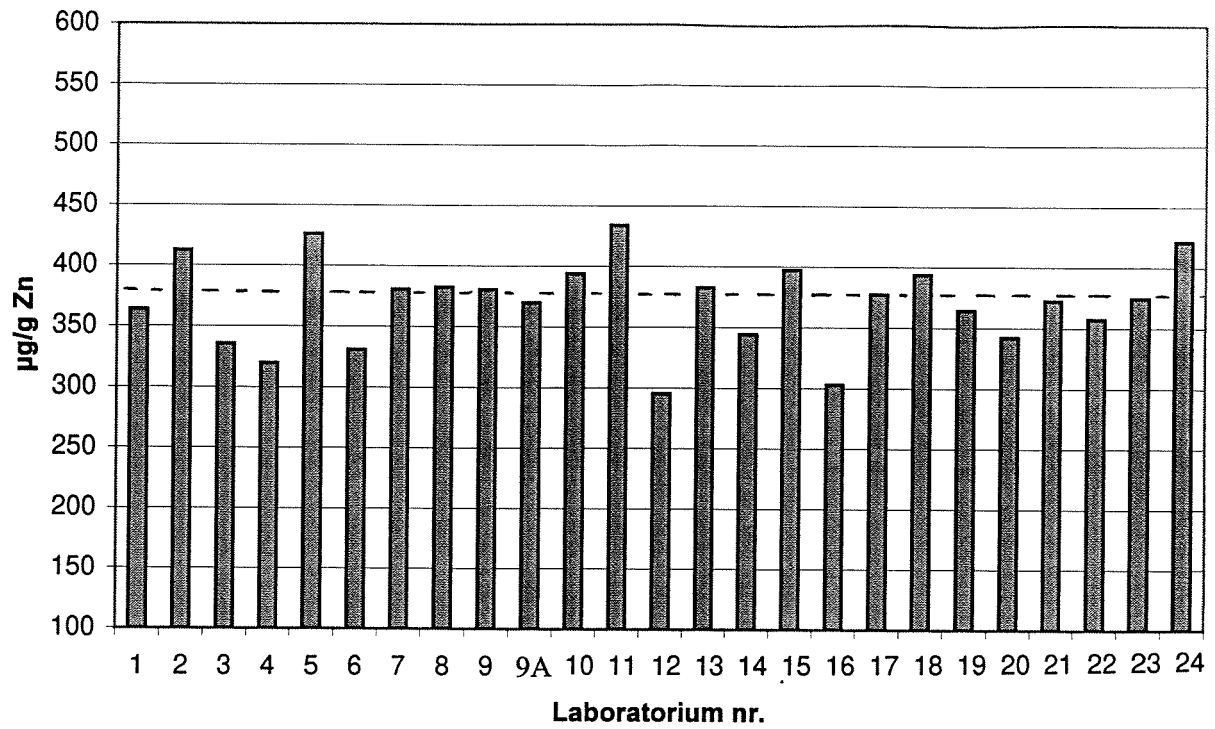
Figur 6B. Laboratoriens resultater for nikkel i prøve B



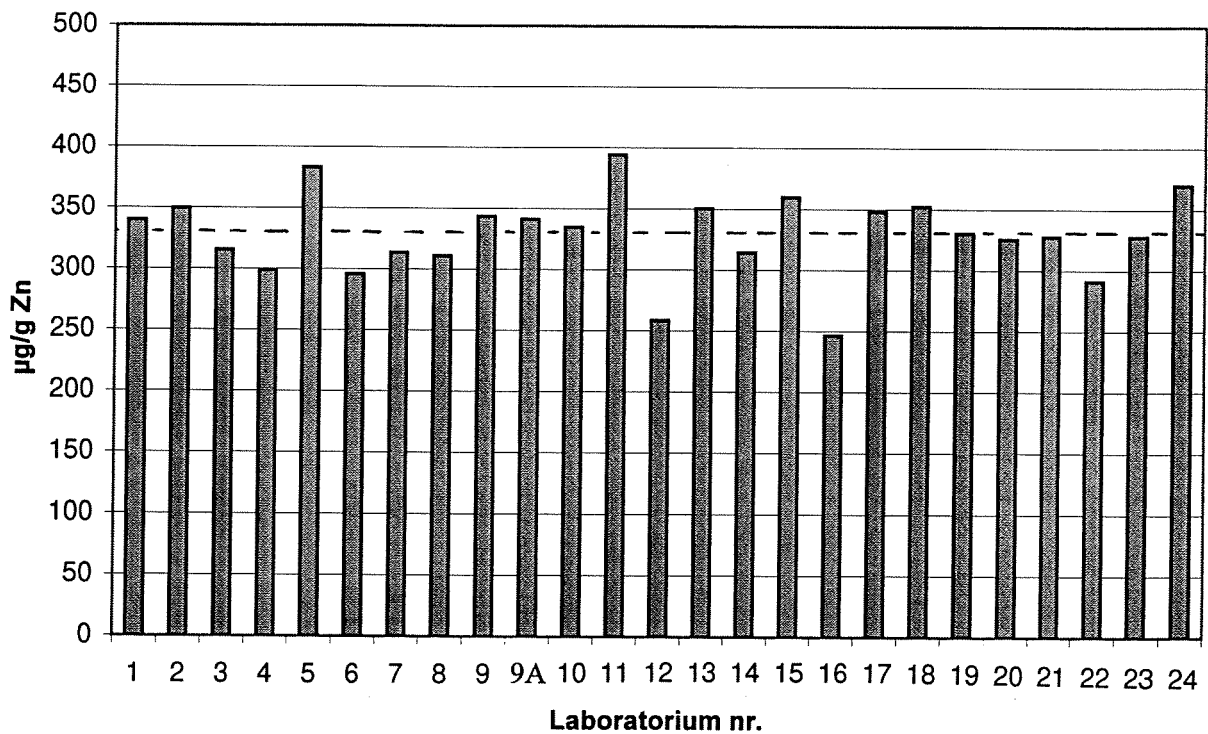
Figur 6C. Laboratoriens resultater for nikkel i prøve C



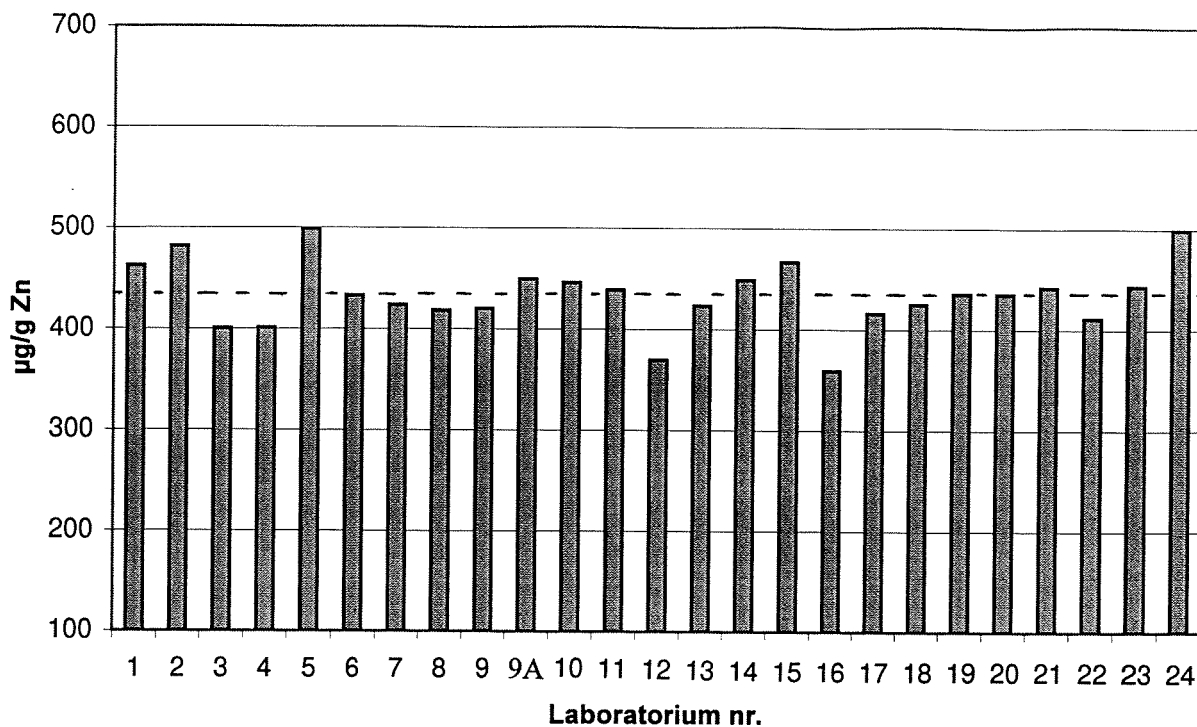
Figur 7A. Laboratoriens resultater for sink i prøve A



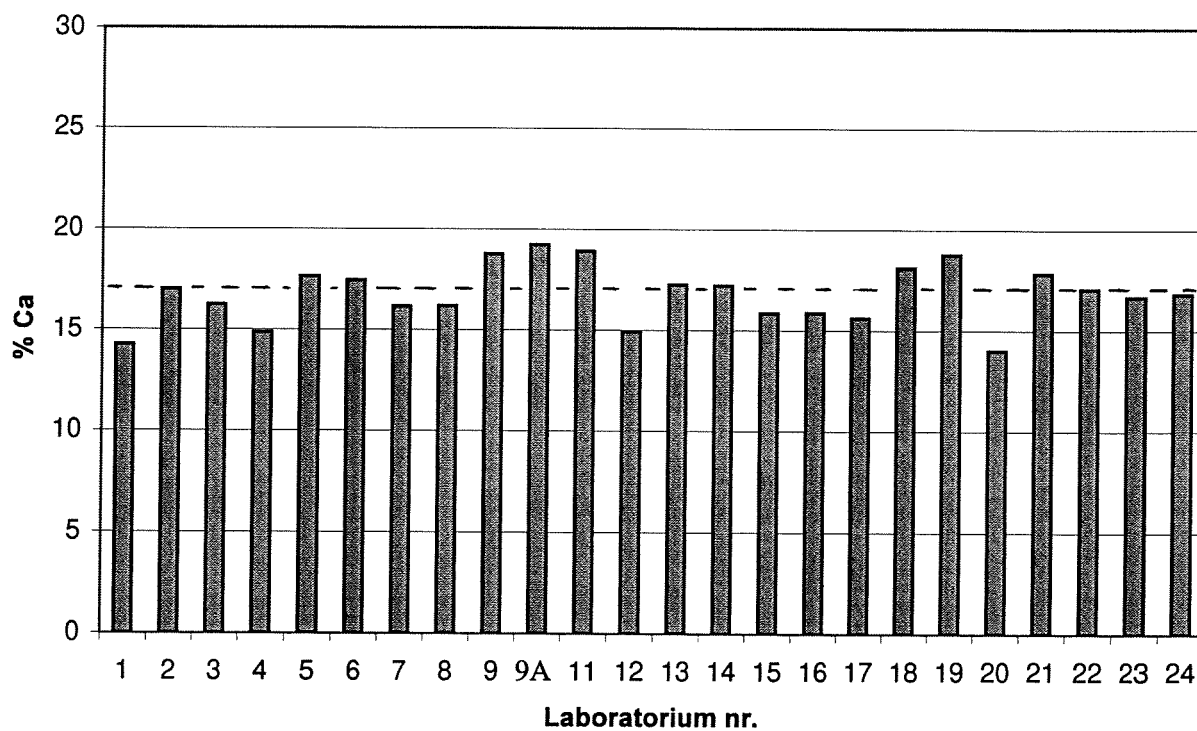
Figur 7B. Laboratoriens resultater for sink i prøve B



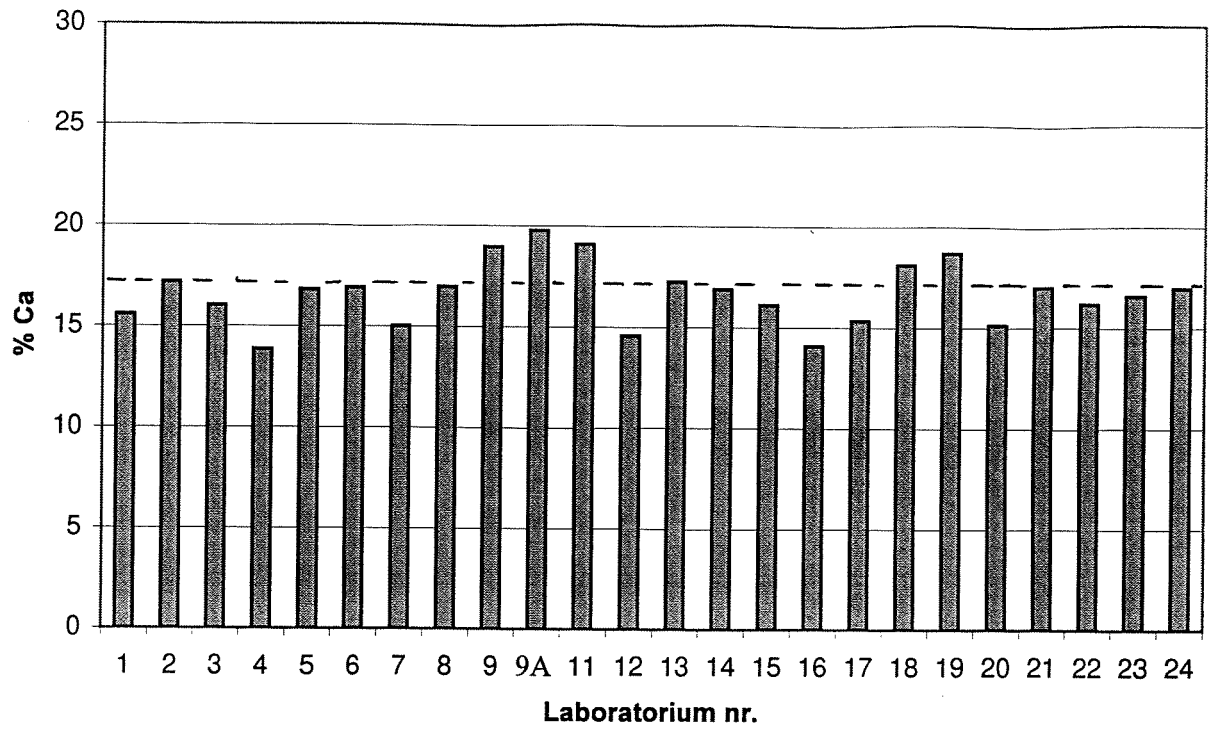
Figur 7C. Laboratoriens resultater for sink i prøve C



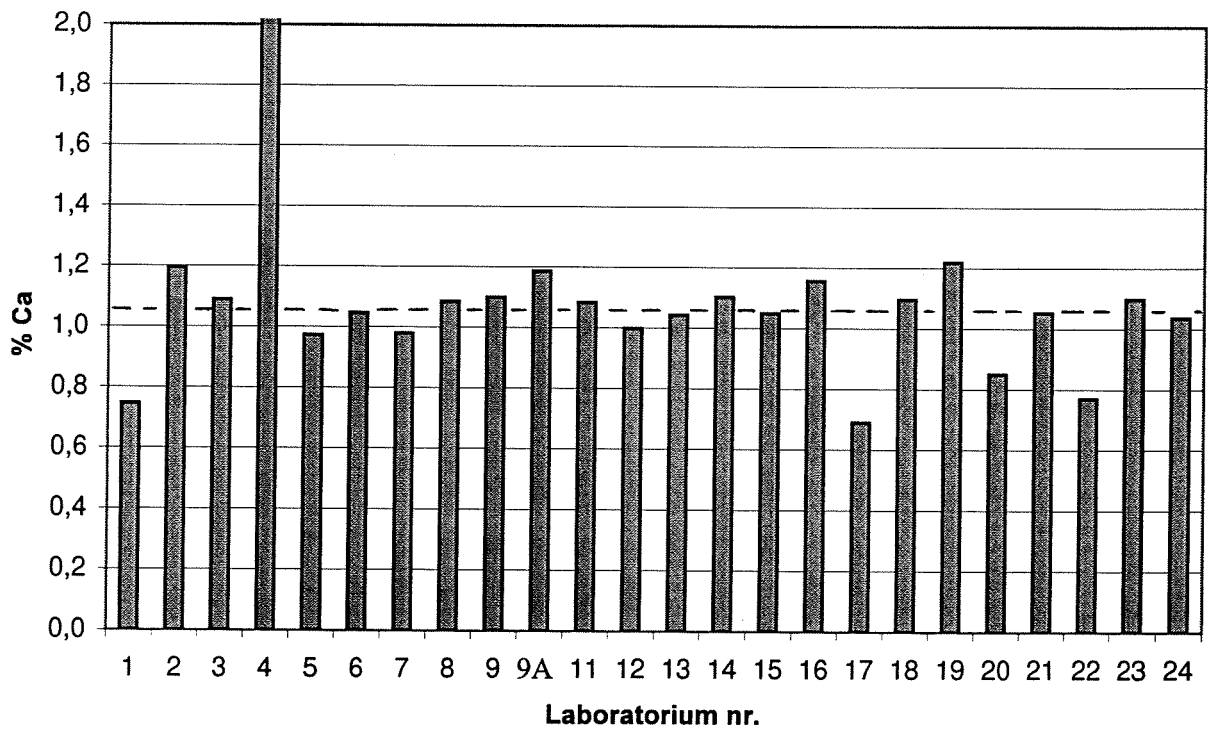
Figur 8A. Laboratoriens resultater for kalsium i prøve A



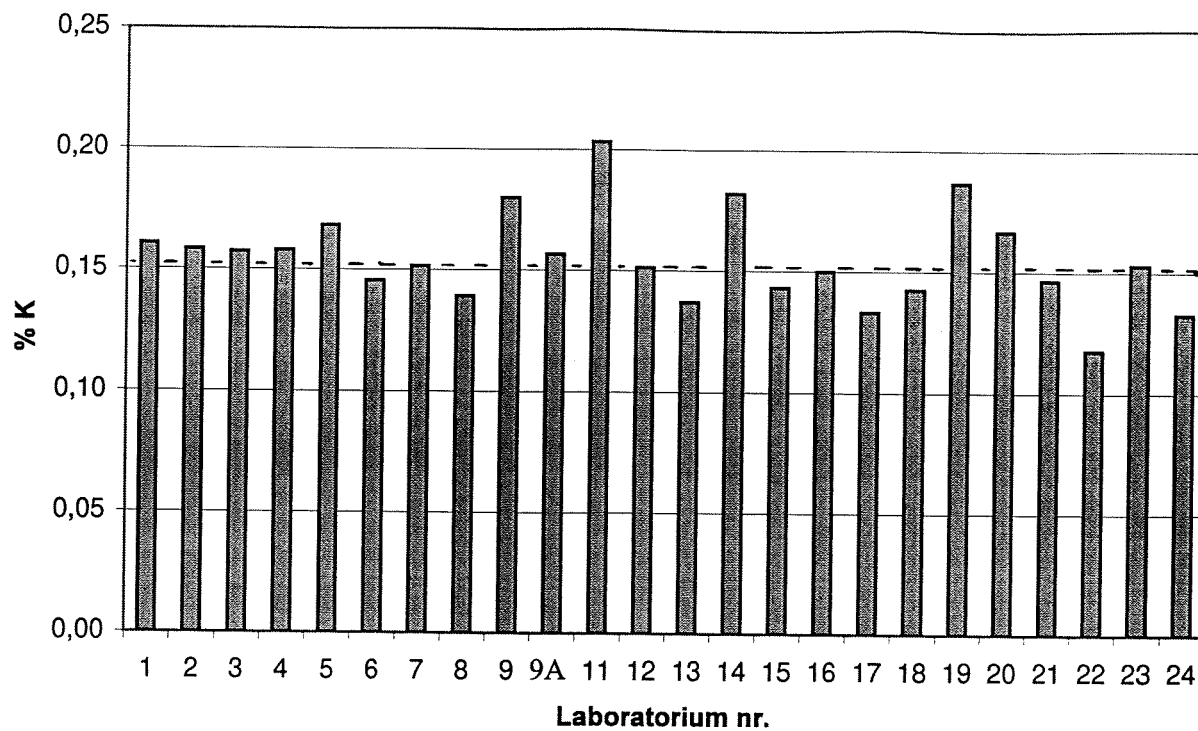
Figur 8B. Laboratoriernes resultater for kalsium i prøve B



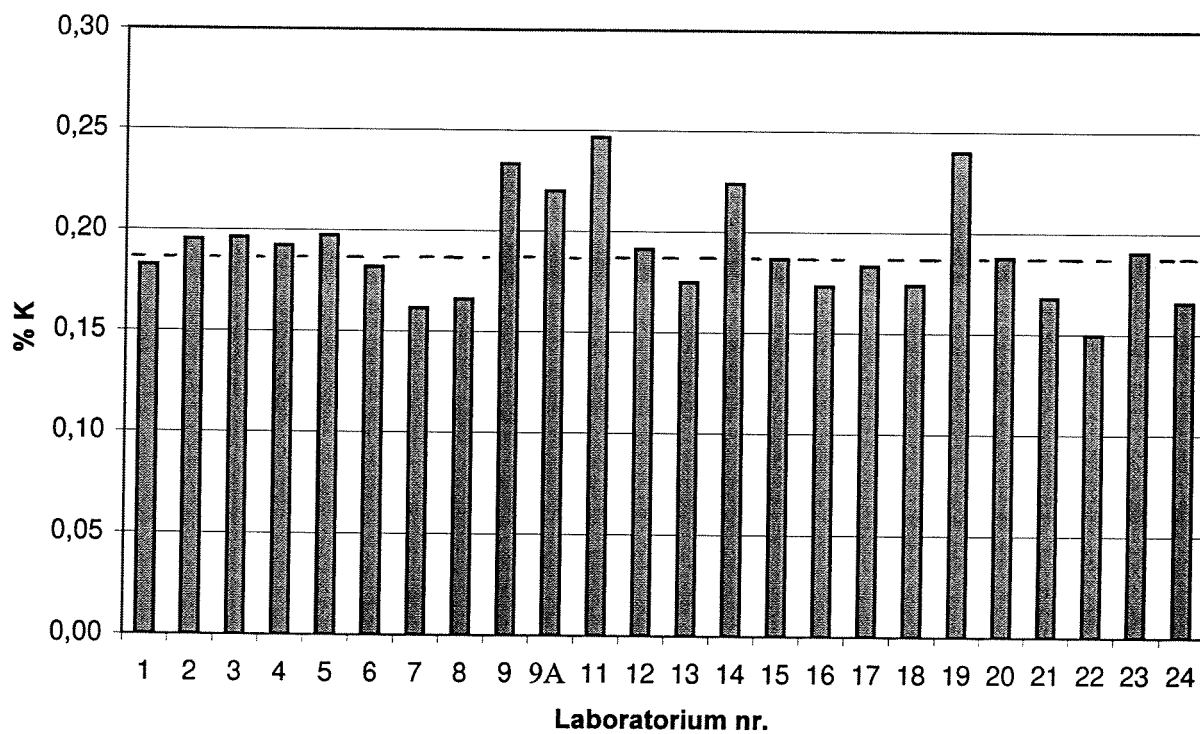
Figur 8C. Laboratoriernes resultater for kalsium i prøve C



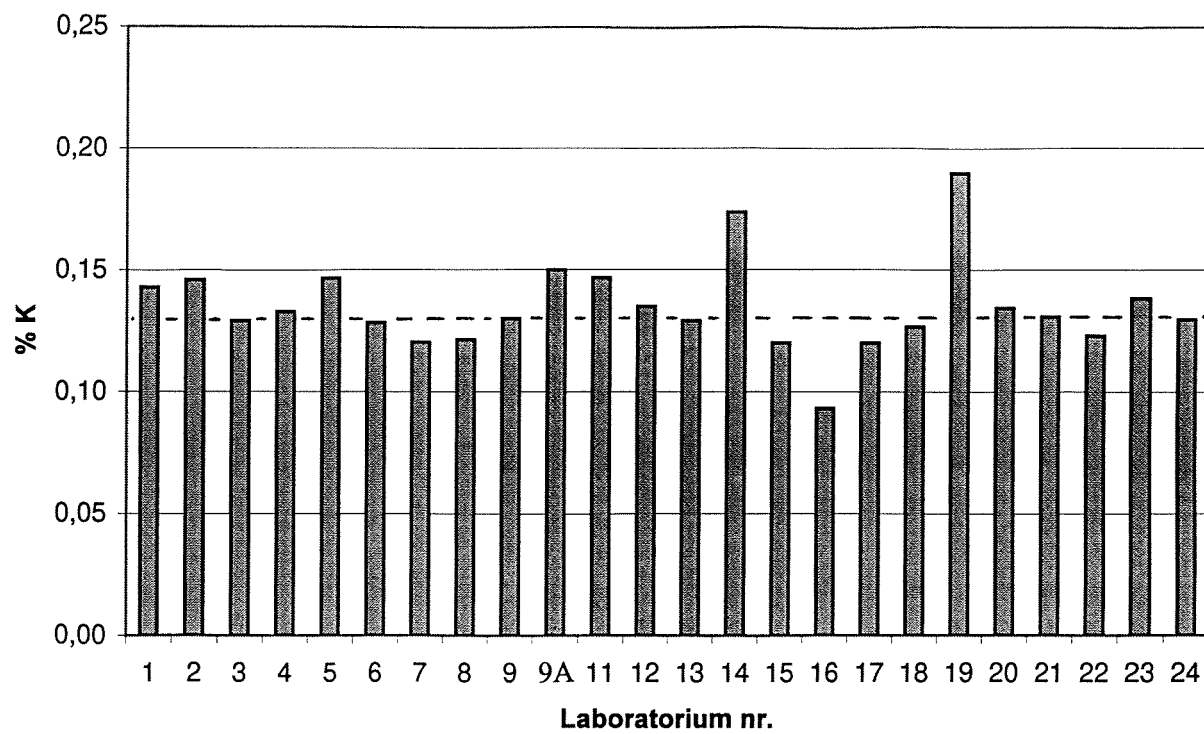
Figur 9A. Laboratoriens resultater for kalium i prøve A



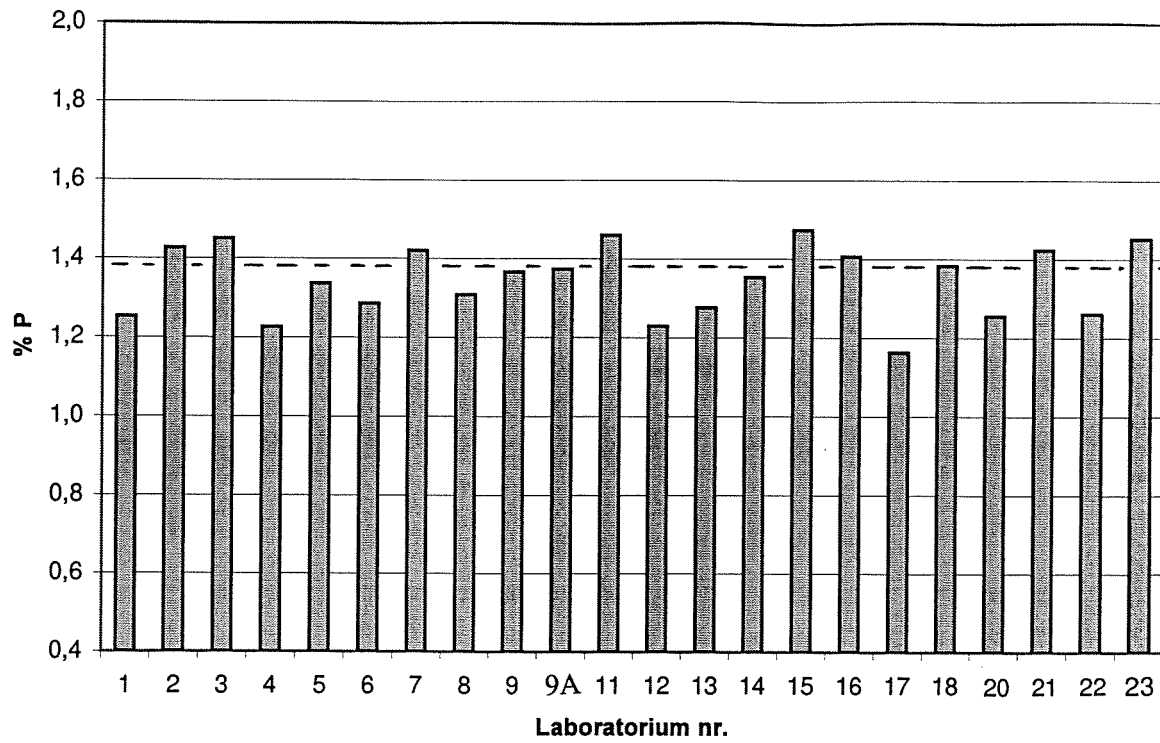
Figur 9B. Laboratoriens resultater for kalium i prøve B



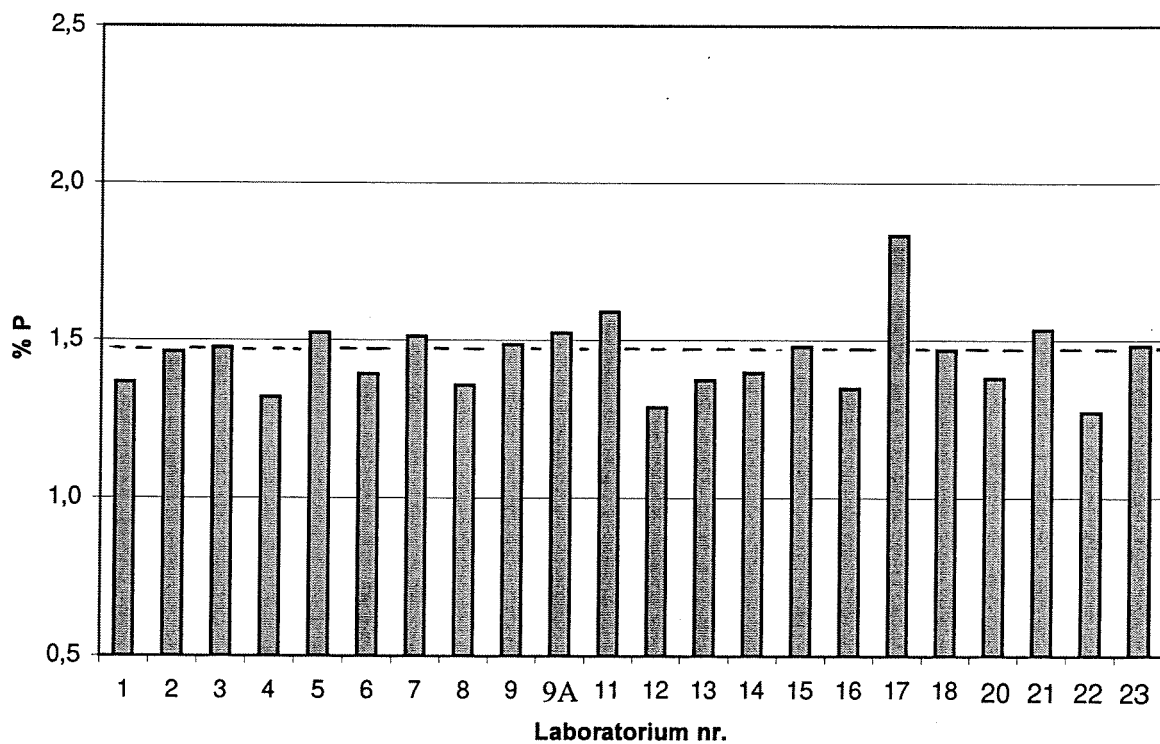
Figur 9C. Laboratoriens resultater for kalium i prøve C



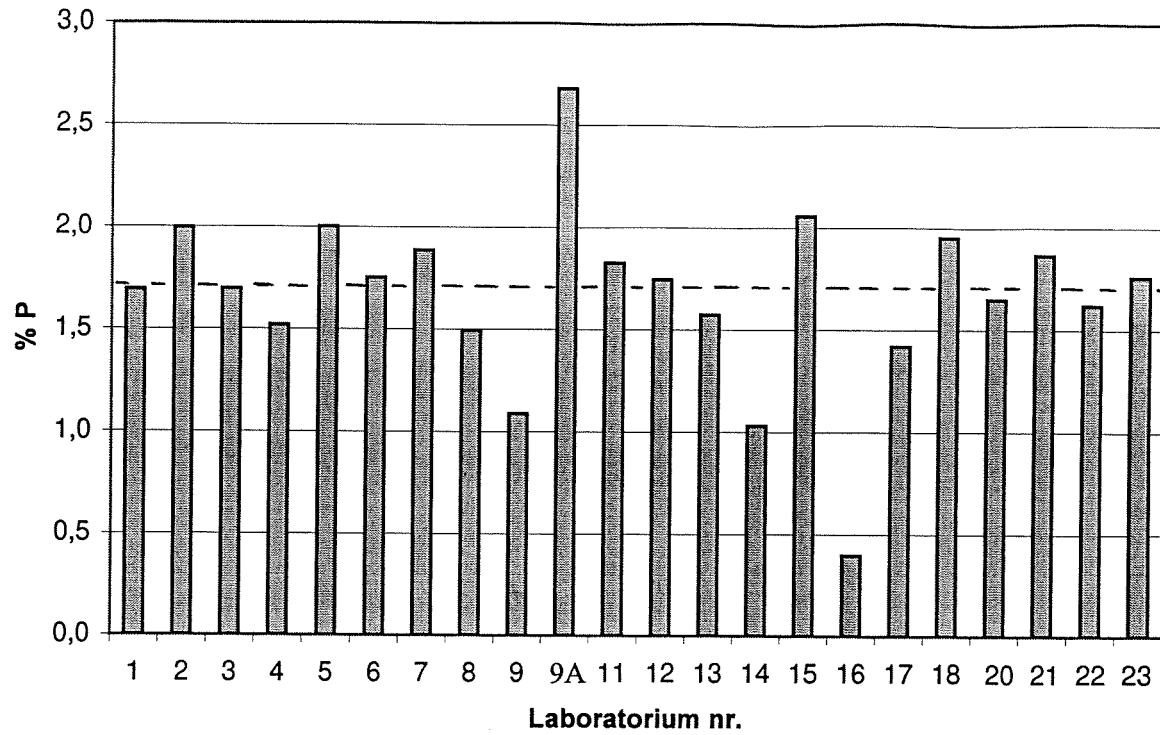
Figur 10A. Laboratoriens resultater for totalfosfor i prøve A



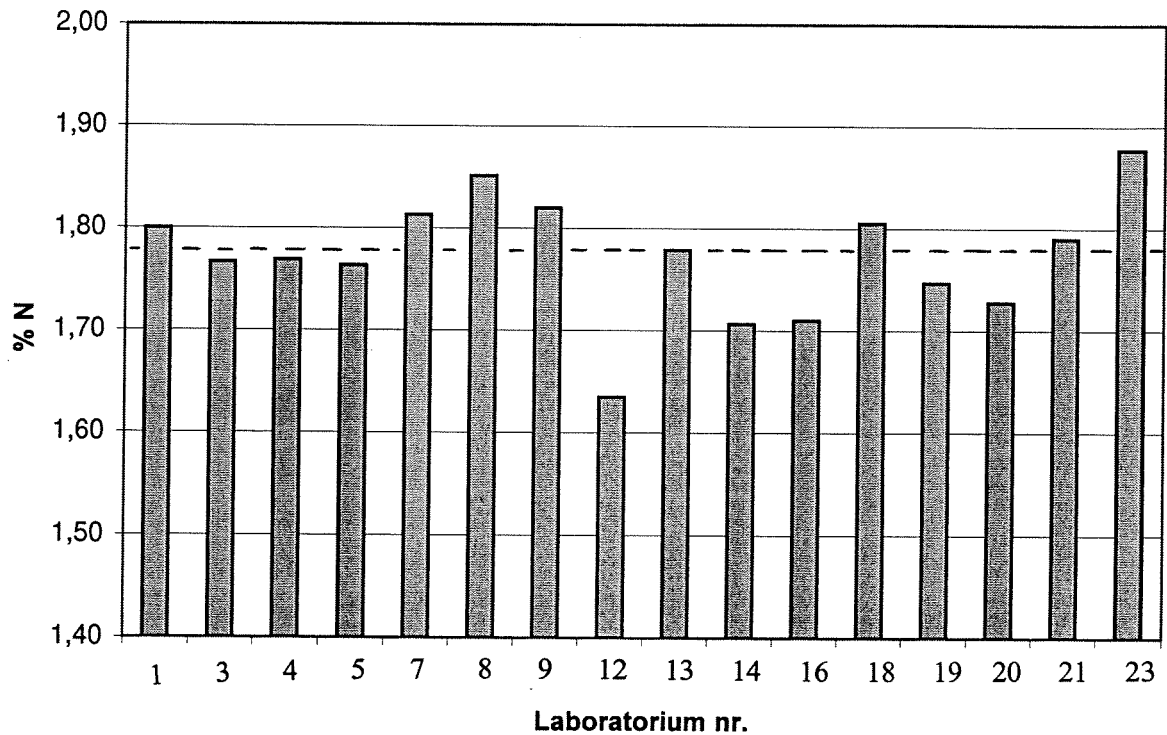
Figur 10 B. Laboratoriens resultater for totalfosfor i prøve B



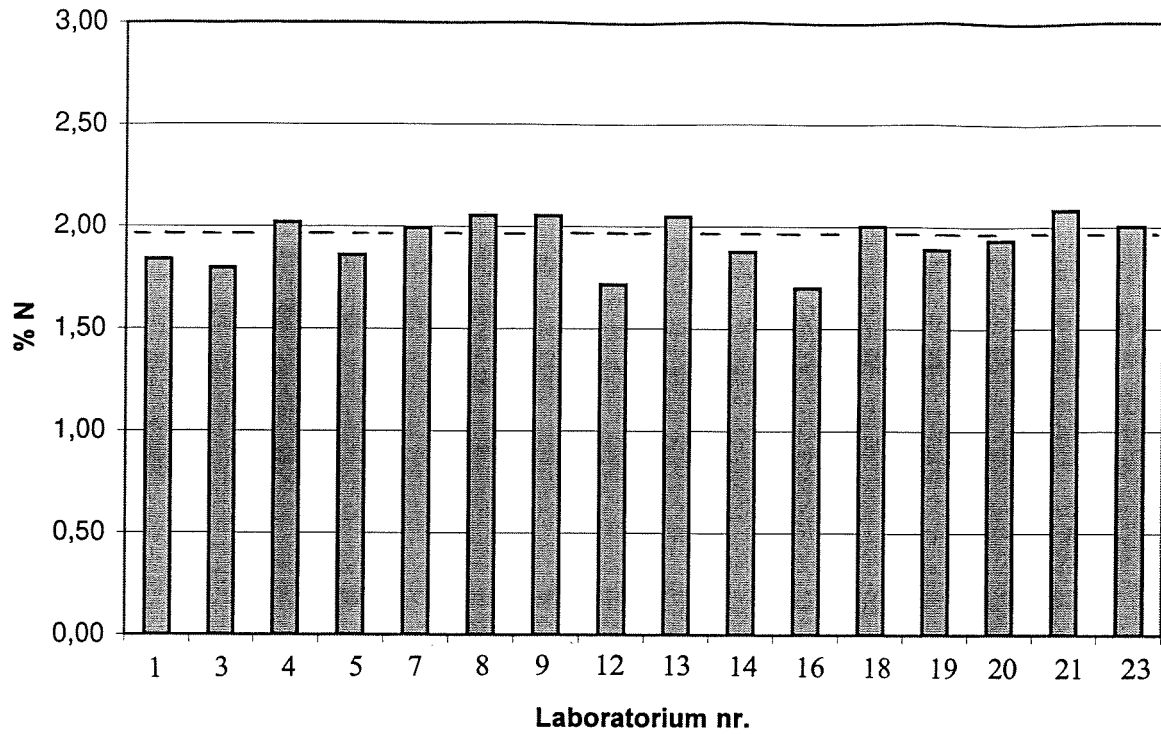
Figur 10C. Laboratoriernes resultater for totalfosfor i prøve C



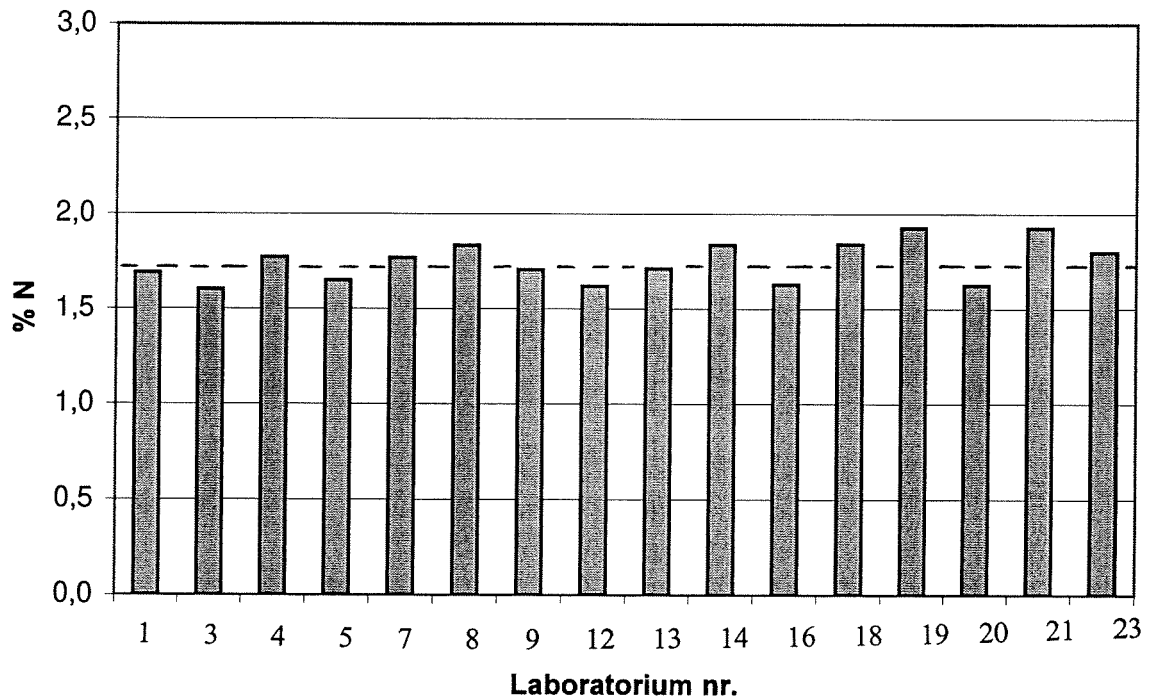
Figur 11A. laboratoriernes resultater for nitrogen i prøve A



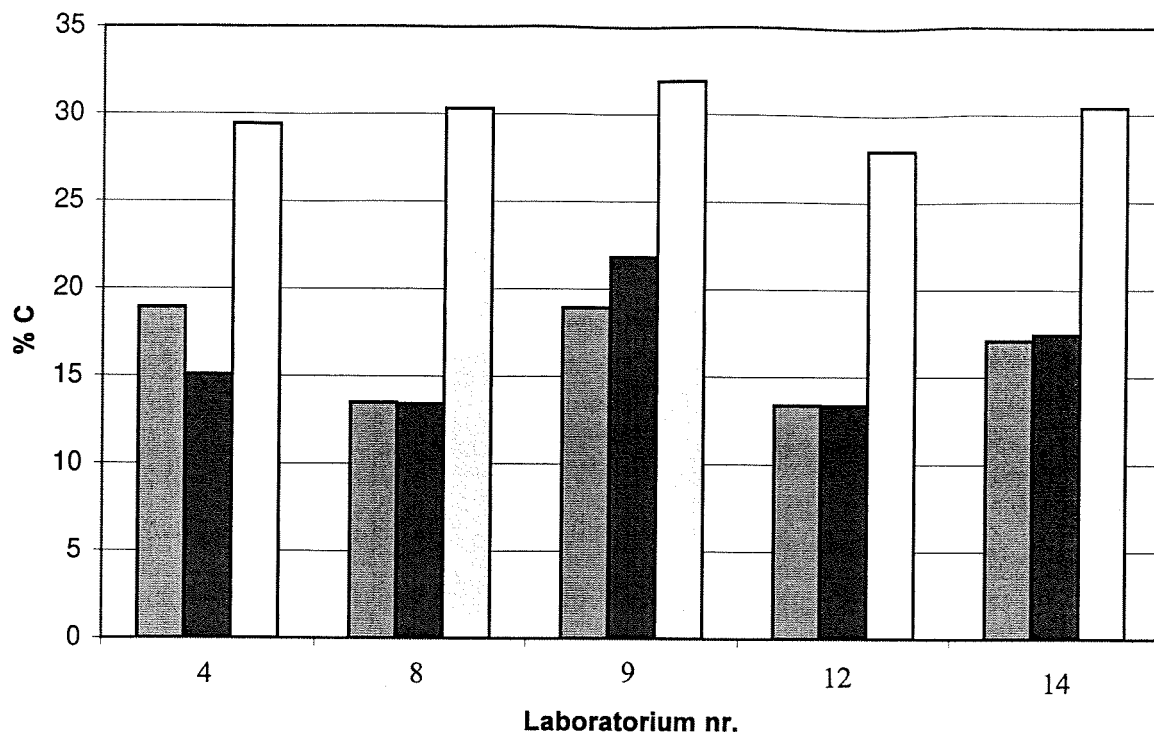
Figur 11B. Laboratoriernes resultater for nitrogen i prøve B



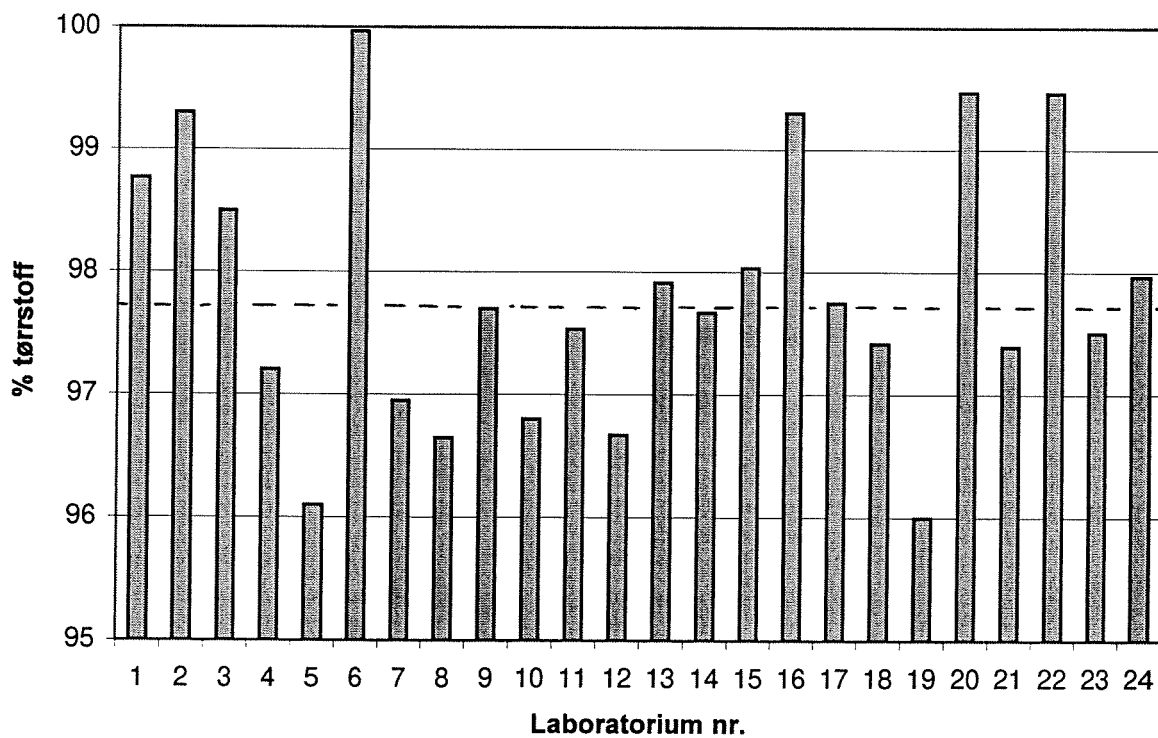
Figur 11C. Laboratoriernes resultater for nitrogen i prøve C



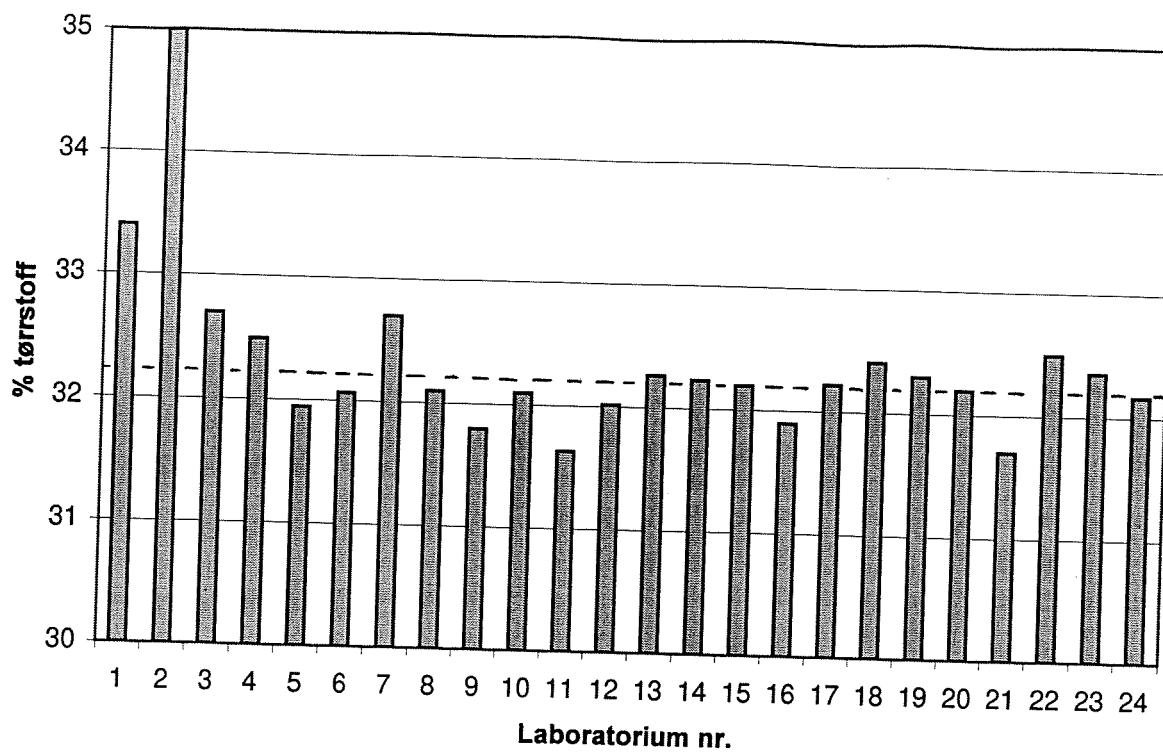
Figur 12. Laboratoriernes resultater for TOC i alle tre prøvene



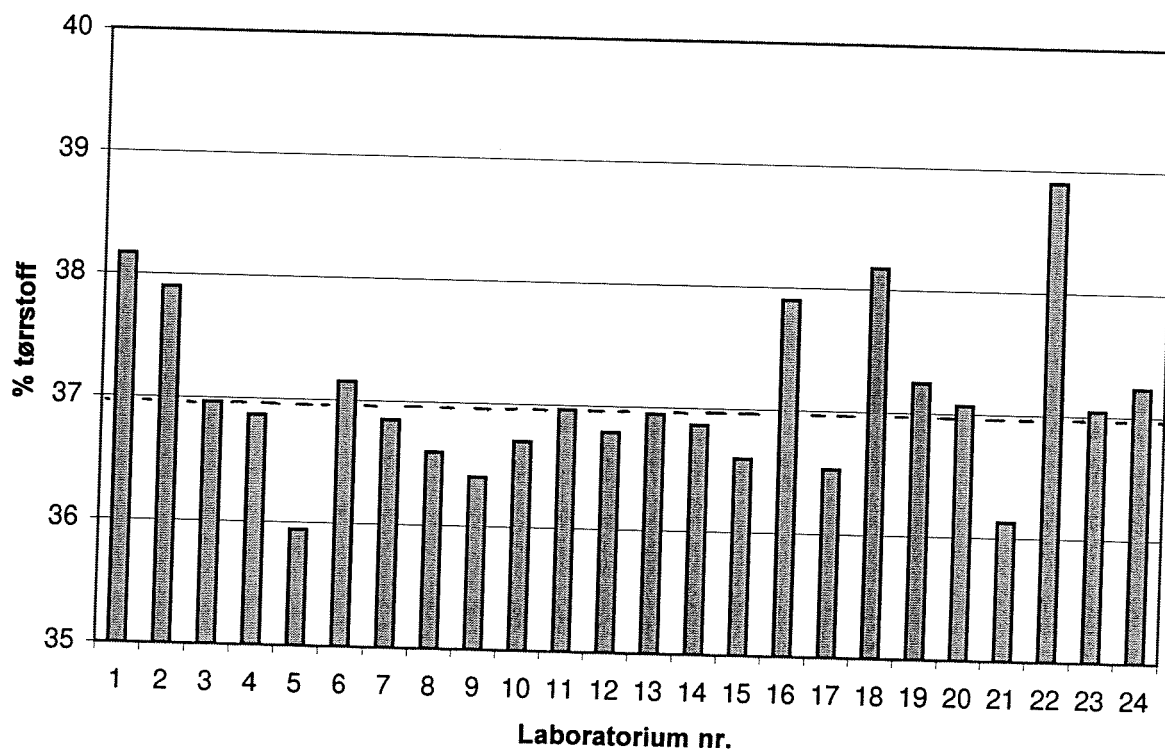
Figur 13A. Laboratoriernes resultater for tørrstoff i prøve A



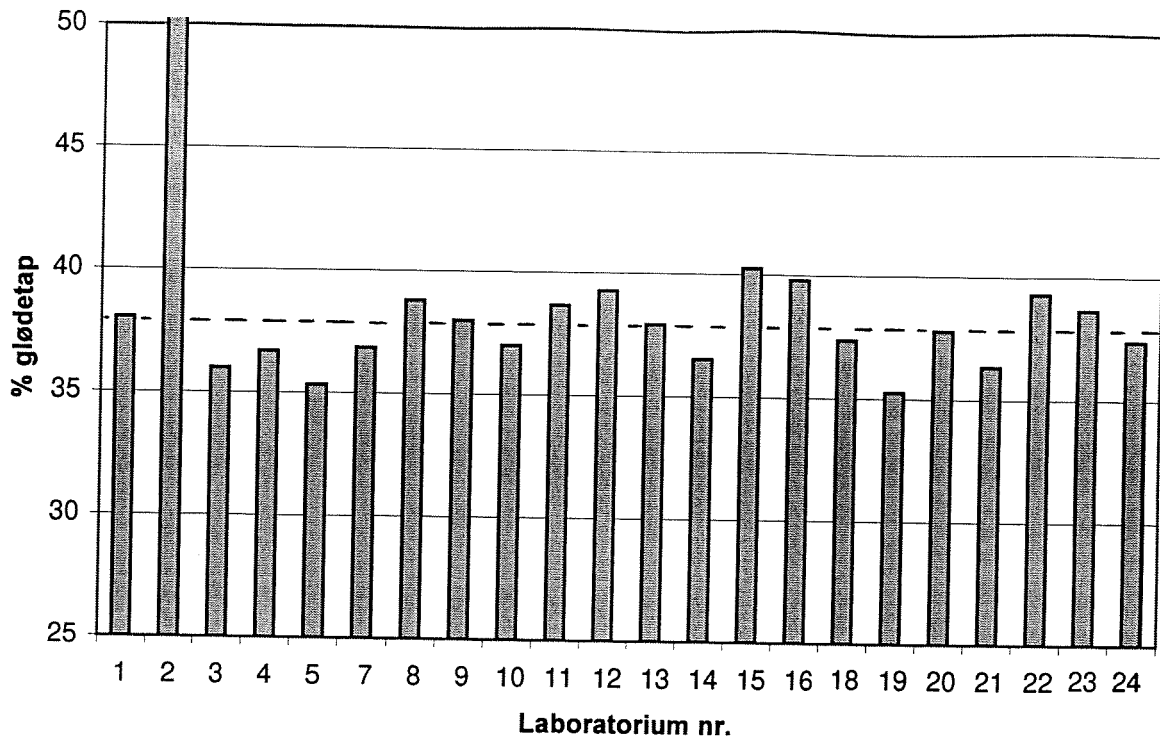
Figur 13B. Laboratoriernes resultater for tørrstoff i prøve B



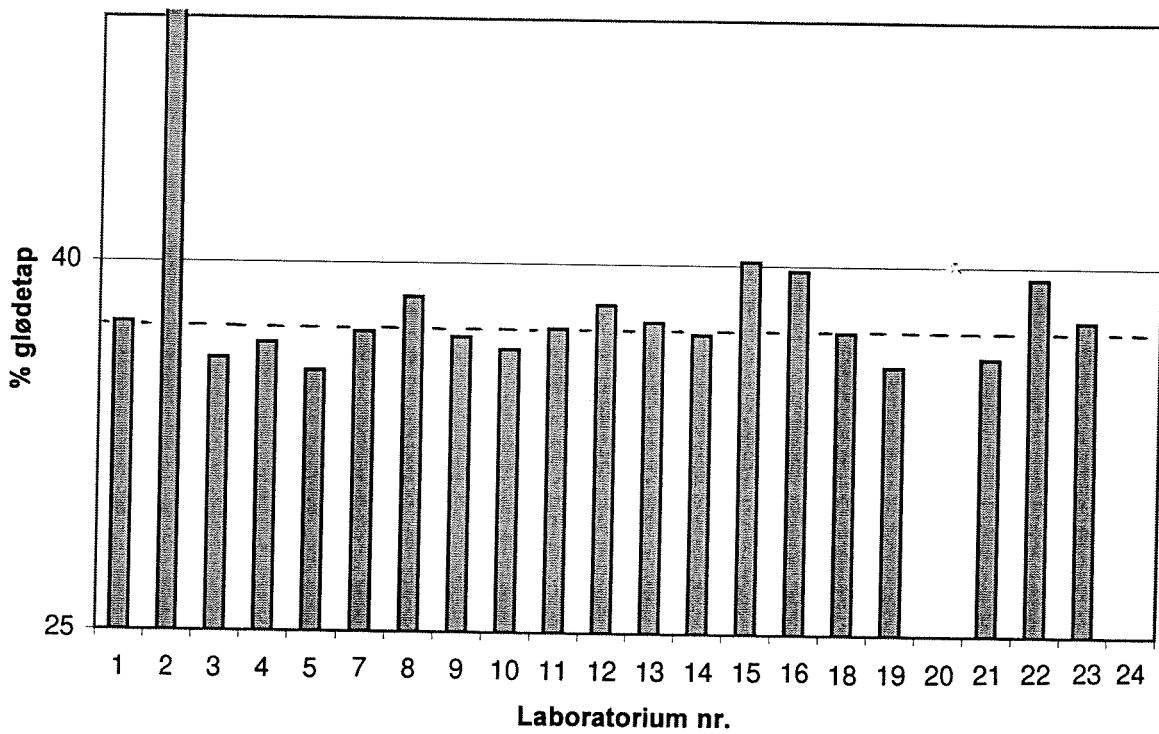
Figur 13C. Laboratoriernes resultater for tørrstoff i prøve C



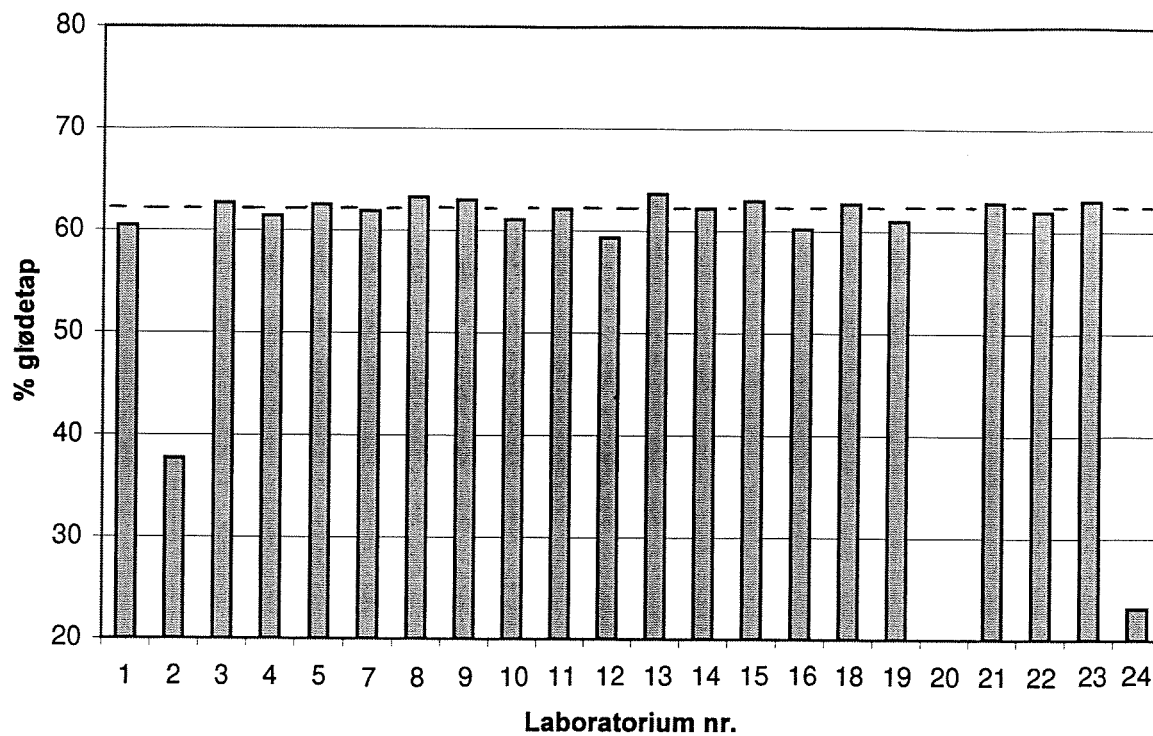
Figur 14A. Laboratoriernes resultater for glødetap i prøve A



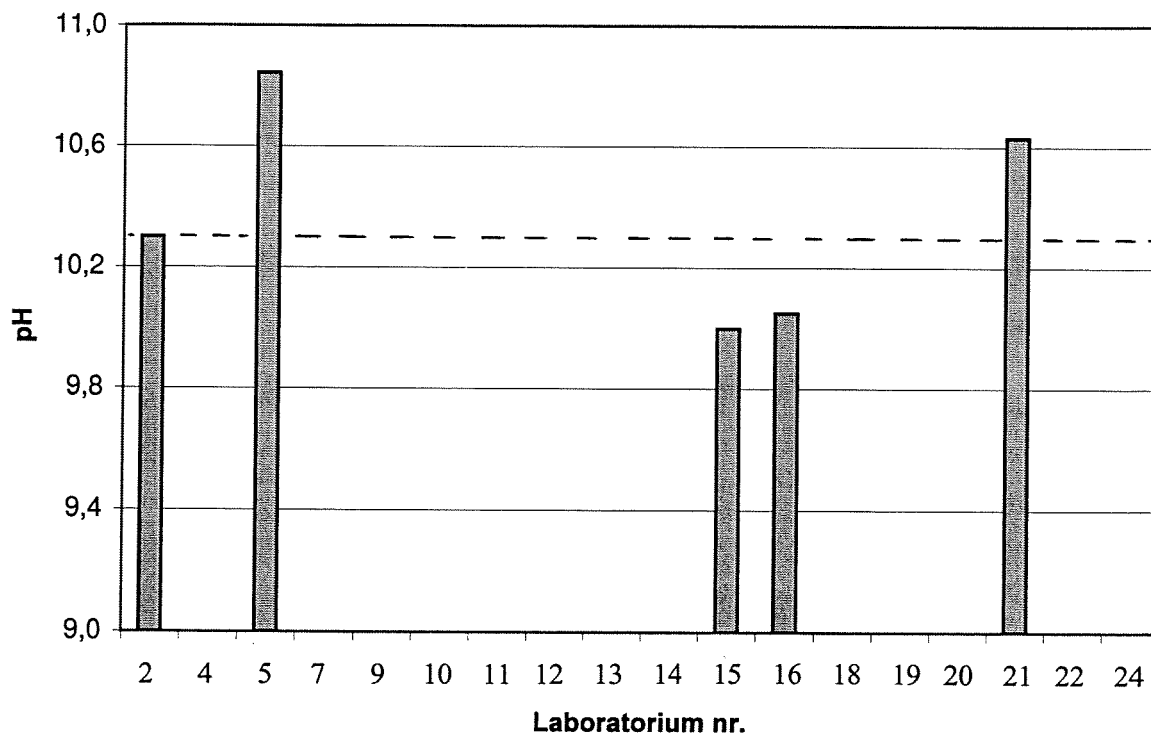
Figur 14B. Laboratoriernes resultater for glødetap i prøve B



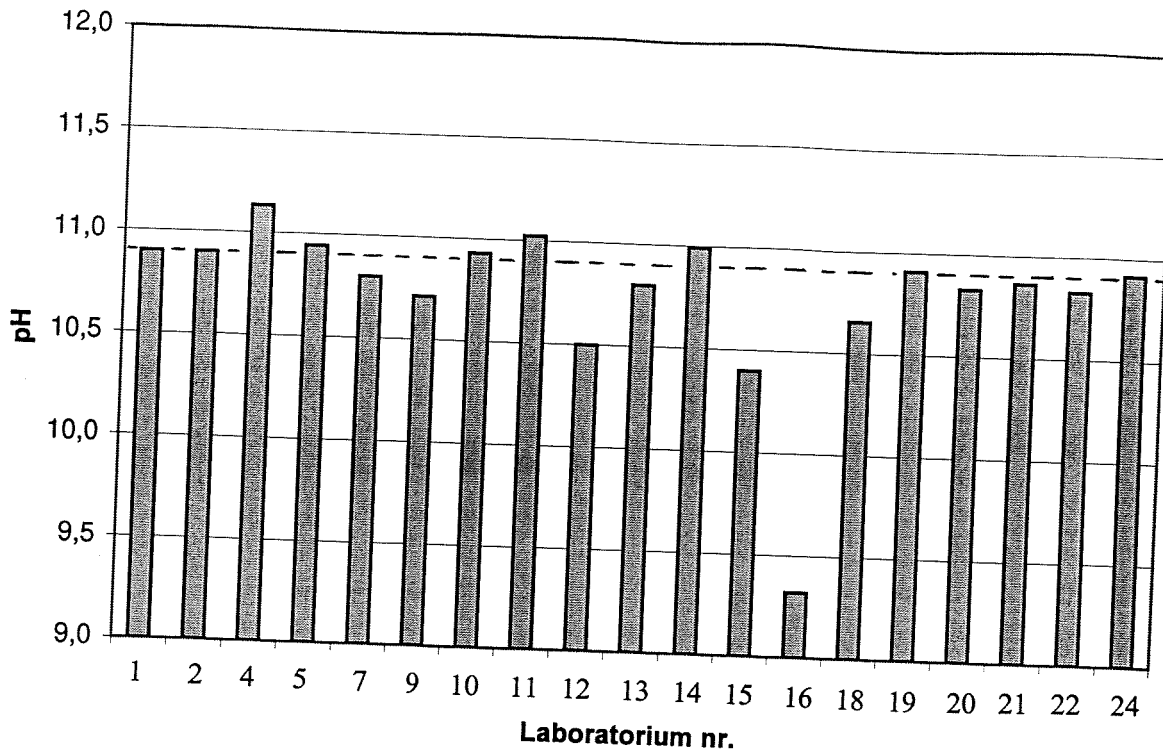
Figur 14C. Laboratoriernes resultater for glødetap i prøve C



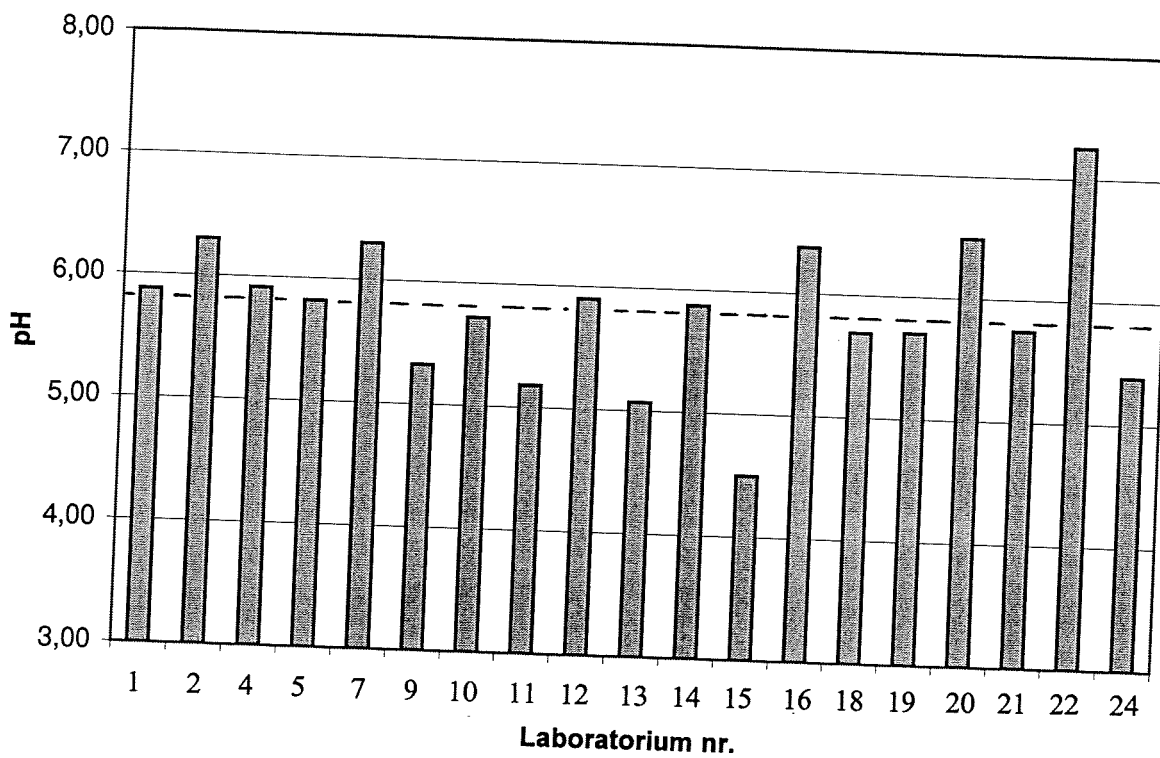
Figur 15A. Laboratoriernes resultater for pH



Figur 15B. Laboratoriens resultater for pH i prøve B



Figur 15C. Laboratoriens resultater for pH i prøve C



3.10 Totalfosfor

Laboratoriens enkeltresultater er gjengitt i Tabell 15, mens de enkelte laboratoriers middelveier er framstilt grafisk i figur 10. 23 laboratorier rapporterte resultater for totalfosfor, og alle middelveier ble bedømt som akseptable for den tørkede og homogeniserte prøven (A), mens andel akseptable resultater i prøvene B og C var henholdsvis 95 og 83 %. En større andel avvikende resultater for prøve C kan muligens indikere at det komposterte slammet er noe mer inhomogent enn de to andre prøvene.

3.11 Nitrogen

Laboratoriens enkeltresultater er gjengitt i Tabell 16, mens de enkelte laboratoriers middelveier er framstilt grafisk i figur 11. For bestemmelsen av nitrogen ble det mottatt 16 resultatsett for alle tre prøvene. De fleste laboratoriene benyttet Kjeldahl-metoden til denne bestemmelsen, mens ett laboratorium benyttet oppslutning med svovelsyre/salpetersyre i blanding, og ett laboratorium benyttet høytemperatur forbrenning i elementanalysator. Alle middelveier lå innenfor den generelle akseptansegrensen på $\pm 20\%$, og det er ingen signifikant forskjell mellom de metodene som er benyttet til denne bestemmelsen

3.12 Totalt organisk karbon

Laboratoriens enkeltresultater er gjengitt i Tabell 17. I figur 12 er resultatet for de tre prøvene plassert ved siden av hverandre for hver enkelt laboratorium. Bare fem laboratorier rapporterte resultater for denne analysevariabelen. Det er ingen vesentlig forskjell mellom laboratorier som benyttet ulike metoder ved bestemmelsen. To laboratorier bestemte karboninnholdet ved høytemperatur forbrenning i elementanalysator, mens de tre andre benyttet TOC-analysator, blant annet ved hjelp av båtteknikk.

3.13 Totalt tørrstoffinnhold

Laboratoriens enkeltresultater er gjengitt i Tabell 18, mens de enkelte laboratoriers middelveier er framstilt grafisk i figur 13. Det ble mottatt resultater for totalt tørrstoffinnhold fra ialt 24 laboratorier. Det er noe varierende resultater hos noen av laboratoriene, og dette vil være med å påvirke resultatet fra de andre bestemmelsene som er gjennomført for prøvene, fordi resultatet beregnes i forhold til innholdet av tørrstoff.

3.14 Glødetap

Laboratoriens enkeltresultater er gjengitt i Tabell 19, mens de enkelte laboratoriers middelveier er framstilt grafisk i figur 14. 24 laboratorier bestemte glødetapet i prøvene. Ett laboratorium har åpenbart rapportert gløderesten istedenfor glødetapet for alle tre prøvene, og får derfor sterkt avvikende resultater.

3.15 pH i vannuttrekk

Laboratoriens enkeltresultater er gjengitt i Tabell 20, mens de enkelte laboratoriers middelveier er framstilt grafisk i figur 15. 19 laboratorier rapporterte pH for et vannuttrekk av slamprøvene. Fem av laboratoriene rapporterte pH også for den tørkede og knuste prøven, selv om dette ikke var forutsatt. Det er svært få laboratorier som har gitt opplysninger om framgangsmåten ved tillaging av vannuttrekkene, slik at det er vanskelig å vurdere årsaken til enkelte avvikende resultater. De fleste har sannsynligvis rystet ut 10 slam i vann til 100 ml, mens noen har fulgt standarden NS-EN 12176, hvor 5 g slam rystes ut til 100 g suspensjon. Ulikheter i forbehandlingen kan være årsaken til enkelte sterkt avvikende resultater.

4. Vurdering av resultatene

En vurdering av om et analyseresultat er akseptabelt eller ikke, er avhengig av hva det skal brukes til. Ved fastsettelse av akseptansegrensene ved denne prøvningssammenligningen har vi valgt å bruke de generelle krav til den totale feil som anvendes internasjonalt: $\pm 20\%$ av medianverdien av de innsendte resultater. Til denne vurderingen har vi brukt medianverdien av de innsendte resultater som et uttrykk for den "sanne" verdi. Men siden vi strengt tatt ikke kjenner den sanne verdi, vet vi ikke i hvor "riktige" resultatene er. Det vi finner et uttrykk for ved denne vurderingen er hvor sammenlignbare er deltakernes resultater. Benyttes en metode som avviker fra de andre laboratoriene, kan man risikere at resultatet blir bedømt som ikke akseptabelt fordi denne metoden gir resultater som er systematisk forskjellig fra en annen metode (f.eks. ved bestemmelse av metaller etter totaloppslutning med flussyre, sett i forhold til oppslutning med 7 mol/l salpetersyre).

Til denne vurdering av resultatene ved denne ringtesten er det beregnet en Z-faktor (se side 8), og Z-verdier mindre eller lik 2 bedømmes som akseptable. En Z-verdi lik 2 tilsvarer en feil på $\pm 20\%$. Når Z-verdien er mindre eller lik 1, anses resultatet som meget bra. Hvis Z-verdien er større enn 2, bedømmes resultatet som uakseptabelt. Av Tabell 2 og 3 fremgår hvilke laboratoriers resultater som er akseptable i henhold til dette kriteriet.

Det er ingen analysemetode som skiller seg spesielt ut fra de andre når det gjelder andelen akseptable resultater blant de deltakende laboratorier, forutsatt at konsentrasjonen er høy nok til at metoden kan anvendes direkte. Ved lave konsentrasjoner må man som en generell regel ha muligheten for å velge en tilstrekkelig følsom metode til selve sluttbestemmelsen. Ved kontrollanalyse av kommunalt avløps slam burde ikke dette representere noe stort problem, for de fleste laboratorier vil kontroll av kontaminering og korreksjon for mulige interferenser være mer vesentlig for kvaliteten av analyseresultatene.

Interessant i denne sammenheng er resultatene fra laboratorium nr. 9, som har foretatt oppslutning av slamprøvene etter to ulike metoder. Av tabell 2 framgår det at oppslutning med kongevann, eller med konsentrert salpetersyre og hydrogenperoksid, ikke gir vesentlig forskjell i andel akseptable resultater. Dette ene tilfellet kan ikke tillegges altfor stor vekt da de aller fleste av deltakerne har fulgt Norsk Standard ved bestemmelsen, og det er tross alt

Tabell 2. Evaluering av laboratorienes resultater ved analyse av slamprøvene. Oversikt over laboratorienes Z-faktor, beregnet ved sammenligning med medianverdien.

Lab. nr.	Hg A	Hg B	Hg C	Cd A	Cd B	Cd C	Pb A	Pb B	Pb C	Cr A	Cr B	Cr C	Cu A	Cu B	Cu C
1				3,6	3,5	11,5	1,9	1,7	0,4	1,6	1,0	3,2	0,0	0,4	0,5
2				8,8	7,3				5,9	4,2	2,3	2,3	0,6	0,4	0,0
3	0,3	4,9	2,7	0,9	1,2	1,3	0,1	0,4	0,1	1,2	1,3	0,7	0,1	1,9	0,0
4	0,5	1,4	2,7	1,0	1,3	0,1	2,0	1,6	1,1	1,8	2,0	0,0	1,1	0,7	0,4
5				4,1	2,6	4,9	0,7	0,0	0,5	1,0	0,1	0,0	1,0	10,0	1,2
6	0,0	0,6	0,0	0,8	0,0	1,1	0,8	0,6	0,5	2,4	1,9	1,3	0,6	0,5	2,9
7	0,6	0,8	1,7	1,9	0,2	1,9	2,5	0,1	1,1	1,5	0,7	0,7	1,0	1,1	0,2
8				0,6	0,1	0,1	0,7	0,2	0,9	10,1	10,0	0,6	0,8	0,0	0,4
9	0,0	0,5	0,2	1,2	1,4		1,1	0,7	3,0	0,9	0,5	0,3	0,2	0,9	4,6
9A	0,4	0,0	0,1	0,0	2,5		1,0	1,0	4,2	0,9	1,1	1,9	0,3	1,0	6,6
10	0,9	1,5	3,4	3,5	5,0	1,7	0,5	0,9	0,6	0,8	0,0	1,4	0,0	1,2	0,7
11	0,8	2,6	2,2	0,0	1,0	0,3	1,8	0,9	0,1	1,6	0,9	0,6	0,7	18,0	0,3
12	3,0	3,0	1,5	0,3	0,1	0,9	0,2	1,8	0,7	2,2	1,0	0,7	0,8	0,7	0,5
13	0,7	0,0	0,0	1,3	3,2	2,5	0,1	0,8	1,1	1,1	1,2	1,4	1,4	1,4	0,1
14	0,4	0,3	1,0	0,5	1,3	0,6	0,2	0,0	0,0	12,3	18,0	1,5	0,8	1,2	4,0
15	3,8	2,0	4,5	0,1	0,2	5,1	1,2	1,4	0,7	1,4	0,7	3,4	0,4	0,1	0,4
16	1,2	0,6	1,5	0,2	0,0	0,3	0,4	2,1	0,2	0,6	1,4	0,6	0,0	1,5	0,5
17															
18	0,0	0,7	0,7	1,9	1,5	1,5	1,9	1,6	0,9	0,9	1,0	0,5	0,6	0,2	0,3
19		1,0	0,7	3,2	2,0	18,2	2,0	1,6	0,3	0,6	0,7	0,2	0,7	0,3	0,4
20	0,5	0,8	3,8	4,5	4,4	3,5	0,7	0,1	0,1	1,6	0,7	1,7	1,5	0,4	0,3
21	1,5	0,4	1,2	1,2	0,6	0,6	0,5	0,1	0,6	0,0	0,1	0,9	0,6	0,3	0,0
22	0,7	0,4	2,4	0,1	2,0	2,7	0,3	1,9	0,0	2,8	2,5	0,0	1,0	1,1	0,1
23	1,9	3,4	1,8	9,0	1,2	2,0	2,1	1,5	0,4	0,0	0,3	0,3	0,1	0,0	1,4
24							9,2	10,2	5,1	0,1	0,0	1,9	1,7	1,8	1,8
% aksept.	89	74	63	70	70	65	87	91	83	75	83	88	100	92	84

Fortsetter neste side

Lab. nr.	NiA	NiB	NiC	Zn A	Zn B	Zn C	CaA	CaB	CaC	KA	KB	KC	TOT-PA	TOT-PB	TOT-PC
1	2,4	0,3	1,1	0,3	0,3	0,6	1,6	0,8	2,9	6,0	0,2	1,0	0,8	0,6	0,3
2	2,8	3,6	0,2	1,0	0,6	1,1	0,0	0,2	1,4	0,4	0,4	1,2	0,5	0,0	1,4
3	0,3	0,0	0,3	1,0	0,5	0,8	0,4	0,5	0,4	0,4	0,5	0,1	0,7	0,1	0,3
4	1,9	1,4	0,4	1,5	0,9	0,8	1,2	1,8	79,5	0,4	0,3	0,2	1,0	1,0	1,3
5	1,4	2,9	1,0	1,4	1,6	1,5	0,4	0,0	0,7	1,1	0,6	1,3	0,2	0,4	1,4
6	0,4	0,0	1,6	1,2	1,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,4	0,3	0,1	0,5	0,5	0,0
7	0,0	0,5	1,4	0,2	0,5	0,3	0,4	1,1	0,7	0,0	1,4	0,7	0,4	0,4	0,8
8	2,0	1,3	0,0	0,2	0,6	0,4	0,4	0,1	0,3	0,8	1,1	0,7	0,4	0,7	1,5
9	1,4	1,9	2,0	0,2	0,4	0,3	1,1	1,2	0,5	1,8	2,5	0,0	0,0	0,2	3,8
9A	1,6	2,6	2,6	0,1	0,3	0,3	1,4	1,7	1,3	0,3	1,8	1,5	0,1	0,4	5,3
10	2,3	2,6	0,0	0,5	0,1	0,3									
11	0,5	1,6	0,6	1,6	1,9	0,1	1,2	1,3	0,3	3,4	3,2	1,3	0,7	0,9	0,4
12	0,6	1,3	1,1	2,1	2,2	1,5	1,1	1,3	0,5	0,0	0,2	0,4	1,0	1,2	0,0
13	0,8	0,4	0,3	0,2	0,6	0,3	0,2	0,2	0,1	1,0	2,0	3,4	0,6	0,6	1,0
14	0,4	0,4	0,0	0,8	0,5	0,3	0,2	0,0	6,1	2,0	6,1	5,1	0,0	0,4	4,1
15	1,9	1,4	0,5	0,6	0,9	0,7	0,6	0,4	0,0	0,6	0,0	0,8	0,8	0,1	1,8
16	0,0	0,3	0,1	1,9	2,5	1,7	0,6	1,6	1,0	0,1	0,7	2,8	0,3	0,8	7,7
17	11,1	13,7	8,1	0,1	0,5	0,4	0,8	0,9	3,4	1,2	0,2	0,8	1,4	2,6	1,9
18	0,2	0,7	0,3	0,5	0,7	0,2	0,7	0,7	0,4	0,6	0,7	0,3	0,2	0,1	1,2
19	2,0	0,3	1,2	0,3	0,0	0,0	1,1	1,1	1,6	2,3	2,8	4,6			
20	0,7	1,2	0,1	0,9	0,1	0,0	1,7	1,0	1,9	1,0	0,0	0,3	0,8	0,5	0,6
21	0,9	0,0	0,3	0,1	0,1	0,2	0,5	0,1	0,0	0,4	1,0	0,1	0,5	0,5	0,7
22	9,0	8,7	0,1	0,5	1,2	0,5	0,1	0,4	2,7	2,3	2,0	0,5	0,7	1,3	0,7
23	8,7	8,5	1,5	0,0	0,1	0,2	0,1	0,2	0,5	0,1	0,2	0,6	0,7	0,2	0,1
24	1,1	1,3	2,3	1,2	1,2	1,5	0,1	0,1	0,1	1,3	1,1	0,1			
% aksept.	76	72	88	96	92	100	100	96	79	83	83	88	100	95	83

Fortsetter neste side

Lab. nr.	TOI-NA	TOT-NB	TOT-NC	TOCA	TOCB	TOCC	TTSA	TTSB	TTSC	TGTA	TGTB	TGTC	pHA	pHB	pHC
1	0,1	0,6	0,3				0,1	0,4	0,3	0,1	0,1	0,3		0,0	0,3
2	0,0	0,8	0,8				0,2	0,9	0,3	6,5	5,9	3,9	0,0	0,0	2,0
3	0,0	0,3	0,2				0,1	0,2	0,0	0,5	0,3	0,1	0,0		
4	0,1	0,5	0,5	1,1	0,0	0,3	0,0	0,1	0,0	0,3	0,2	0,1		0,9	0,5
5							0,2	0,1	0,3	0,6	0,5	0,1	2,2	0,2	0,1
6							0,2	0,0	0,1						
7	0,2	0,2	0,2				0,1	0,2	0,0	0,2	0,0	0,1		0,4	2,0
8	0,4	0,5	0,5	2,1	1,1	0,0	0,1	0,0	0,1	0,3	0,4	0,2			
9	0,3	0,5	0,2	1,1	4,4	0,5	0,0	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1		0,8	1,9
9A															
10							0,1	0,0	0,1	0,2	0,2	0,2		0,1	0,3
11							0,0	0,2	0,0	0,2	0,0	0,0		0,5	2,5
12	0,8	1,3	0,7	2,2	1,1	0,8	0,1	0,1	0,0	0,4	0,3	0,5		1,6	0,4
13	0,0	0,4	0,2				0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2		0,4	2,9
14	0,4	0,4	0,6	0,0	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0		0,4	0,3
15							0,0	0,0	0,1	0,7	0,8	0,1	1,2	2,0	5,2
16	0,4	1,3	0,6				0,2	0,1	0,3	0,5	0,7	0,3	1,0	6,3	2,3
17							0,0	0,0	0,1						
18	0,2	0,2	0,6				0,0	0,1	0,3	0,1	0,0	0,1		1,0	0,4
19	0,2	0,4	1,1				0,2	0,0	0,1	0,7	0,4	0,2		0,0	0,4
20	0,3	0,1	0,7				0,2	0,0	0,0	0,0	0,0			0,3	2,8
21	0,1	0,6	1,1				0,0	0,2	0,2	0,4	0,3	0,1	1,3	0,1	0,2
22							0,2	0,1	0,5	0,4	0,6	0,0		0,3	5,8
23	0,6	0,2	0,3				0,0	0,0	0,0	0,2	0,1	0,1		0,1	
24							0,0	0,0	0,1	0,1	6,7	6,3		0,1	1,7
% aksept.	100	100	100	60	80	100	100	100	100	95	90	90	80	95	68

medianverdien av de innsendte resultater som er benyttet som sann verdi. Dessuten har metoden som benyttes ved selve sluttbestemmelsen også en viss innflytelse på resultatet.

For bestemmelse av kvikksølv var kalddamp atomabsorpsjon nesten enerådende teknikk, men ett laboratorium har angitt at de benyttet atomfluorescens ved bestemmelsen. Opp til ti laboratorier benyttet ICP til selve sluttbestemmelsen for de øvrige metallene. Resten av laboratoriene brukte fortrinnsvis atomabsorpsjon i flamme, selv om enkelte brukte grafittovn ved bestemmelse av kadmium og bly, og noen få ved bestemmelse av nikkel og krom. Kun ett laboratorium anvendte ICP-MS til sluttbestemmelsen.

Tabell 3. Vurdering av de enkelte laboratoriers resultater for tungmetallene ved slamringtest nr. 6, 1999. Ved beregning av antall prosent akseptable resultater for hvert enkelt laboratorium er det foretatt en beregning både i forhold til antall resultater det enkelte laboratorium har sendt inn, og i forhold til totalt antall mulige resultater.

Lab.nr.	Antall innsendte resultater	Antall akseptable resultater	% akseptable av innsendte resultater	% akseptable av antall mulige
1	18	13	72	62
2	18	7	39	33
3	21	19	90	90
4	21	20	95	95
5	18	13	72	62
6	21	19	90	90
7	21	20	95	95
8	18	16	89	76
9	21	19	90	90
9A	21	15	71	71
10	21	16	76	76
11	21	18	86	86
12	21	16	76	76
13	21	19	90	90
14	21	19	90	90
15	21	17	81	81
16	21	19	90	90
17	9	3	33	14
18	21	21	100	100
19	20	18	90	86
20	21	17	81	81
21	21	21	100	100
22	21	15	71	71
23	21	17	81	81
24	15	11	73	52
Middel	20	16	81	77

Av Tabell 2 fremgår også at det er en viss forskjell i andel akseptable resultater mellom de enkelte analysevariable. Dette kan skyldes at enkelte elementer er mer utsatt for interferenseffekter under bestemmelsen enn andre. Således er resultatene for kopper og sink generelt lite påvirket av interferenser, og resultatene for disse elementene er meget bra ved denne prøvningssammenligningen. Disse to metallene er dessuten tilstede i høye konsentrasjoner sett i forhold til de anvendte metodenes deteksjonsgrenser.

Ved vurdering av de enkelte laboratoriers resultater for tungmetallene er andelen akseptable resultater beregnet både i prosent av det totale antall metallresultater laboratoriet har sendt inn, og i prosent av det mulige antall resultater som kunne sendes inn. Dette er gjort fordi noen laboratorier har bare deltatt med noen få analysevariable, og således oppnår en høy andel akseptable resultater selv om mange viktige analysevariable ikke er tatt. Det ideelle er et høyt prosenttall i begge tilfeller.

En oversikt over antall akseptable resultater og antall innsendte resultater for tungmetallene, og prosentvis andel akseptable resultater beregnet i forhold til det maksimale antall resultater som kunne sendes inn, samt i forhold til antallrapporterte resultater, er gjengitt i Tabell 3. Av denne fremgår det at 16 av 24 laboratorier har mer enn 80 % akseptable middelveier blant sine innsendte analyseresultater for tungmetallene. 7 laboratorier har mellom 60 og 80 % akseptable resultater, mens 2 laboratorier har færre enn 40 % akseptable resultater. Det er noe bedre enn ved forrige prøvningssammenligning for kommunalt slam.

Miljøgiftene kadmium og kvikksølv er de analysevariable som det legges mest vekt på ved kontroll av kommunalt avløpsslam. Derfor er også de strengeste kontrollkravene knyttet til disse metallene. Det er åpenbart en vanskelig oppgave å bestemme med høy grad av nøyaktighet så lave konsentrasjoner som det ofte er av disse metallene i norsk kommunalt avløpsslam.

I Tabell 4 er gitt en oversikt over myndighetenes krav til tillatte maksimalkonsentrasjoner av de enkelte tungmetaller. Til sammenligning er de konsentrasjoner som ble bestemt i de tre slamprøvene (medianverdien av laboratorienes resultater) også gjengitt. Alle resultatene ligger under myndighetenes maksimumsverdier. For slamtyper der metallkonsentrasjonene er meget lave, kan en akseptansegrense på $\pm 20\%$ bli altfor streng, da dette i mange tilfeller ville kreve at man benyttet en mer følsom analysemetode enn det strengt tatt er nødvendig for å oppnå tilstrekkelig kontroll av slammet. Dette må ses i forhold til hensikten med slamanalysene som er å kontrollere om konsentrasjonen av de aktuelle tungmetaller ligger lavere enn de grenseverdier myndighetene har satt som kvalitetskrav til slam som skal brukes som jordforbedringsmiddel.

De laboratorier som har ulike typer avvik for en gitt analysevariabel i de tre prøvene, må undersøke hva som kan være årsaken til de tilfeldige variasjonene. Her må det vurderes om ulik matrise kan være delvis årsak til dette fenomenet. Det er fortsatt et behov for å avklare hvordan man best kan redusere interferenseffekter for flere metaller i ulike slamtyper.

Nok en gang må det understrekes at de laboratorier som har oppnådd resultater bedømt som ikke akseptable, må gjennomgå metodene grundig - også forbehandlingsprosedyrene - for å

finne årsaken til avvikene. Framgangsmåten ved rutineanalysene må forbedres til analysekvaliteten blir tilfredsstillende. Til kontroll av dette arbeidet kan benyttes referansematerialer med sertifiserte verdier. Det anbefales at man benytter en type referansemateriale som er mest mulig sammenlignbar med de prøvene som skal analyseres, både med hensyn til konsentrasjonsnivået av de aktuelle elementene og matrisen i prøven. Dermed kan man til enhver tid kontrollere om bestemmelsen fungerer tilfredsstillende, og disse kontrollresultatene kan brukes som dokumentasjon av kvaliteten til resultatene ved rutinemessig analyse av slam.

Tabell 4. Oversikt over tillatte maksimalkonsentrasjoner ($\mu\text{g/g}$) for tungmetaller i kommunalt slam som skal brukes som jordforbedringsmiddel (1). Medianverdiene for prøvene A og B ved prøvingssammenligning 9604 er også gjengitt.

Metall	Tillatt maksimalinnhold			Medianverdier	
	Jordbruks-areal	Grøntareal	Prøve A	Prøve B	Prøve C
Hg	5	7	1,57	1,23	1,09
Cd	4	10	1,17	0,99	1,47
Pb	100	300	40,6	33,6	32,2
Cr	125	200	18,6	17,4	25,9
Cu	1000	1500	446,3	421,3	196,3
Ni	80	100	12,0	12,1	37,3
Zn	1500	3000	374,6	330,3	434,9

5. Henvisninger

1. Miljøverndepartementet: Forskrift om avløpsslam. Fastsett av Sosial- og helsedepartementet og Miljøverndepartementet 2. januar 1995. T - 1075. ISBN 82-457-0035-5.
2. W.J. Dixon: Biometrics 1953, **9**, 74.

TILLEGG 1**INNHALDSDEKLARASJON AV SLAM**

Renseanlegg

Slambehandlingsmetode

Prøvetakingsperiode

PRODUKTFAKTA

pH	
Tørrestoff (TS), %	
Organisk stoff, % av TS	
Kjeldahl-Nitrogen, % av TS	
Totalfosfor, % av TS	
Kalsium, % av TS	
Kalium, % av TS	

Tungmetaller	Analyseverdier	Tillatt maksimalinnhold	
		Jordbruksareal private hager og parker	Grøntareal
Kadmium, mg/kg TS		4	10
Bly, mg/kg TS		100	300
Kvikksølv, mg/kg TS		5	7
Nikkel, mg/kg TS		80	100
Sink, mg/kg TS		1500	3000
Kobber, mg/kg TS		1000	1500
Krom, mg/kg TS		125	200

TILLEGG 2**Tabell 5. Alfabetisk oversikt over deltakerne ved prøvningssammenligning for analyse av slam 1999.**

Navn	Adresse	Poststed
Alex Stewart	Tyssedalsvn. 16	5750 ODDA
AnalyCen A/S	Postboks 3124	1506 MOSS
Avløpssambandet Nordre Øyeren	Postboks 38	2007 KJELLER
Buskerud Vann- og Avløpssenter	Landfalløya 26	3023 DRAMMEN
Chemlab Services A/S	Postboks 17	5035 BERGEN-SANDVIKEN
Høgskolen i Agder	Posttuttak	4604 KRISTIANSAND S
Jordforsk Lab	Postboks 91	1432 ÅS
KM Lab A/S	Televn. 1	4890 GRIMSTAD
LabNett Lillehammer	Pressesenteret Storhove	2624 LILLEHAMMER
Namdal Analysesenter	Axel Sellægs veg 3	7800 NAMSOS
NIVA	P.O.Box 173 Kjelsås	0411 Oslo
NMK i Trondheim	Landbruksvn. 5	7047 TRONDHEIM
NMT i Asker og Bærum	Eiksvn. 110	1345 ØSTERÅS
NMT i Salten	Postboks 4004 Jensvoll	8017 BODØ
NMT i Tønsberg	Postboks 2009 Postterm.	3103 TØNSBERG
Oslo vann- og avløpsverk	Postboks 4704 Sofienberg	0506 OSLO
Planteforsk - Holt forskingssenter	Holtveien	9005 TROMSØ
Rogalandsforskning	Postboks 2503 Ullandhaug	4004 STAVANGER
Romsdal næringsmiddeltilsyn	Grandvn. 25	6400 MOLDE
Sentrallaboratoriet for NRV og RA-2	Postboks 25	2011 STRØMMEN
SERO A/S	Postboks 24	1361 BILLINGSTAD
Skolmar Jordbrukslaboratorium	Postboks 1277 Krokemoa	3205 SANDEFJORD
VEAS	Postboks 245	3470 SLEMMESTAD
West-Lab ASA	Postboks 139	4056 TANANGER

TILLEGG 3. Analyseresultatene fra de enkelte deltakere.

Resultater i parentes er utelatt ved de endelige statistiske beregninger.

Tabell 6. Kvikksølv, µg/g

Lab. nr.	Res. 1	Res. 2	Res. 3	Middel	Std.avvik	Res. 1	Res. 2	Res. 3	Middel	Std. avvik	Res. 1	Res. 2	Res. 3	Middel	Std. avvik
3	1,39	1,79	1,37	1,52	0,24	2,29	2,14	1,07	1,83	0,67	0,822	0,829	0,749	0,80	0,04
4	1,64	1,63	1,69	1,65	0,03	1,05	1,04	1,10	1,06	0,03	0,79	0,82	0,77	0,79	0,03
6	1,59	1,57	1,57	1,58	0,01	1,04	1,59	1,28	1,30	0,28	1,13	1,11	1,03	1,09	0,05
7	1,67	1,65		1,66	0,01	1,39	1,31	1,27	1,32	0,06	1,23	1,29	1,32	1,28	0,05
9	1,56	1,68	1,48	1,57	0,10	1,42	1,25	1,19	1,29	0,12	1,21	1,11	1,02	1,11	0,10
9A	1,54	1,67	1,71	1,64	0,09	1,29	1,24	1,15	1,23	0,07	1,16	1,11	1,03	1,10	0,07
10	1,31	1,65	1,34	1,43	0,19	1,08	1,16	0,88	1,04	0,14	0,87	0,63	0,67	0,72	0,13
11	1,66	1,83	1,61	1,70	0,12	1,29	1,21	2,14	1,55	0,52	0,96	0,91	0,67	0,85	0,16
12	2,34	1,85	1,95	2,05	0,26	1,87	1,69	1,25	1,60	0,32	1,28	1,38	1,09	1,25	0,15
13	1,45	1,45	1,50	1,47	0,03	1,22	1,22	1,24	1,23	0,01	1,10	1,18	1,00	1,09	0,09
14	1,47	1,44	1,62	1,51	0,10	1,21	1,02	1,34	1,19	0,16	1,22	1,08	1,30	1,20	0,11
15	0,89	0,90	1,12	(0,97)	0,13	0,85	0,94	1,15	0,98	0,15	0,75	0,51	0,55	0,60	0,13
16	1,43	1,80	2,06	1,76	0,32	1,12	1,27	1,08	1,16	0,10	1,30	1,10	1,09	1,16	0,12
18	1,44	1,60	1,66	1,57	0,11	1,35	1,21	1,38	1,31	0,09	0,98	1,01	1,05	1,01	0,04
19						1,30	1,35	1,42	1,36	0,06	1,26	1,28	1,35	1,30	0,05
20	1,27	1,50	1,70	1,49	0,22	1,13	1,15	1,13	1,14	0,01	0,69	0,73	0,60	0,67	0,07
21	1,320	1,366	1,306	1,33	0,03	1,260	1,238	1,026	1,17	0,13	0,922	0,972	0,968	0,95	0,03
22	1,365	2,070	1,627	1,69	0,36	1,080	1,055	1,414	1,18	0,20	1,340	1,255	1,458	1,35	0,10
23	1,302	1,309	1,201	1,27	0,06	0,820	0,810	0,820	0,82	0,01	0,893	0,892	0,889	0,89	0,00
Medianverdi				1,57	0,11				1,23	0,12				1,09	0,07
Middelverdi				1,58	0,13				1,25	0,16				1,01	0,08
Standardavvik				0,18					0,23					0,23	
Antall				17					19					19	

Tabell 7. Kadmium, µg/g

Lab. nr.	Res. 1	Res. 2	Res. 3	Middel	Std.avvik	Res. 1	Res. 2	Res. 3	Middel	Std.avvik	Res. 1	Res. 2	Res. 3	Middel	Std.avvik
1	1,64	1,59	1,56	1,60	0,04	1,39	1,27	1,34	1,33	0,06	3,12	3,13	3,22	3,16	0,06
2	2,04	1,94	2,61	(2,20)	0,36	2,04	1,43	1,53	(1,67)	0,33	<2	<2	<2	3,16	0,06
3	1,04	1,10	1,05	1,06	0,03	0,84	0,85	0,94	0,88	0,06	1,22	1,3	1,33	1,28	0,06
4	1,03	1,06	1,06	1,05	0,02	0,77	0,90	0,90	0,86	0,08	1,38	1,54	1,53	1,48	0,09
5	1,62	1,61	1,72	1,65	0,06	1,34	1,16	1,24	1,25	0,09	2,12	2,2	2,23	2,18	0,06
6	1,04	1,10	1,10	1,08	0,03	0,99	1,00	0,98	0,99	0,01	1,86	1,56	1,49	1,64	0,20
7	1,27	1,36	1,54	1,39	0,14	1,00	1,00	0,90	0,97	0,06	1,11	1,23	1,25	1,20	0,08
8	1,260	1,173	1,285	1,24	0,06	0,984	0,984	0,981	0,98	0,00	1,522	1,464	1,393	1,46	0,06
9	1,10	1,15	1,68	1,31	0,32	0,86	0,91	0,77	0,85	0,07	<0,6	<0,6	<0,6	1,46	0,06
9A	1,24	1,21	1,06	1,17	0,10	0,85	0,73	0,65	0,74	0,10	<0,6	<0,6	<0,6	1,46	0,06
10	1,53	1,62	1,60	1,58	0,05	2,30	1,36	0,80	1,49	0,76	1,49	1,74	1,71	1,73	0,02
11	1,26	1,12	1,14	1,17	0,08	1,17	1,09	1,01	1,09	0,08	1,49	1,4	1,4	1,43	0,05
12	1,12	1,18	1,12	1,14	0,03	1,00	1,01	0,99	1,00	0,01	1,63	1,66	1,52	1,60	0,07
13	1,37	1,33	1,25	1,32	0,06	1,22	1,31	1,38	1,30	0,08	1,07	1,14	1,11	1,11	0,04
14	1,21	1,21	1,26	1,23	0,03	1,27	1,04	1,04	1,12	0,13	1,51	1,56	1,6	1,56	0,05
15	1,30	1,04	1,15	1,16	0,13	0,96	1,06	1,01	1,01	0,05	0,71	0,72	0,74	0,72	0,02
16	1,11	1,20	1,13	1,15	0,05	0,97	1,10	0,90	0,99	0,10	1,63	1,52	1,41	1,52	0,11
18	1,02	0,92	0,92	0,95	0,06	0,85	0,83	0,84	0,84	0,01	1,26	1,25	1,24	1,25	0,01
19	0,80	0,77	0,82	0,80	0,03	0,82	0,80	0,77	0,80	0,03	4,08	4,17	4,2	(4,15)	0,06
20	0,64	0,61	0,67	0,64	0,03	0,54	0,50	0,62	(0,55)	0,06	1,06	1,08	0,73	0,96	0,20
21	1,01	1,03	1,05	1,03	0,02	0,93	0,93	0,92	0,93	0,01	1,56	1,54	1,57	1,56	0,02
22	0,94	1,14	1,38	1,15	0,22	0,77	0,80	0,82	0,80	0,03	1,88	1,81	1,89	1,86	0,04
23	1,291	1,245	1,300	1,28	0,03	1,186	1,026	1,120	1,11	0,08	1,197	1,111	1,199	1,17	0,05
Medianverdi				1,17	0,05				0,99	0,06				1,47	0,06
Middelverdi				1,19	0,09				1,01	0,10				1,43	0,07
Standardavvik				0,24					0,20					0,34	
Antall				22					21					18	

Tabell 8. Bly, µg/g

Lab. nr.	Res. 1	Res. 2	Res. 3	Middel	Std.avvik	Res. 1	Res. 2	Res. 3	Middel	Std. avvik	Res. 1	Res. 2	Res. 3	Middel	Std. avvik
1	33,2	34,5	31,4	33,0	1,6	30,6	25,8	26,9	27,8	2,5	31,00	30,00	32,10	31,03	1,05
2	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	50,70	53,00	49,80	51,17	1,65
3	40,7	40,2	39,6	40,2	0,6	33,1	30,8	32,9	32,3	1,3	34,70	32,30	28,30	31,77	3,23
4	32,5	32,5	32,9	32,6	0,2	25,8	27,8	31,4	28,3	2,8	28,00	27,40	30,60	28,67	1,70
5	44,0	43,0	43,5	43,5	0,5	32,4	35,8	32,6	33,6	1,9	31,40	35,20	34,90	33,83	2,11
6	38,8	36,5	36,9	37,4	1,2	31,6	32,0	30,8	31,5	0,6	32,00	29,70	29,80	30,50	1,30
7	50,6	50,1	52,0	50,9	1,0	34,6	32,9	34,2	33,9	0,9	28,40	28,70	28,40	28,50	0,17
8	42,9	42,5	44,9	43,4	1,2	34,2	31,1	37,1	34,1	3,0	30,30	27,98	29,51	29,26	1,18
9	47,5	43,7	44,6	45,3	2,0	37,4	35,9	34,3	35,9	1,6	41,60	41,90	41,80	41,77	0,15
9A	46,2	44,9	42,4	44,5	1,9	37,7	36,9	35,9	36,8	0,9	47,70	45,00	44,80	45,83	1,62
10	43,0	36,8	36,2	38,7	3,8	29,3	31,7	30,5	30,5	1,2	30,80	31,10	28,70	30,20	1,31
11	50,8	46,6	45,9	47,8	2,7	35,3	36,9	38,1	36,8	1,4	31,50	32,70	31,20	31,80	0,79
12	41,7	41,0	36,8	39,8	2,7	27,1	25,0	30,7	27,6	2,9	39,50	37,50	26,70	34,57	6,89
13	40,8	41,0	41,1	41,0	0,2	34,0	37,3	37,1	36,1	1,9	36,70	35,30	35,30	35,77	0,81
14	41,0	39,5	39,2	39,9	1,0	33,9	30,0	36,6	33,5	3,3	32,20	32,50	32,00	32,23	0,25
15	44,8	44,3	47,7	45,6	1,8	40,0	37,1	37,6	38,2	1,6	33,40	35,00	34,50	34,30	0,82
16	40,0	32,9	44,2	39,0	5,7	30,6	23,3	25,9	26,6	3,7	31,10	34,60	29,00	31,57	2,83
18	48,6	47,8	48,0	48,1	0,4	38,5	39,4	38,9	38,9	0,5	35,80	34,70	35,20	35,23	0,55
19	32,4	32,8	32,5	32,6	0,2	27,9	28,7	27,9	28,2	0,5	32,10	28,90	32,80	31,27	2,08
20	36,2	42,1	34,9	37,7	3,8	33,6	33,4	32,9	33,3	0,3	33,60	30,66	33,20	32,49	1,59
21	43,0	42,2	42,1	42,4	0,5	33,9	32,8	34,8	33,8	1,0	30,86	29,94	29,67	30,16	0,62
22	37,7	38,9	41,1	39,2	1,7	27,2	27,8	27,0	27,3	0,4	32,20	31,40	32,70	32,10	0,66
23	48,7	47,8	50,8	49,1	1,6	37,2	38,5	40,3	38,7	1,6	34,40	35,00	31,50	33,63	1,87
24	77,7	76,3	79,9	(78,0)	1,8	67,9	67,9	68,1	(67,9)	0,1	52,32	46,60	47,40	48,77	3,10
Medianverdi				40,6	1,6				33,6	1,4				32,2	1,3
Middelverdi				41,4	1,7				32,9	1,6				34,4	1,6
Standardavvik				5,2					4,0					6,2	
Antall				22					22					24	

Tabell 9. Krom, µg/g

Lab. nr.	Res. 1	Res. 2	Res. 3	Middel	Std. avvik	Res. 1	Res. 2	Res. 3	Middel	Std. avvik	Res. 1	Res. 2	Res. 3	Middel	Std. avvik
1	15,8	15,7	15,4	15,6	0,2	16,0	15,7	15,2	15,6	0,4	17,8	17,6	17,7	17,7	0,10
2	28,3	25,9	24,9	26,4	1,7	22,1	21,7	21,9	21,9	0,2	31,1	31,5	33,1	31,9	1,06
3	16,4	16,3	16,2	16,3	0,1	14,6	15,5	15,3	15,1	0,5	26,6	29,1	27,2	27,6	1,31
4	15,2	15,1	15,6	15,3	0,3	14,1	12,9	14,9	14,0	1,0	24,2	24,5	29,0	25,9	2,69
5	19,5	20,7	21,3	20,5	0,9	16,8	19,4	15,4	17,2	2,0	25,9	25,7	25,8	25,8	0,10
6	14,69	13,63	14,30	14,2	0,5	14,07	14,73	13,57	14,1	0,6	24,01	22,70	21,11	22,6	1,45
7	21,2	20,4	22,3	21,3	1,0	18,7	18,5	18,7	18,6	0,1	25,1	28,2	30,1	27,8	2,52
8	37,83	36,35	37,78	(37,3)	0,8	33,30	34,27	36,70	(34,8)	1,8	26,76	27,23	28,36	27,5	0,82
9	22,4	20,1	18,4	20,3	2,0	20,0	19,0	15,6	18,2	2,3	25,9	27,5	26,7	26,7	0,80
9A	20,5	21,7	18,8	20,3	1,5	19,6	19,4	18,7	19,2	0,5	31,3	31,0	30,3	30,9	0,51
10	22,9	21,3	16,0	20,1	3,6	17,5	17,4	17,5	17,5	0,1	28,5	31,3	28,8	29,5	1,54
11	23,36	20,54	20,79	21,6	1,6	18,17	19,10	19,81	19,0	0,8	24,21	24,98	23,56	24,3	0,71
12	13,9	13,0	16,6	14,5	1,9	15,7	16,6	14,8	15,7	0,9	22,7	24,4	25,2	24,1	1,28
13	16,6	16,4	16,6	16,5	0,1	15,5	15,4	15,0	15,3	0,3	22,3	22,1	22,3	22,2	0,12
14	48,2	42,6	33,7	(41,5)	7,3	49,4	43,8	53,1	48,8	4,7	22,3	21,9	21,8	22,0	0,26
15	14,0	15,1	18,7	15,9	2,5	15,8	15,8	16,7	16,1	0,5	18,3	15,7	17,6	17,2	1,35
16	17,6	16,6	18,2	17,5	0,8	16,0	14,2	14,6	14,9	0,9	24,2	24,8	23,7	24,2	0,55
18	20,4	20,3	20,4	20,4	0,1	19,3	19,1	19,1	19,2	0,1	27,5	27,2	26,8	27,2	0,35
19	17,5	17,7	17,3	17,5	0,2	16,0	15,9	16,6	16,2	0,4	26,5	26,8	26,3	26,5	0,25
20	22,40	20,81	21,69	21,6	0,8	18,14	20,31	17,39	18,6	1,5	22,23	21,51	20,97	21,6	0,63
21	18,33	18,57	19,08	18,7	0,4	17,26	19,30	16,38	17,6	1,5	30,61	27,63	26,20	28,1	2,25
22	14,1	13,6	12,7	13,5	0,7	12,7	14,2	12,1	13,0	1,1	27,0	25,1	25,6	25,9	0,98
23	18,54	18,70	18,38	18,5	0,2	18,81	17,97	17,10	18,0	0,9	24,88	26,33	29,00	26,7	2,09
24	18,96	18,91	18,73	18,9	0,1	17,37	17,91	16,98	17,4	0,5	22,34	20,37	20,06	20,9	1,24
Medianverdi				18,6	0,8				17,4	0,7				25,9	0,9
Middelverdi				18,4	1,2				18,3	1,0				25,2	1,0
Standardavvik				3,1					7,0					3,7	
Antall				22					23					24	

Tabell 10. Kopper, µg/g

Lab. nr.	Res. 1	Res. 2	Res. 3	Middel	Std.avvik	Res. 1	Res. 2	Res. 3	Middel	Std.avvik	Res. 1	Res. 2	Res. 3	Middel	Std. avvik
1	437	449	453	446,3	8,3	390	416	409	405,0	13,5	204	207	206	205,7	1,5
2	470	473	477	473,3	3,5	435	461	421	439,0	20,3	189	195	205	196,3	8,1
3	443	437	435	438,3	4,2	414	402	508	441,3	58,0	207	194	188	196,3	9,7
4	397	393	399	396,3	3,1	359	363	393	371,7	18,6	203	182	182	189,0	12,1
5	499	511	468	492,7	22,2	443	411	410	421,3	18,8	223	218	221	220,7	2,5
6	424	421	417	420,8	3,7	392	401	389	394,0	6,2	280	241	236	252,3	24,1
7	450	491	537	492,7	43,5	394	416	437	415,7	21,5	190	192	220	200,7	16,8
8	477,2	477,8	490,5	481,8	7,5	419,9	414,3	439,2	424,5	13,1	210,0	205,7	197,8	204,5	6,2
9	441	439	430	436,7	5,9	443	419	397	419,7	23,0	291	282	287	(286,7)	4,5
9A	441	437	423	433,7	9,5	424	414	404	414,0	10,0	326	320	329	(325,0)	4,6
10	468	446	424	446,0	22,0	383	422	404	403,0	19,5	198	176	176	183,3	12,7
11	488,7	474,7	466,2	476,5	11,4	445,2	452,7	461,1	453,0	8,0	217,7	193,3	197,2	202,7	13,1
12	421	384	422	409,0	21,7	382	402	341	375,0	31,1	186	222	208	205,3	18,1
13	508	503	510	507,0	3,6	465	466	466	465,7	0,6	184	205	194	194,3	10,5
14	482	493	472	482,3	10,5	494	469	450	471,0	22,1	274	274	276	274,7	1,2
15	420	411	460	430,3	26,1	393	419	438	416,7	22,6	190	189	185	188,0	2,6
16	439	456	442	445,7	9,1	357	359	362	359,3	2,5	195	188	179	187,3	8,0
17	482	468	467	472,3	8,4	427	444	417	429,3	13,7	217	183	174	191,3	22,7
18	470,3	469,6	467,6	469,2	1,4	435,6	435,3	433,4	434,8	1,2	188,7	190,1	187,2	188,7	1,5
19	478	483	465	475,3	9,3	458	477	477	470,7	11,0	225	222	225	224,0	1,7
20	377,9	376,8	389,4	381,4	7,0	436,6	426,4	451,4	438,1	12,6	196,3	186,5	186,2	189,7	5,7
21	477,8	469,3	475,5	474,2	4,4	428,0	431,2	435,6	431,6	3,8	201,3	194,2	193,5	196,3	4,3
22	430	409	371	403,3	29,9	383	377	369	376,3	7,0	204	188	193	195,0	8,2
23	437,6	438,0	445,2	440,3	4,3	420,8	420,0	419,6	420,1	0,6	222,4	225	222	223,1	1,6
24	523,5	522,5	522,3	522,8	0,6	465,8	514,8	503,5	494,7	25,7	249,4	221,2	222,6	231,1	15,9
Medianverdi				446,3	8,3				421,3	13,5				196,3	8,0
Middelverdi				453,9	11,2				423,4	15,4				206,1	8,7
Standardavvik				35,7					33,2					22,5	
Antall				25					25					23	

Tabell 11. Nikkel, µg/g

Lab. nr.	Res. 1	Res. 2	Res. 3	Middel	Std.avvik	Res. 1	Res. 2	Res. 3	Middel	Std. avvik	Res. 1	Res. 2	Res. 3	Middel	Std. avvik
1	15,6	16,3	12,8	14,9	1,9	11,9	11,3	12,0	11,7	0,4	33,0	33,5	32,9	33,1	0,3
2	9,6	7,3	9,1	8,7	1,2	7,6	8,2	7,6	7,8	0,4	36,7	37,7	39,8	38,1	1,6
3	11,7	12,1	11,3	11,7	0,4	12,0	12,4	12,0	12,1	0,2	40,2	37,9	37,5	38,5	1,5
4	10,20	9,59	9,34	9,7	0,4	10,90	9,81	10,60	10,4	0,6	37,5	34,5	34,9	35,6	1,6
5	14,4	13,8	12,9	13,7	0,8	14,5	16,5	15,9	15,6	1,0	42,5	38,2	42,8	41,2	2,6
6	11,29	11,67	11,69	11,6	0,2	11,94	12,27	12,01	12,1	0,2	41,91	45,28	42,96	43,4	1,7
7	11,4	13,2	11,3	12,0	1,1	11,8	11,1	11,5	11,5	0,4	32,5	30,4	33,6	32,2	1,6
8	14,31	14,36	14,69	14,5	0,2	13,37	13,82	13,65	13,6	0,2	39,78	39,59	32,02	37,1	4,4
9	14,9	13,0	13,1	13,7	1,1	15,1	14,8	13,2	14,4	1,0	43,0	47,8	43,6	44,8	2,6
9A	14,2	14,6	12,9	13,9	0,9	15,6	15,8	14,2	15,2	0,9	48,0	47,0	46,3	47,1	0,9
10	12,0	15,7	16,4	14,7	2,4	17,8	13,7	14,1	15,2	2,3	40,5	33,8	37,3	37,2	3,4
11	12,19	11,21	10,73	11,4	0,7	10,07	10,40	9,85	10,1	0,3	38,05	35,19	31,76	35,0	3,1
12	13,5	13,2	11,5	12,7	1,1	13,6	16,2	11,2	13,7	2,5	37,6	43,7	42,4	41,2	3,2
13	11,1	11,1	11,0	11,1	0,1	11,9	11,8	11,3	11,7	0,3	39,0	39,0	36,8	38,3	1,3
14	11,3	11,6	11,5	11,5	0,2	12,8	12,7	12,4	12,6	0,2	38,5	35,5	37,9	37,3	1,6
15	16,4	14,1	12,5	14,3	2,0	12,8	9,1	9,4	10,4	2,1	37,5	37,9	31,3	35,6	3,7
16	13,2	11,5	11,2	12,0	1,1	12,8	12,0	10,2	11,7	1,3	37,6	38,4	35,1	37,0	1,7
17	23,0	26,0	27,0	(25,3)	2,1	27,0	31,0	28,0	(28,7)	2,1	71,0	67,0	64,0	(67,3)	3,5
18	12,2	12,2	12,3	12,2	0,1	12,9	12,8	13,0	12,9	0,1	36,4	35,8	35,8	36,0	0,3
19	9,7	9,5	9,7	9,6	0,1	11,8	11,9	11,5	11,7	0,2	41,7	41,7	41,5	41,6	0,1
20	12,85	10,24	10,35	11,1	1,5	10,77	10,61	10,59	10,7	0,1	40,00	37,12	36,24	37,8	2,0
21	12,6	12,9	13,9	13,1	0,7	12,3	12,2	11,9	12,1	0,2	37,0	35,8	36,0	36,3	0,6
22	24,0	23,0	21,4	(22,8)	1,3	22,6	23,2	22,0	22,6	0,6	38,7	35,4	36,9	37,0	1,7
23	22,70	21,65	22,90	(22,4)	0,7	22,67	21,50	23,00	22,4	0,8	40,53	47,00	41,55	43,0	3,5
24	11,21	11,70	8,96	10,6	1,5	11,00	10,65	9,82	10,5	0,6	29,29	27,96	29,13	28,8	0,7
Medianverdi				12,0	0,9				12,1	0,4				37,3	1,7
Middelverdi				12,2	0,9				13,0	0,8				38,1	2,0
Standardavvik				1,7					3,4					4,1	
Antall				22					24					24	

Tabell 12. Sink, µg/g

Lab. nr.	Res. 1	Res. 2	Res. 3	Middel	Std.avvik	Res. 1	Res. 2	Res. 3	Middel	Std.avvik	Res. 1	Res. 2	Res. 3	Middel	Std. avvik
1	361	363	367	363,7	3,1	342	342	336	340,0	3,5	465	458	464	462,3	3,8
2	409	420	409	412,7	6,4	355	350	344	349,7	5,5	462	477	506	481,7	22,4
3	344	328	335	335,7	8,0	302	307	337	315,3	18,9	399	411	392	400,7	9,6
4	322	317	320	319,7	2,5	293	278	326	299,0	24,6	390	405	409	401,3	10,0
5	423	444	412	426,3	16,3	391	403	356	383,3	24,4	517	487	492	498,7	16,1
6	339	328	326	331,0	7,0	294	300	293	295,7	3,8	461	426	412	433,0	25,2
7	379	385	378	380,7	3,8	305	306	330	313,7	14,2	422	410	440	424,0	15,1
8	374,9	366,5	406,6	382,7	21,1	305,0	308,4	319,9	311,1	7,8	423,2	418,9	413,4	418,5	4,9
9	382	378	382	380,7	2,3	355	348	328	343,7	14,0	410	420	431	420,3	10,5
9A	369	376	365	370,0	5,6	346	343	335	341,3	5,7	451	447	451	449,7	2,3
10	448	366	368	394,0	46,8	331	331	343	335,0	6,9	476	432	430	446,0	26,0
11	463,0	421,5	417,7	434,1	25,1	385,7	397,5	399,9	394,4	7,6	454,3	438,4	424,5	439,1	14,9
12	304	279	303	295,3	14,2	269	277	230	258,7	25,1	339	398	372	369,7	29,6
13	384	383	382	383,0	1,0	351	351	349	350,3	1,2	426	421	424	423,7	2,5
14	355	340	338	344,3	9,3	314	323	306	314,3	8,5	447	439	461	449,0	11,1
15	390	391	411	397,3	11,8	366	365	349	360,0	9,5	449	481	470	466,7	16,3
16	306	309	294	303,0	7,9	250	246	244	246,7	3,1	373	366	339	359,3	18,0
17	383	373	377	377,7	5,0	346	349	349	348,0	1,7	451	422	376	416,3	37,8
18	395	395	391	393,7	2,3	345	356	356	352,3	6,4	427	429	419	425,0	5,3
19	368	368	357	364,3	6,4	331	332	328	330,3	2,1	443	433	430	435,3	6,8
20	340,0	331,7	355,2	342,3	11,9	330,9	324,4	321,5	325,6	4,8	461,7	416,5	426,5	434,9	23,7
21	374,1	374,7	369,1	372,6	3,1	329,5	326,4	327,5	327,8	1,6	449,0	437,7	439,4	442,0	6,1
22	373	359	340	357,3	16,6	298	288	288	291,3	5,8	426	404	404	411,3	12,7
23	380,1	376,3	367,5	374,6	6,5	326,0	331,6	325,7	327,8	3,3	446,3	441,2	442,0	443,2	2,7
24	423,5	418,7	421,9	421,4	2,4	353,4	375,9	380,5	369,9	14,5	540,5	475,0	482,2	499,2	35,9
Medianverdi				374,6	6,5				330,3	6,4				434,9	12,7
Middelverdi				370,3	9,9				329,0	9,0				434,0	14,8
Standardavvik				36,1					34,3					33,4	
Antall				25					25					25	

Tabell 13. Kalsium, %

Lab. nr.	Res. 1	Res. 2	Res. 3	Middel	Std.avvik	Res. 1	Res. 2	Res. 3	Middel	Std. avvik	Res. 1	Res. 2	Res. 3	Middel	Std. avvik
1	14,20	14,24	14,37	14,27	0,09	15,48	15,60	15,68	15,59	0,10	0,81	0,71	0,72	0,75	0,06
2	17,00			17,00		17,20			17,20		1,15	1,18	1,26	1,20	0,06
3	16,50	16,00	16,20	16,23	0,25	16,00	15,90	16,20	16,03	0,15	1,12	1,09	1,06	1,09	0,03
4	14,80	15,00	14,80	14,87	0,12	14,70	12,90	14,00	13,87	0,91	9,27	9,41	9,51	(9,40)	0,12
5	18,10	17,00	17,80	17,63	0,57	17,30	16,80	16,40	16,83	0,45	0,99	0,93	1,00	0,97	0,04
6	17,66	16,78	17,92	17,45	0,60	17,06	16,67	17,08	16,94	0,23	1,11	1,02	1,01	1,05	0,06
7	16,00	16,20	16,30	16,17	0,15	15,80	14,50	14,80	15,03	0,68	0,966	0,944	1,03	0,98	0,04
8	14,84	16,98	16,75	16,19	1,17	16,79	16,60	17,54	16,98	0,50	1,037	1,011	1,209	1,09	0,11
9	19,20	18,30	18,80	18,77	0,45	17,80	20,70	18,40	18,97	1,53	1,07	1,11	1,12	1,10	0,03
9A	19,50	18,60	19,60	19,23	0,55	20,80	19,20	19,30	19,77	0,90	1,18	1,16	1,22	1,19	0,03
11	19,25	18,55	18,94	18,91	0,35	19,17	18,83	19,32	19,11	0,25	1,09	1,06	1,1	1,08	0,02
12	15,42	14,28	15,12	14,94	0,59	15,22	15,79	12,77	14,59	1,60	0,918	1,050	1,030	1,00	0,07
13	17,30	17,30	17,20	17,27	0,06	17,30	17,40	17,10	17,27	0,15	1,05	1,06	1,02	1,04	0,02
14	17,50	17,20	17,00	17,23	0,25	17,90	15,90	16,90	16,90	1,00	1,09	1,07	1,15	1,10	0,04
15	15,70	16,00	15,90	15,87	0,15	15,90	16,50	16,00	16,13	0,32	1,03	0,99	1,13	1,05	0,07
16	16,15	15,85	15,62	15,87	0,27	14,30	14,10	13,90	14,10	0,20	1,16	1,26	1,05	1,16	0,11
17	15,77	15,83	15,27	15,62	0,31	15,23	15,55	15,27	15,35	0,17	0,70	0,68	0,69	0,69	0,01
18	18,16	18,19	18,02	18,12	0,09	18,17	18,09	18,08	18,11	0,05	1,10	1,08	1,11	1,10	0,02
19	19,40	18,90	18,00	18,77	0,71	19,30	18,40	18,40	18,70	0,52	1,22	1,22	1,22	1,22	0,00
20	14,52	13,75	13,77	14,01	0,44	16,16	15,09	14,19	15,15	0,99	0,866	0,846	0,838	0,85	0,01
21	17,55	18,35	17,58	17,83	0,45	16,68	17,14	17,24	17,02	0,30	1,035	1,091	1,034	1,05	0,03
22	17,20	17,30	16,70	17,07	0,32	16,10	16,20	16,30	16,20	0,10	0,83	0,76	0,72	0,77	0,06
23	16,55	16,51	17,01	16,69	0,28	16,53	16,59	16,67	16,60	0,07	1,033	1,102	1,161	1,10	0,06
24	16,70	16,90	16,90	16,83	0,12	16,90	16,80	17,20	16,97	0,21	1,09	1,01	1,01	1,04	0,05
Medianverdi				16,92	0,31				16,87	0,30				1,05	0,04
Middelverdi				16,79	0,36				16,64	0,49				1,03	0,05
Standardavvik				1,45					1,56					0,14	
Antall				24					24					23	

Tabell 14. Kalium, %

Lab. nr.	Res. 1	Res. 2	Res. 3	Middel	Std.avvik	Res. 1	Res. 2	Res. 3	Middel	Std. avvik	Res. 1	Res. 2	Res. 3	Middel	Std. avvik
1	0,153	0,163	0,166	0,161	0,007	0,175	0,190	0,183	0,183	0,008	0,145	0,144	0,140	0,143	0,003
2	0,155	0,159	0,161	0,158	0,003	0,199	0,194	0,193	0,195	0,003	0,139	0,145	0,154	0,146	0,008
3	0,159	0,155	0,158	0,157	0,002	0,196	0,194	0,199	0,196	0,003	0,133	0,128	0,127	0,129	0,003
4	0,159	0,157	0,158	0,158	0,001	0,196	0,190	0,191	0,192	0,003	0,135	0,132	0,132	0,133	0,002
5	0,162	0,173	0,170	0,168	0,006	0,194	0,220	0,178	0,197	0,021	0,148	0,144	0,148	0,147	0,002
6	0,152	0,148	0,137	0,146	0,008	0,178	0,186	0,182	0,182	0,004	0,130	0,129	0,126	0,128	0,002
7	0,145	0,155	0,155	0,152	0,006	0,167	0,155	0,163	0,162	0,006	0,115	0,125	0,121	0,120	0,005
8	0,139	0,133	0,146	0,139	0,007	0,165	0,162	0,171	0,166	0,005	0,126	0,115	0,123	0,121	0,006
9	0,210	0,170	0,160	0,180	0,026	0,260	0,240	0,200	0,233	0,031	0,130	0,130	0,130	0,130	0,000
9A	0,160	0,160	0,150	0,157	0,006	0,240	0,210	0,210	0,220	0,017	0,150	0,150	0,150	0,150	0,000
11	0,230	0,190	0,190	0,203	0,023	0,200	0,270	0,270	0,247	0,040	0,160	0,140	0,140	0,147	0,012
12	0,151	0,138	0,165	0,151	0,014	0,195	0,200	0,179	0,191	0,011	0,126	0,139	0,140	0,135	0,008
13	0,137	0,137	0,137	0,137	0,000	0,173	0,180	0,172	0,175	0,004	0,132	0,129	0,126	0,129	0,003
14	0,184	0,176	0,186	0,182	0,005	0,226	0,223	0,223	0,224	0,002	0,173	0,178	0,170	0,174	0,004
15	0,130	0,130	0,170	0,143	0,023	0,180	0,180	0,200	0,187	0,012	0,120	0,120	0,120	0,120	0,000
16	0,140	0,150	0,160	0,150	0,010	0,190	0,160	0,170	0,173	0,015	0,090	0,100	0,090	0,093	0,006
17	0,120	0,140	0,140	0,133	0,012	0,190	0,180	0,180	0,183	0,006	0,120	0,120	0,120	0,120	0,000
18	0,143	0,142	0,143	0,143	0,001	0,172	0,175	0,175	0,174	0,002	0,127	0,125	0,128	0,127	0,002
19	0,180	0,190	0,190	0,187	0,006	0,240	0,240	0,240	0,240	0,000	0,190	0,190	0,190	(0,190)	0,000
20	0,154	0,144	0,202	0,167	0,031	0,198	0,177	0,188	0,188	0,011	0,142	0,129	0,132	0,134	0,007
21	0,147	0,145	0,148	0,147	0,002	0,167	0,160	0,177	0,168	0,009	0,137	0,128	0,127	0,131	0,006
22	0,118	0,124	0,111	0,118	0,007	0,147	0,147	0,155	0,150	0,005	0,124	0,122	0,123	0,123	0,001
23	0,154	0,153	0,152	0,153	0,001	0,190	0,191	0,190	0,190	0,001	0,128	0,143	0,144	0,138	0,009
24	0,133	0,133	0,132	0,133	0,001	0,167	0,166	0,164	0,166	0,002	0,135	0,128	0,126	0,130	0,005
Medianverdi				0,152	0,006				0,187	0,005				0,130	0,003
Middelverdi				0,155	0,009				0,191	0,009				0,133	0,004
Standardavvik				0,019					0,025					0,015	
Antall				24					24					23	

Tabell 15. Totalfosfor, %

Lab. nr.	Res. 1	Res. 2	Res. 3	Middel	Std.avvik	Res. 1	Res. 2	Res. 3	Middel	Std. avvik	Res. 1	Res. 2	Res. 3	Middel	Std. avvik
1	1,32	1,17	1,27	1,25	0,08	1,35	1,37	1,38	1,37	0,02	1,57	1,61	1,90	1,69	0,18
2	1,43	1,45	1,40	1,43	0,03	1,49	1,46	1,44	1,46	0,03	1,92	1,98	2,09	2,00	0,09
3	1,45	1,44	1,46	1,45	0,01	1,47	1,47	1,49	1,48	0,01	1,86	1,64	1,59	1,70	0,14
4	1,22	1,22	1,24	1,23	0,01	1,30	1,22	1,44	1,32	0,11	1,69	1,73	1,74	1,72	0,03
5	1,34	1,31	1,36	1,34	0,03	1,53	1,54	1,50	1,52	0,02	2	2,11	1,9	2,00	0,11
6	1,30	1,26	1,30	1,29	0,02	1,38	1,40	1,40	1,39	0,01	1,83	1,74	1,69	1,75	0,07
7	1,420	1,412	1,428	1,42	0,01	1,493	1,525	1,518	1,51	0,02	1,902	1,870	1,89	1,89	0,02
8	1,200	1,332	1,397	1,31	0,10	1,265	1,389	1,417	1,36	0,08	1,438	1,490	1,558	1,50	0,06
9	1,39	1,34	1,37	1,37	0,03	1,40	1,64	1,42	1,49	0,13	1,44	0,54	1,29	(1,09)	0,48
9A	1,38	1,33	1,41	1,37	0,04	1,58	1,49	1,50	1,52	0,05	2,65	2,57	2,83	(2,68)	0,13
11	1,54	1,40	1,44	1,46	0,07	1,58	1,57	1,62	1,59	0,03	1,82	1,77	1,89	1,83	0,06
12	1,26	1,17	1,26	1,23	0,05	1,34	1,38	1,14	1,29	0,13	1,63	1,83	1,78	1,75	0,10
13	1,28	1,28	1,27	1,28	0,01	1,38	1,38	1,36	1,37	0,01	1,6	1,56	1,56	1,57	0,02
14	1,36	1,35	1,35	1,35	0,01	1,40	1,40	1,39	1,40	0,01	0,076	1,42	1,60	(1,03)	0,83
15	1,59	1,35	1,48	1,47	0,12	1,46	1,50	1,48	1,48	0,02	2,26	2,06	1,85	2,06	0,21
16	1,43	1,40	1,39	1,41	0,02	1,35	1,35	1,34	1,35	0,01	0,80	0,14	0,25	(0,40)	0,35
17	1,42	0,99	1,08	1,16	0,23	1,47	2,07	1,96	(1,83)	0,32	1,41	1,30	1,55	1,42	0,13
18	1,380	1,390	1,380	1,38	0,01	1,458	1,474	1,476	1,47	0,01	1,982	1,933	1,942	1,95	0,03
20	1,253	1,250	1,264	1,26	0,01	1,394	1,379	1,367	1,38	0,01	1,690	1,579	1,678	1,65	0,06
21	1,41	1,43	1,43	1,42	0,01	1,49	1,57	1,54	1,53	0,04	1,82	1,83	1,95	1,87	0,07
22	1,223	1,289	1,272	1,26	0,03	1,216	1,292	1,307	1,27	0,05	1,651	1,635	1,577	1,62	0,04
23	1,422	1,454	1,481	1,45	0,03	1,486	1,463	1,500	1,48	0,02	1,757	1,762	1,758	1,76	0,00
Medianverdi				1,36	0,03				1,46	0,02				1,75	0,08
Middelverdi				1,34	0,04				1,43	0,05				1,75	0,12
Standardavvik				0,09					0,09					0,18	
Antall				22					21					19	

Tabell 16. Nitrogen, %

Lab. nr.	Res. 1	Res. 2	Res. 3	Middel	Std.avvik	Res. 1	Res. 2	Res. 3	Middel	Std. avvik	Res. 1	Res. 2	Res. 3	Middel	Std. avvik
1	1,930	1,730	1,740	1,800	0,113	1,840	1,870	1,810	1,840	0,030	1,690	1,720	1,660	1,690	0,030
3	1,750	1,760	1,790	1,767	0,021	1,800	1,800	1,790	1,797	0,006	1,660	1,590	1,560	1,603	0,051
4	1,766	1,773	1,767	1,769	0,004	1,991	2,090	1,980	2,020	0,061	1,796	1,721	1,796	1,771	0,043
5	1,660	1,830	1,800	1,763	0,091	1,830	1,850	1,900	1,860	0,036	1,730	1,670	1,550	1,650	0,092
7	1,798	1,817	1,824	1,813	0,013	2,006	1,979	1,993	1,993	0,014	1,789	1,737	1,777	1,768	0,027
8	1,847	1,855	1,852	1,851	0,004	2,097	2,034	2,034	2,055	0,036	1,817	1,836	1,850	1,834	0,017
9	1,800	1,830	1,830	1,820	0,017	2,100	2,020	2,040	2,053	0,042	1,730	1,720	1,670	1,707	0,032
12	1,600	1,670		1,635	0,049	1,710	1,720		1,715	0,007	1,680	1,560		1,620	0,085
13	1,803	1,750	1,784	1,779	0,027	2,086	2,009	2,050	2,048	0,039	1,656	1,719	1,762	1,712	0,053
14	1,670	1,740	1,710	1,707	0,035	1,930	1,760	1,940	1,877	0,101	1,820	1,830	1,860	1,837	0,021
16	1,760	1,660		1,710	0,071	1,700	1,700		1,700	0,000	1,650	1,610		1,630	0,028
18	1,809	1,803	1,804	1,805	0,003	1,965	2,026	2,013	2,001	0,032	1,862	1,846	1,816	1,841	0,023
19	1,750	1,740	1,750	1,747	0,006	1,890	1,890	1,890	1,890	0,000	1,930	1,910	1,940	1,927	0,015
20	1,794	1,695	1,694	1,728	0,057	1,950	1,888	1,963	1,934	0,040	1,635	1,619	1,621	1,625	0,009
21	1,800	1,800	1,770	1,790	0,017	2,080	2,120	2,050	2,083	0,035	1,900	1,940	1,940	1,927	0,023
23	1,855	1,897	1,880	1,877	0,021	2,013	1,991	2,010	2,005	0,012	1,818	1,780	1,800	1,799	0,019
Medianverdi				1,774	0,021				1,963	0,034				1,740	0,028
Middelverdi				1,773	0,034				1,929	0,031				1,746	0,036
Standardavvik				0,060					0,123					0,108	
Antall				16					16					16	

Tabell 17. Totalt organisk karbon, %

Lab. nr.	Res. 1	Res. 2	Res. 3	Middel	Std.avvik	Res. 1	Res. 2	Res. 3	Middel	Std. avvik	Res. 1	Res. 2	Res. 3	Middel	Std. avvik
4	18,9	19,7	18,2	18,9	0,8	16,5	16,1	12,7	15,1	2,1	29,0	29,3	30,0	29,4	0,5
8	13,4	13,7	13,4	13,5	0,2	13,5	13,4	13,4	13,4	0,1	30,7	30,0	30,2	30,3	0,4
9	19,1	19,1	18,6	18,9	0,3	21,9	21,4	22,1	21,8	0,4	31,5	32,4	31,8	31,9	0,5
12	13,7	13,0	13,5	13,4	0,4	12,5	13,6	14,0	13,4	0,8	29,4	28,3	26,2	28,0	1,6
14	16,5	17,6	17,2	17,1	0,6	17,1	17,0	18,2	17,4	0,7	30,0	30,7	30,5	30,4	0,4
Medianverdi				17,1	0,4				15,1	0,7				30,3	0,5
Middelverdi				16,4	0,4				16,2	0,8				30,0	0,7
Standardavvik				2,8					3,5					1,4	0,5
Antall				5					5					5	5

Tabell 18. Totalt tørrstoff, %

Lab. nr.	Res. 1	Res. 2	Res. 3	Middel	Std.avvik	Res. 1	Res. 2	Res. 3	Middel	Std. avvik	Res. 1	Res. 2	Res. 3	Middel	Std. avvik
1	98,80	98,80	98,70	98,77	0,06	32,60	33,60	34,00	33,40	0,72	37,80	38,90	37,80	38,17	0,64
2	99,00	99,00	99,90	99,30	0,52	33,60	36,00	35,40	(35,00)	1,25	37,80	38,20	37,70	37,90	0,26
3	98,40	98,80	98,30	98,50	0,26	32,80	32,20	33,10	32,70	0,46	36,50	36,80	37,60	36,97	0,57
4	97,25	97,20	97,16	97,20	0,05	32,93	32,88	31,67	32,49	0,71	36,48	38,07	36,06	36,87	1,06
5	96,11	96,02	96,18	96,10	0,08	31,82	31,09	32,93	31,95	0,93	35,75	36,12	35,96	35,94	0,19
6	100,00	100,00	99,90	99,97	0,06	32,32	31,66	32,22	32,07	0,36	37,00	36,63	37,83	37,15	0,61
7	96,90	97,00		96,95	0,07	33,10	32,30		32,70	0,57	37,10	36,60		36,85	0,35
8	97,27	95,20	97,47	96,65	1,26	32,68	32,18	31,44	32,10	0,62	36,22	36,85	36,72	36,60	0,33
9	97,70			97,70		31,80			31,80		36,40			36,40	
10	96,80			96,80		32,10			32,10		36,70			36,70	
11	97,50	97,50	97,60	97,53	0,06	31,10	31,80	32,00	31,63	0,47	37,00	37,00	36,90	36,97	0,06
12	96,75	96,59		96,67	0,11	32,41	31,63		32,02	0,55	36,49	37,09		36,79	0,42
13	97,87	98,05	97,82	97,91	0,12	32,77	32,14	31,88	32,26	0,46	37,14	36,89	36,81	36,95	0,17
14	97,70	97,60	97,70	97,67	0,06	32,00	32,30	32,40	32,23	0,21	36,40	37,80	36,40	36,87	0,81
15	98,10	98,20	97,80	98,03	0,21	32,40	31,70	32,50	32,20	0,44	36,60	36,40	36,80	36,60	0,20
16	99,30			99,30		31,90			31,90		37,90			37,90	
17	97,75			97,75		32,22			32,22		36,53			36,53	
18	96,69	97,77	97,79	97,42	0,63	33,39	32,01	31,82	32,41	0,86	38,04	38,02	38,47	38,18	0,25
19	93,90	97,00	97,10	96,00	1,82	32,70	31,90		32,30	0,57	37,20	37,30		37,25	0,07
20	99,47			99,47		32,20			32,20		37,07			37,07	
21	97,33	97,44	97,41	97,39	0,06	31,93	31,58	31,60	31,70	0,20	36,20	36,24	35,95	36,13	0,16
22	99,00	99,60	99,80	99,47	0,42	31,80	32,50	33,20	32,50	0,70	39,20	39,80	37,70	38,90	1,08
23	97,39	97,62		97,51	0,16	32,83	31,88		32,36	0,67	37,03	37,06		37,05	0,02
24	97,80	98,10	98,00	97,97	0,15	32,00	31,90	32,60	32,17	0,38	37,10	37,70	36,90	37,23	0,42
Medianverdi				97,68	0,12				32,20	0,57				36,96	0,33
Middelverdi				97,83	0,32				32,24	0,58				37,08	0,40
Standardavvik				1,09					0,38					0,69	
Antall				24					23					24	

Tabell 19. Glødetap, %

Lab. nr.	Res. 1	Res. 2	Res. 3	Middel	Std.avvik	Res. 1	Res. 2	Res. 3	Middel	Std. avvik	Res. 1	Res. 2	Res. 3	Middel	Std. avvik
1	38,0	37,9	38,2	38,0	0,2	37,8	37,7	37,1	37,5	0,4	62,3	60,2	58,9	60,5	1,7
2	62,5	62,2	62,3	(62,3)	0,2	59,5	60,3	58,1	(59,3)	1,1	37,3	39,2	36,7	(37,7)	1,3
3	36,0	36,0	36,0	36,0	0,0	36,1	36,0	36,2	36,1	0,1	63,7	62,5	61,9	62,7	0,9
4	36,2	37,1	36,8	36,7	0,5	37,5	36,3	36,4	36,7	0,7	62,5	60,0	61,8	61,4	1,3
5	35,2	35,2	35,6	35,3	0,3	35,6	35,7	35,5	35,6	0,1	62,2	62,9	62,5	62,5	0,4
7	36,6	37,1	36,9	36,9	0,4	37,7	36,7	37,2	37,2	0,7	61,5	62,3	61,9	61,9	0,6
8	39,1	38,8	38,5	38,8	0,3	38,7	38,8	38,4	38,6	0,2	64,6	62,7	62,5	63,2	1,2
9	38,0			38,0		37,0			37,0		63,0			63,0	
10	37,0			37,0		36,5			36,5		61,6			61,6	
11	38,8	38,5	38,7	38,7	0,2	38,0	37,8	36,3	37,4	0,9	62,1	61,3	63,0	62,1	0,9
12	39,5	39,0	39,3	39,3	0,3	38,1	38,6		38,3	0,3	59,3	59,4		59,3	0,1
13	37,9	38,0	37,8	37,9	0,1	38,2	37,6	37,1	37,7	0,6	63,5	63,6	63,8	63,6	0,2
14	36,4	36,7	36,5	36,5	0,2	37,1	37,3	37,1	37,2	0,1	63,7	59,6	63,4	62,2	2,3
15	39,9	40,7	40,2	40,3	0,4	39,6	39,5	41,4	40,2	1,1	62,2	62,6	64,0	62,9	0,9
16	39,8			39,8		39,8			39,8		60,6			60,6	
18	37,3	37,6	37,2	37,4	0,2	37,1	37,3	37,5	37,3	0,2	62,7	62,7	62,6	62,7	0,0
19	34,5	35,2	36,1	35,3	0,8	35,8	36,0		35,9	0,1	57,8	64,2		61,0	4,5
20	37,8			37,8											
21	36,4	36,4	36,3	36,3	0,0	36,1	36,3	36,4	36,3	0,2	62,4	63,0	63,0	62,8	0,4
22	38,8	39,6	39,5	39,3	0,4	39,2	39,8	39,6	39,5	0,3	65,1	62,0	58,8	62,0	3,2
23	38,7	38,6	38,7	38,7	0,1	37,3	38,3		37,8	0,7	62,8	63,2		63,0	0,2
24	37,6	37,3	37,3	37,4	0,2	12,2	12,1	12,3	(12,2)	0,1	23,4	23,2	22,8	(23,1)	0,3
Medianverdi				37,8	0,2				37,2	0,3				62,1	0,9
Middelverdi				37,7	0,3				36,2	0,4				59,1	1,1
Standardavvik				1,4					5,8					9,8	
Antall				21					20					21	

Tabell 20. pH

Lab. nr.	Res. 1	Res. 2	Res. 3	Middel	Std.avvik	Res. 1	Res. 2	Res. 3	Middel	Std. avvik	Res. 1	Res. 2	Res. 3	Middel	Std. avvik
1						10,89	10,91	10,90	10,90	0,01	5,88	5,87	5,89	5,88	0,01
2	10,30			10,30		10,90			10,90		6,30			6,30	
4						11,12	11,14	11,14	11,13	0,01	5,89	5,93	5,92	5,91	0,02
5	10,90	10,77	10,86	10,84	0,07	11,01	10,87	10,95	10,94	0,07	5,82	5,83	5,81	5,82	0,01
7						10,80			10,80		6,30			6,30	
9						10,68	10,70	10,75	10,71	0,04	5,34	5,32	5,31	5,32	0,02
10						10,93			10,93		5,72			5,72	
11						11,01	11,03	11,03	11,02	0,01	5,26	5,12	5,17	5,18	0,07
12						10,50			10,50		5,90			5,90	
13						10,80			10,80		5,07			5,07	
14						11,04	10,99	10,95	10,99	0,05	5,85	5,89	5,88	5,87	0,02
15	10,00			10,00		10,40			10,40		4,50			(4,50)	
16	10,05			10,05		9,32			(9,32)		6,38			6,38	
18						10,66	10,65		10,66	0,01	5,68	5,71		5,70	0,02
19						10,91	10,91		10,91	0,00	5,67	5,74		5,71	0,05
20						10,75	10,82	10,92	10,83	0,09	6,28	6,72	6,48	6,49	0,22
21	10,59	10,67		10,63	0,06	10,82	10,91		10,87	0,06	5,74	5,75		5,75	0,01
22						10,95	10,60	10,94	10,83	0,20	7,08	7,60	7,09	(7,26)	0,30
24						10,90	10,94	10,91	10,92	0,02	5,35	5,48	5,33	5,39	0,08
Medianverdi				10,30	0,06				10,88	0,03				5,82	0,02
Middelverdi				10,36	0,06				10,84	0,05				5,81	0,07
Standardavvik				0,37					0,18					0,41	
Antall				5					18					17	