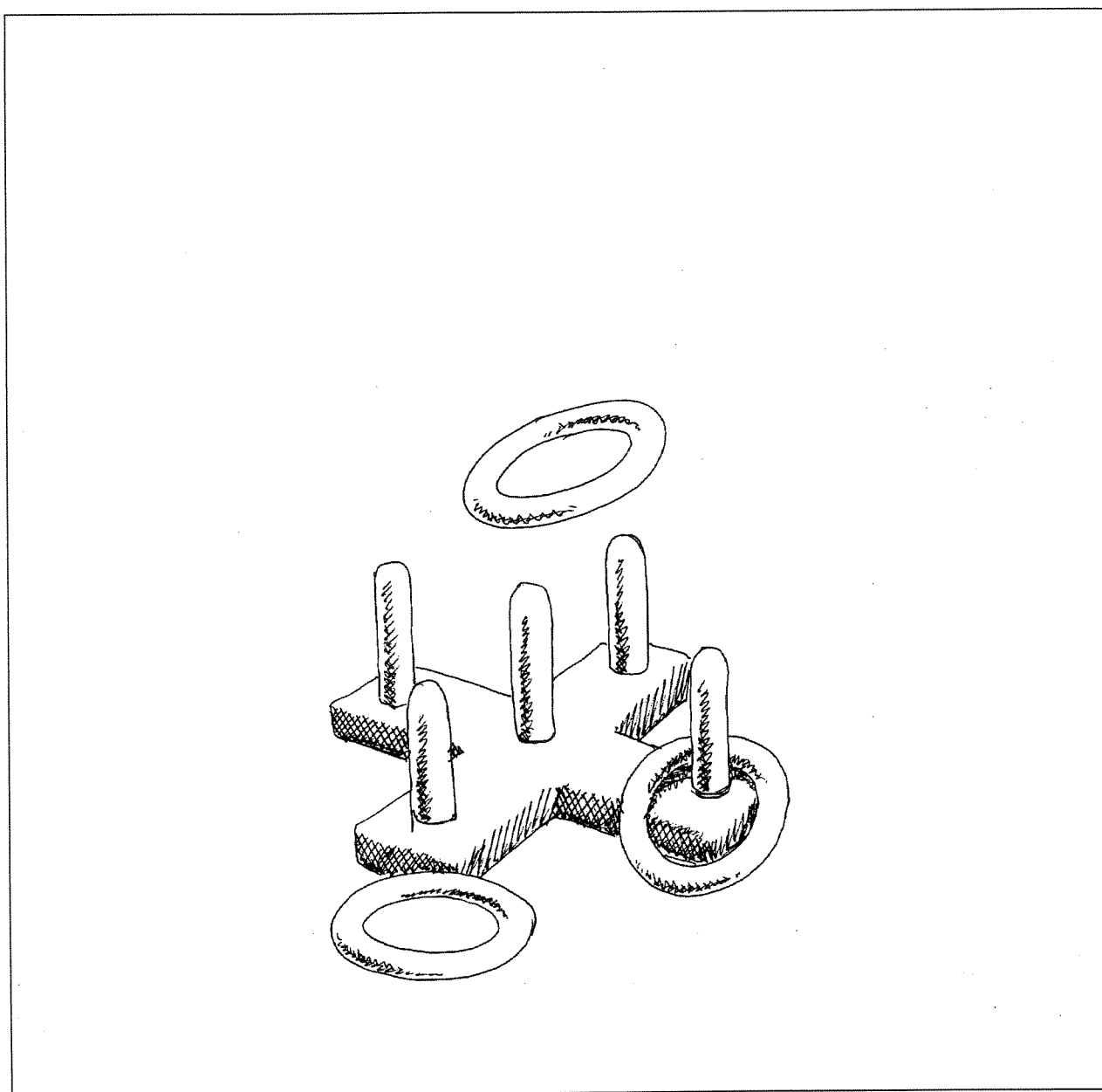


RAPPORT LNR 3666-97

Prøvningsammenligning
(ringtest) nr. 4 for
kommunalt avløpsslam
1996



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 (ringtest) nr. 4 for kommunalt avløpslam 1996	Løpenr. (for bestilling) 3666-97	Dato 1997-04-30
	Prosjektnr. Undernr. O-92017	Sider Pris 46
Forfatter(e) Håvard Hovind	Fagområde Kjemisk analyse	Distribusjon
	Geografisk område Norge	Trykket NIVA

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

Sammendrag Høsten 1996 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 Avløpsselskap (VEAS) og Sentralrenseanlegg II (Ra II). Resultatene for kopper og sink var meget tilfredsstillende. Totalt sett var det en svak forbedring i kvaliteten i forhold til prøvningssammenligningen høsten 1994. Fire av laboratoriene oppnådde at alle deres rapporterte resultater var akseptable. Ialt 14 av de 29 deltagende laboratorier oppnådde mer enn 80 % akseptable resultater, dvs resultater innenfor medianverdien av laboratorienes resultater $\pm 20\%$, og 9 laboratorier hadde 60 - 80 % akseptable resultater. 3 laboratorier hadde 50 % eller færre akseptable resultater, og blant disse finner vi laboratorier som også tidligere har hatt en stor andel uakseptable 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 prøvningssammenligninger for slam.

Fire norske emneord 1. Kommunalt slam 2. Tungmetaller 3. Ringtest 4. Kvalitetssikring	Fire engelske emneord 1. Municipal sludge 2. Heavy metals 3. Intercalibration 4. Quality assurance
---	--

Håvard Hovind

Håvard Hovind

Prosjektleder

ISBN 82-577-3228-1

Rainer J. Lichtenhaler

Rainer Lichtenhaler

Forskningsjef

O - 92017

Prøvingssammenligning (ringtest) nr. 4

for kommunalt avløpsslam

1996

Forord

En nasjonal akkrediteringsordning for laboratorier ble opprettet i 1991. Ansvaret 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 laboratorieprøvninger, i det etterfølgende kalt ringtester.

Fra 1992 har NIVA arrangert 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.

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, 30 april 1997

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	9
3.2 Kadmium	9
3.3 Bly	10
3.4 Krom	10
3.5 Kopper	10
3.6 Nikkel	11
3.7 Sink	11
3.8 Kalsium	11
3.9 Kalium	11
3.10 Totalfosfor	25
3.11 Kjeldahl-nitrogen	25
3.12 Totalt organisk karbon	25
3.13 Totalt tørrstoffinnhold	25
3.14 Glødetap	25
4. Vurdering av resultatene	26
5. Henvisninger	31

Sammendrag

Arbeidet med å regulere bruken av slam fra kommunale renseanlegg har ført til nye 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 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 prøvningssammenligninger (ringtester).

Årets prøvningssammenligning ble gjennomført i løpet av november - desember 1996, og det ble benyttet to tørkede og homogeniserte slamprøver fra norske renseanlegg. Disse var hentet fra henholdsvis Vestfjorden Avløpsselskap (VEAS), Slemmestad (prøve A), og Sentralrenseanlegg II, Strømmen (prøve B). Følgende analysevariable ble bestemt i begge prøver: kvikksølv, kadmium, bly, krom, kobber, nikkel sink, kalsium, kalium, totalfosfor, kjeldahl-nitrogen, totalt tørrstoffinnhold og glødetap av dette.

De enkelte laboratorienes middelerverdi for hver enkelt analysevariabel og prøve ble benyttet ved vurderingene, og de som lå innenfor medianverdien ± 20 %, ble karakterisert som akseptable. Ved vurderingen av analyseresultatene ble medianverdien av de ovennevnte beregnede middelerverdier 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 93 og 100 % akseptable resultater i prøve A og B) og kobber (90 % akseptable resultater i begge prøver).

Fire av laboratoriene oppnådde 100 % akseptable resultater for sine innsendte resultater. 14 av 29 laboratorier hadde mer enn 80 % akseptable resultater for metallene, og 9 laboratorier hadde 60 - 80 % akseptable resultater. Selv om dette er en svak forbedring i forhold til tidligere prøvningssammenligninger, er prestasjonene ved enkelte laboratorier fortsatt lite tilfredsstillende. 3 laboratorier hadde 50 % eller færre akseptable resultater, og blant disse finner vi også laboratorier som hadde svake resultater ved tidligere prøvningssammenligninger. Dette indikerer at det er gjort altfor liten innsats for å finne årsaken til avvikene! 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 renseanlegg har pågått i lang tid, og det er utarbeidet nye 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 er derfor utarbeidet en veileder for prøvetaking av kommunalt slam (1). Det skal først og fremst kontrolleres at konsentrasjonen av tungmetaller ligger under de angitte grenseverdier, samtidig som man ønsker en "varedeklarasjon" 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. Prøvnings sammenligningen ble gjennomført november - desember 1996.

2. Gjennomføring

2.1 Deltakere

Det ble sendt ut en invitasjon til å delta i prøvnings sammenligningen til alle fylkeslaboratorier, samt andre offentlige og private laboratorier som kunne tenkes å være interesserte i å utføre slike analyser. Ialt ble 40 laboratorier invitert til å delta, og 27 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 to tørkede og homogeniserte slamprøver. Prøve A var slam hentet fra Vestfjorden Avløpsselskap (VEAS), Slemmestad, mens prøve B ble hentet fra Sentralrenseanlegg II, Strømmen. Disse to prøvene ble tørket ved 105 °C og homogenisert ved knusing i mølle før de ble fordelt på prøveglass og sendt til deltakerne.

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. Begge prøvene skulle analyseres med hensyn på både tungmetaller og nyttestoffer.

Deltakerne ble bedt om å bestemme følgende analysevariable i begge prøvene: kvikksølv, kadmium, bly, krom, kobber, nikkel og sink. I tillegg skulle følgende analysevariable bestemmes ("nyttestoffer"): kalsium, kalium, totalfosfor, Kjeldahl nitrogen, totalt tørrstoffinnhold og glødetap. Alle resultater for tungmetaller skulle angis i mikrogram pr gram tørrstoff, og i prosent av tørrstoffet for de øvrige analysevariable. Tørrstoffinnholdet 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. 10) har rapportert tre sett med analyseresultater som er fremkommet ved bestemmelse etter tre forskjellige oppslutningsmetoder. Disse tre resultatsettene er merket henholdsvis 10, 10 A og 10 B, og representerer oppslutning av slam med 7 mol/l salpetersyre i henhold til Norsk Standard, konsentrert salpetersyre tilsatt hydrogenperoksid, og kongevann. Mikrobølgeovn ble benyttet i alle tre tilfellene.

2.4 Prøveutsendelse og resultatrapportering

Det tørkede slammet ble delt opp i delprøver og overført til små prøvebeholdere. Det ble sendt ut ca. 10 g av hver av de to prøvene. Prøvene ble sendt til deltakerne onsdag 6. november 1996, og ankom til laboratoriene i løpet av den etterfølgende uken. Deltakerne ble bedt om å analysere prøvene så raskt som mulig, og sende inn resultatene ikke senere enn 20. desember. Med ulike begrunnelser ba flere laboratorier om forskyvning av rapporteringsfristen, noe som ble innvilget.

2.5 Behandling av analysedata

For de enkelte laboratorier 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

Laboratoriernes enkeltresultater er gjengitt i tabellene 6 - 19 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 - 18. 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 tabellene 2 og 3 er gjengitt en vurdering 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 tvilsomt, og hvis Z er større enn 3 bedømmes resultatet som uakseptabelt.

Tabell 1. Oversikt over medianverdier (m) og middelerverdier (x) for slamprøvene, samt standard avviket (s), antall resultater benyttet ved de statistiske beregninger (n), og antall resultater utelatt ved de statistiske beregninger (u).

Analysevariabel enhet	Prøve B					Prøve C				
	m	x	s	n	u	m	x	s	n	u
Hg, µg/g	1.36	1.34	0.19	20	1	0.91	0.90	0.27	21	0
Cd, µg/g	1.17	1.14	0.29	25	2	0.73	0.91	0.52	26	1
Pb, µg/g	42.6	46.1	12.4	26	1	21.1	23.2	6.6	27	0
Cr, µg/g	19.2	20.0	4.5	27	1	31.7	31.1	4.9	27	1
Cu, µg/g	463	461	38	28	1	96.7	94.9	8.4	28	1
Ni, µg/g	13.5	15.5	4.7	27	0	22.5	23.2	3.5	27	0
Zn, µg/g	368	365	41	29	0	283	280	23	29	0
Ca, %	17.0	16.9	2.4	26	2	1.50	1.44	0.29	26	0
K, %	0.152	0.162	0.024	26	1	0.384	0.384	0.049	26	1
TOT-P, %	1.38	1.37	0.09	24	0	1.06	1.04	0.08	23	0
KJE-N, %	1.78	1.77	0.04	20	1	2.05	2.03	0.07	21	0
TOC, %	12.5	13.6	2.9	4	0	20.1	20.0	6.5	3	0
TTS, %	98.48	98.53	0.79	27	0	98.67	98.42	1.47	27	0
TGT, %	37.71	37.50	1.19	26	0	53.37	52.76	1.95	25	0

3.1 Kvikksølv

Laboratoriernes enkeltresultater er gjengitt i Tabell 6, mens de enkelte laboratoriers middelværdier er framstilt grafisk i figur 1. 20 av 27 laboratorier sendte inn resultater for kvikksølv i prøvene A og B. Nesten alle laboratoriene har angitt at de benyttet kalddamp atomabsorpsjon ved bestemmelse av kvikksølv. Det fremgår ikke av de rapporterte resultater om det er foretatt reduksjon med tinnklorid eller med natriumborhydrid. Bare to laboratorier spesifisert at de benyttet gullfelleteknikk til oppkonsentrering av kvikksølvet før selve sluttbestemmelsen. Ett laboratorium har angitt at de benyttet flamme atomabsorpsjon ved bestemmelsen.

For prøvene A og B var henholdsvis 86 og 62 % av resultatene akseptable, dvs den andelen som ligger innenfor medianverdien ± 20 %. Den noe lavere konsentrasjonen av kvikksølv i prøve B er nok årsaken til at færre oppnådde akseptable resultater i denne prøven. Blant mulige årsaker til dette er feilaktig blindprøvekorreksjon, som kan føre til at resultatene blir gjennomgående systematisk for høye eller for lave.

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

3.2 Kadmium

Laboratoriernes enkeltresultater er gjengitt i Tabell 7, mens de enkelte laboratoriers middelværdier er framstilt grafisk i figur 2. 25 av deltakerne sendte inn resultater for kadmium, og av disse benyttet elleve grafittovn ved bestemmelsen. Ingen av disse har angitt hvilken form for bakgrunnskorreksjon som ble benyttet. To laboratorier har angitt at de benyttet matrisemodifikasjon med tilsetning av ammoniumdihydrogenfosfat. 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.

Som det fremgår av Tabell 2 er bare vel halvparten av middelværdiene definert som akseptable for prøvene A og B. Presisjonen innen laboratoriene varierer ganske mye fra ett laboratorium til et annet, men er i alle tilfeller 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 lave konsentrasjoner er det meget viktig at man kan benytte en metode som er tilstrekkelig følsom.

3.3 Bly

Laboratoriernes enkeltresultater er gjengitt i Tabell 8, mens de enkelte laboratoriers middelveier er framstilt grafisk i figur 3. 26 av deltakerne sendte inn resultater for bly. Syv av laboratoriene bestemte bly med grafittovn. Av de øvrige laboratorier benyttet fem ICP mens resten bestemte bly med flamme atomabsorpsjon. De av deltakerne som har rapportert altfor høye resultater, har nesten alle brukt flamme atomabsorpsjon ved bestemmelsen. Disse må vurdere om interferenser ved bestemmelsen er under kontroll, eller om blindprøvekorreksjonen fungerer riktig.

Henholdsvis 74 og 67 % av laboratoriene rapporterte verdier innenfor sann verdi ± 20 % for prøve A og B. Lavest var konsentrasjonen i prøve B. Fem av laboratoriene hadde systematisk altfor høye resultater for begge prøvene, mens bare to middelveier var systematisk altfor lave (dvs $Z > 3$). 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 %. Bildet domineres av de systematiske forskjellene mellom laboratoriene

3.4 Krom

Laboratoriernes enkeltresultater er gjengitt i Tabell 9, mens de enkelte laboratoriers middelveier er framstilt grafisk i figur 4. 27 laboratorier sendte inn resultater for krom i slamprøvene. Seks laboratorier bestemte krom i begge prøvene med ICP. Grafittovn ble benyttet av fem laboratorier. De øvrige laboratoriene benyttet flamme atomabsorpsjon, men ikke alle har angitt om de benyttet bakgrunnskorreksjon under bestemmelsen. Ett av disse laboratoriene har opplyst at de benyttet lystgass/acetylen flamme til bestemmelse av krom.

For prøve A og B ble henholdsvis 68 og 75 % av middelveiene bedømt som akseptable. Den gjennomsnittlige kromkonsentrasjonen rapportert for prøve B var omtrent en halv gang høyere enn i prøve A. De laboratoriene som hadde systematisk altfor høye resultater benyttet alle flamme atomabsorpsjon ved bestemmelsen. Interferenser under bestemmelsen kan være en sannsynlig årsak til avvikende resultater.

Presisjonen innen hvert enkelt laboratorium var noe varierende, men var jevnt over bedre enn mellom laboratoriene. Det var både systematisk for høye og for lave verdier blant de avvikende resultatene. Oppslutningstrinnet kan være en årsak til spredning mellom resultatene for dette metallet, men resultatene fra laboratorium nr. 10, som benyttet tre forskjellige oppslutningsmetoder, tyder på at effekten ikke er meget stor. Således viser resultatene fra dette laboratoriet at kongevann var mest effektivt av de tre metodene, mens konsentrert salpetersyre tilsatt hydrogenperoksid var noe bedre enn 7 M salpetersyre som er anbefalt i Norsk standard.

3.5 Kopper

Laboratoriernes enkeltresultater er gjengitt i Tabell 10, mens de enkelte laboratoriers middelveier er framstilt grafisk i figur 5. 28 laboratorier sendte inn resultater for kopper i slamprøvene, med bra resultater for alle tre prøvene, der 90 % av middelveiene ble bedømt

som akseptable i begge prøvene. Resultatene for kopper kan derfor anses for å være meget tilfredsstillende.

Seks laboratorier bestemte kopper med ICP, mens de øvrige benyttet flamme atomabsorpsjon. Tre laboratorier har rapportert spesielt lave resultater, av disse benyttet to flamme atomabsorpsjon og ett laboratorium ICP.

3.6 Nikkel

Laboratoriens enkeltresultater er gjengitt i Tabell 11, mens de enkelte laboratoriers middelveidier er framstilt grafisk i figur 6. 27 av de deltakende laboratorier sendte inn resultater for nikkel. Seks laboratorier benyttet ICP til bestemmelsen, mens grafittovn ble benyttet av fem laboratorier. Resten av laboratoriene benyttet flamme atomabsorpsjon.

Henholdsvis 70 og 81 % av de rapporterte middelveidier var akseptable for prøve A og B. Det er både systematisk for høye og for lave resultater blant de avvikende middelveidier. Noen få laboratorier skiller seg ut med spesielt høye resultater, men det er ingen sammenheng med hvilken metode som er benyttet. Spesielt lave resultater er også observert for noen få tilfeller. Interferenser er sannsynlig årsak til de systematisk avvikende resultater.

3.7 Sink

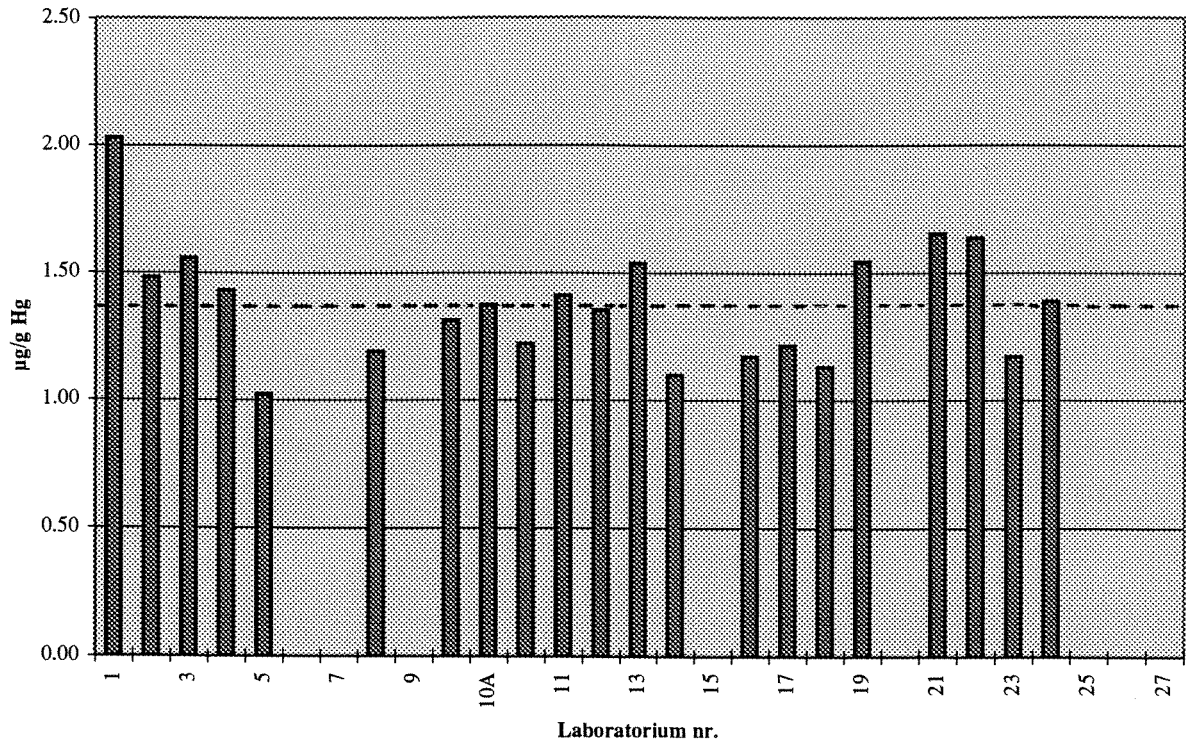
Laboratoriens enkeltresultater er gjengitt i Tabell 12, mens de enkelte laboratoriers middelveidier er framstilt grafisk i figur 7. Alle deltakende laboratorier sendte inn resultater for sink, og det var meget høy andel akseptable resultater for alle prøvene, henholdsvis 93 og 100 % i prøvene A og B, slik at resultatene for dette metallet kan anses for å være meget tilfredsstillende. Syv laboratorier anvendte ICP ved bestemmelsen, mens de øvrige benyttet flamme atomabsorpsjon.

3.8 Kalsium

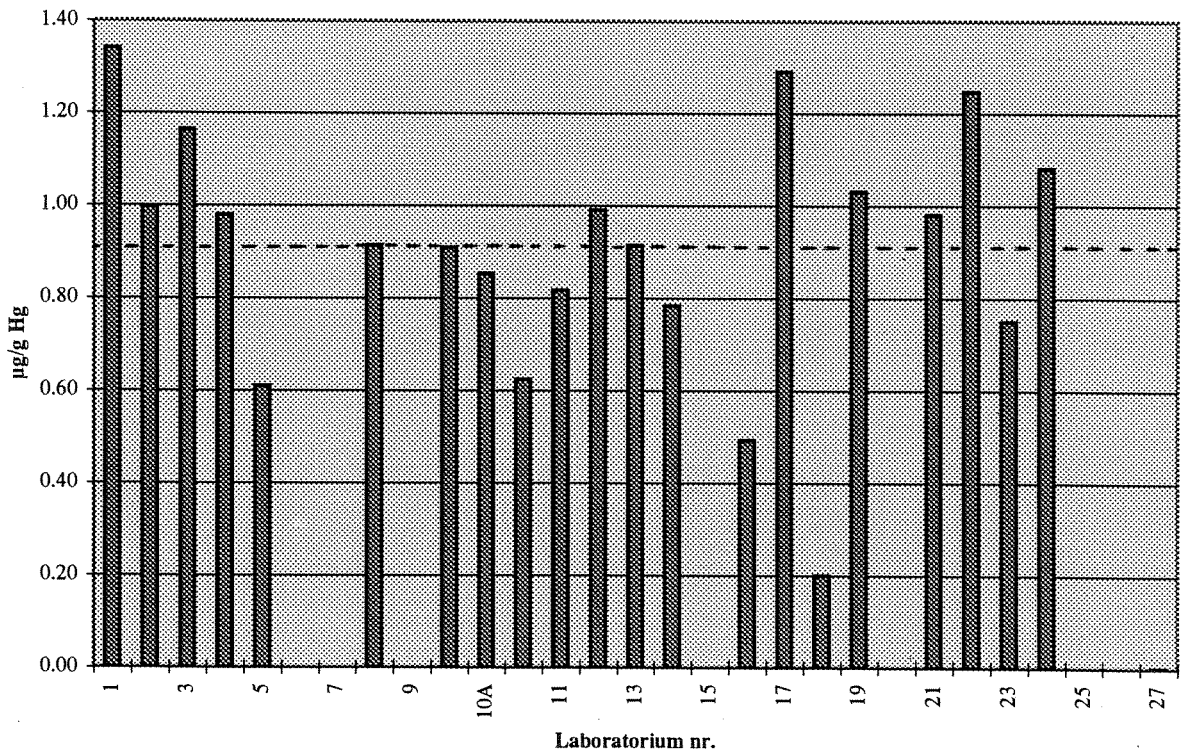
Laboratoriens enkeltresultater er gjengitt i Tabell 13, mens de enkelte laboratoriers middelveidier er framstilt grafisk i figur 8. For kalsium ble det mottatt resultater fra 26 av deltakerne. For dette metallet var andelen akseptable resultater henholdsvis 92 og 81 % i prøve A og B. Sterkt avvikende middelveidier var med ett unntak systematisk for lave, noe som kan indikere interferenser ved selve bestemmelsen. 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. Det ser ut til å være svært liten forskjell på resultatene fra ulike oppslutningsmetoder, se laboratorium nr. 10, 10 A og 10 B.

Forts. side 25

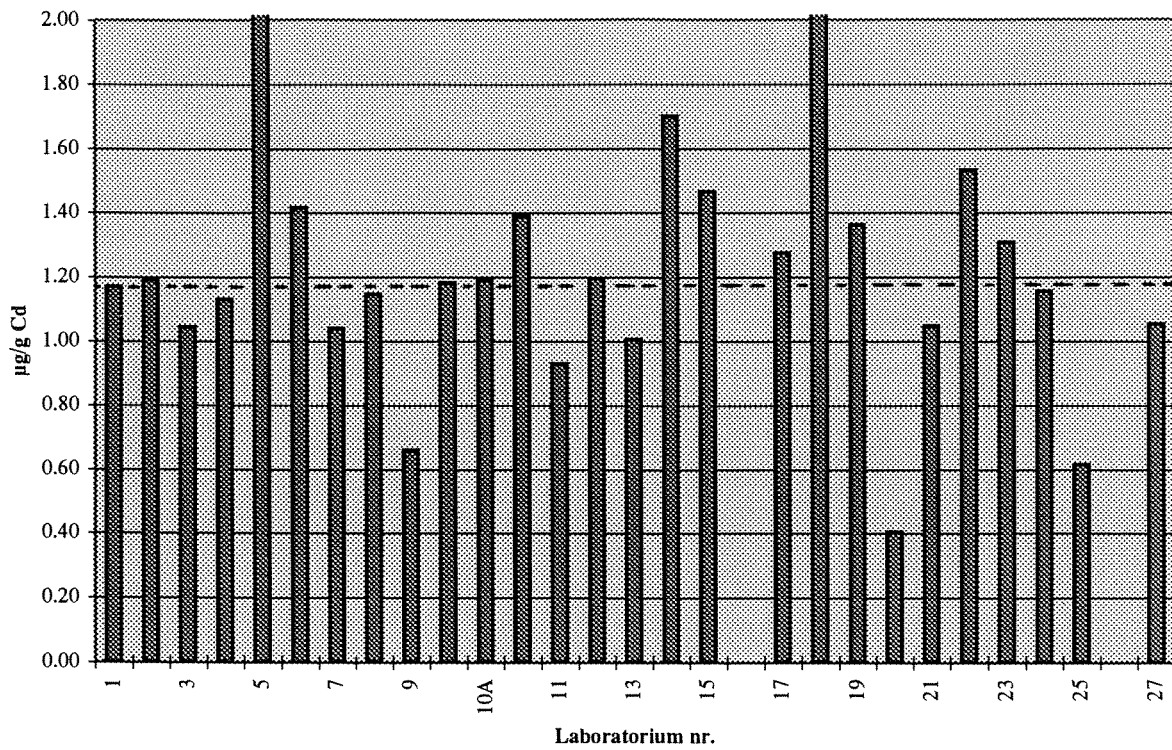
Figur 1A. Laboratoriens resultater for kvikksølv i prøve A



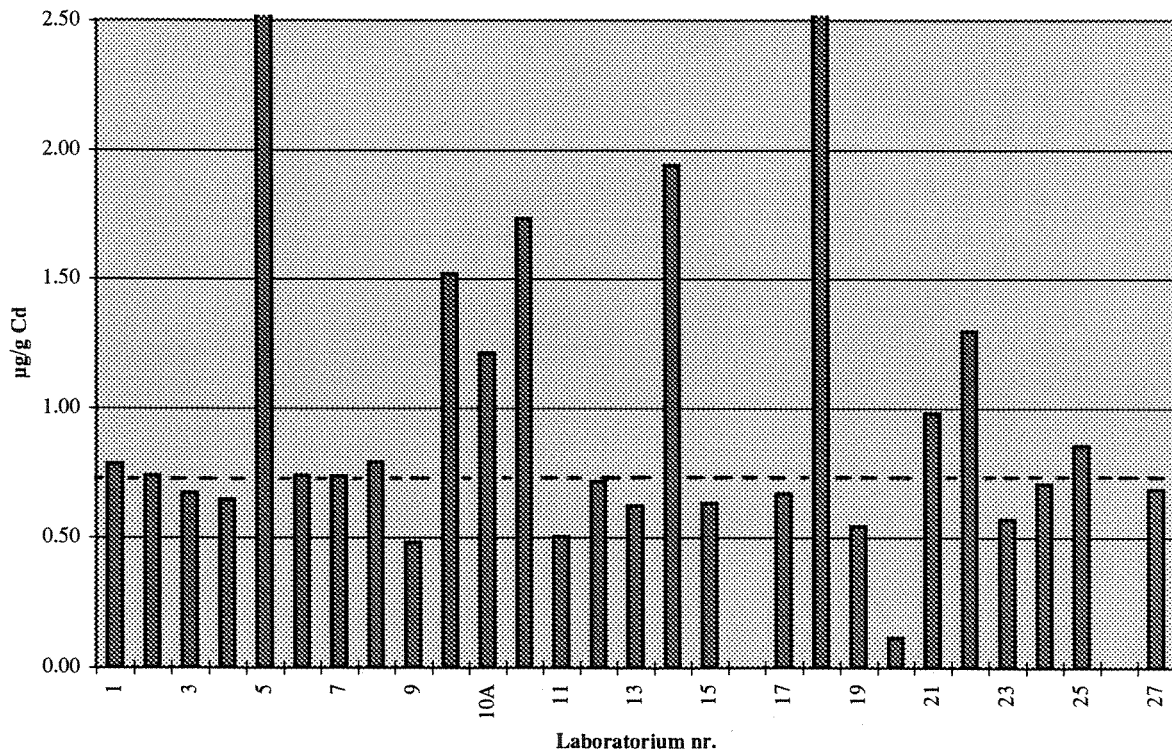
Figur 1 B. Laboratoriens resultater for kvikksølv i prøve B



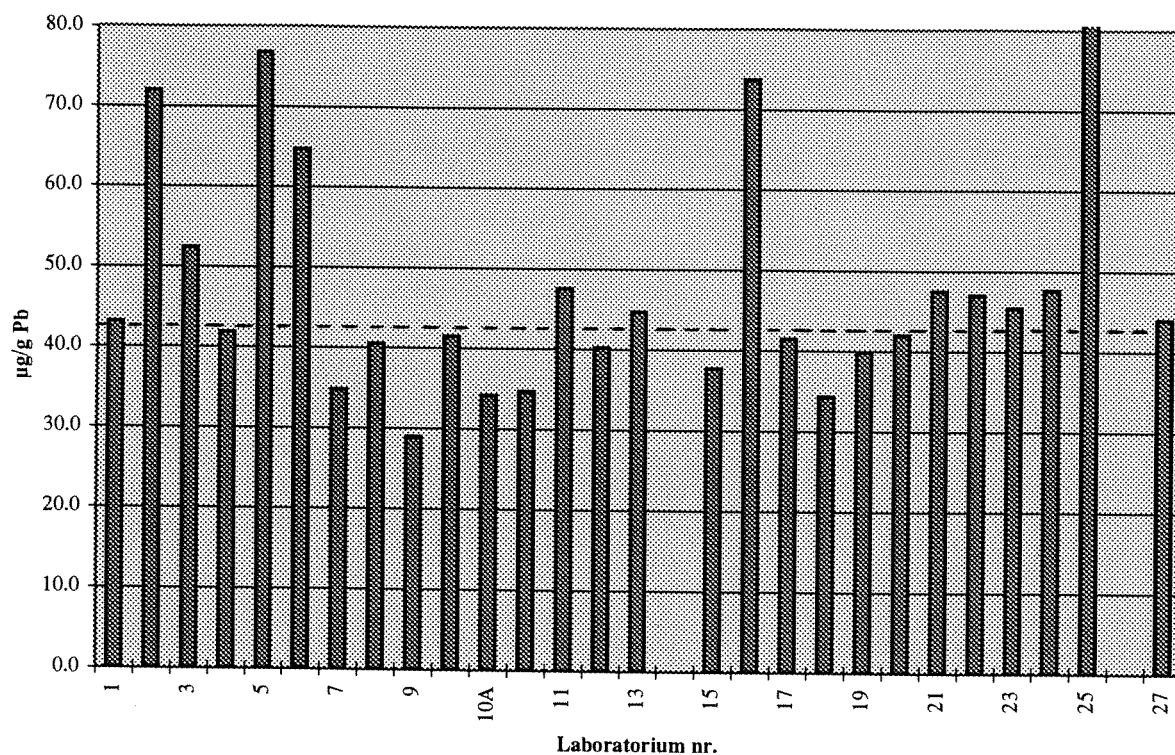
Figur 2 A. Laboratoriens resultater for kadmium i prøve A



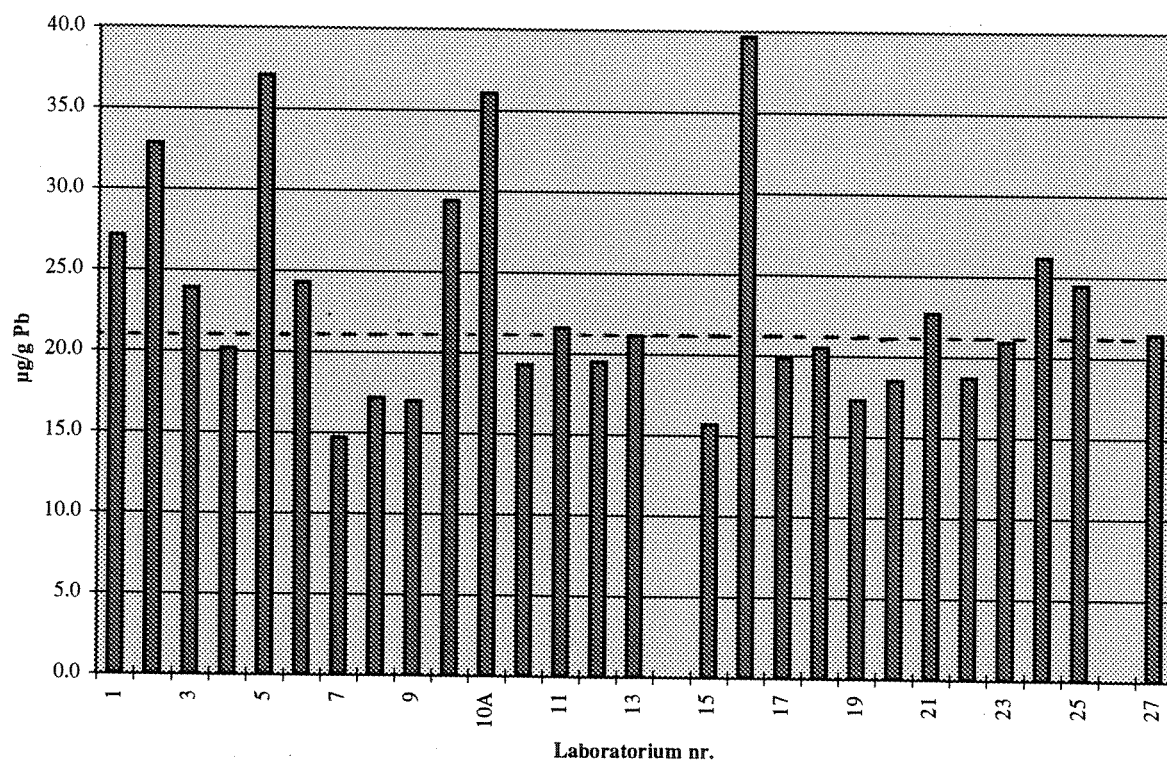
Figur 2 B. Laboratoriens resultater for kadmium i prøve B



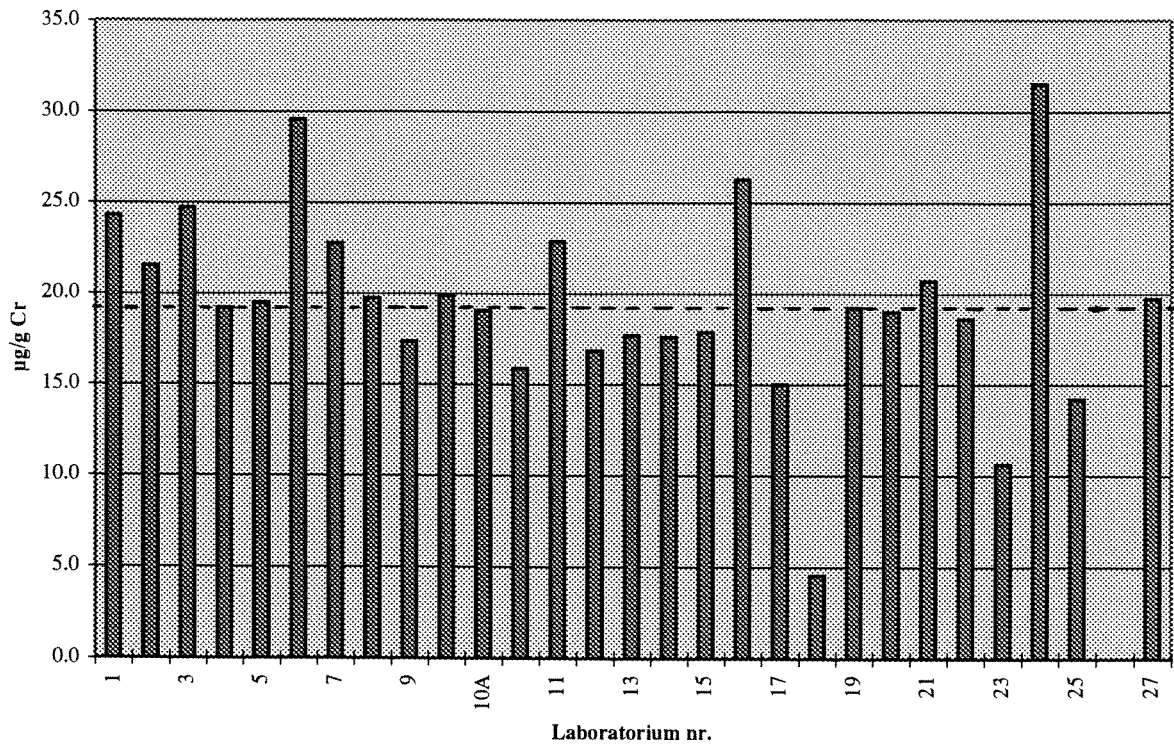
Figur 3 A. Laboratoriens resultater for bly i prøve A



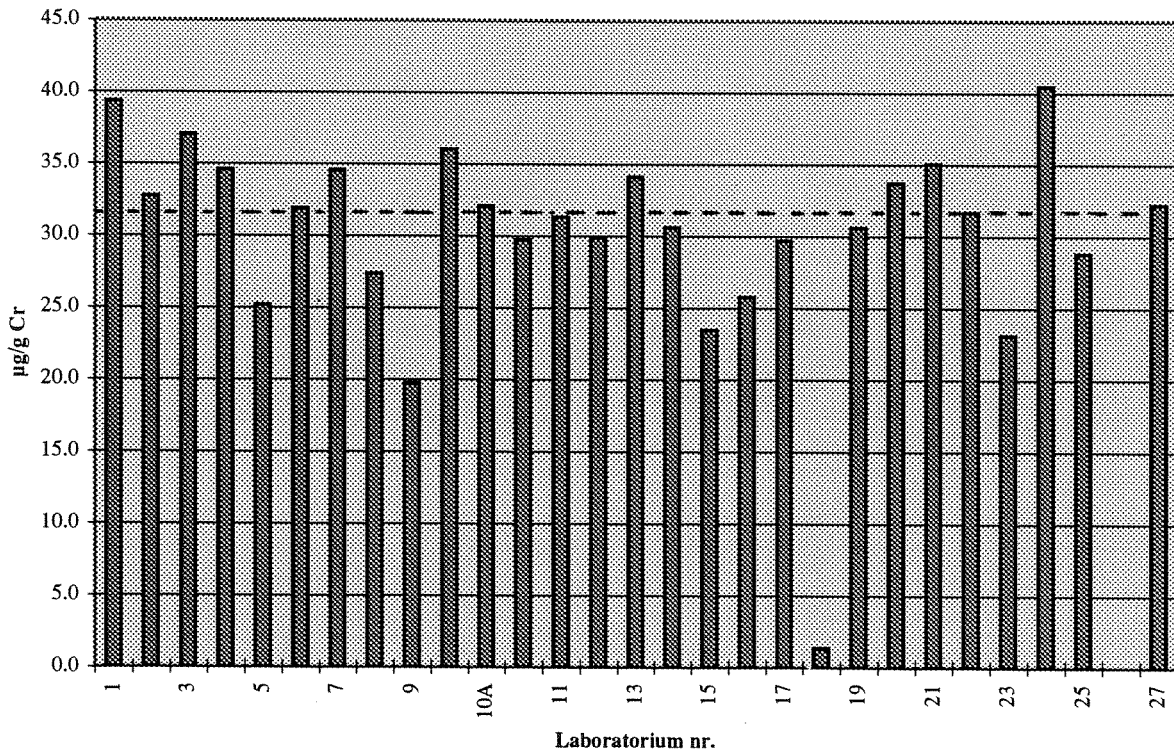
Figur 3 B. Laboratoriens resultater for bly i prøve B



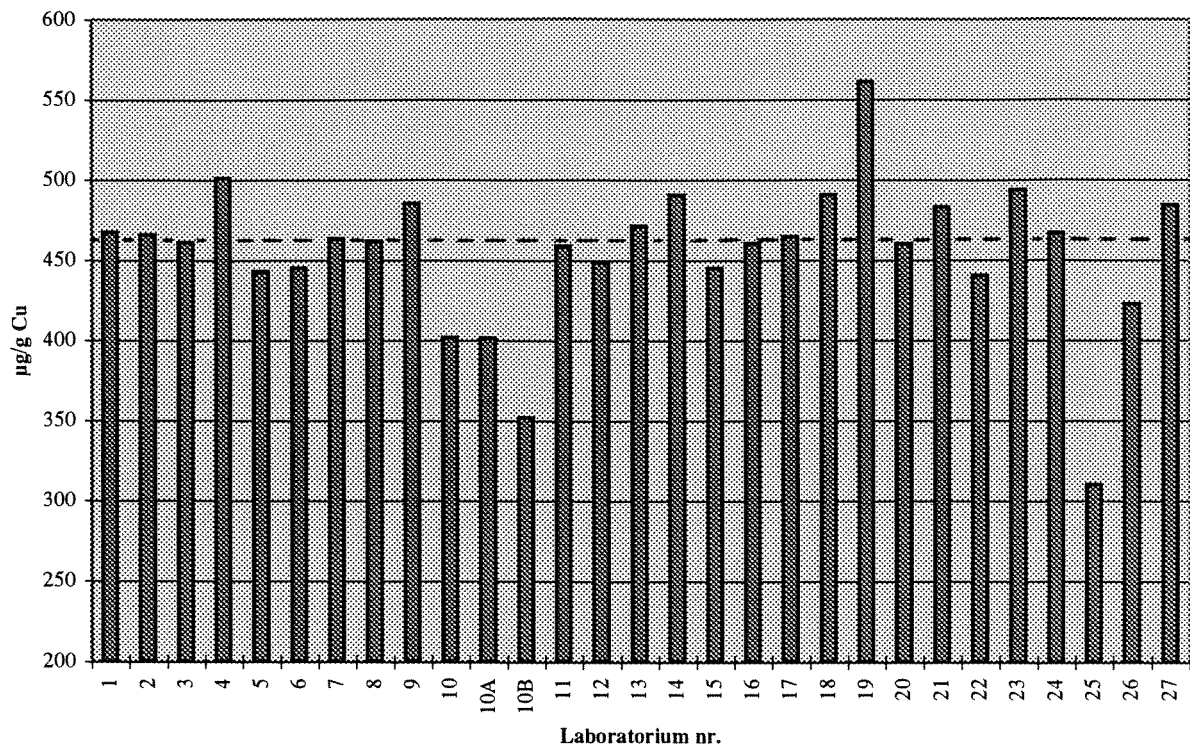
Figur 4 A. Laboratoriens resultater for krom i prøve A



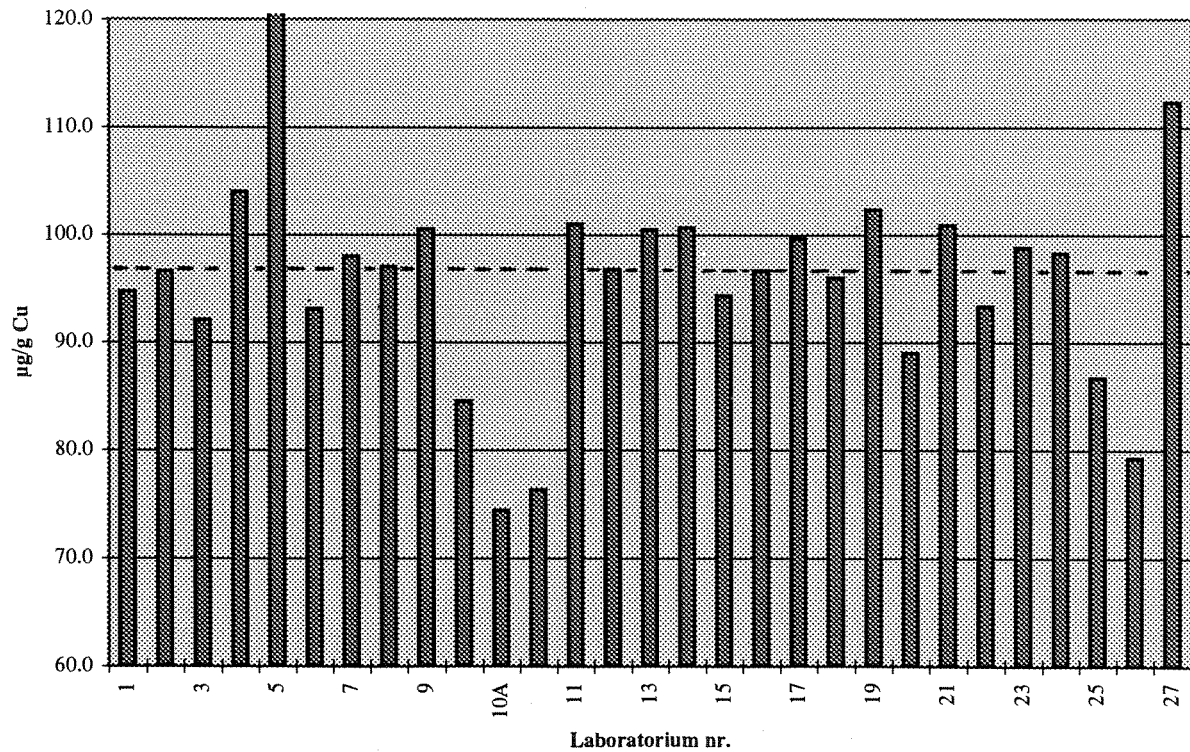
Figur 4 B. Laboratoriens resultater for krom i prøve B



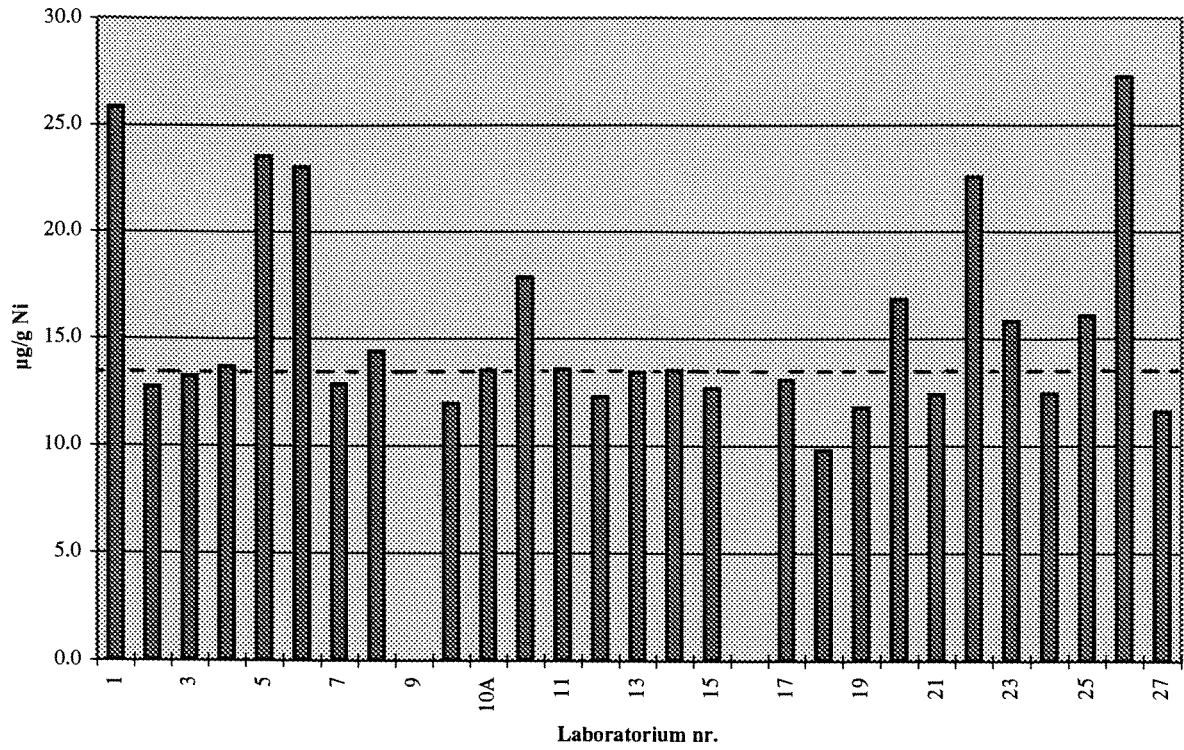
Figur 5 A. Laboratoriernes resultater for kopper i prøve A



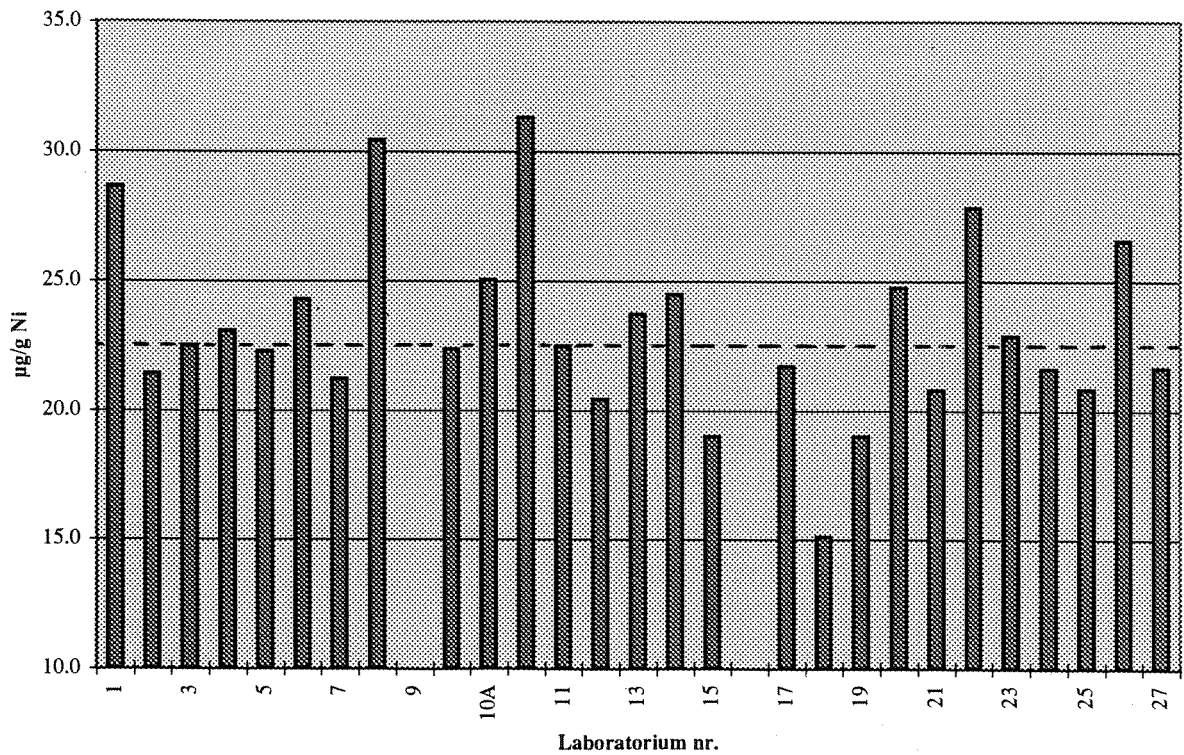
Figur 5 B. Laboratoriernes resultater for kopper i prøve B



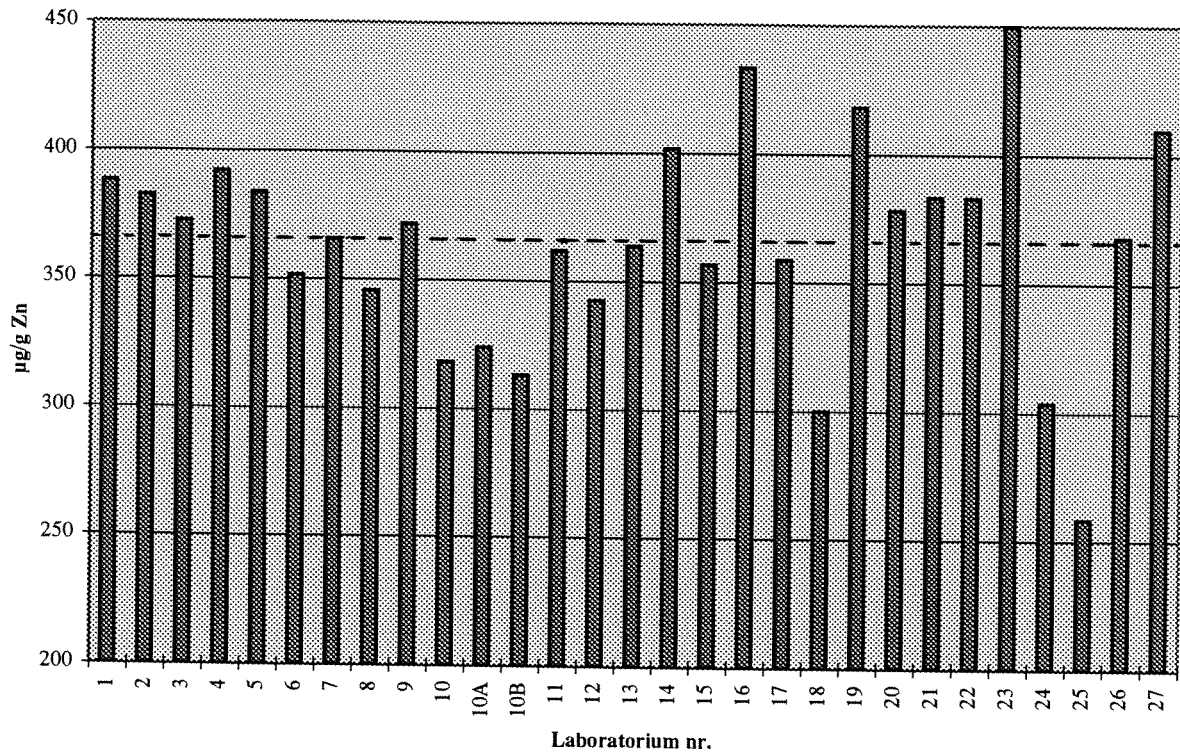
Figur 6 A. Laboratoriernes resultater for nikkel i prøve A



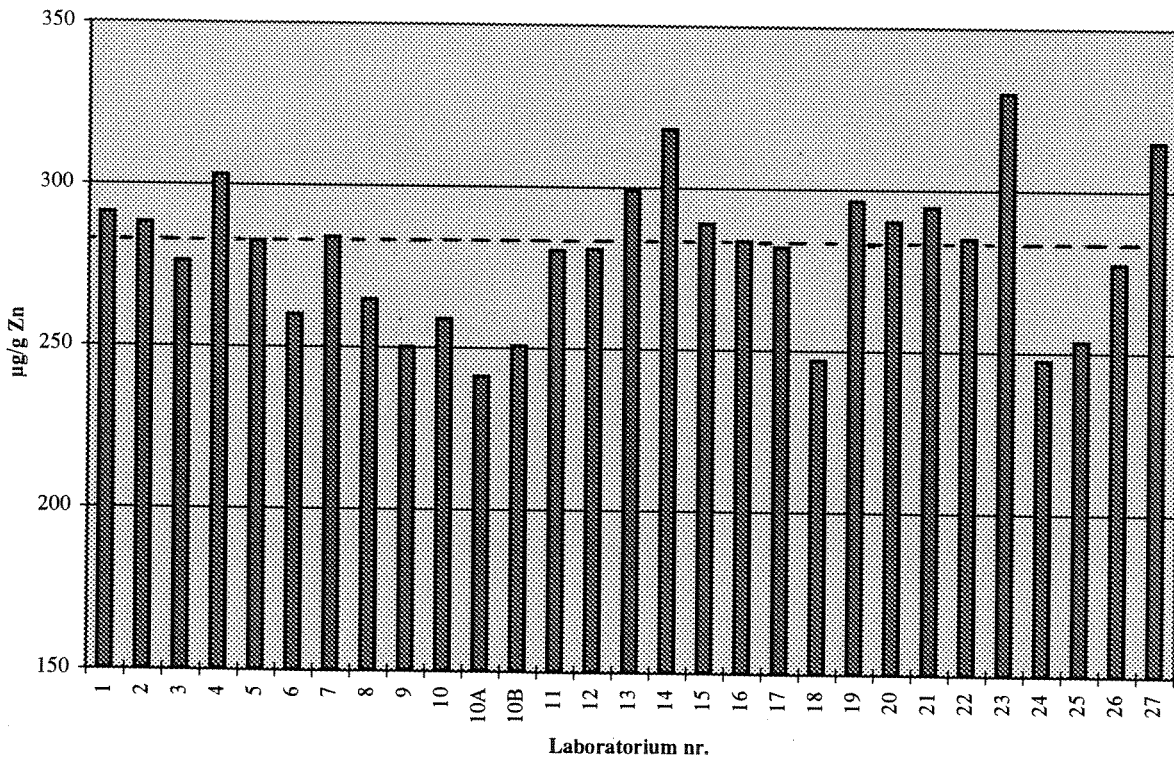
Figur 6 B. Laboratoriernes resultater for nikkel i prøve B



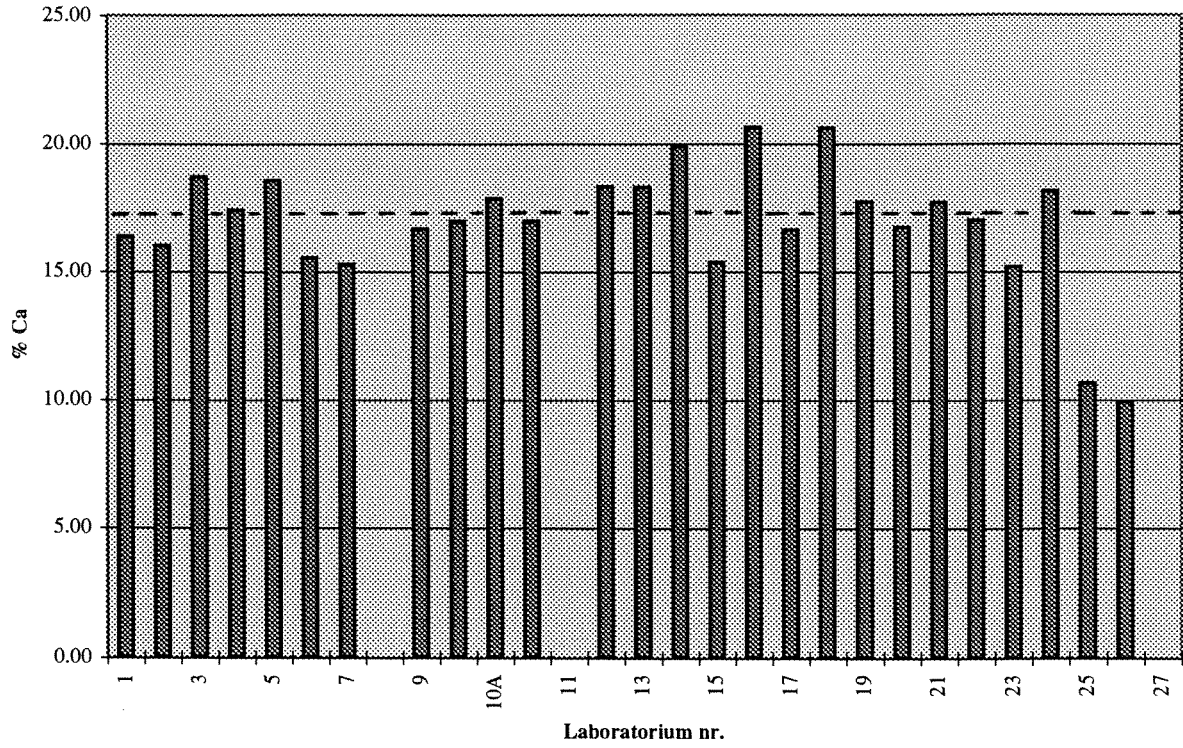
Figur 7 A. Laboratoriernes resultater for sink i prøve A



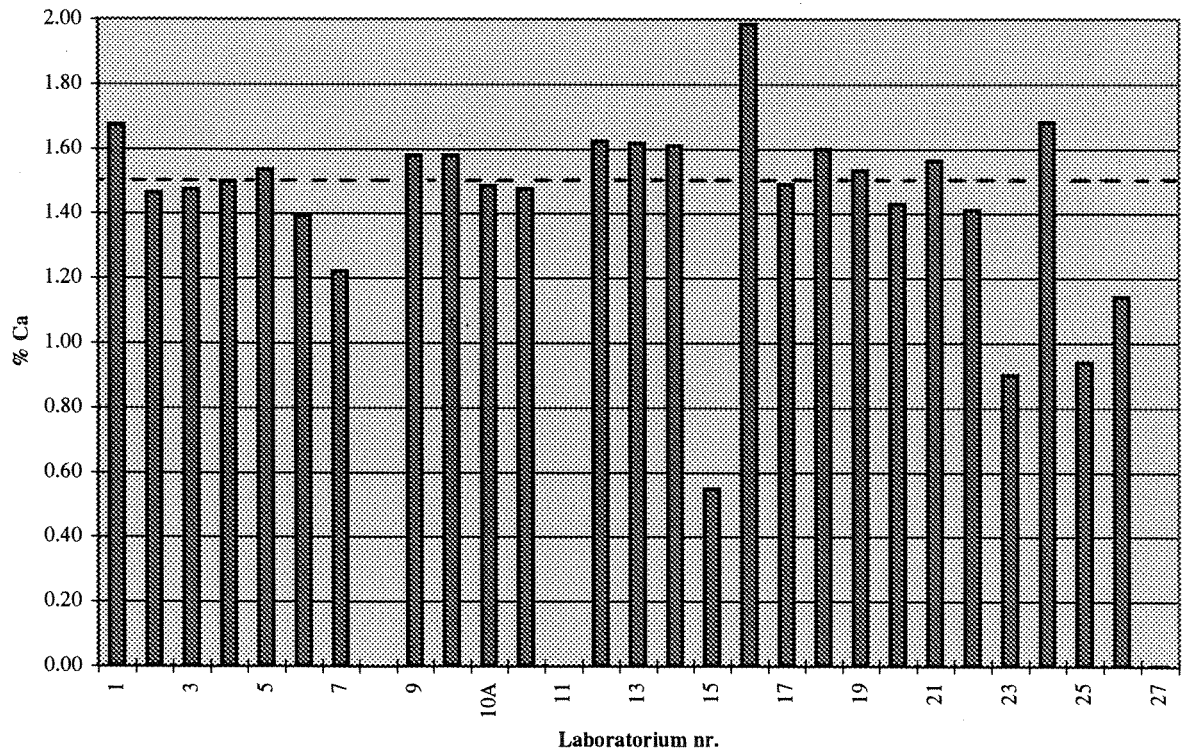
Figur 7 B. Laboratoriernes resultater for sink i prøve B



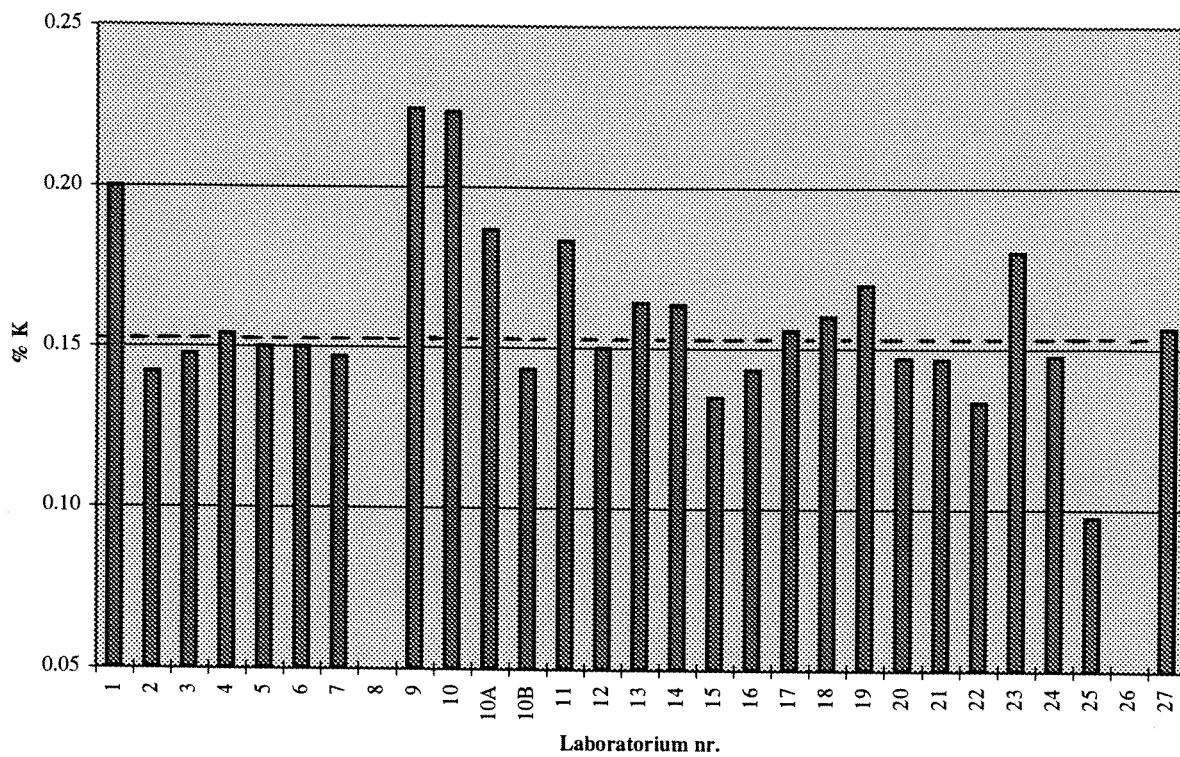
Figur 8 A. Laboratoriernes resultater for kalsium i prøve A



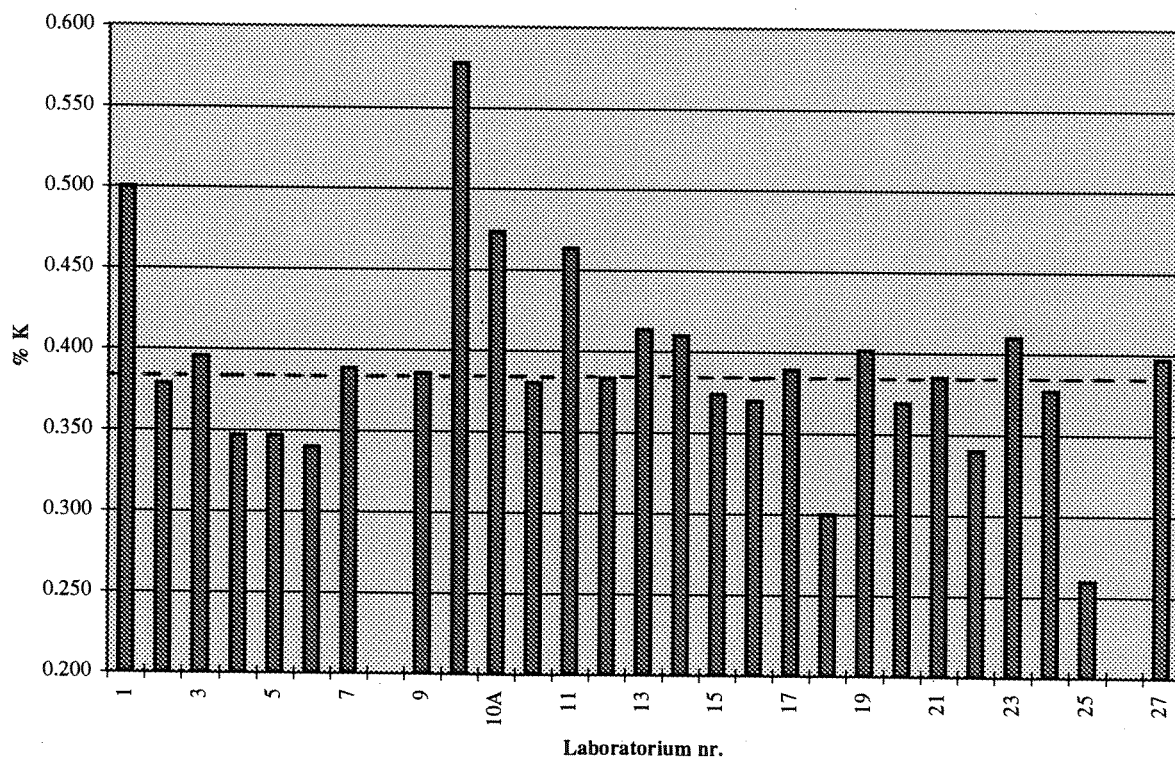
Figur 8 B. Laboratoriernes resultater for kalsium i prøve B



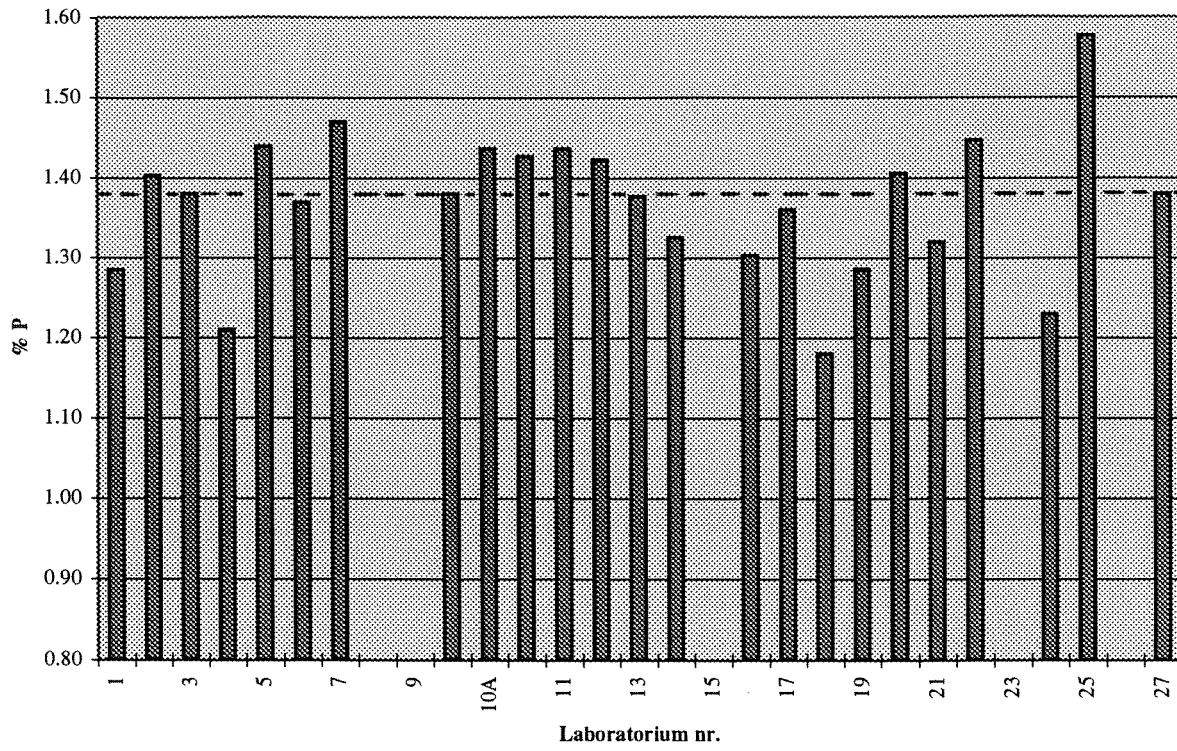
Figur 9 A. Laboratoriernes resultater for kalium i prøve A



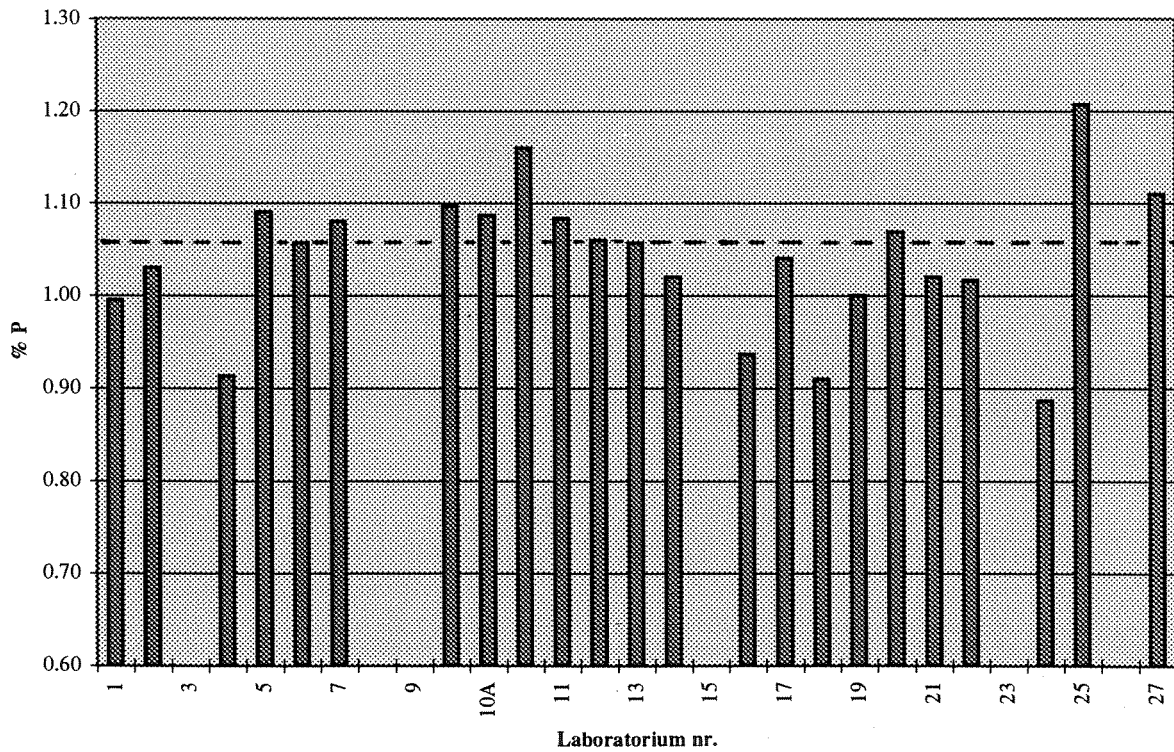
Figur 9 A. Laboratoriernes resultater for kalium i prøve A



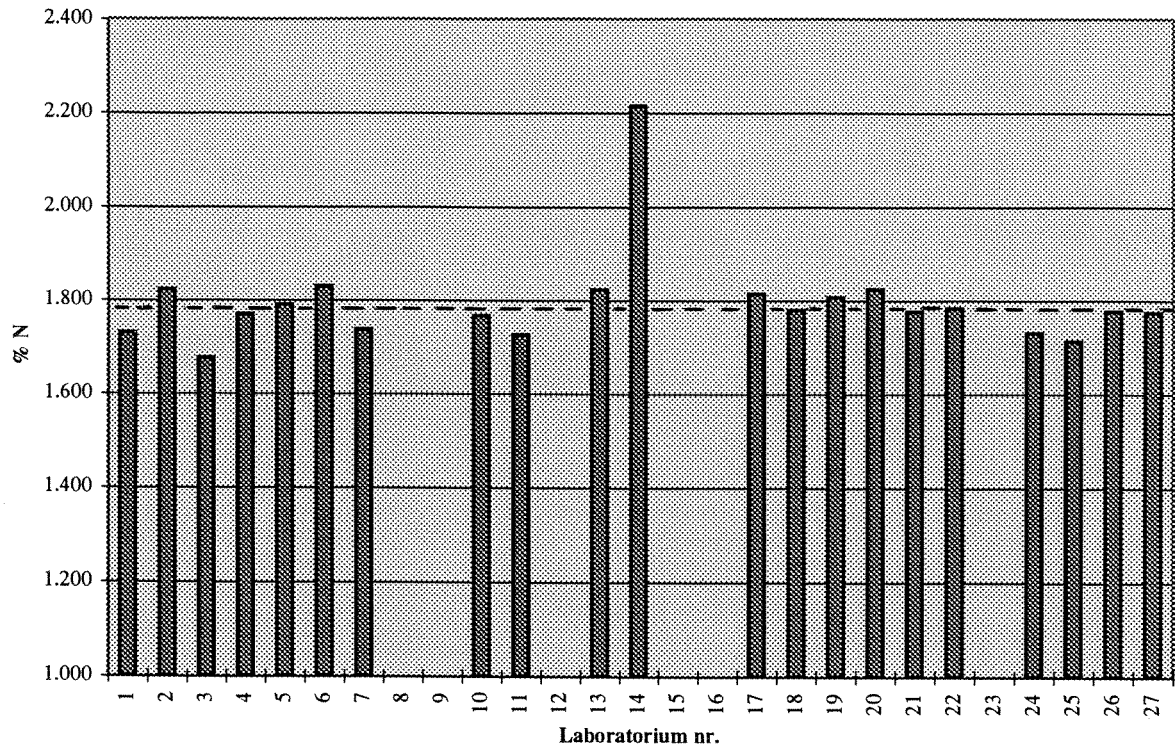
Figur 10 A. Laboratoriens resultater for totalfosfor i prøve A



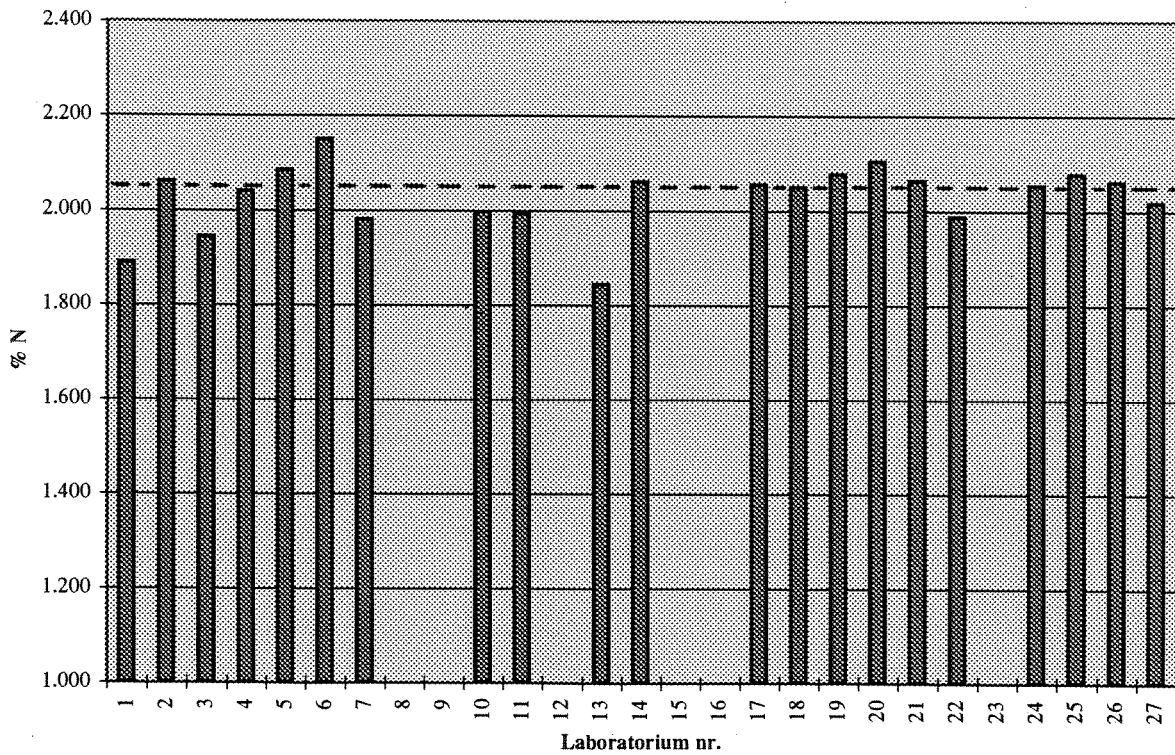
Figur 10 B. Laboratoriens resultater for totalfosfor i prøve B



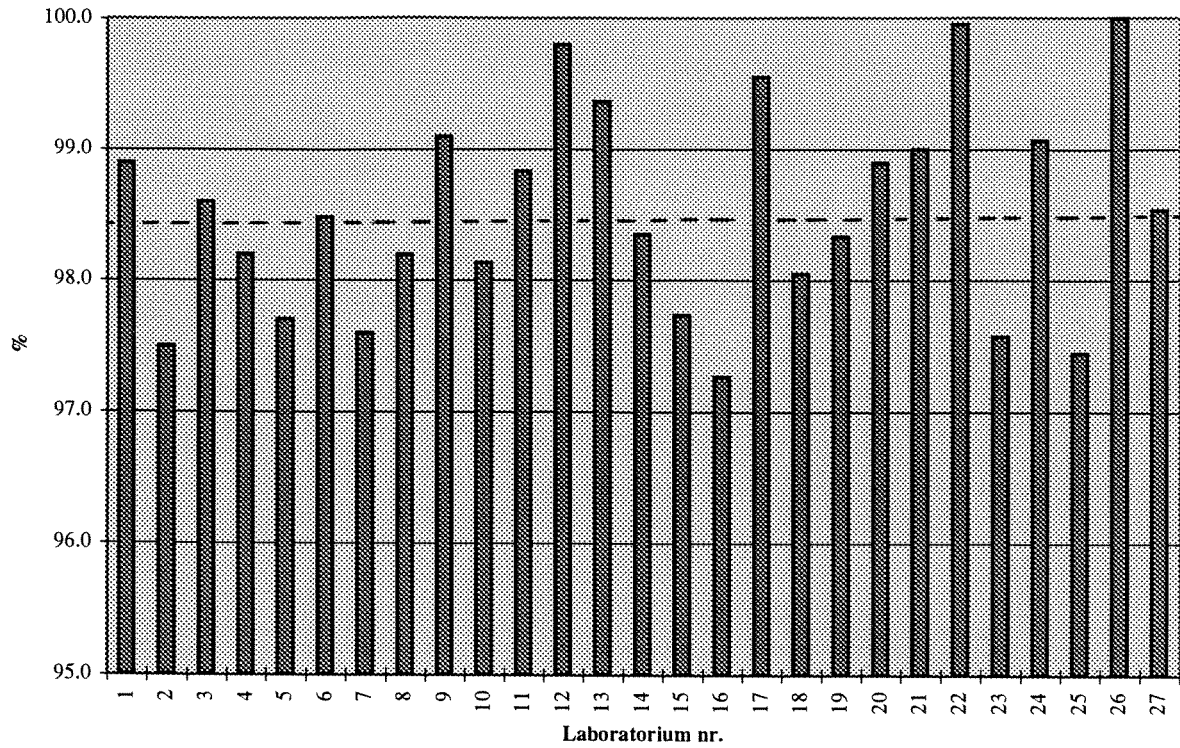
Figur 11 A. Laboratoriens resultater for nitrogen i prøve A



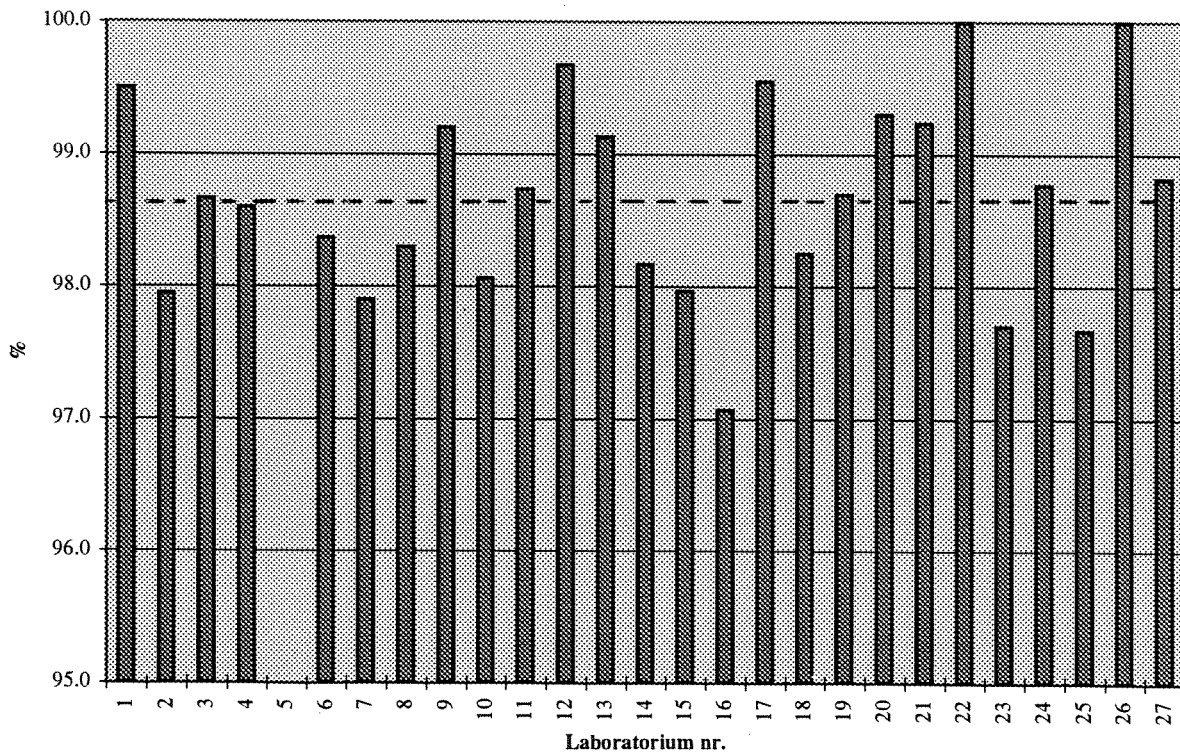
Figur 11 B. Laboratoriens resultater for nitrogen i prøve B



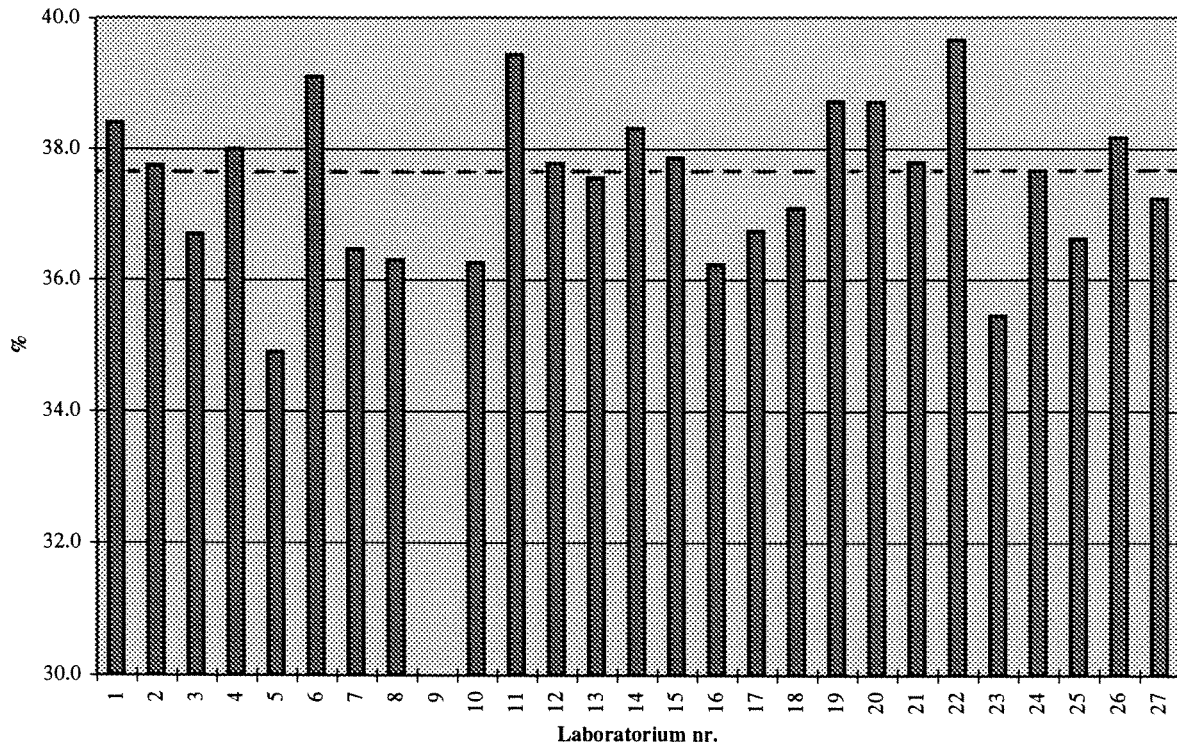
Figur 12 A. Laboratoriernes resultater for totalt tørrstoffinnhold i prøve A



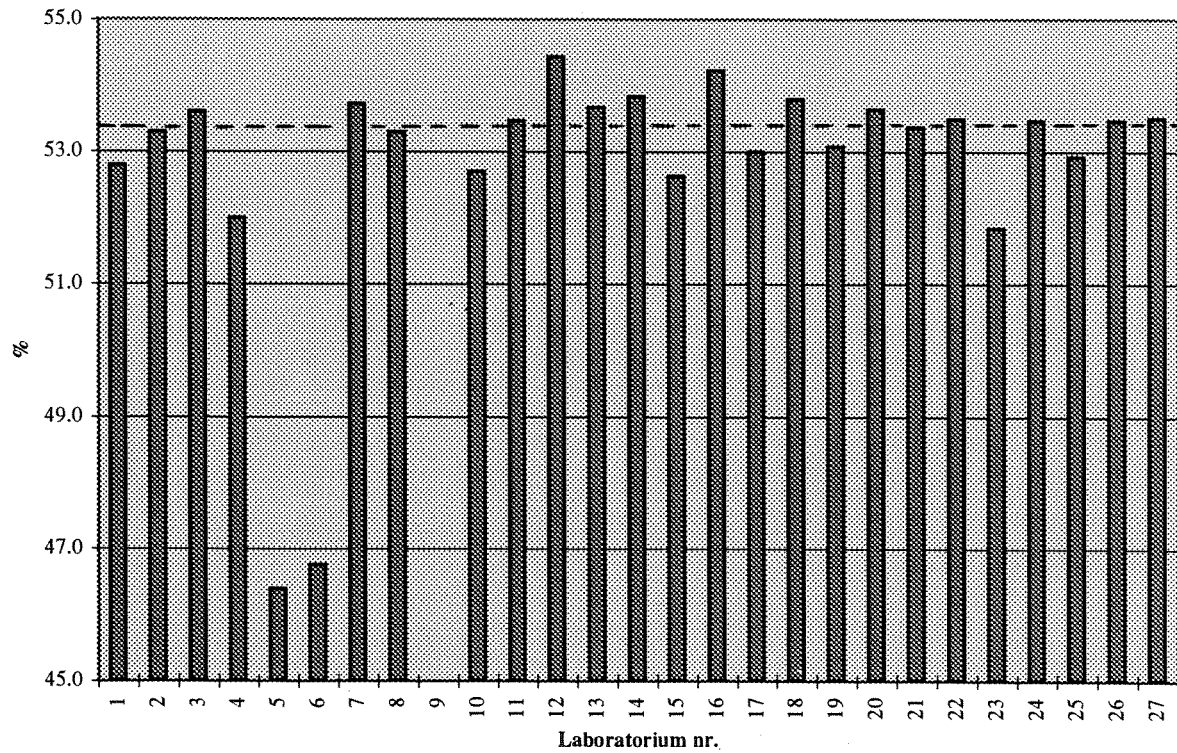
Figur 11 B. Laboratoriernes resultater for totalt tørrstoffinnhold i prøve B



Figur 13 A. Laboratoriernes resultater for glødetap i prøve A



Figur 13 B. Laboratoriernes resultater for glødetap i prøve B



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 26 av laboratoriene. Resultatene for kalium er gjennomgående bra, med 78 % akseptable middelveier for begge prøvene. Blant de avvikende verdiene var de fleste systematisk for høye. Seks laboratorier bestemte kalium med ICP, mens resten benyttet flamme atomabsorpsjon. Laboratorium har fått klart de høyeste resultatene etter opplutning med kongevann, mens konsentrert salpetersyre tilsatt hydrogenperoksid ble noe lavere, og opplutning i henholdt il Norsk Standard stemmer godt overens med medianverdien. Dette kan indikere at de fleste laboratoriene som følger Norsk standard får for lave resultater for kalium i slam.

3.10 Totalfosfor

Laboratoriens enkeltresultater er gjengitt i Tabell 15, mens de enkelte laboratoriers middelveier er framstilt grafisk i figur 10. 24 laboratorier rapporterte resultater for totalfosfor, og alle middelveiene ble bedømt som akseptable.

3.11 Kjeldahl-nitrogen

Laboratoriens enkeltresultater er gjengitt i Tabell 16, mens de enkelte laboratoriers middelveier er framstilt grafisk i figur 11. For Kjeldahl-nitrogen ble det mottatt 20 resultatsett for prøve A, og 21 for prøve B. Bare en av middelveiene lå utenfor den generelle grensen på $\pm 20\%$, og dette resultatet var for høyt.

3.12 Totalt organisk karbon

Laboratoriens enkeltresultater er gjengitt i Tabell 17. Fire laboratorier rapporterte resultater for denne analysevariabelen. Ett laboratorium som bestemte karboninnholdet ved høytemperatur forbrenning i elementanalysator fikk langt høyere resultater enn de tre øvrige laboratorier.

3.13 Totalt tørrstoffinnhold

Laboratoriens enkeltresultater er gjengitt i Tabell 18, mens de enkelte laboratoriers middelveier er framstilt grafisk i figur 12. Det ble mottatt resultater for totalt tørrstoffinnhold fra ialt 27 laboratorier. Med unntak av ett resultat for prøve B som er altfor lavt, er alle de andre resultatene er akseptable.

3.14 Glødetap

Laboratoriens enkeltresultater er gjengitt i Tabell 19, mens de enkelte laboratoriers middelveier er framstilt grafisk i figur 13. 26 laboratorier bestemte glødetapet i prøve A,

mens 25 sendte inn resultater for prøve B. Tre middelværdier for prøve A og to for prøve B var for lave.

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 akseptansesgrensene 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 deltakernes resultater er. 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. totaloppslutning i forhold til oppslutning med 7 mol/l salpetersyre).

Til denne vurderingen er det beregnet en Z-faktor (se side 6), og Z-verdier mindre eller lik 2 bedømmes som akseptable. 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 avløpsslam 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. 10 som har foretatt oppslutning etter tre ulike metoder. Av tabell 5 framgår det at oppslutning med kongevann eller med konsentrert salpetersyre og hydrogenperoksid ikke gir vesentlig forskjell i andel akseptable resultater, mens denne andelen er en god del lavere ved bruk av oppslutning med 7 mol/l salpetersyre i henhold til Norsk Standard. 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 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 atomabsorpsjon i flamme ved bestemmelsen. Opp til syv 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.

Tabell 2. Evaluering av laboratorienes resultater ved bestemmelse av metaller. Oversikt over laboratorienes Z-faktor ved sammenligning med medianverdien.

Lab. nr.	Hg A	Hg B	Cd A	Cd B	Pb A	Pb B	Cr A	Cr B	Cu A	Cu B	Ni A	Ni B	Zn A	Zn B
1	4.9	4.7	0.0	0.8	0.1	2.8	2.7	2.4	0.1	0.2	9.1	2.7	0.5	0.3
2	0.9	1.0	0.2	0.1	6.9	5.5	1.2	0.3	0.1	0.0	0.6	0.5	0.4	0.2
3	1.4	2.8	1.1	0.8	2.3	1.3	2.9	1.7	0.0	0.5	0.2	0.0	0.1	0.2
4	0.5	0.8	0.3	1.1	0.2	0.4	0.0	0.9	0.8	0.8	0.1	0.3	0.7	0.7
5	2.5	3.3	20.4	24.6	8.0	7.6	0.1	2.1	0.4	8.8	7.4	0.1	0.4	0.0
6			2.1	0.1	5.2	1.5	5.4	0.1	0.4	0.4	7.1	0.8	0.5	0.8
7			1.1	0.1	1.8	3.0	1.9	0.9	0.0	0.1	0.4	0.6	0.1	0.0
8	1.3	0.0	0.2	0.8	0.5	1.8	0.3	1.4	0.0	0.0	0.7	3.5	0.6	0.6
9			4.4	3.4	3.2	1.9	1.0	3.8	0.5	0.4			0.1	1.2
10	0.3	0.0	0.1	10.8	0.3	3.9	0.3	1.4	1.3	1.3	1.1	0.1	1.4	0.8
10A	0.1	0.6	0.2	6.6	2.0	7.1	0.1	0.1	1.3	2.3	0.0	1.1	1.2	1.5
10B	1.0	3.2	1.9	13.7	1.9	0.9	1.7	0.6	2.4	2.1	3.3	3.9	1.5	1.1
11	0.4	1.0	2.1	3.1	1.2	0.2	1.9	0.1	0.1	0.4	0.0	0.0	0.2	0.1
12	0.0	0.9	0.2	0.2	0.6	0.8	1.2	0.6	0.3	0.0	0.9	0.9	0.7	0.1
13	1.3	0.0	1.4	1.5	0.5	0.0	0.8	0.8	0.2	0.4	0.0	0.5	0.1	0.6
14	1.9	1.4	4.5	16.6			0.8	0.3	0.6	0.4	0.0	0.9	0.9	1.2
15			2.5	1.3	1.2	2.6	0.7	2.6	0.4	0.2	0.6	1.6	0.3	0.2
16	1.4	4.6			7.3	8.8	3.7	1.9	0.1	0.0			1.8	0.0
17	1.1	4.2	0.9	0.8	0.3	0.6	2.2	0.6	0.0	0.3	0.3	0.3	0.3	0.0
18	1.7	7.8	23.3	83.2	1.9	0.3	7.6	9.6	0.6	0.1	2.7	3.3	1.8	1.3
19	1.3	1.3	1.7	2.6	0.6	1.8	0.0	0.4	2.1	0.6	1.3	1.6	1.4	0.5
20			6.5	8.4	0.1	1.2	0.1	0.6	0.1	0.8	2.5	1.0	0.3	0.2
21	2.2	0.8	1.1	3.4	1.1	0.7	0.8	1.1	0.4	0.4	0.8	0.8	0.4	0.4
22	2.0	3.7	3.1	7.8	1.0	1.1	0.3	0.0	0.5	0.3	6.7	2.4	0.4	0.1
23	1.4	1.8	1.2	2.2	0.7	0.1	4.5	2.7	0.7	0.2	1.7	0.2	2.2	1.7
24	0.2	1.9	0.1	0.3	1.2	2.4	6.4	2.8	0.1	0.2	0.8	0.4	1.7	1.3
25			4.7	1.7	23.3	1.6	2.6	0.9	3.3	1.0	1.9	0.7	3.0	1.0
26			1.0	0.6	0.3	0.2	0.3	0.1	0.9	1.8	10.2	1.8	0.0	0.2
27									0.5	1.6	1.4	0.4	1.1	1.1
% aksept.	86	62	62	52	74	67	68	75	90	90	70	81	93	100

Tabell 3. Evaluering av laboratorienes resultater ved bestemmelse av nyttestoffer. Oversikt over laboratorienes Z-faktor ved sammenligning med medianverdien.

Lab. nr.	Ca A	Ca B	K A	K B	P A	P B	N A	N B	TTS A	TTS B	TGT A	TGT B
1	0.5	1.2	3.2	3.0	0.7	0.6	0.3	0.8	0.2	0.3	0.7	0.4
2	0.7	0.8	0.7	0.1	0.2	0.3	0.2	0.0	0.4	0.3	0.0	0.1
3	0.9	0.8	0.3	0.3	0.0		0.6	0.5	0.0	0.0	1.1	0.2
4	0.1	1.0	0.1	1.0	1.2	1.4	0.1	0.0	0.1	0.0	0.3	1.0
5	0.8	1.3	0.1	1.0	0.4	0.3	0.1	0.2	0.3	2.7	3.0	5.2
6	1.0	0.2	0.1	1.1	0.1	0.0	0.3	0.5	0.0	0.1	1.5	5.0
7	1.1	1.0	0.3	0.1	0.7	0.2	0.2	0.3	0.4	0.3	1.3	0.3
8									0.1	0.1	1.5	0.1
9	0.3	1.6	4.8	0.0					0.3	0.2		
10	0.1	1.6	4.7	5.0	0.0	0.3	0.1	0.3	0.1	0.2	1.5	0.5
10A	0.4	0.9	2.3	2.3	0.4	0.3						
10B	0.1	0.9	0.6	0.1	0.3	0.9						
11			2.1	2.1	0.4	0.2	0.3	0.3	0.1	0.0	1.8	0.1
12	0.7	1.9	0.1	0.0	0.3	0.0			0.5	0.4	0.1	0.8
13	0.6	1.9	0.8	0.8	0.0	0.0	0.2	1.0	0.4	0.2	0.2	0.2
14	1.6	1.8	0.8	0.7	0.4	0.4	2.4	0.0	0.1	0.2	0.6	0.3
15	1.1	6.0	1.1	0.3					0.3	0.3	0.2	0.6
16	2.0	4.6	0.6	0.4	0.6	1.2			0.5	0.6	1.6	0.6
17	0.3	1.0	0.2	0.1	0.1	0.2	0.2	0.0	0.4	0.4	1.0	0.3
18	2.0	1.8	0.5	2.2	1.4	1.4	0.0	0.0	0.2	0.2	0.6	0.3
19	0.3	1.3	1.2	0.4	0.7	0.6	0.1	0.1	0.1	0.0	1.1	0.2
20	0.3	0.5	0.3	0.4	0.2	0.1	0.2	0.3	0.2	0.3	1.1	0.2
21	0.3	1.5	0.4	0.0	0.4	0.4	0.0	0.1	0.2	0.2	0.1	0.0
22	0.1	0.4	1.2	1.1	0.5	0.4	0.0	0.3	0.6	0.6	2.1	0.1
23	1.2	3.4	1.8	0.7					0.4	0.4	2.4	1.1
24	0.6	2.4	0.3	0.2	1.1	1.6	0.3	0.0	0.2	0.1	0.0	0.1
25	3.8	3.1	3.6	3.2	1.4	1.4	0.4	0.1	0.4	0.4	1.2	0.3
26	4.2	1.6					0.0	0.0	0.6	0.6	0.5	0.1
27			0.3	0.3	0.0	0.5	0.0	0.2	0.0	0.1	0.5	0.1
% aksept.	92	81	78	78	100	100	95	100	100	96	88	92

Av Tabellene 2 og 3 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.

TABELL 4. VURDERING AV DE ENKELTE LABORATORIERS RESULTATER FOR METALLENE VED PRØVNINGSSAMMENLIGNING 9604 I SLAM. Ved beregning av prosent akseptable resultater for hvert enkelt laboratorium, er det foretatt beregning både i forhold til antall resultater det enkelte laboratorium har sendt inn, og i forhold til totalt antall mulige resultater.

Lab.nr.	Antall akseptable	Antall innsendte resultater	% akseptable av innsendte resultater	% akseptable av antall mulige
1	7	14	50	50
2	12	14	86	86
3	11	14	79	79
4	14	14	100	100
5	5	14	36	36
6	8	12	67	57
7	11	12	92	79
8	13	14	93	93
9	6	10	60	43
10	12	14	86	86
10 A	11	14	79	79
10 B	8	14	57	57
11	12	14	86	86
12	14	14	100	100
13	14	14	100	100
14	10	12	83	71
15	9	12	75	64
16	6	10	60	43
17	12	14	86	86
18	7	14	50	50
19	12	14	86	86
20	9	12	75	64
21	12	14	86	86
22	8	14	57	57
23	10	14	71	71
24	11	14	79	79
25	7	12	58	50
26	5	6	83	36
27	12	12	100	86
Middel	10	13	77	71

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 med (f.eks. laboratorium nr. 26). Det ideelle er et høyt prosenttall i begge tilfeller.

En oversikt over antall akseptable resultater og antall innsendte resultater for tungmetallene, samt 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 4. Av denne fremgår det at 14 av 29 laboratorier har mer enn 80 % akseptable middelverdier blant sine innsendte analyseresultater for tungmetallene. 9 laboratorier har mellom 60 og 80 % akseptable resultater, mens 3 laboratorier har 50 % eller færre akseptable resultater. Det er noe bedre enn ved forrige prøvingsammenligning.

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 5 er gitt en oversikt over myndighetenes krav til tillatte maksimalkonsentrasjoner av de enkelte tungmetaller. Til sammenligning er de konsentrasjoner som ble bestemt i de to 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.

Tabell 5. 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 prøvingsammenligning 9604 er også gjengitt.

Metall	Tillatt maksimalinnhold		Medianverdier	
	Jordbruks-areal	Grøntareal	Prøve A	Prøve B
Hg	5	7	1.36	0.91
Cd	4	10	1.17	0.73
Pb	100	300	42.6	21.1
Cr	125	200	19.2	31.7
Cu	1000	1500	463	96.7
Ni	80	100	13.5	22.5
Zn	1500	3000	368	283

De laboratorier som har ulike typer avvik for en gitt analysevariabel i de to prøvene, må undersøke hva årsaken til de tilfeldige variasjonene kan være. 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. Fremgangsmåten 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.

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

ALFABETISK OVERSIKT OVER DELTAKERNE VED PRØVNINGSSAMMENLIGNING FOR ANALYSE AV SLAM

Alex Stewart Environmental Services A/S, 5750 Odda
Avløpsambandet Nordre Øyern, 2007 Kjeller
Buskerud vann- og avløpsseier, 3023 Drammen
Chemlab Services, 5035 Sandviken
Fylkeslaboratoriet i Østfold, 1500 Moss
HIAS - Vannlaboratoriet, 2312 Ottestad
Jordforsk, Avd. Landbrukets Analysecenter, 1432 Ås-NLH
KM-Lab AS, 4890 Grimstad
MiLab HINT, Avdeling for naturbruk, 7701 Steinkjer
Namdal Analysecenter, 7801 Namsos
Norsk Analyse Center AS, 1361 Billingstad
Norsk institutt for vannforskning, 0808 Oslo
Næringsmiddelkontrollen i Trondheim, 7047 Trondheim
Næringsmiddeltilsynet for Midt-Rogaland, 4033 Forus
Næringsmiddeltilsynet for Sør-Gudbrandsdal, 2601 Lillehammer
Næringsmiddeltilsynet i Tønsberg, 3103 Tønsberg
Næringsmiddeltilsynet og Miljørettet helsevern i Salten, 8017 Bodø
Oslo kommune, Vann- og avløpsverket, 0506 Oslo
Planteforsk, Kjemisk Analyzelaboratorium, 9005 Tromsø
Rogalandsforskning, 4004 Stavanger
Romsdal Næringsmiddeltilsyn, 6400 Molde
Sentralreanlegget RA-2, 2011 Strømmen
Skolmar Jordlaboratorium, 3201 Sandefjord
Vannlaboratoriet HiA, 4604 Kristiansand
Vestfjorden Avløpsseier, 3470 Slemmestad
VINN, Miljøteknisk laboratorium, 8501 Narvik
West Lab AS, 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.	A					B				
	Res. 1	Res. 2	Res. 3	Middel	Std.avvik	Res. 1	Res. 2	Res. 3	Middel	Std. avvik
1	2.06	2.00		(2.03)	0.04	1.36	1.32		1.34	0.03
2	1.45	1.45	1.54	1.48	0.05	0.98	0.95	1.06	1.00	0.06
3	1.50	1.50	1.67	1.56	0.10	1.29	1.16	1.04	1.16	0.13
4	1.43			1.43		0.98			0.98	
5	1.00	1.07	1.00	1.02	0.04	0.64	0.63	0.56	0.61	0.04
8	1.06	1.30	1.21	1.19	0.12	0.94	0.95	0.85	0.91	0.06
10	1.34	1.28	1.32	1.31	0.03	0.91	0.91	0.91	0.91	0.00
10A	1.37	1.39	1.36	1.37	0.02	0.76	0.89	0.91	0.85	0.08
10B	1.49	1.14	1.03	1.22	0.24	0.58	0.66	0.63	0.62	0.04
11	1.66	1.33	1.24	1.41	0.22	0.74	0.90	0.81	0.82	0.08
12	1.43	1.29	1.34	1.35	0.07	1.02	0.97	0.98	0.99	0.03
13	1.55	1.46	1.60	1.54	0.07	0.99	0.76	0.99	0.91	0.13
14	0.98	1.21	1.10	1.10	0.12	0.77	0.81	0.77	0.78	0.02
16	1.12	1.17	1.22	1.17	0.05	0.48	0.52	0.48	0.49	0.02
17	1.15	1.28		1.22	0.09	1.31	1.27		1.29	0.03
18	1.13			1.13		0.20			0.20	
19	1.62	1.56	1.45	1.54	0.09	0.91	1.05	1.13	1.03	0.11
21	1.59	1.55	1.82	1.65	0.15	1.07	0.95	0.92	0.98	0.08
22	1.70	1.61	1.60	1.64	0.06	1.20	1.24	1.30	1.25	0.05
23	1.17			1.17		0.75			0.75	
24	1.44	1.43	1.29	1.39	0.08	1.24	0.99	1.01	1.08	0.14
Medianverdi				1.36	0.08				0.91	0.05
Middelverdi				1.34	0.09				0.90	0.06
Standardavvik				0.19					0.27	
Antall				20					21	

Tabell 7. Kadmium, µg/g

Lab. nr.	A					B				
	Res. 1	Res. 2	Res. 3	Middel	Std.avvik	Res. 1	Res. 2	Res. 3	Middel	Std. avvik
1	1.19	1.15		1.17	0.03	0.82	0.75		0.79	0.05
2	1.29	1.13	1.16	1.19	0.09	0.74	0.71	0.77	0.74	0.03
3	1.08	1.05	1.00	1.04	0.04	0.68	0.68	0.66	0.67	0.01
4	1.13			1.13		0.65			0.65	
5	3.23	3.58	3.85	(3.55)	0.31	2.18	2.80	2.60	2.53	0.32
6	1.58	1.37	1.30	1.42	0.15	0.74			0.74	
7	1.04	1.06	1.02	1.04	0.02	0.72	0.73	0.76	0.74	0.02
8	1.34	1.03	1.07	1.15	0.17	0.72	0.81	0.84	0.79	0.06
9	0.66			0.66		0.48			0.48	
10	1.30	1.02	1.23	1.18	0.15	1.62	1.47	1.47	1.52	0.09
10A	1.07	1.08	1.42	1.19	0.20	1.15	1.28	1.21	1.21	0.07
10B	1.22	1.42	1.53	1.39	0.16	1.87	2.06	1.27	1.73	0.41
11	0.91	0.95	0.93	0.93	0.02	0.52	0.48	0.51	0.50	0.02
12	1.29	1.14	1.16	1.20	0.08	0.71	0.70	0.75	0.72	0.03
13	1.05	1.01	0.96	1.01	0.05	0.64	0.63	0.60	0.62	0.02
14	1.70	1.60	1.80	1.70	0.10	1.97	1.98	1.87	1.94	0.06
15	1.40	1.40	1.60	1.47	0.12	0.60	0.60	0.70	0.63	0.06
17	1.35	1.20		1.28	0.11	0.67	0.67		0.67	0.00
18	3.90			(3.90)		6.80			(6.80)	
19	1.34	1.44	1.31	1.36	0.07	0.52	0.57	0.54	0.54	0.03
20	0.38	0.43		0.41	0.04	0.12	0.11		0.12	0.01
21	1.09	1.02	1.03	1.05	0.04	1.07	0.95	0.92	0.98	0.08
22	1.40	1.53	1.67	1.53	0.14	1.15	1.39	1.35	1.30	0.13
23	1.31			1.31		0.57			0.57	
24	1.19	1.13	1.15	1.16	0.03	0.72	0.71	0.69	0.71	0.02
25	0.61	0.62	0.62	0.62	0.00	0.82	0.82	0.92	0.86	0.06
27	1.06	1.05	1.05	1.05	0.01	0.68	0.70	0.68	0.69	0.01
Medianverdi				1.17	0.08				0.73	0.04
Middelverdi				1.14	0.09				0.91	0.07
Standardavvik				0.29					0.52	
Antall				25					26	

Tabell 8. Bly, µg/g

Lab. nr.	A					B				
	Res. 1	Res. 2	Res. 3	Middel	Std.avvik	Res. 1	Res. 2	Res. 3	Middel	Std. avvik
1	45.1	41.1		43.1	2.8	26.5	27.7		27.1	0.8
2	73.8	69.5	72.7	72.0	2.2	33.9	34.7	29.8	32.8	2.6
3	52.1	53.4	51.6	52.4	0.9	23.4	24.3	24.0	23.9	0.5
4	41.8			41.8		20.2			20.2	
5	79.0	76.4	74.9	76.8	2.1	38.2	35.6	37.4	37.1	1.3
6	71.4	64.7	57.9	64.7	6.7	24.3			24.3	
7	32.1	36.6	35.7	34.8	2.4	14.0	15.7	14.3	14.7	0.9
8	44.5	39.7	37.3	40.5	3.7	19.2	16.7	15.7	17.2	1.8
9	29.0			29.0		17.0			17.0	
10	44.4	35.5	44.3	41.4	5.1	23.2	22.5	42.5	29.4	11.4
10A	32.3	31.9	38.3	34.2	3.6	28.4	46.5	33.3	36.1	9.4
10B	36.1	41.3	26.7	34.7	7.4	22.9	20.1	14.9	19.3	4.1
11	47.3	49.4	45.9	47.5	1.8	21.0	22.0	21.8	21.6	0.5
12	40.3	39.3	40.8	40.1	0.8	20.0	18.6	19.8	19.5	0.8
13	46.1	43.3	44.7	44.7	1.4	20.5	19.4	23.5	21.1	2.1
15	37.0	37.0	39.0	37.7	1.2	17.0	15.0	15.0	15.7	1.2
16	81.2	58.2	81.7	73.7	13.4	32.0	48.0	39.0	39.7	8.0
17	41.6	41.2		41.4	0.3	19.8	20.0		19.9	0.1
18	34.3			34.3		20.5			20.5	
19	40.9	38.1	40.5	39.8	1.5	17.8	17.7	16.3	17.3	0.8
20	40.0	44.0		42.0	2.8	18.0	19.0		18.5	0.7
21	46.9	47.4	48.1	47.5	0.6	21.9	22.9	23.2	22.7	0.7
22	48.0	47.0	46.0	47.0	1.0	18.2	19.2	18.7	18.7	0.5
23	45.4			45.4		20.9			20.9	
24	51.7	46.6	44.6	47.6	3.7	24.2	31.6	22.6	26.1	
25	151.0	134.0	141.0	(142.0)	8.5	24.7	24.0	24.6	24.4	4.8
27	44.8	42.8	44.3	44.0	1.0	21.3	21.5	21.5	21.4	0.4
Medianverdi				42.6	2.2				21.1	0.9
Middelverdi				46.1	3.3				23.2	2.5
Standardavvik				12.4					6.6	
Antall				26					27	

Tabell 9. Krom, µg/g

Lab. nr.	A					B				
	Res. 1	Res. 2	Res. 3	Middel	Std.avvik	Res. 1	Res. 2	Res. 3	Middel	Std. avvik
1	22.6	26.0		24.3	2.4	38.3	40.4		39.4	1.5
2	21.2	22.1	21.3	21.5	0.5	33.5	32.7	32.0	32.7	0.8
3	24.7	24.7	24.8	24.7	0.1	38.0	35.5	37.6	37.0	1.3
4	19.2			19.2		34.6			34.6	
5	19.1	19.5	19.8	19.5	0.4	24.6	25.0	26.0	25.2	0.7
6	30.2	29.1	29.4	29.6	0.6	31.9			31.9	
7	22.7	23.5	22.1	22.8	0.7	35.7	35.3	32.7	34.6	1.6
8	22.1	18.6	18.5	19.7	2.1	28.0	29.2	24.9	27.4	2.2
9	17.6	17.3	17.2	17.4	0.2	19.0	19.9	20.4	19.7	0.7
10	22.6	18.2	18.8	19.9	2.4	38.7	35.0	34.4	36.0	2.3
10A	19.0	18.2	20.0	19.1	0.9	30.8	31.0	34.4	32.1	2.0
10B	15.6	17.2	14.8	15.9	1.2	30.7	29.9	28.6	29.7	1.1
11	22.1	23.0	23.5	22.9	0.7	32.3	30.4	31.2	31.3	1.0
12	17.2	16.6	16.8	16.8	0.3	30.6	29.6	29.5	29.9	0.6
13	17.8	17.4	17.9	17.7	0.3	33.2	35.0	34.1	34.1	0.9
14	17.8	17.5	17.5	17.6	0.2	30.8	30.4	30.6	30.6	0.2
15	17.9	17.3	18.4	17.9	0.6	23.7	23.0	23.6	23.4	0.4
16	23.3	25.1	30.4	26.3	3.7	27.1	27.0	23.2	25.8	2.2
17	16.2	14.9	13.9	15.0	1.2	31.1	28.6	29.4	29.7	1.3
18	4.6			(4.6)		1.3			(1.3)	
19	18.8	18.5	20.4	19.2	1.0	30.8	30.3	30.6	30.6	0.3
20	18.9	19.1		19.0	0.1	35.2	32.2		33.7	2.1
21	20.6	21.0	20.5	20.7	0.3	35.1	34.9	35.2	35.1	0.2
22	19.5	18.6	17.7	18.6	0.9	33.0	33.0	29.0	31.7	2.3
23	10.6			10.6		23.1			23.1	
24	30.8	32.0	31.7	31.5	0.6	39.3	41.0	41.0	40.4	1.0
25	17.0	12.3	13.3	14.2	2.5	29.5	29.5	27.4	28.8	1.2
27	20.5	19.2	19.5	19.7	0.7	32.2	31.8	32.5	32.2	0.4
Medianverdi				19.2	0.7				31.7	1.0
Middelverdi				20.0	1.0				31.1	1.2
Standardavvik				4.5					4.9	
Antall				27					27	

Tabell 10. Kopper, µg/g

Lab. nr.	A					B				
	Res. 1	Res. 2	Res. 3	Middel	Std.avvik	Res. 1	Res. 2	Res. 3	Middel	Std. avvik
1	464	471		468	4.9	94.0	95.4		94.7	1.0
2	469	466	463	466	3.0	97.1	95.5	97.3	96.6	1.0
3	454	469	460	461	7.5	90.8	92.2	93.3	92.1	1.3
4	501			501		104.0			104.0	
5	444	438	448	443	5.0	190.2	182.4	173.8	(182.1)	8.2
6	454	451	432	445	11.6	93.1			93.1	
7	472	464	454	463	9.0	102.0	95.0	97.0	98.0	3.6
8	455	470	461	462	7.5	92.8	96.3	102.0	97.0	4.6
9	455	500	501	485	25.9	100.6	100.3	100.7	100.5	0.2
10	454	375	377	402	45.0	91.4	83.1	79.0	84.5	6.3
10A	415	391	399	402	12.2	76.6	68.9	77.8	74.4	4.8
10B	354	349	353	352	2.6	73.9	82.5	72.5	76.3	5.4
11	452	456	469	459	8.9	101.0	102.0	100.0	101.0	1.0
12	453	446	447	449	3.8	95.8	97.6	96.9	96.8	0.9
13	472	476	466	471	5.0	103.0	99.1	99.4	100.5	2.2
14	489	492	492	491	1.7	101.0	101.0	100.0	100.7	0.6
15	455	444	437	445	9.1	96.0	93.0	94.0	94.3	1.5
16	466	469	447	461	11.9	97.0	97.0	96.0	96.7	0.6
17	461	466	467	465	3.2	103.0	95.0	101.0	99.7	4.2
18	491			491		96.0			96.0	
19	559	549	575	561	13.1	105.0	101.0	101.0	102.3	2.3
20	457	464		461	4.9	89.0	89.0		89.0	0.0
21	486	486	478	483	4.6	100.5	101.9	100.3	100.9	0.9
22	442	445	434	440	5.7	93.0	94.0	93.0	93.3	0.6
23	494			494		98.8			98.8	
24	460	474	467	467	7.0	95.0	102.0	97.9	98.3	3.5
25	346	274	311	(310)	36.0	84.6	88.6	86.9	86.7	2.0
26	420	424	425	423	2.6	78.3	79.0	80.5	79.3	1.1
27	488	481	484	484	3.5	124.0	107.0	106.0	112.3	10.1
Medianverdi				463	6.3				96.7	1.5
Middelverdi				461	9.8				94.9	2.7
Standardavvik				37.5					8.4	
Antall				28					28	

Tabell 11. Nikkel, µg/g

Lab. nr.	A					B				
	Res. 1	Res. 2	Res. 3	Middel	Std.avvik	Res. 1	Res. 2	Res. 3	Middel	Std. avvik
1	25.8	25.9		25.9	0.1	27.9	29.4		28.7	1.1
2	12.8	12.5	12.9	12.7	0.2	22.7	20.5	21.1	21.4	1.1
3	13.1	14.0	12.6	13.2	0.7	22.2	22.4	23.0	22.5	0.4
4	13.7			13.7		23.1			23.1	
5	22.4	28.7	19.5	23.5	4.7	23.8	21.9	21.2	22.3	1.3
6	23.5	24.0	21.6	23.0	1.3	24.3			24.3	
7	12.4	13.2	13.1	12.9	0.4	22.0	22.5	19.2	21.2	1.8
8	14.1	14.7		14.4	0.4	26.2	32.3	32.8	30.4	3.7
10	13.6	11.1	11.2	12.0	1.4	22.9	20.8	23.4	22.4	1.4
10A	13.8	13.1	13.6	13.5	0.4	26.8	27.7	20.7	25.1	3.8
10B	18.7	19.2	15.8	17.9	1.8	33.9	31.0	29.0	31.3	2.5
11	12.8	13.7	14.2	13.6	0.7	22.0	22.6	22.9	22.5	0.5
12	12.2	12.1	12.5	12.3	0.2	20.3	20.1	21.0	20.4	0.5
13	14.1	13.5	12.7	13.4	0.7	23.8	23.5	23.9	23.7	0.2
14	13.1	13.4	14.0	13.5	0.5	24.8	24.1	24.6	24.5	0.4
15	13.0	12.0	13.0	12.7	0.6	20.0	18.0	19.0	19.0	1.0
17	15.7	12.8	10.7	13.1	2.5	20.7	21.2	23.3	21.7	1.4
18	9.8			9.8		15.1			15.1	
19	11.8	11.1	12.5	11.8	0.7	19.0	18.7	19.3	19.0	0.3
20	16.6	17.1		16.9	0.4	27.1	22.4		24.8	3.3
21	12.8	12.1	12.3	12.4	0.4	20.9	20.3	21.2	20.8	0.5
22	20.2	23.5	24.0	22.6	2.1	26.9	28.7	27.9	27.8	0.9
23	15.8			15.8		22.9			22.9	
24	12.1	12.3	12.9	12.4	0.4	21.0	21.9	22.0	21.6	0.6
25	16.0	15.8	16.4	16.1	0.3	20.0	20.7	21.8	20.8	0.9
26	27.9	27.1	26.8	27.3	0.6	26.0	25.9	27.8	26.6	1.1
27	11.5	11.7	11.6	11.6	0.1	20.9	22.8	21.3	21.7	1.0
Medianverdi				13.5	0.5				22.5	1.0
Middelverdi				15.5	0.9				23.2	1.3
Standardavvik				4.7					3.5	
Antall				27					27	

Tabell 12. Sink, µg/l

Lab. nr.	A					B				
	Res. 1	Res. 2	Res. 3	Middel	Std.avvik	Res. 1	Res. 2	Res. 3	Middel	Std. avvik
1	380	396		388	11.3	292	290		291	1.4
2	382	388	377	382	5.5	296	283	285	288	7.0
3	378	374	365	372	6.7	272	277	280	276	4.0
4	392			392		303			303	
5	383	378	390	384	6.0	291	285	272	283	9.7
6	361	356	337	351	12.7	260			260	
7	361	365	371	366	5.0	285	289	278	284	5.6
8	339	349	349	346	5.8	250	253	291	265	22.9
9	363	388	364	372	14.3	266	278	207	250	38.3
10	345	291	318	318	27.0	267	249	261	259	9.2
10A	323	308	340	324	16.0	239	237	247	241	5.3
10B	317	313	309	313	4.0	247	257	248	251	5.5
11	352	361	372	362	10.0	281	278	282	280	2.1
12	347	337	344	343	5.1	280	281	281	281	0.6
13	364	360	367	364	3.5	299	300	298	299	1.0
14	400	405	400	402	2.9	317	320	318	318	1.5
15	360	356	354	357	3.1	295	284	288	289	5.6
16	425	448	427	433	12.7	281	285	285	284	2.3
17	355	357	364	359	4.7	288	272	286	282	8.7
18	300			300		247			247	
19	420	409	425	418	8.2	299	293	297	296	3.1
20	375	381		378	4.2	292	288		290	2.8
21	383	381	386	383	2.5	296	294	294	295	1.2
22	383	382	384	383	1.0	282	285	288	285	3.0
23	450			450		330			330	
24	330	297	284	304	23.7	279	238	225	247	28.2
25	274	239	262	258	17.8	243	269	248	253	13.8
26	364	376	364	368	6.9	276	272	284	277	6.1
27	409	411	409	410	1.2	320	312	313	315	4.4
Medianverdi				368.0	5.9				282.7	5.3
Middelverdi				364.8	8.5				280.0	7.7
Standardavvik				41.4					22.6	
Antall				29					29	

Tabell 13. Kalsium, %

Lab. nr.	A					B				
	Res. 1	Res. 2	Res. 3	Middel	Std.avvik	Res. 1	Res. 2	Res. 3	Middel	Std. avvik
1	16.20	16.60		16.40	0.28	1.71	1.64		1.68	0.05
2	15.93	15.82	16.35	16.03	0.28	1.50	1.43	1.46	1.46	0.04
3	18.80	19.00	18.30	18.70	0.36	1.50	1.50	1.42	1.47	0.05
4	17.40			17.40		1.50			1.50	
5	19.04	18.49	18.23	18.59	0.41	1.57	1.55	1.49	1.54	0.04
6	15.49	15.80	15.35	15.55	0.23	1.45	1.38	1.35	1.39	0.05
7	15.60	15.20	15.10	15.30	0.26	1.22	1.19	1.25	1.22	0.03
9	15.89	16.89	17.31	16.70	0.73	1.58	1.55	1.61	1.58	0.03
10	18.30	15.30	17.40	17.00	1.54	1.63	1.48	1.63	1.58	0.09
10A	18.10	17.00	18.50	17.87	0.78	1.42	1.47	1.57	1.49	0.08
10B	17.20	17.40	16.40	17.00	0.53	1.49	1.50	1.44	1.48	0.03
12	18.36	18.26	18.39	18.34	0.07	1.63	1.62	1.62	1.62	0.01
13	18.30	18.50	18.10	18.30	0.20	1.61	1.62	1.62	1.62	0.01
14	19.95	19.91	19.84	19.90	0.06	1.62	1.61	1.60	1.61	0.01
15	15.50	15.30	15.30	15.37	0.12	0.56	0.55	0.54	0.55	0.01
16	19.30	21.20	21.40	20.63	1.16	2.03	1.89	2.04	1.99	0.08
17	16.49	16.54	16.87	16.63	0.21	1.47	1.45	1.55	1.49	0.05
18	20.60			20.60		1.60			1.60	
19	17.69	17.39	18.10	17.73	0.36	1.60	1.51	1.49	1.53	0.06
20	16.60	16.90		16.75	0.21	1.45	1.41		1.43	0.03
21	17.56	17.85	17.68	17.70	0.15	1.54	1.59	1.56	1.56	0.03
22	16.90	17.05	17.10	17.02	0.10	1.42	1.40	1.41	1.41	0.01
23	15.20			15.20		0.90			0.90	
24	18.10	18.20		18.15	0.07	1.72	1.65	1.68	1.68	0.04
25	11.60	9.86	10.50	(10.65)	0.88	0.89	0.98	0.95	0.94	0.05
26	9.60	10.00	10.20	(9.93)	0.31	1.13	1.14	1.16	1.14	0.02
Medianverdi				17.01	0.28				1.50	0.04
Middelverdi				16.90	0.40				1.44	0.04
Standardavvik				2.44					0.29	
Antall				26					26	

Tabell 14. Kalium, %

Lab. nr.	A					B				
	Res. 1	Res. 2	Res. 3	Middel	Std.avvik	Res. 1	Res. 2	Res. 3	Middel	Std. avvik
1	0.200	0.200		0.200	0.000	0.500	0.500		0.500	0.000
2	0.147	0.142	0.137	0.142	0.005	0.412	0.368	0.356	0.379	0.029
3	0.149	0.147	0.147	0.148	0.001	0.410	0.392	0.385	0.396	0.013
4	0.154			0.154		0.347			0.347	
5	0.150	0.150	0.150	0.150	0.000	0.350	0.350	0.340	0.347	0.006
6	0.140	0.160	0.150	0.150	0.010	0.340			0.340	
7	0.153	0.143	0.145	0.147	0.005	0.388	0.394	0.383	0.388	0.006
9	0.212	0.314	0.147	0.224	0.084	0.377	0.380	0.400	0.386	0.013
10	0.250	0.200	0.220	0.223	0.025	0.660	0.608	0.465	(0.578)	0.101
10A	0.170	0.180	0.210	0.187	0.021	0.400	0.410	0.610	0.473	0.118
10B	0.140	0.160	0.130	0.143	0.015	0.400	0.370	0.370	0.380	0.017
11	0.170	0.180	0.200	0.183	0.015	0.470	0.460	0.460	0.463	0.006
12	0.150	0.150	0.150	0.150	0.000	0.370	0.390	0.390	0.383	0.012
13	0.166	0.165	0.161	0.164	0.003	0.412	0.414	0.415	0.414	0.002
14	0.163	0.163	0.165	0.164	0.001	0.410	0.410	0.410	0.410	0.000
15	0.136	0.133	0.135	0.135	0.002	0.383	0.370	0.369	0.374	0.008
16	0.150	0.130	0.150	0.143	0.012	0.390	0.410	0.310	0.370	0.053
17	0.152	0.160	0.155	0.156	0.004	0.396	0.379	0.393	0.389	0.009
18	0.160			0.160		0.300			0.300	
19	0.172	0.172	0.165	0.170	0.004	0.400	0.403	0.400	0.401	0.002
20	0.146	0.148		0.147	0.001	0.370	0.368		0.369	0.001
21	0.145	0.147	0.148	0.147	0.002	0.383	0.387	0.385	0.385	0.002
22	0.135	0.135	0.130	0.133	0.003	0.350	0.340	0.330	0.340	0.010
23	0.180			0.180		0.410			0.410	
24	0.146	0.147	0.150	0.148	0.002	0.367	0.388	0.376	0.377	0.011
25	0.105	0.088	0.099	(0.097)	0.009	0.229	0.275	0.274	0.259	0.026
27	0.158	0.153	0.158	0.156	0.003	0.397	0.396	0.398	0.397	0.001
Medianverdi				0.152	0.003				0.384	0.009
Middelverdi				0.162	0.009				0.384	0.019
Standardavvik				0.024					0.049	
Antall				26					26	

Tabell 15. Totalfosfor, %

Lab. nr.	A					B				
	Res. 1	Res. 2	Res. 3	Middel	Std.avvik	Res. 1	Res. 2	Res. 3	Middel	Std. avvik
1	1.28	1.29		1.29	0.01	0.98	1.01		1.00	0.02
2	1.40	1.46	1.35	1.40	0.06	1.02	1.04	1.03	1.03	0.01
3	1.39	1.40	1.35	1.38	0.03					
4	1.21			1.21		0.91			0.91	
5	1.44			1.44		1.09			1.09	
6	1.37	1.37	1.37	1.37	0.00	1.05	1.05	1.07	1.06	0.01
7	1.54	1.48	1.39	1.47	0.08	1.10	1.06	1.08	1.08	0.02
10	1.47	1.24	1.43	1.38	0.12	1.10	1.03	1.16	1.10	0.07
10A	1.42	1.36	1.53	1.44	0.09	1.08	1.12	1.06	1.09	0.03
10B	1.42	1.47	1.39	1.43	0.04	1.16	1.17	1.15	1.16	0.01
11	1.46	1.43	1.42	1.44	0.02	1.07	1.09	1.09	1.08	0.01
12	1.41	1.42	1.44	1.42	0.02	1.06	1.06	1.06	1.06	0.00
13	1.35	1.39	1.39	1.38	0.02	1.06	1.07	1.04	1.06	0.02
14	1.32	1.33		1.33	0.01	1.02	1.02		1.02	0.00
16	1.34	1.34	1.23	1.30	0.06	0.96	0.92	0.93	0.94	0.02
17	1.37	1.39	1.32	1.36	0.04	1.05	1.01	1.06	1.04	0.03
18	1.18			1.18		0.91			0.91	
19	1.29	1.28	1.29	1.29	0.01	1.02	1.00	0.98	1.00	0.02
20	1.42	1.39	1.40	1.41	0.01	1.07	1.04	1.09	1.07	0.02
21	1.32	1.31	1.33	1.32	0.01	1.02	1.02	1.02	1.02	0.00
22	1.45	1.45	1.44	1.45	0.01	1.05	1.02	0.98	1.02	0.04
24	1.23			1.23		0.92	0.91	0.83	0.89	0.05
25	1.55	1.61	1.57	1.58	0.03	1.20	1.23	1.19	1.21	0.02
27	1.42	1.42	1.30	1.38	0.07	1.11	1.11	1.11	1.11	0.00
Medianverdi				1.38	0.02				1.06	0.02
Middelverdi				1.37	0.04				1.04	0.02
Standardavvik				0.09					0.08	
Antall				24					23	

Tabell 16. Nitrogen, %

Lab. nr.	A					B				
	Res. 1	Res. 2	Res. 3	Middel	Std.avvik	Res. 1	Res. 2	Res. 3	Middel	Std. avvik
1	1.730			1.730		1.890			1.890	
2	1.820	1.830	1.820	1.823	0.006	2.080	2.050	2.050	2.060	0.017
3	1.670	1.670	1.690	1.677	0.012	1.940	1.940	1.950	1.943	0.006
4	1.770			1.770		2.040			2.040	
5	1.790	1.790		1.790	0.000	2.090	2.080		2.085	0.007
6	1.850	1.800	1.840	1.830	0.026	2.130	2.150	2.170	2.150	0.020
7	1.730	1.710	1.770	1.737	0.031	1.930	2.030	1.980	1.980	0.050
10	1.770	1.760	1.770	1.767	0.006	2.000	1.990	2.000	1.997	0.006
11	1.720	1.730	1.730	1.727	0.006	1.940	2.040	2.000	1.993	0.050
13	1.800	1.830	1.840	1.823	0.021	1.870	1.830	1.830	1.843	0.023
14	2.230	2.200		(2.215)	0.021	2.060	2.060		2.060	0.000
17	1.780	1.850		1.815	0.049	2.080	2.030		2.055	0.035
18	1.780			1.780		2.050			2.050	
19	1.810	1.800	1.810	1.807	0.006	2.070	2.080	2.080	2.077	0.006
20	1.820	1.820	1.832	1.824	0.007	2.113	2.086	2.111	2.103	0.015
21	1.780	1.770	1.780	1.777	0.006	2.040	2.070	2.080	2.063	0.021
22	1.770	1.790	1.790	1.783	0.012	2.000	2.000	1.960	1.987	0.023
24	1.800	1.680	1.710	1.730	0.062	2.080	1.960	2.120	2.053	0.083
25	1.700	1.720	1.720	1.713	0.012	2.070	2.090	2.070	2.077	0.012
26	1.790	1.770	1.770	1.777	0.012	2.060	2.070	2.050	2.060	0.010
27	1.790	1.748	1.782	1.773	0.022	2.037	2.025	1.988	2.017	0.026
Medianverdi				1.777	0.012				2.053	0.019
Middelverdi				1.773	0.018				2.028	0.023
Standardavvik				0.043					0.071	
Antall				20					21	

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
6	13.5	13.2	13.0	13.23	0.25					
14	12.2	11.0		11.60	0.85	12.9	14.0		13.45	0.78
17	12.1	11.9	11.6	11.83	0.24	19.7	20.4	20.2	20.09	0.39
24		17.70	17.90	17.80	0.14		25.80	27.10	26.45	0.92
Medianverdi				12.53	0.25				20.09	0.78
Middelverdi				13.62	0.37				20.00	0.70
Standardavvik				2.88					6.50	
Antall				4					3	

Tabell 18. Totalt tørrstoff, %

Lab. nr.	A					B				
	Res. 1	Res. 2	Res. 3	Middel	Std.avvik	Res. 1	Res. 2	Res. 3	Middel	Std. avvik
1	98.9			98.9		99.5			99.5	
2	97.5	97.5		97.5	0.0	98.0	97.9		98.0	0.1
3	98.4	98.4	99.0	98.6	0.3	98.3	98.8	98.9	98.7	0.3
4	98.2			98.2		98.6			98.6	
5	97.7			97.7		92.1			92.1	
6	98.6	98.3	98.6	98.5	0.1	97.8	99.1	98.2	98.4	0.7
7	96.9	97.9	98.0	97.6	0.6	97.8	98.0	97.9	97.9	0.1
8	98.2			98.2		98.3			98.3	
9	99.1			99.1		99.2			99.2	
10	98.1	98.2	98.1	98.1	0.1	97.9	98.1	98.2	98.1	0.2
11	98.9	98.8	98.8	98.8	0.1	98.6	98.7	98.9	98.7	0.2
12	99.9	99.7	99.8	99.8	0.1	99.7	99.6	99.8	99.7	0.1
13	99.4	99.5	99.2	99.4	0.2	99.2	99.0	99.2	99.1	0.1
14	98.3	98.4		98.4	0.0	98.3	98.1		98.2	0.2
15	98.0	98.0	97.2	97.7	0.5	97.8	98.0	98.1	98.0	0.2
16	97.2	97.2	97.4	97.3	0.1	97.1	97.2	96.9	97.1	0.2
17	99.6	99.5		99.6	0.1	99.6	99.5		99.6	0.1
18	98.1			98.1		98.3			98.3	
19	98.3	98.3	98.4	98.3	0.1	98.6	98.7	98.8	98.7	0.1
20	99.1	99.0	98.6	98.9	0.2	99.1	99.3	99.5	99.3	0.2
21	98.9	99.1	99.0	99.0	0.1	99.3	99.2	99.2	99.2	0.1
22	99.8	100.1		100.0	0.2	100.0	100.0		100.0	0.0
23	97.6			97.6		97.7			97.7	
24	99.1	99.1	99.0	99.1	0.1	98.2	99.0	99.1	98.8	0.5
25	97.4	97.5		97.4	0.0	97.8	97.5		97.7	0.2
26	100.0	100.0	100.0	100.0	0.0	100.0	100.0	100.0	100.0	0.0
27	98.5	98.4	98.7	98.5	0.1	98.6	98.9	98.9	98.8	0.2
Medianverdi				98.480	0.103				98.667	0.153
Middelverdi				98.525	0.147				98.421	0.171
Standardavvik				0.793					1.466	
Antall				27					27	

Tabell 19. Glødetap, %

Lab. nr.	A					B				
	Res. 1	Res. 2	Res. 3	Middel	Std.avvik	Res. 1	Res. 2	Res. 3	Middel	Std. avvik
1	38.4			38.4		52.8			52.8	
2	37.8	37.7		37.8	0.1	53.2	53.4		53.3	0.1
3	36.1	36.8	37.2	36.7	0.6	53.8	53.3	53.7	53.6	0.3
4	38.0			38.0		52.0			52.0	
5	34.9			34.9		46.4			46.4	
6	39.5	39.0	38.9	39.1	0.3	46.6	46.8	46.8	46.8	0.1
7	36.4	36.8	36.2	36.5	0.3	53.8	53.9	53.5	53.7	0.2
8	36.3			36.3		53.3			53.3	
10	36.0	36.5	36.3	36.3	0.3	52.7	52.7	52.7	52.7	0.0
11	39.2	39.3	39.8	39.4	0.3	53.3	53.5	53.6	53.5	0.2
12	37.7	37.8	37.8	37.8	0.1	54.3	54.8	54.3	54.4	0.3
13	36.5	38.3	37.9	37.6	0.9	53.6	53.5	53.9	53.7	0.2
14	38.7	37.9		38.3	0.6	54.0	53.7		53.8	0.2
15	37.4	38.1	38.1	37.9	0.4	52.8	52.6	52.5	52.6	0.2
16	36.3	35.3	37.1	36.2	0.9	54.1	54.2	54.4	54.2	0.2
17	36.3	37.2		36.8	0.6	52.7	53.3		53.0	0.4
18	37.1			37.1		53.8			53.8	
19	38.7	38.7	38.7	38.7	0.0	53.1	53.1	53.1	53.1	0.0
20	39.0	38.8	38.3	38.7	0.4	53.5	53.7	53.7	53.6	0.1
21	38.0	37.6	37.8	37.8	0.2	53.4	53.3	53.4	53.4	0.1
22	39.0	40.3		39.7	0.9	53.6	53.4		53.5	0.1
23	35.5			35.5		51.9			51.9	
24	37.9	37.5	37.6	37.7	0.2	53.6	53.1	53.7	53.5	0.3
25	36.6	36.7		36.6	0.1	53.0	52.9		52.9	0.1
26	37.3	38.5	38.7	38.2	0.8	53.4	53.9	53.1	53.5	0.4
27	37.2	37.3	37.3	37.2	0.0	52.8	54.4	53.4	53.5	0.8
Medianverdi				37.708	0.321				53.367	0.153
Middelverdi				37.499	0.416				52.758	0.177
Standardavvik				1.188					1.954	
Antall				26					25	

Norsk institutt for vannforskning

Postboks 173 Kjelsås
0411 Oslo

Telefon: 22 18 51 00
Telefax: 22 18 52 00

Ved bestilling av rapporten,
oppgi løpenummer 3666-97

ISBN 82-577-3228-1