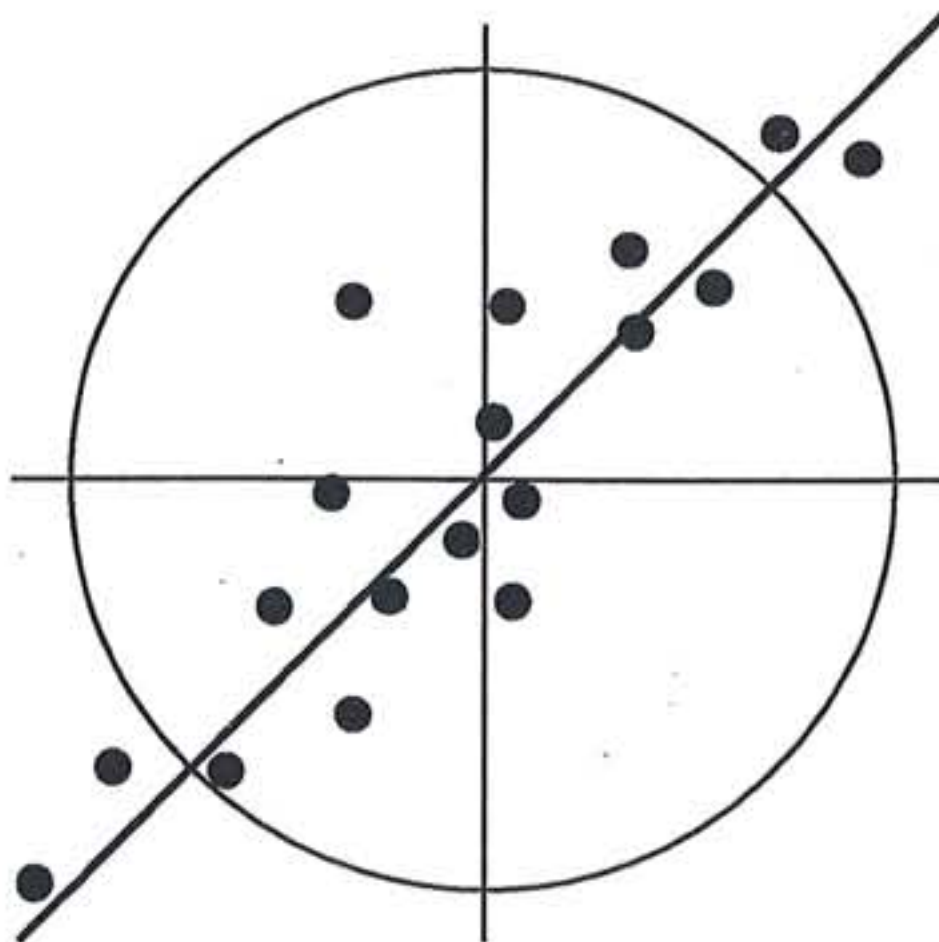


Prøvningsammenligning nr. 13
for kommunalt avløpslam, 2010

SLAM 1013



Hovedkontor

Gaustadalléen 21
0349 Oslo
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 22 18 52 00
Internett: www.niva.no

Sørlandsavdelingen

Televeien 3
4879 Grimstad
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 37 04 45 13

Østlandsavdelingen

Sandvikaveien 41
2312 Ottestad
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 62 57 66 53

Vestlandsavdelingen

Thormøhlensgate 53 D
5006 Bergen
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 55 31 22 14

NIVA Midt-Norge

Pirsenteret, Havnegata 9
Postboks 1266
7462 Trondheim
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 73 54 63 87

Tittel Prøvningsammenligning nr. 13 for kommunalt avløps slam, 2010	Løpenr. (for bestilling) 5955-2010	Dato 2010-03-23
	Prosjektnr. Undernr. O-29008	Sider Pris 82
Forfatter(e) Håvard Hovind	Fagområde Kjemisk analyse	Distribusjon Fri
	Geografisk område Norge	Trykket NIVA

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

Sammendrag: I januar - februar 2010 ble det gjennomført en prøvningsammenligning for laboratorier som ønsker å utføre kontrollanalyser av slam fra kommunale avløpsanlegg. Både tungmetaller og nyttestoffer ble bestemt i prøver av avvannet slam fra renseanleggene RA II og VEAS. Resultatene var jevnt over bra, spesielt for kopper hvor 100 % av resultatene var akseptable både i prøve A og B, og sink der henholdsvis 100 og 88 % var akseptable. Også for TOT-P og totalt tørrstoffinnhold var det 100 % akseptable resultater. Totalt sett var kvaliteten i resultatene denne gangen sammenlignbar med tidligere prøvningsammenligninger, i gjennomsnitt var 82 % av resultatene for tungmetallene akseptable. Ett av laboratoriene oppnådde at alle deres rapporterte resultater for tungmetaller var akseptable. I alt åtte av laboratoriene hadde mer enn 80 % akseptable resultater for tungmetallene, dvs. resultater innenfor medianverdien av laboratorienes resultater ± 20 %, og seks laboratorier hadde 60 - 80 % akseptable resultater. Tre laboratorier hadde bare 43 - 57 % akseptable resultater. Laboratorier som har avvikende resultater må snarest igangsette tiltak for å forbedre kvaliteten på bestemmelsene, før de kan utføre rutinemessige kontrollanalyser av slam.

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



Håvard Hovind
Prosjektleder



Kristin MacBeath
Forskningsleder



Bjørn Faafeng
Seniorrådgiver

O - 29008

Prøvingssammenligning nr. 13

for kommunalt avløpslam,

2010

Forord

En nasjonal akkrediteringsordning for laboratorier ble opprettet i 1991. Ansvar for gjennomføring av ordningen er tillagt Norsk Akkreditering (NA) som er en egen etat under Nærings- og handelsdepartementet. Ved akkreditering etter NS-EN ISO/IEC 17025 står kravet til sporbarhet av målingene sentralt. For analyselaboratorier innebærer dette at nøyaktigheten av resultatene må dokumenteres gjennom deltakelse i sammenlignende laboratorieprøvninger (slp), ofte omtalt som ringtester.

Fra 1992 har NIVA arrangert sammenlignende laboratorieprøvninger knyttet til løpende kontroll av kommunalt avløpsslam som er tenkt brukt som jordforbedringsmiddel. Klima- og forurensningsdirektoratet (Klif) har gjort kjent at man ønsker å kvalitetssikre de analyser som utføres for etaten, og vil derfor benytte akkrediterte laboratorier.

De sammenlignende laboratorieprøvningene er åpne for alle interesserte og finansieres i sin helhet av de deltakende laboratorier. Deltakeravgiften er for tiden kr 4 500.- pluss mva pr. slp, uavhengig av hvilke eller hvor mange analyser laboratoriene velger å utføre.

Oslo, 23. mars 2010

Håvard Hovind

Innhold

Sammendrag	5
1. Bakgrunn	6
2. Gjennomføring	6
2.1 Deltakere	6
2.2 Slamprøver og kontroll	6
2.3 Analysevariable og metoder	6
2.4 Prøveutsendelse og resultatrapportering	7
2.5 Behandling av analysedata	7
3. Resultater	8
3.1 Kvikksølv	10
3.2 Kadmium	10
3.3 Bly	11
3.4 Krom	11
3.5 Kopper	12
3.6 Nikkel	12
3.7 Sink	12
3.8 Kalsium	13
3.9 Magnesium	13
3.10 Aluminium	13
3.11 Jern	13
3.12 Mangan	14
3.13 Kalium	14
3.14 Totalfosfor	14
3.15 Nitrogen	14
3.16 Totalt organisk karbon	53
3.17 Totalt tørrstoffinnhold	53
3.18 Glødetap	53
3.19 pH i vannuttrekk	53
3.20 Ammonium i vannuttrekk	53
4. Vurdering av resultatene	54
5. Henvisninger	59
Tillegg	60
Tillegg 1 Innholdsdeklarasjon av slam	61
Tillegg 2 Alfabetisk oversikt over deltakerne	62
Tillegg 3 Analyseresultatene fra de enkelte deltakerne	63

Sammendrag

Arbeidet med å regulere bruken av slam fra kommunale rensesanlegg 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 slammene er lavere enn de angitte grenser. Samtidig ønsker man en analysedeklarasjon som gir informasjon om nyttestoffene i slammene.

Fra 1992 har NIVA arrangert sammenlignende laboratorieprøvnings (slp, eller også omtalt som ringtester) knyttet til løpende kontroll av kommunalt avløpslam som er tenkt brukt som jordforbedringsmiddel. Klima- og forurensningsdirektoratet (Klif) 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 januar - februar 2010, og det ble benyttet en avvannet slamprøve fra RA II (prøve A), og en avvannet slamprøve fra VEAS rensesanlegg (prøve B). Følgende analysevariable ble bestemt i begge prøvene: kvikksølv, kadmium, bly, krom, kobber, nikkel, sink, kalsium, magnesium, kalium, aluminium, jern, mangan, totalfosfor, totalnitrogen, totalt organisk karbon, totalt tørrstoffinnhold og glødetap av dette, samt pH og ammonium i et vannuttrekk av det avvannede slammene. Etter oppfordring fra noen av laboratoriene ble det tatt med magnesium, aluminium, jern og mangan som en forsøksordning forrige gang, og dette er nå tatt med som en fast del av programmet. Derimot ser det ut til at bestemmelse av ammonium i vannuttrekk av det avvannede slammene har tvilsom verdi da spredningen mellom laboratoriene er stor.

De enkelte laboratorienes middelerverdier for hver enkelt analysevariabel og prøve ble lagt til grunn for vurderingen av laboratorienes prestasjoner. Ved vurderingen av analyseresultatene ble medianverdien av de beregnede middelerverdier fra hvert enkelt laboratorium brukt som "sann verdi". De laboratorier som rapporterte resultater der middelerdien lå innenfor medianverdien $\pm 20\%$, ble karakterisert som akseptable, og har derfor en beregnet Z-faktor som er mindre eller lik ± 2 . For pH ble 0,25 pH-enheter benyttet som akseptansgrense. Det var gjennomgående best resultater for kobber med 100 % akseptable resultater i begge prøvene. Også for TOT-P og totalt tørrstoffinnhold var det 100 % akseptable resultater.

Ett av laboratoriene oppnådde 100 % akseptable middelerverdier for sine innsendte metallresultater, og det hadde rapportert resultater for alle de etterspurte analysevariable. Åtte laboratorier hadde mer enn 80 % akseptable resultater for tungmetallene, og seks laboratorier hadde 60 - 80 % akseptable resultater. Tre laboratorier hadde bare 43 - 57 % akseptable resultater og disse prestasjonene er altfor svake. Systematisk arbeid med metodene må til for å forbedre kvaliteten ved analysene, som kan dokumenteres ved bruk av referansematerialer. Dette må også omfatte oppslutningstrinnet i analyseprosessen.

To laboratorier har utelatt bestemmelse av tungmetallene ved prøvningssammenligningen. Disse anbefales å utvide analyseprogrammet til å omfatte alle variable som er aktuelle ved kontroll av kommunalt avløpslam.

1. Bakgrunn

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

Etter ønske fra Klima- og forurensningsdirektoratet (Klif) organiseres det sammenlignende laboratorieprøvinger for alle laboratorier som kunne tenke seg å utføre kontrollanalyser av kommunalt slam. Prøvingssammenligningen ble gjennomført januar – februar 2010.

2. Gjennomføring

2.1 Deltakere

Det ble sendt ut en invitasjon til å delta i prøvingssammenligningen til alle offentlige og private laboratorier som kunne tenkes å være interesserte i å utføre slike analyser. Omtrent 45 laboratorier ble invitert til å delta. 19 svarte positivt til dette, og alle disse laboratoriene sendte inn resultater for enkelte eller alle analysevariable. En alfabetisk oversikt over hvilke laboratorier som deltok i denne slp'en er gjengitt i Tillegg 2.

2.2 Slamprøver og kontroll

Det ble sendt ut to prøver til deltakerne. Prøve A var avvannet slam fra RA II, mens prøve B var en avvannet slamprøve fra VEAS renseanlegg. De fuktige prøvene ble blandet godt mekanisk før passende porsjoner ble overført til glassbeholdere og tett lukket. Prøvene ble sendt til deltakerne i begynnelsen av januar 2010.

Det tas ut prøver til analyse av alle aktuelle analysevariable ved NVAs laboratorium for å kontrollere at konsentrasjonene er på et akseptabelt nivå. I løpet av hele slp-perioden ble det tatt ut fire prøver til kontroll av stabilitet og homogenitet. Disse resultatene er sammenfattet i tabell 2 B i Tillegget. Kontrollanalysene er gjennomført over en periode på tre måneder. Standardavviket over kontrollperioden er relativt lite for de enkelte parameterne, og indikerer at prøvene både er stabile og homogene. Middelerdien til kontrollresultatene er sammenlignet med sann verdi, og den prosentvise forskjellen er gjennomgående liten, for det meste mindre enn 10 % .

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 standardavvik 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 metaller i begge prøvene: kvikksølv, kadmium, bly, krom, kobber, nikkel og sink. I tillegg skulle følgende analysevariable bestemmes (“nyttestoffer”): kalsium, kalium, totalfosfor, totalnitrogen, totalt organisk karbon, totalt tørrstoffinnhold og glødetap av dette, samt pH og ammonium i et vannuttrekk av de våte prøvene. Etter ønske fra flere laboratorier ble det også gitt mulighet for å rapportere resultater for ytterligere fire metaller: magnesium, aluminium, jern og mangan. Dette programmet gjøres permanent for framtiden. 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 de anvender rutinemessig.

2.4 Prøveutsendelse og resultatrapportering

De våte prøvene ble overført til glassbeholdere etter grundig omrøring. Det ble sendt ut henimot 100 g av begge prøvene. De ble sendt til deltakerne 4. januar 2010, og ankom til laboratoriene i løpet av den påfølgende uken. Deltakerne ble bedt om å analysere prøvene så raskt som mulig, og sende inn resultatene ikke senere enn 5. februar 2010. Med ulike begrunnelser ba noen få laboratorier om en mindre forskyvning av rapporteringsfristen, noe som også ble innvilget. Etter at resultatene var mottatt fra praktisk talt alle laboratoriene, ble det sendt ut en oversikt over deltakernes resultater og foreløpige sanne verdier. Noen skrivefeil ble rettet etter dette.

2.5 Behandling av analysedata

For hvert enkelt laboratorium ble det for hver analysevariabel og prøve beregnet middelværdi og standardavvik av de innsendte resultatene. For laboratorier som bare hadde sendt inn resultater for en eller to parallelle bestemmelser, er kun middelværdien beregnet. For hver enkelt analysevariabel og prøve er medianverdien av alle laboratorienes middelværdier bestemt, dessuten ble også middelværdien og standardavviket av disse beregnet. Laboratorier med middelværdier som avviker mer enn $\pm 50\%$ fra medianverdien ble utelatt ved beregning av nye middelværdier og standardavvik som ble benyttet ved de endelige statistiske beregninger. Forkastede resultater er gjengitt i parentes i tabellene i Tillegg 3.

Medianverdien av deltakernes middelværdier for de respektive analysevariable, bestemt etter at avvikende middelværdier var forkastet, ble brukt som “sann” verdi ved vurdering av de enkelte deltakernes resultater. Medianverdien benyttes fordi den påvirkes i mindre grad av sterkt avvikende resultater enn middelværdien. Måleusikkerheten til de sanne verdier ble estimert ved å følge den beskrivelsen som er gitt i ISO 13528 (2005), Annex C (3), første del: Først bestemmes medianen til de rapporterte verdier, deretter beregnes standardavviket til de absolutte differansene mellom de enkelte laboratoriers resultater og medianverdien. Dette standardavviket benyttes uten ytterligere gjentakelser til å beregne den utvidete usikkerheten.

De p resultatene fra deltakerne kalles $x_1, x_2, \dots, x_i, \dots, x_p$, og er sortert i stigende rekkefølge. Sterkt avvikende resultater er allerede utelatt. Følgende beregninger blir så gjennomført:

$$m^* = \text{medianen til } x_i \quad (i = 1, 2, \dots, p)$$

$$s^* = 1,483 \cdot \text{medianen til } |x_i - m^*| \quad (i = 1, 2, \dots, p)$$

der p er antall resultater. Den utvidete usikkerheten er da $2 \times s^*$ som tilsvarer en dekningsfaktor på 2. Måleusikkerheten er gjengitt i tabell 1 B nedenfor.

3. Resultater

Laboratoriens enkeltresultater er gjengitt i tabellene 6 - 25 i Tillegg 3, hvor også den beregnede middelværdi og standardavvik ved de enkelte laboratorier er gjengitt for hver analysevariabel og prøve. Medianverdien for laboratoriens middelværdier er også gitt i disse tabellene, i tillegg til middelværdien og standardavviket mellom laboratoriens middelværdier. Resultater som avviker for mye fra medianverdien (dvs mer enn $\pm 50\%$ fra den sanne verdi), er utelatt fra de endelige beregningene og er derfor satt i parentes i tabellene 6 - 25. Deltakerne er anonymisert ved at de bare kan identifiseres med et nummer. Dette er kjent bare for det enkelte laboratorium og den som organiserer slp'en. Tabell 1 A gir et sammendrag av resultatene ved denne sammenlignende laboratorieprøvingen.

Tabell 1 A. Oversikt over medianverdier (m) og middelværdier (\bar{x}) for de to prøvene A og B, samt standardavviket (s), antall resultater benyttet ved de statistiske beregningene (n), og antall resultater som ble utelatt ved de statistiske beregningene (u). Resultatene er angitt på tørrvektbasis

Param., enhet	Prøve A					Prøve B				
	m	\bar{x}	s	n	u	m	\bar{x}	s	n	u
Hg, $\mu\text{g/g}$	0,246	0,247	0,051	14	1	0,550	0,534	0,120	14	1
Cd, $\mu\text{g/g}$	0,421	0,420	0,055	14	3	0,631	0,627	0,068	15	2
Pb, $\mu\text{g/g}$	15,6	15,3	2,8	15	2	18,0	17,5	3,2	14	2
Cr, $\mu\text{g/g}$	13,57	13,66	2,26	17	0	15,81	15,83	3,2	17	0
Cu, $\mu\text{g/g}$	174,0	173,1	10,3	17	0	207,2	209,1	17,1	17	0
Ni, $\mu\text{g/g}$	10,78	10,52	0,91	14	1	12,97	12,99	1,02	12	2
Zn, $\mu\text{g/g}$	261,7	264,4	23,9	17	0	321,0	313,3	25,2	16	1
Ca, %	0,864	0,802	0,163	16	0	16,52	16,65	1,14	15	1
Mg, mg/g	2,10	2,07	0,22	15	0	4,82	4,74	0,47	15	0
Al, mg/g	43,66	43,86	3,34	13	0	26,20	26,19	3,23	13	0
Fe, %	1,01	1,04	0,09	14	0	2,69	2,77	0,35	13	1
Mn, mg/g	0,172	0,174	0,013	14	0	0,154	0,157	0,018	14	0
K, %	0,222	0,216	0,029	14	2	0,202	0,205	0,042	15	1
TOT-P, %	1,217	1,221	0,082	13	0	1,719	1,696	0,083	13	0
TOT-N, %	3,438	3,434	0,211	10	1	2,014	2,010	0,151	10	1
TOC, %	36,6	35,8	2,7	4	0	17,1	16,7	1,9	4	0
TTS, %	22,03	22,05	0,40	19	0	52,08	52,24	1,28	18	0
TGT, %	74,02	75,19	5,30	15	0	35,73	35,89	1,02	14	1
pH	6,19	6,25	0,39	10	0	11,10	11,10	0,12	9	0
NH ₄ -N, %	0,341	0,369	0,078	7	0	0,059	0,060	0,006	6	1

Tabell 1 B. Den utvidete usikkerheten til sann verdi som er beregnet på grunnlag av de innsendte resultater fra deltakerne.

Parameter, enhet	A sann	A utvidet usikkerhet	A % usikkerhet	B sann	B utvidet usikkerhet	B % usikkerhet
Hg, µg/g	0,246	0,105	42,9	0,550	0,270	49,1
Cd, µg/g	0,421	0,085	20,1	0,631	0,154	24,4
Pb, µg/g	15,6	2,52	16,2	18,0	4,45	24,6
Cr, µg/g	13,57	2,79	20,5	15,81	7,93	50,2
Cu, µg/g	174,0	17,4	10,0	207,2	27,6	13,3
Ni, µg/g	10,78	0,994	9,2	12,97	2,61	20,1
Zn, µg/g	261,7	37,1	14,2	321,0	5,8	17,7
Ca, %	0,864	0,150	17,3	16,52	1,84	11,1
Mg, mg/g	2,10	0,415	19,8	4,82	0,62	12,9
Al, mg/g	43,66	7,90	18,1	26,20	4,75	18,1
Fe, %	1,01	0,178	17,7	2,69	0,386	14,3
Mn, mg/g	0,172	0,031	18,1	0,154	0,021	13,5
K, %	0,222	0,042	18,7	0,202	0,059	29,4
TOT-P, %	1,217	0,136	11,2	1,719	0,154	9,0
TOT-N, %	3,438	0,344	10,0	2,014	0,218	10,8
TOC, %	36,64	0,608	1,7	17,12	0,771	4,5
TTS, %	22,03	0,801	3,6	52,08	1,453	2,8
TGT, %	74,02	0,919	1,2	35,73	1,602	4,5
pH	6,19	0,71		11,10	0,24	
NH ₄ -N, %	0,341	0,136	40,0	0,059	0,013	22,6

Resultatene fra deltakerne er framstilt grafisk i figurene 1 - 38. Middelveien av det enkelte laboratoriums resultater er plottet som funksjon av laboratoriets nummer. Middelveien er markert med en kort strek, og vertikalt på denne er plassert en strek som angir standardavviket for de tre resultatene laboratoriet har rapportert. Den vannrette heltrukne streken i figuren representerer den "sanne" verdi (medianverdien til alle laboratoriens middelveier). Beliggenheten til laboratoriets middelvei i forhold til denne linjen viser i hvilken grad laboratoriets resultater er påvirket av systematiske feil, og lengden på den vertikale streken gir et bilde av de tilfeldige feil innen laboratoriet for denne analysen. Noen få resultater som avviker altfor mye fra de sanne verdier kommer ikke med i figurene.

Resultater som ligger innenfor den beregnede medianverdi $\pm 20\%$, er karakterisert som akseptable i denne rapporten, og laboratoriens middelveier for hver analysevariabel og prøve er benyttet ved bedømmelsen. I Tabell 2 er gjengitt en evaluering av middelveien fra de enkelte laboratorier, og her har man gjennomført sammenligningen ved at medianverdien fra alle ikke forkastede laboratorier 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 slp'en 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 uakseptabelt, og hvis Z er større enn 3 bedømmes resultatet som fullstendig uakseptabelt. Ved denne slp'en ble avvik opp til ± 20 % vurdert som akseptable. For pH i vannuttrekket av prøve A er $\pm 0,25$ pH-enheter benyttet som akseptansegrense, og da beregnes $Z = (\text{Laboratoriets resultat} - \text{“sann” verdi}) / 0,125$.

3.1 Kvikksølv

Laboratoriens enkeltresultater er gjengitt i Tabell 6, mens de enkelte laboratoriers middelveier er framstilt grafisk i figur 1 og 2. 15 av 19 laboratorier sendte inn resultater for kvikksølv i disse to prøvene. Ett laboratorium som rapporterte resultater mindre enn deteksjonsgrensen ved laboratoriet er utelatt fra de statistiske beregningene.

Nesten alle laboratoriene har angitt at de benyttet kalddamp atomabsorpsjon ved bestemmelse av kvikksølv, mens ett laboratorium benyttet atomfluorescens med godt resultat. Ett laboratorium benyttet røntgenfluorescens (EDXRF) ved bestemmelsen, men deteksjonsgrensen er for høy for konsentrasjonsnivået i disse prøvene. Praktisk talt alle laboratoriene foretok reduksjon med tinnklorid, med unntak av ett som benyttet natrium borhydrid.

For prøve A og B var henholdsvis 67 og 60 % av resultatene akseptable, dvs den andelen av resultatene som har en Z-score som er midre eller lik 2. Dette er noe bedre enn ved siste slp, men man skal merke seg at den utvidete usikkerheten til den sanne verdi er relativt stor, mellom 40 og 50 %. Blant mulige årsaker til systematiske avvik kan være feilaktig blindprøvekorreksjon, som kan føre til at resultatene blir gjennomgående systematisk for høye eller for lave. Ufullstendig tørking av prøvene vil kunne føre til for lave resultater.

Det er varierende overensstemmelse mellom laboratoriens resultatene for prøve A og B, og presisjonen ved de enkelte laboratoriene er svært varierende. Det er de systematiske avvik som er dominerende mellom laboratoriene, selv om spredningen mellom enkeltresultatene kan være stor hos enkelte deltakere.

3.2 Kadmium

Laboratoriens enkeltresultater er gjengitt i Tabell 7, mens de enkelte laboratoriers middelveier er framstilt grafisk i figur 3 og 4. Alle deltakerne unntatt to sendte inn resultater for kadmium, og seks av disse benyttet ICP-AES til selve bestemmelsen. Ni laboratorier benyttet atomabsorpsjon med grafittovn under bestemmelsen, og ett laboratorium benyttet flamme atomabsorpsjon og fikk akseptable resultater for begge prøvene. Ett

laboratorium benyttet EDXRF til bestemmelsen, men denne metoden er for lite følsom til å kunne bestemme de konsentrasjonene av kadmium som er i disse prøvene.

Som det fremgår av Tabell 2 er henholdsvis 71 og 82 % av middelverdiene definert som akseptable for prøvene A og B. Laboratorium nr. 13 rapporterte altfor høye resultater for kadmium i begge prøvene. Alle laboratoriene som oppsluttet prøvene (unntatt nr. 1) benyttet salpetersyre til dette, de fleste i autoklav, mens tre laboratorier benyttet mikrobølgeovn. Presisjonen innen laboratoriet varierer noe fra ett laboratorium til et annet, selv om få laboratorier har spesielt stor spredning i sine resultater. De systematiske avvik dominerer, og fører til at presisjonen mellom laboratoriene blir mindre bra.

Både de laboratorier som benytter ICP-AES og de som anvender grafittovn ved selve bestemmelsen må vurdere om mulige interferenser ved bestemmelsen kan være årsak ved for store avvik, og om bakgrunnskorreksjonen er riktig utført. Ved såvidt lave konsentrasjoner som det er i disse prøvene, er det meget viktig at man benytter en metode som er tilstrekkelig følsom.

3.3 Bly

Laboratoriens enkeltresultater er gjengitt i Tabell 8, mens de enkelte laboratoriers middelverdier er framstilt grafisk i figur 5 og 6. 17 av deltakerne sendte inn resultater for bly. Syv av laboratoriene bestemte bly med grafittovn, og ett laboratorium benyttet flamme atomabsorpsjon med alfor lave resultater. Blant de øvrige laboratorier benyttet syv ICP-AES, og ett laboratorium ICP-MS. Ett laboratorium som benyttet EDXRF fikk akseptable resultater for begge prøver. De av deltakerne som har rapportert altfor avvikende resultater må vurdere om interferenser ved bestemmelsen er under kontroll, og om blindprøvekorreksjonen fungerer riktig.

Andel akseptable resultater for denne bestemmelsen er henholdsvis 65 og 71 % for prøve A og B. Spredningen i resultater mellom laboratoriene er sammenlignbare for begge prøvene. Presisjonen ved de enkelte laboratorier er gjennomgående sammenlignbar ved bestemmelse av dette metallet, med et relativt standard avvik som stort sett varierer mellom 1 og 10 %. Det ser ikke ut til å være store systematiske forskjeller mellom de ulike bestemmelsesmetodene.

3.4 Krom

Laboratoriens enkeltresultater er gjengitt i Tabell 9, mens de enkelte laboratoriers middelverdier er framstilt grafisk i figur 7 og 8. 17 laboratorier sendte inn resultater for krom i begge prøvene. De aller fleste laboratoriene (10 stykker) bestemte krom med ICP-AES, og ett laboratorium med ICP-MS og fikk systematisk for høyt resultat for prøve B. Ett laboratorium benyttet flamme atomabsorpsjon og fikk systematisk for lave resultater. Grafittovn ble benyttet av fire laboratorier, og alle fikk akseptable resultater. Ett laboratorium bestemte krom med EDXRF, og fikk systematisk for høyt resultat for prøve B, mens resultatet for prøve A var akseptabelt.

For prøvene A og B ble henholdsvis 82 og 65 % av middelverdiene bedømt som akseptable, og dette er i gjennomsnitt noe bedre enn ved siste slam-slp, selv om noen resultater er altfor lave. Interferenser under bestemmelsen kan være en mulig årsak til avvikende resultater.

Oppslutningstrinnet kan være en av årsakene til spredningen mellom laboratoriene for dette metallet, men alle unntatt tre benyttet oppslutning i salpetersyre med autoklav eller mikrobølgeovn.

3.5 Kopper

Laboratoriens enkeltresultater er gjengitt i Tabell 10, mens de enkelte laboratoriers middelverdier er framstilt grafisk i figur 9 og 10. 17 av 19 laboratorier sendte inn resultater for kopper i slamprøvene, med jevnt over meget gode resultater for begge prøvene, der alle middelverdiene ble bedømt som akseptable for begge prøvene.

De aller fleste av laboratoriene bestemte kopper med ICP-AES denne gangen, og ett laboratorium benyttet ICP-MS. Fem laboratorier benyttet flamme atomabsorpsjon, alle med gode resultater. Ett laboratorium benyttet EDXRF med meget bra resultater.

3.6 Nikkel

Laboratoriens enkeltresultater er gjengitt i Tabell 11, mens de enkelte laboratoriers middelverdier er framstilt grafisk i figur 11 og 12. 15 av de deltagende laboratorier sendte inn resultater for nikkel. De fleste laboratoriene benyttet ICP-AES til bestemmelsen, grafittovn ble benyttet av ett laboratorium, og to laboratorier anvendte flamme atomabsorpsjon der ett resultat ble for høyt. Ett laboratorium benyttet ICP-MS med godt resultat.

Henholdsvis 87 og 80 % av de rapporterte middelverdier var akseptable for de to prøvene, og det er omtrent som tidligere. Hos de laboratorier som har rapportert avvikende resultater er det ingen klar sammenheng med hvilken metode som er benyttet. Interferenser kan være en mulig årsak til de systematisk avvikende resultater.

3.7 Sink

Laboratoriens enkeltresultater er gjengitt i Tabell 12, mens de enkelte laboratoriers middelverdier er framstilt grafisk i figur 13 og 14. 17 laboratorier sendte inn resultater for sink, og alle resultater var akseptable i prøve A og 88 % i prøve B, slik at resultatene for dette metallet er meget tilfredsstillende. De fleste laboratoriene anvendte ICP-AES ved bestemmelsen, fem benyttet flamme atomabsorpsjon. Ett laboratorium som benyttet EDXRF fikk gode resultater for begge prøver. Det er de systematiske feilene som dominerer mellom laboratorienes resultater.

3.8 Kalsium

Laboratoriens enkeltresultater er gjengitt i Tabell 13, mens de enkelte laboratoriers middelveier er framstilt grafisk i figur 15 og 16. For kalsium ble det mottatt resultater fra 16 av deltakerne. For dette metallet var andelen akseptable resultater henholdsvis 81 og 94 % i de to prøvene, og dette er meget bra.

Nesten alle laboratoriene benyttet ICP-AES ved bestemmelsen, mens tre laboratorier benyttet flamme atomabsorpsjon. Ett laboratorium benyttet EDXRF med bra resultat. Det er ingen påvisbar forskjell mellom resultatene for de ulike metodene.

3.9 Magnesium

Laboratoriens enkeltresultater er gjengitt i Tabell 14, mens de enkelte laboratoriers middelveier er framstilt grafisk i figur 17 og 18. For magnesium ble det mottatt resultater fra 15 av deltakerne. For dette metallet var andelen akseptable resultater 93 % i begge prøvene, og dette er meget bra.

Nesten alle laboratoriene benyttet ICP-AES ved bestemmelsen, mens tre laboratorier benyttet flamme atomabsorpsjon. Ett laboratorium benyttet EDXRF, og begge resultatene var akseptable. Det er ingen påvisbar forskjell mellom resultatene for de ulike metodene.

3.10 Aluminium

Laboratoriens enkeltresultater er gjengitt i Tabell 15, mens de enkelte laboratoriers middelveier er framstilt grafisk i figur 21 og 22. 13 av de deltakende laboratorier sendte inn resultater for aluminium. De fleste laboratoriene benyttet ICP-AES til bestemmelsen, mens ett laboratorium anvendte flamme atomabsorpsjon, og ett grafittovn, begge fikk akseptable resultater. Ett laboratorium benyttet EDXRF, og det ene resultatet var akseptabelt.

Henholdsvis 100 og 92 % av de rapporterte middelveier var akseptable for de to prøvene.

3.11 Jern

Laboratoriens enkeltresultater er gjengitt i Tabell 16, mens de enkelte laboratoriers middelveier er framstilt grafisk i figur 23 og 24. 14 av de deltakende laboratorier sendte inn resultater for jern. De fleste laboratoriene benyttet ICP-AES til bestemmelsen, ett laboratorium benyttet ICP-MS, mens to laboratorier anvendte flamme atomabsorpsjon. Ett laboratorium benyttet EDXRF, der det ene resultatet var akseptabelt.

Henholdsvis 93 og 83 % av de rapporterte middelveier var akseptable for de to prøvene, og det er meget bra.

3.12 Mangan

Laboratoriens enkeltresultater er gjengitt i Tabell 17, mens de enkelte laboratoriers middelveier er framstilt grafisk i figur 25 og 26. 14 av de deltakende laboratorier sendte inn resultater for mangan. De fleste laboratoriene benyttet ICP-AES til bestemmelsen, mens ett laboratorium anvendte flamme atomabsorpsjon. Ett laboratorium benyttet ICP-MS med godt resultat, og ett laboratorium benyttet EDXRF, der det ene resultatet var akseptabelt.

Henholdsvis 100 og 86 % av de rapporterte middelveier var akseptable for de to prøvene, og det er meget bra.

3.13 Kalium

Laboratoriens enkeltresultater er gjengitt i Tabell 18, mens de enkelte laboratoriers middelveier er framstilt grafisk i figur 19 og 20. Det ble mottatt resultater for kalium fra 16 av laboratoriene. Resultatene for kalium er omtrent like gode som ved siste slp, med henholdsvis 69 og 75 % akseptable middelveier for de to prøvene. Blant de avvikende verdi er det både systematisk for høye og for lave resultater og for tre resultatpar var avviket så stort at de ble utelatt fra de statistiske beregninger.

Nesten alle laboratoriene benyttet ICP-AES ved bestemmelsen, mens to benyttet flamme atomabsorpsjon. Ett laboratorium benyttet EDXRF med systematisk altfor høye resultater for begge prøvene og kommer ikke med på figurene.

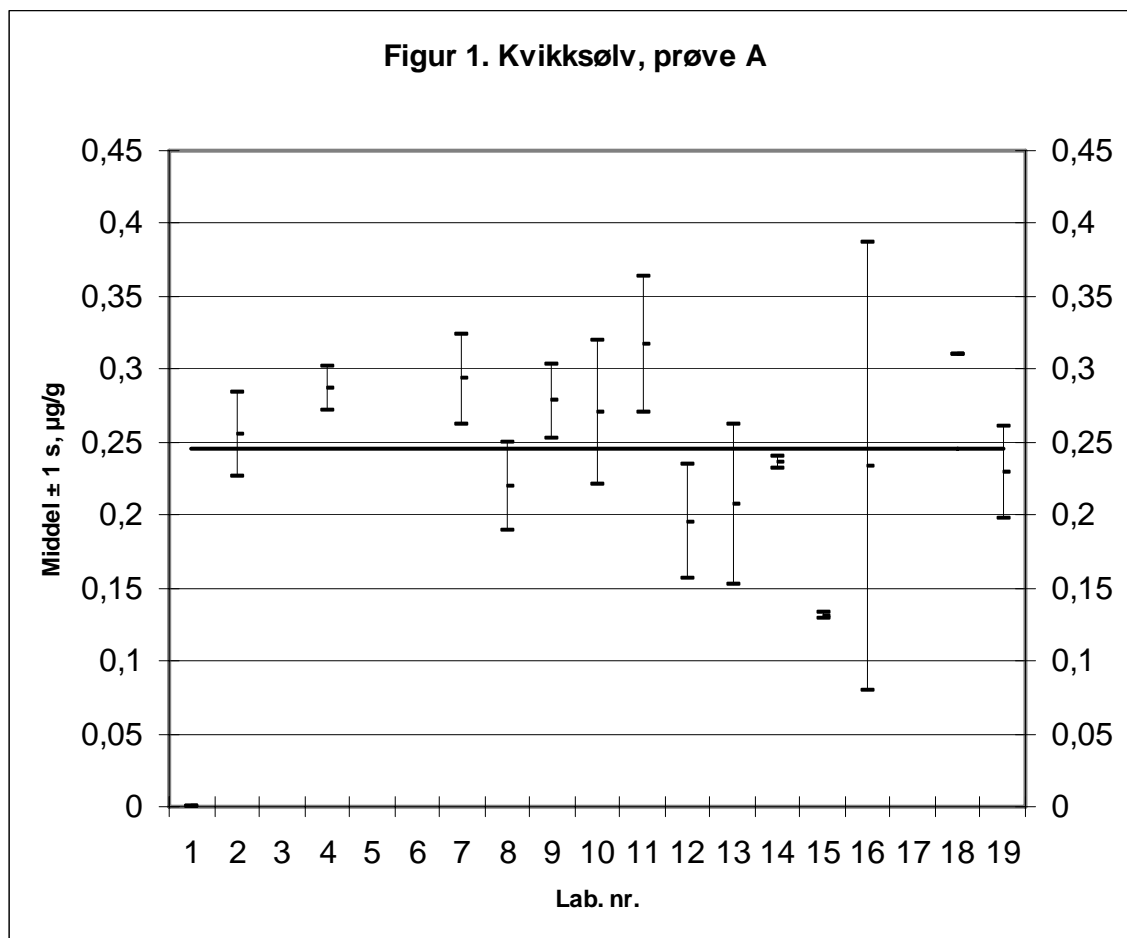
3.14 Totalfosfor

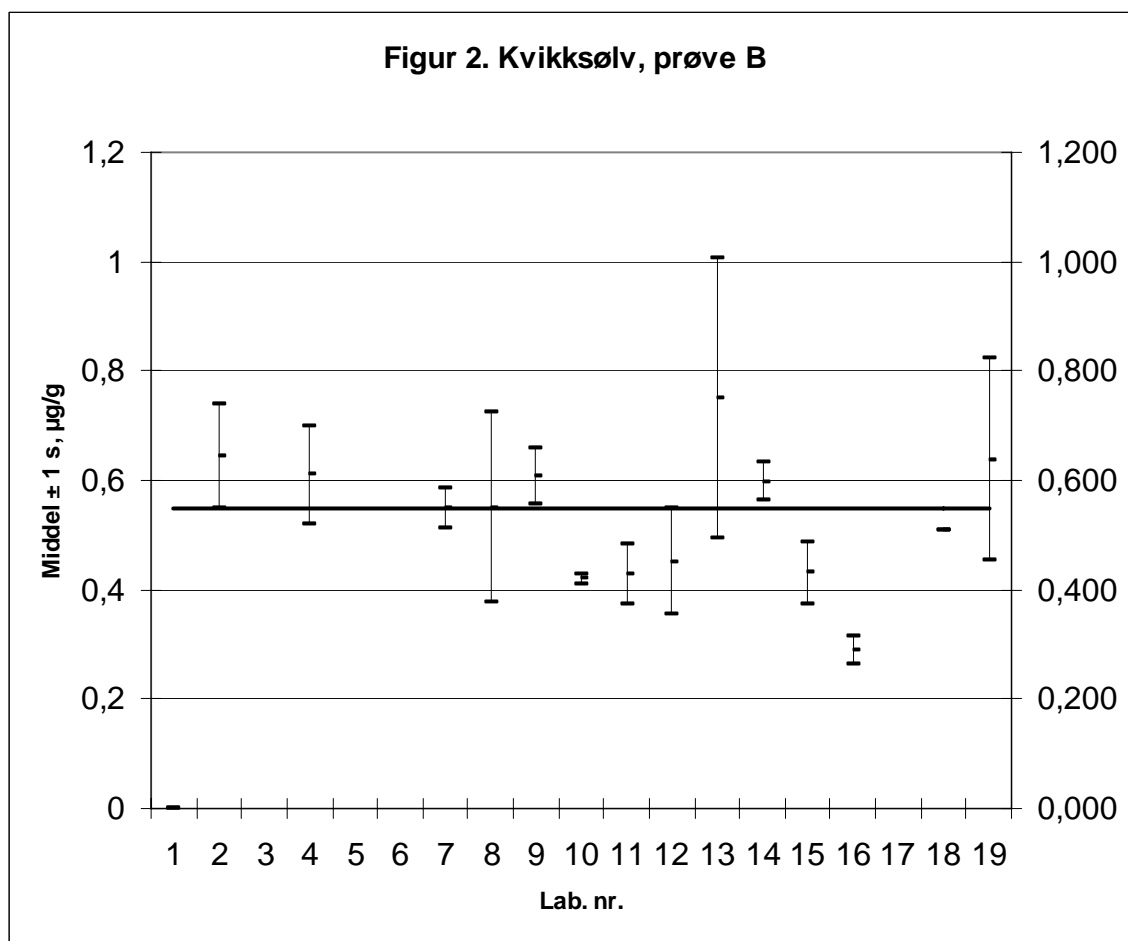
Laboratoriens enkeltresultater er gjengitt i Tabell 19, mens de enkelte laboratoriers middelveier er framstilt grafisk i figur 27 og 28. 13 laboratorier rapporterte resultater for totalfosfor, og alle resultatene i begge prøver var akseptable. Åtte laboratorier rapporterte at de bestemte totalfosfor med ICP-AES, mens fem laboratorier benyttet en manuell eller automatisert spektrofotometrisk metode. Ett laboratorium benyttet EDXRF med akseptable resultater.

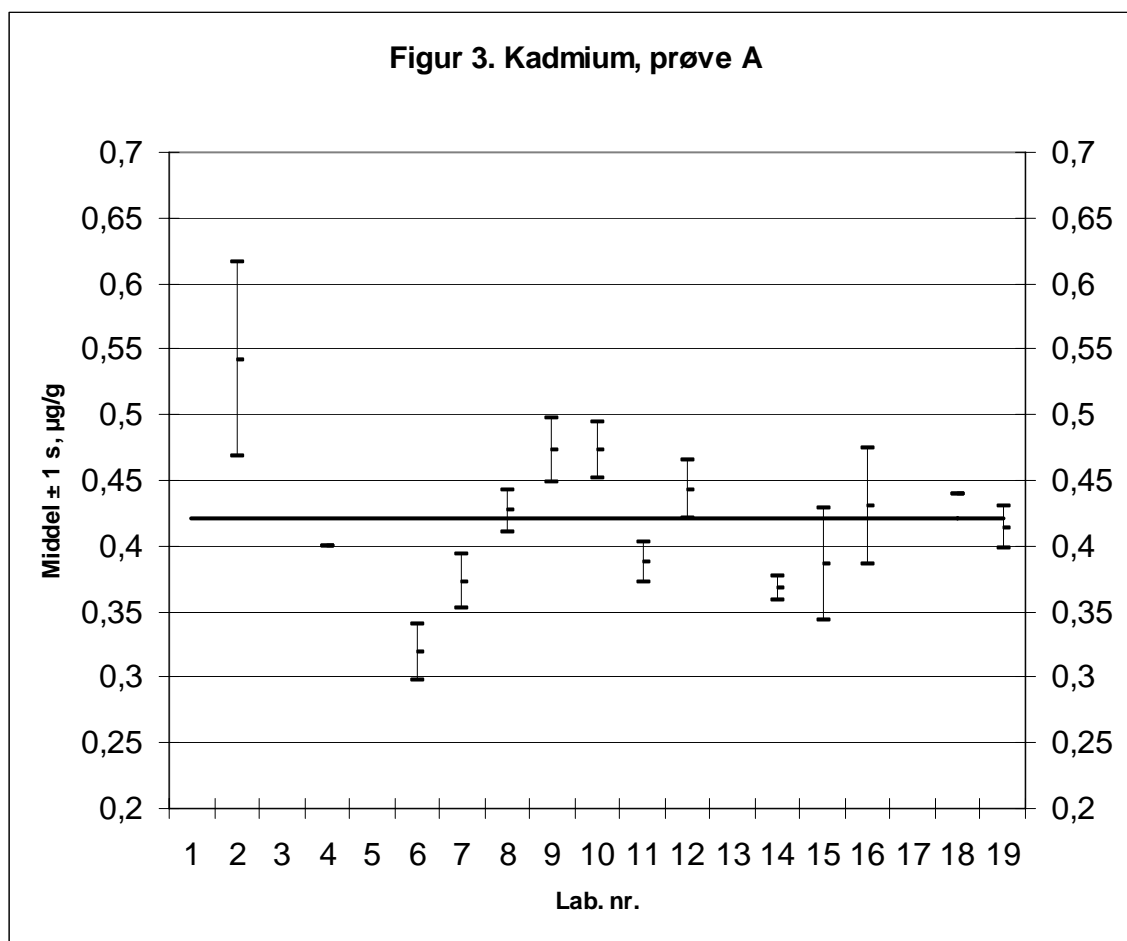
3.15 Nitrogen

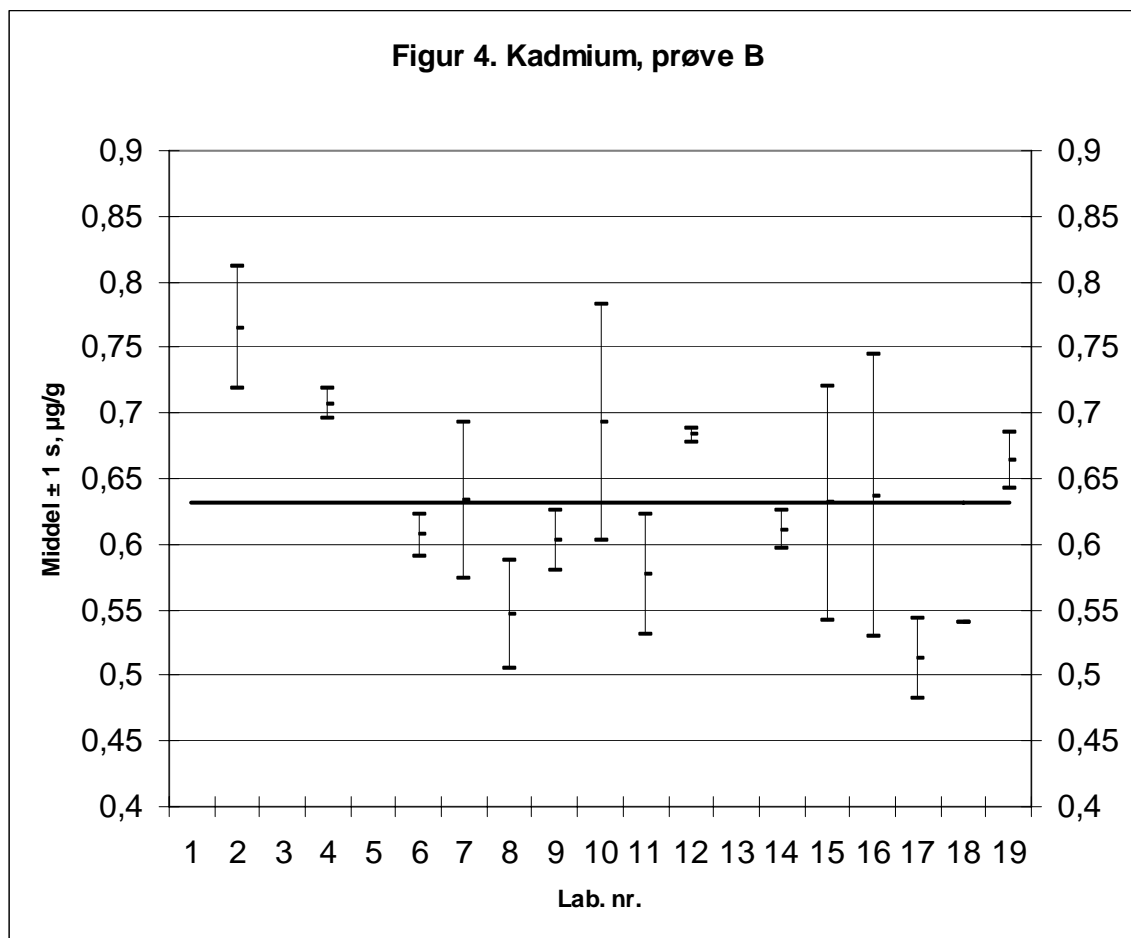
Laboratoriens enkeltresultater er gjengitt i Tabell 20, mens de enkelte laboratoriers middelveier er framstilt grafisk i figur 29 og 30. For bestemmelsen av nitrogen ble det mottatt 11 resultatsett for begge prøvene. De fleste laboratoriene benyttet Kjeldahlmetoden til denne bestemmelsen, mens tre laboratorier benyttet elementanalysator med høytemperatur forbrenning. 91 % av middelveiene lå innenfor den generelle akseptansegrensen på ± 20 %, noe som er meget bra.

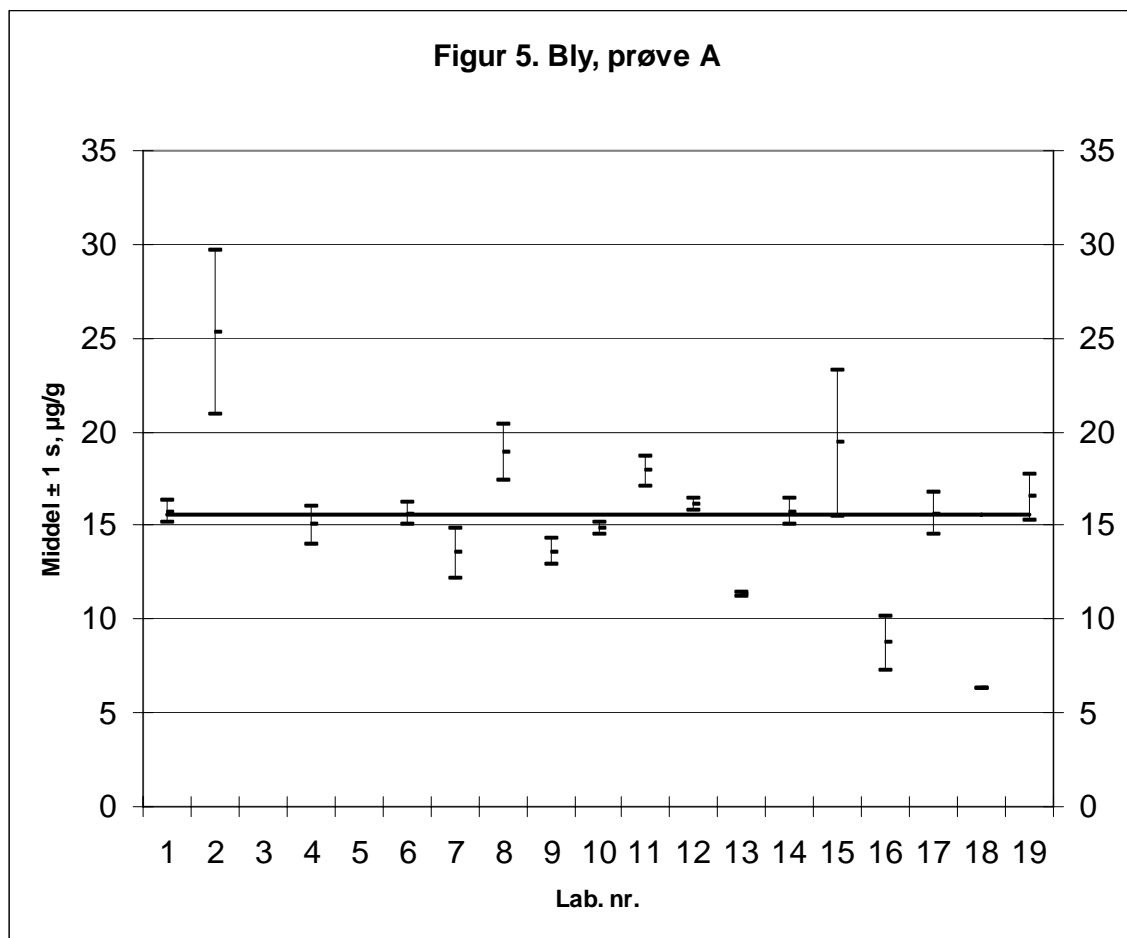
Forts. side 53

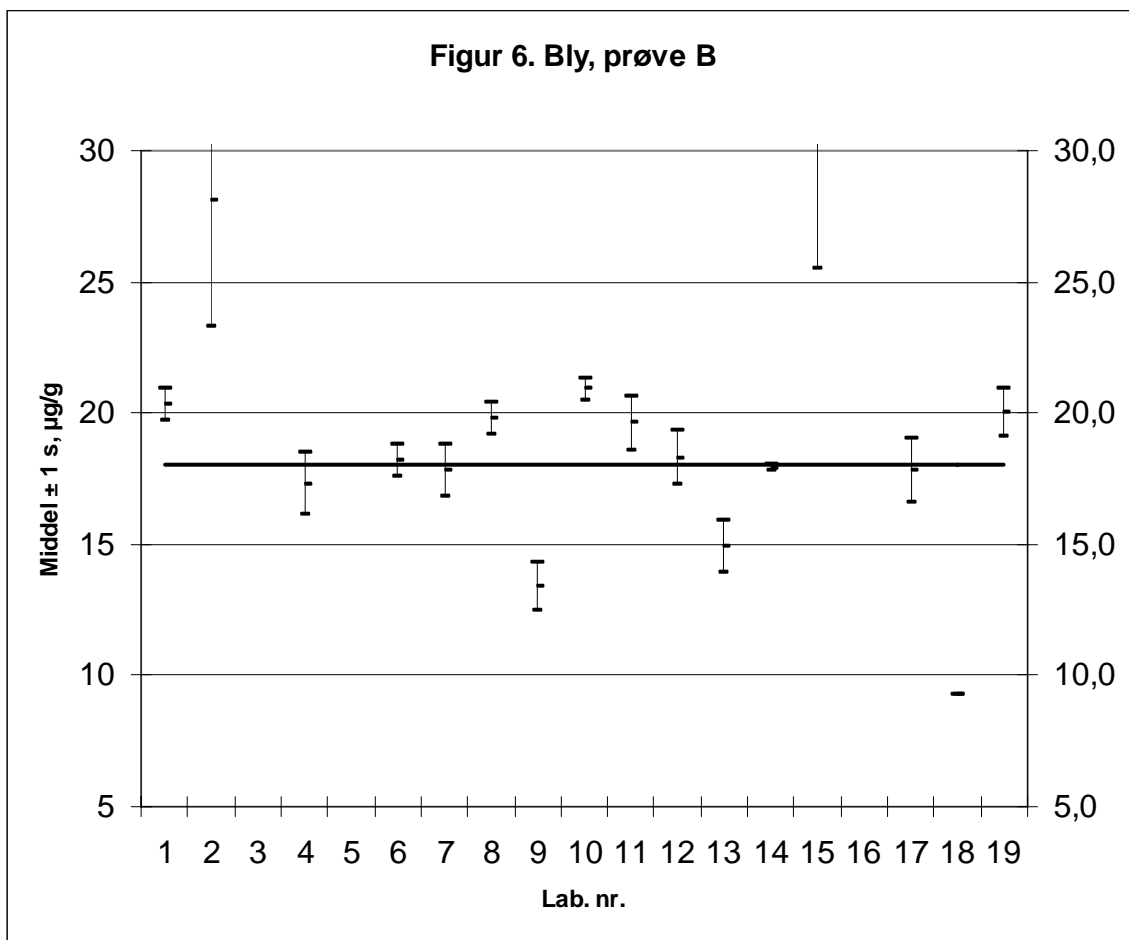


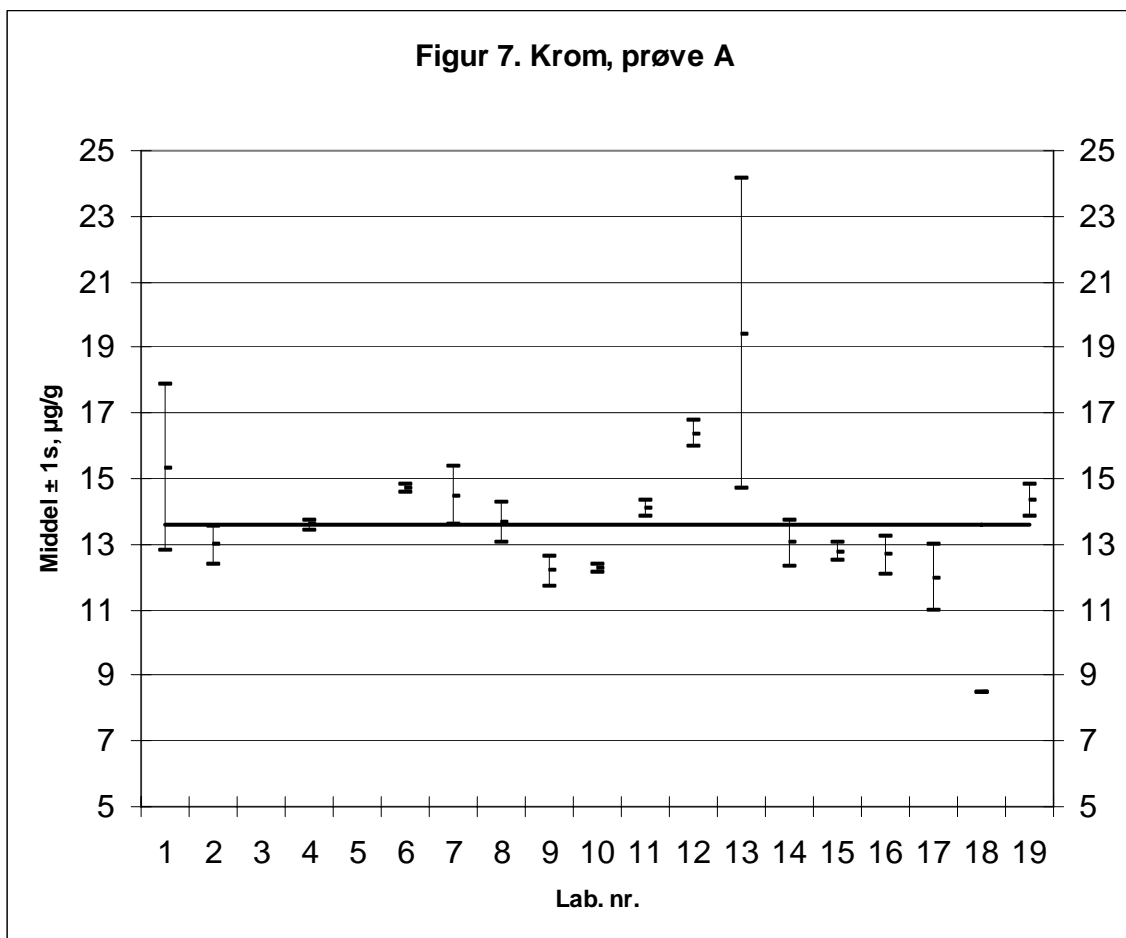


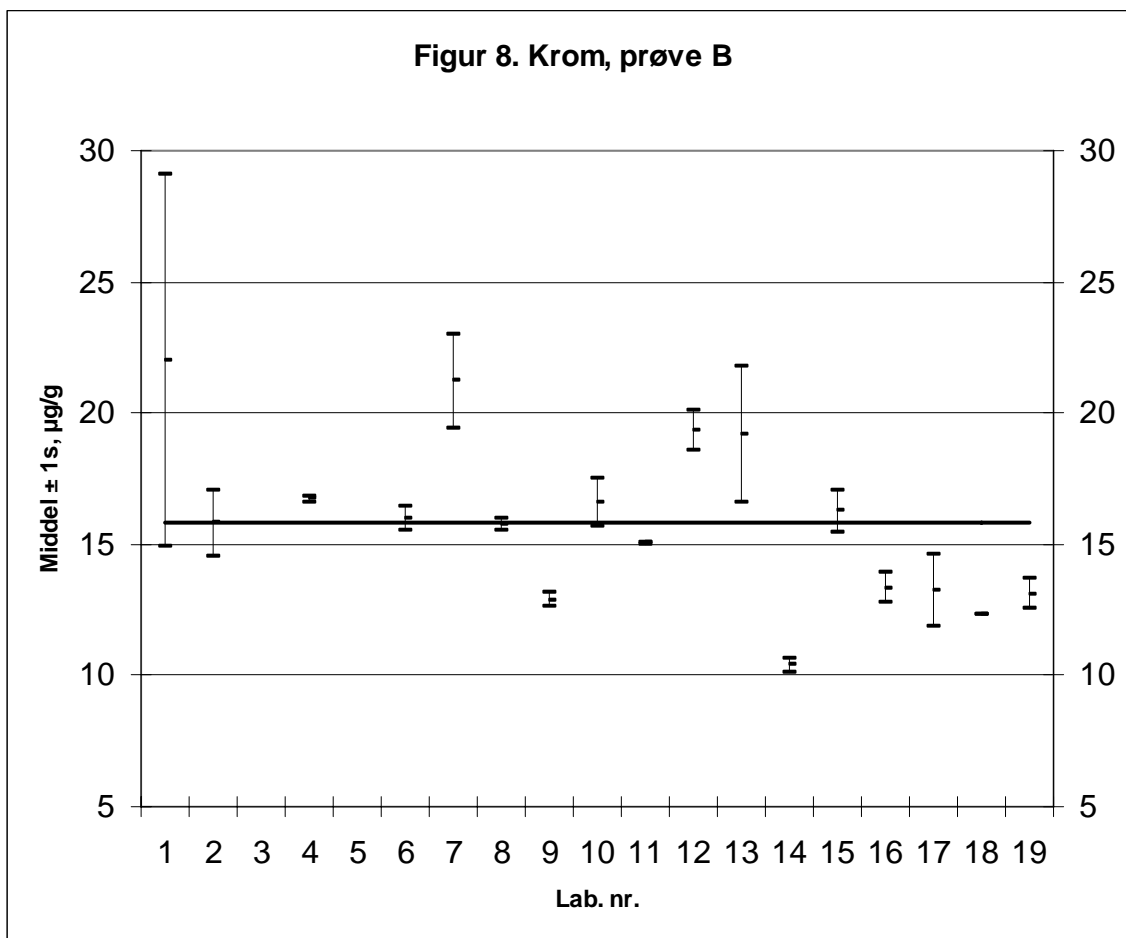


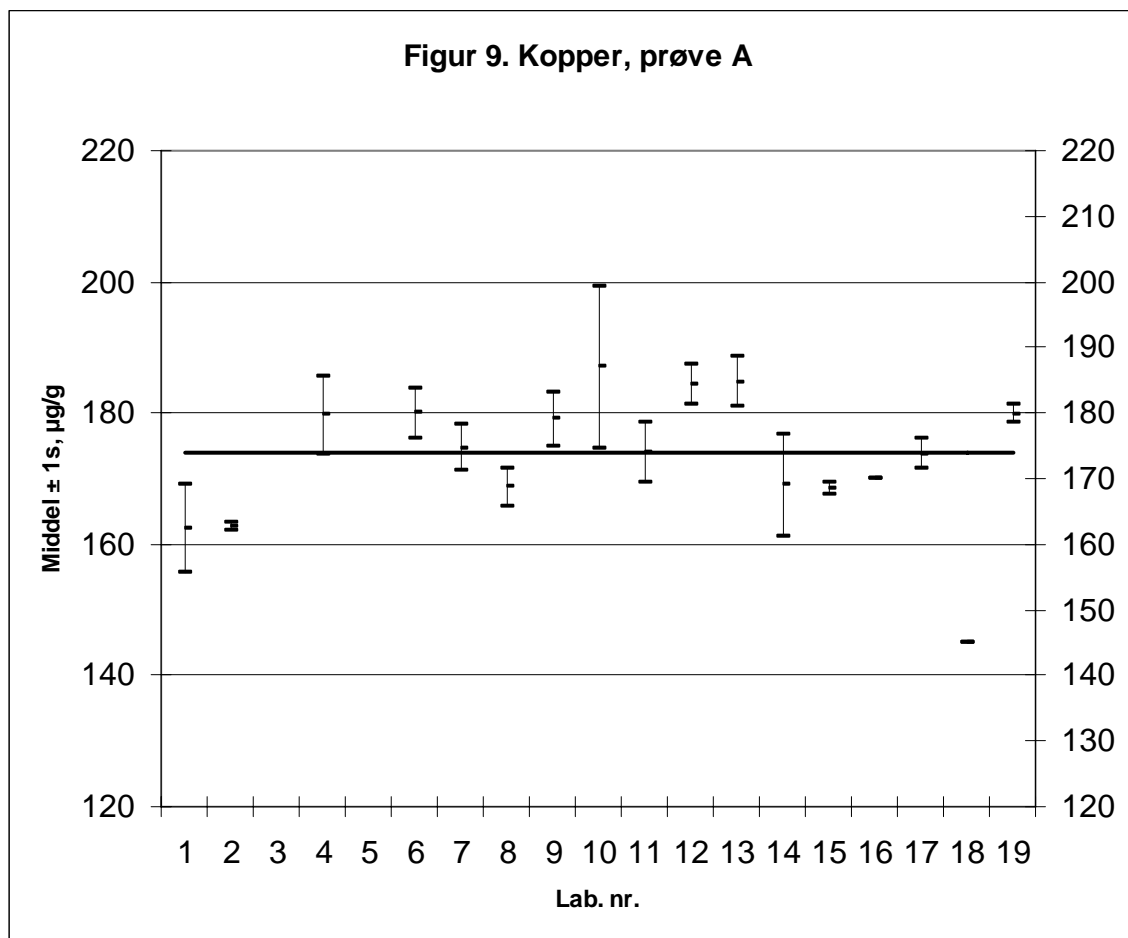


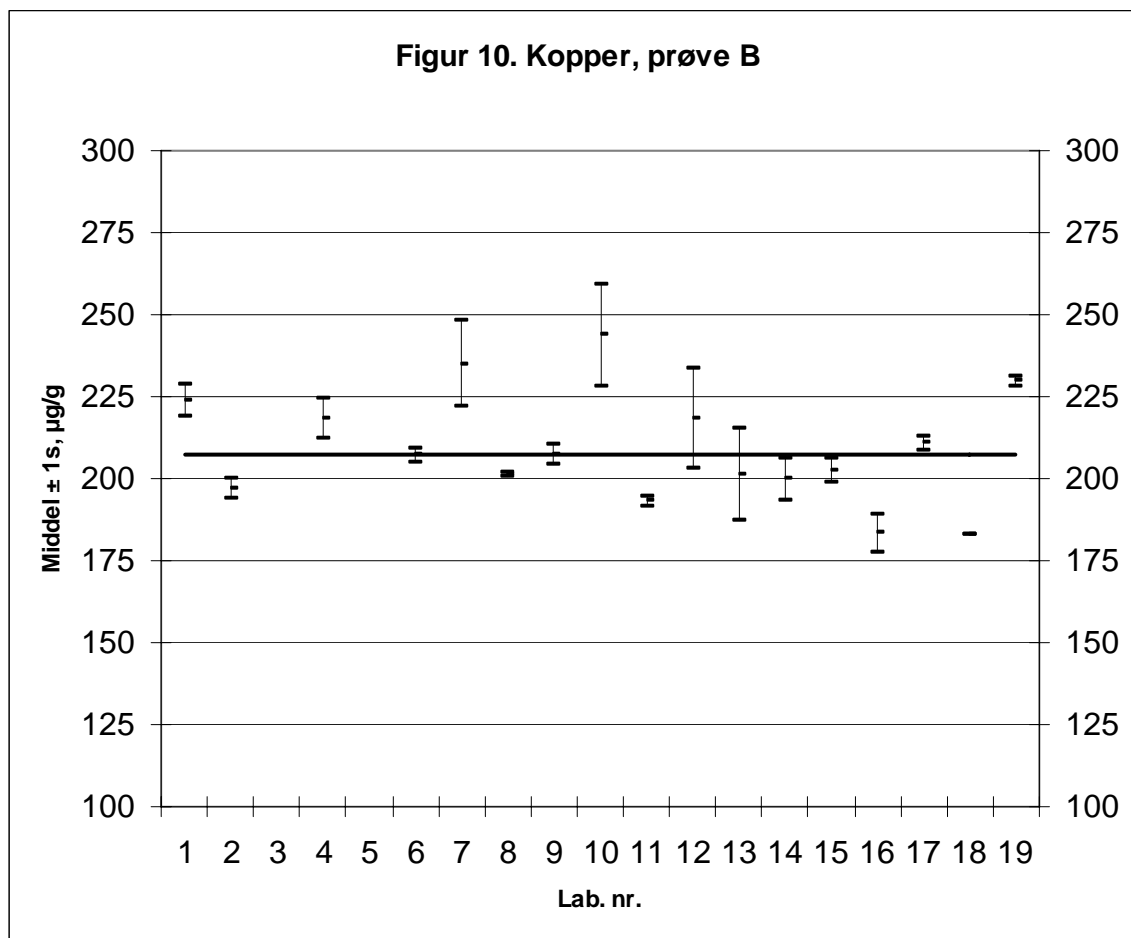


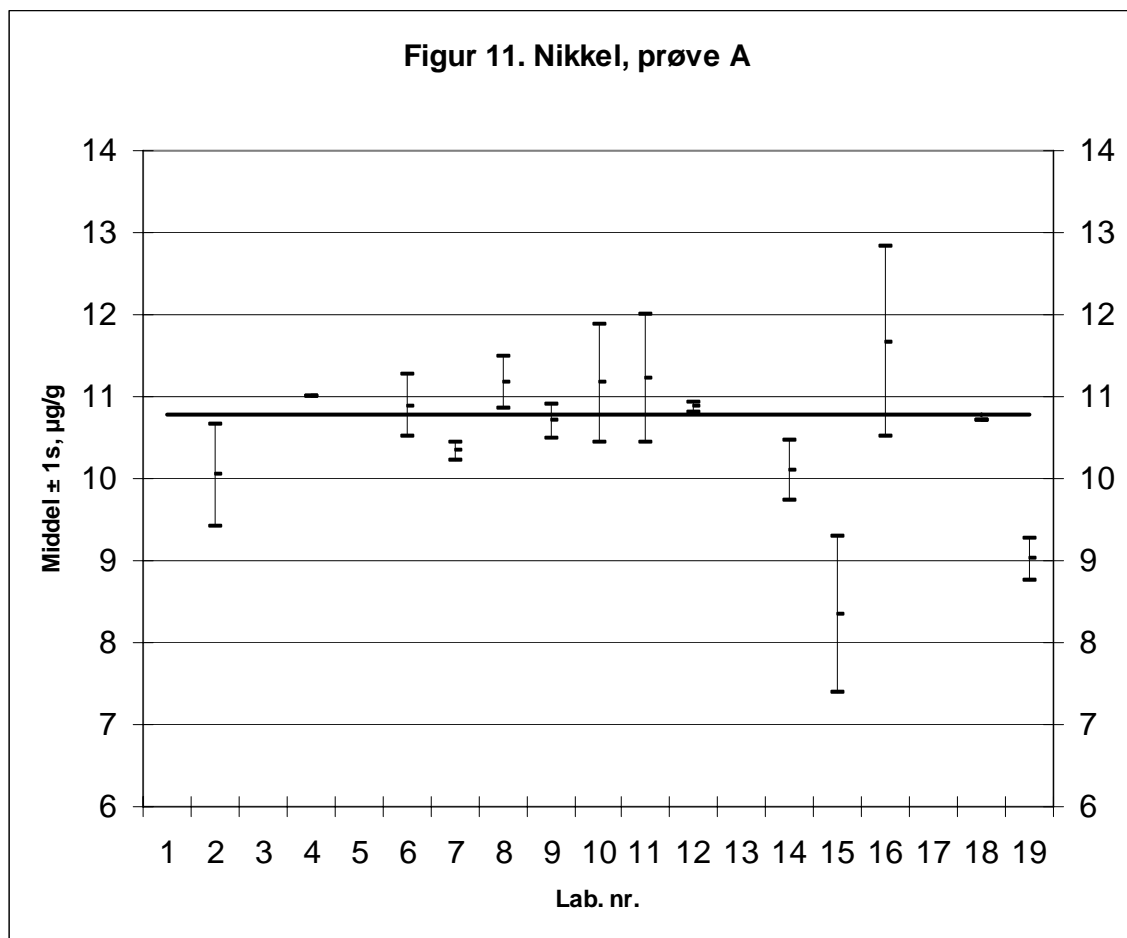


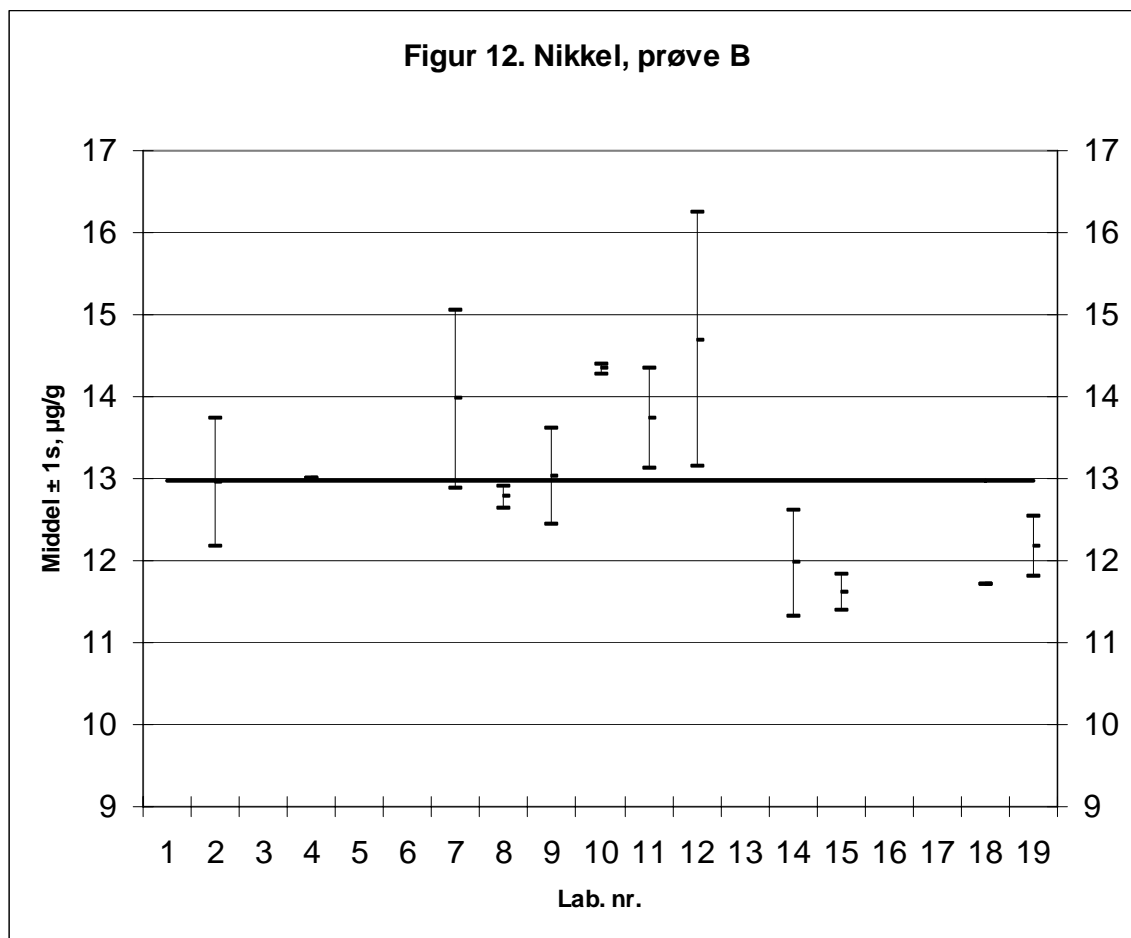


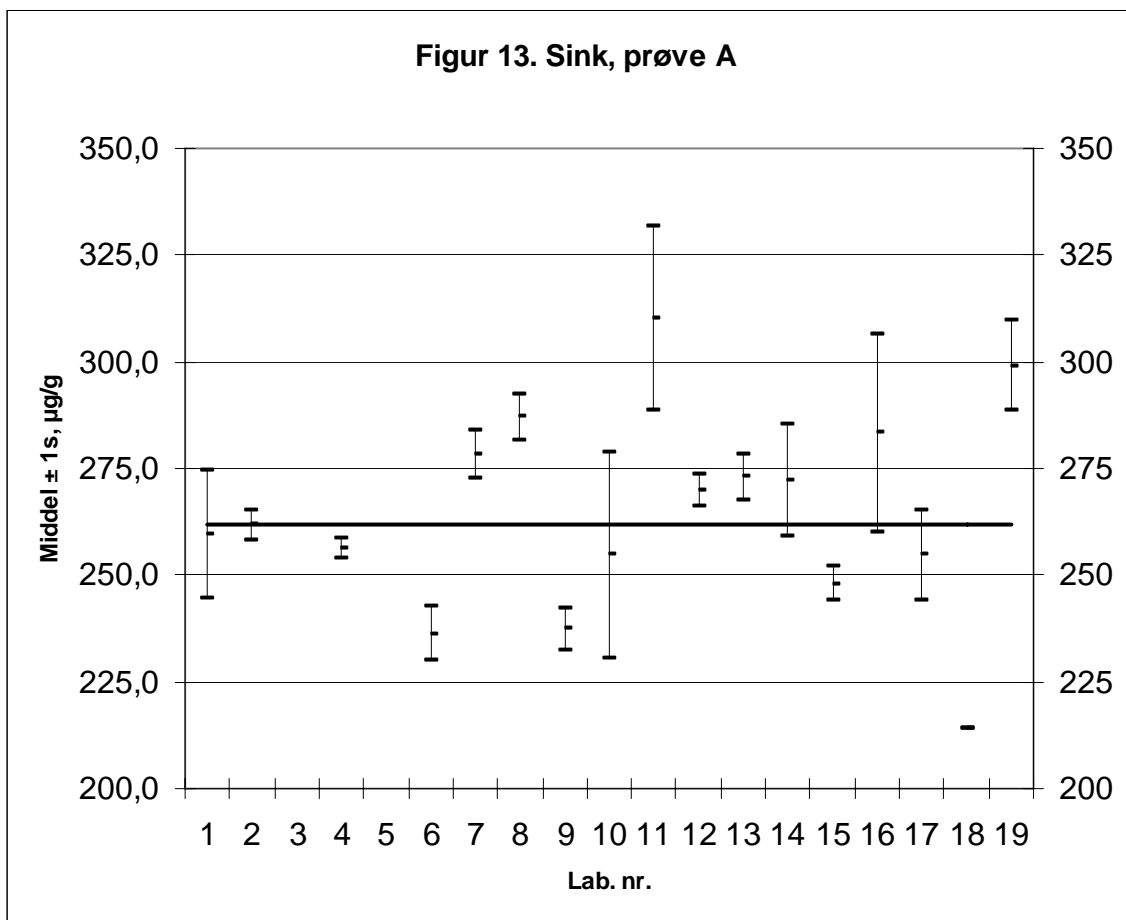


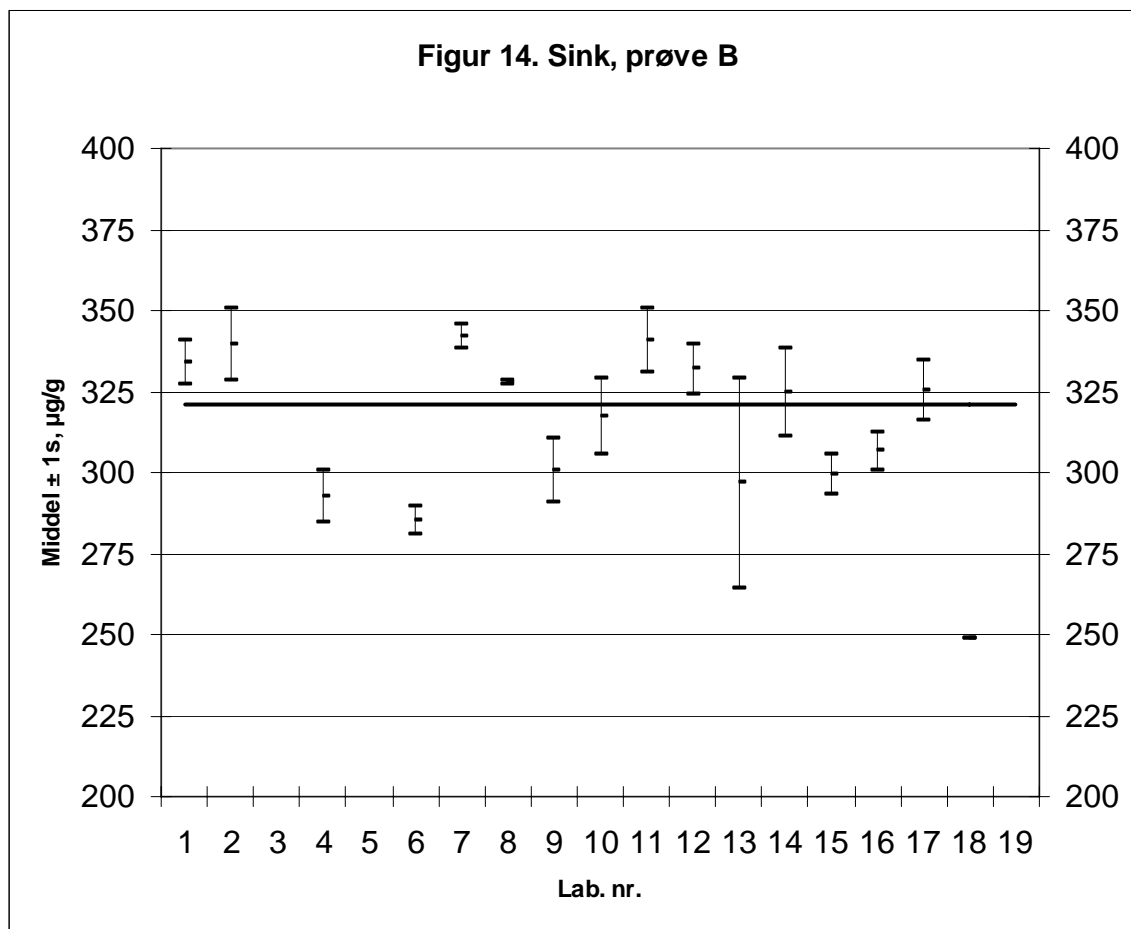


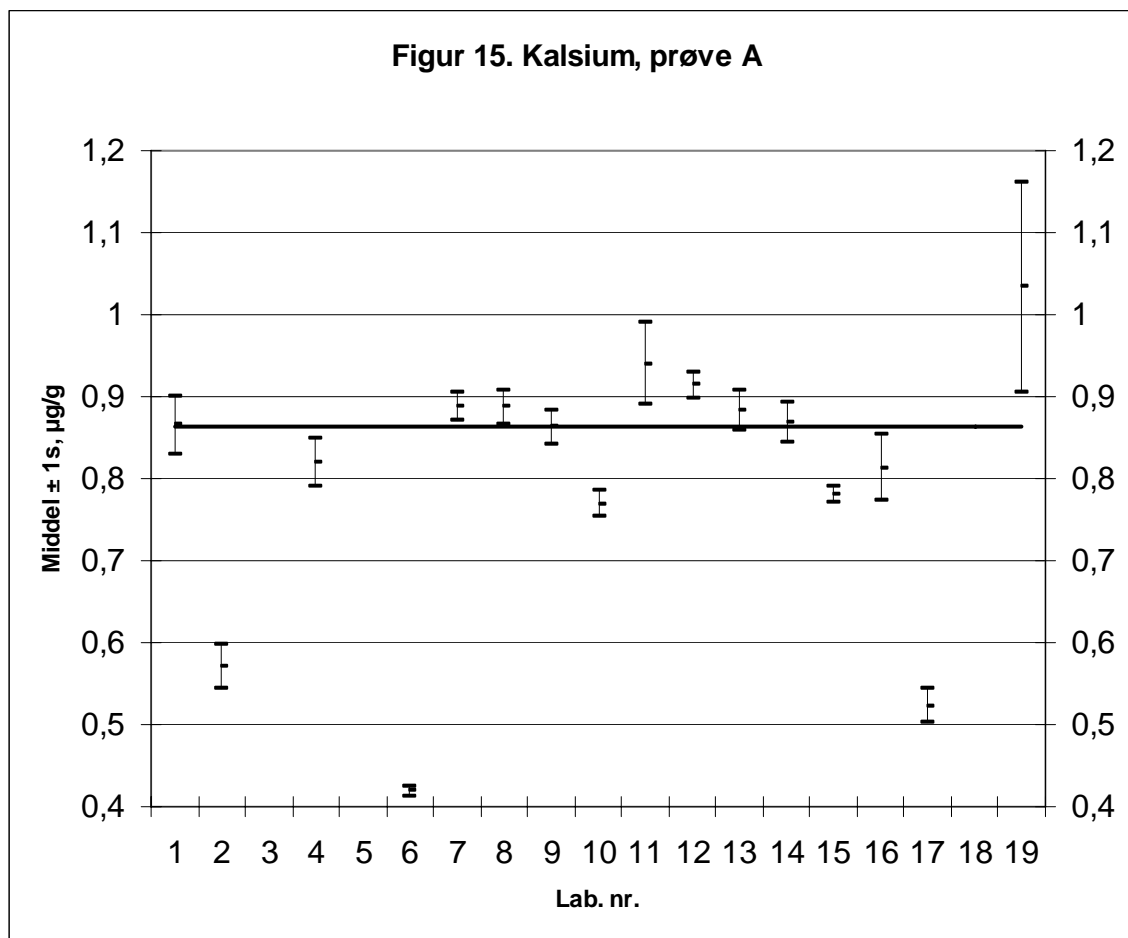


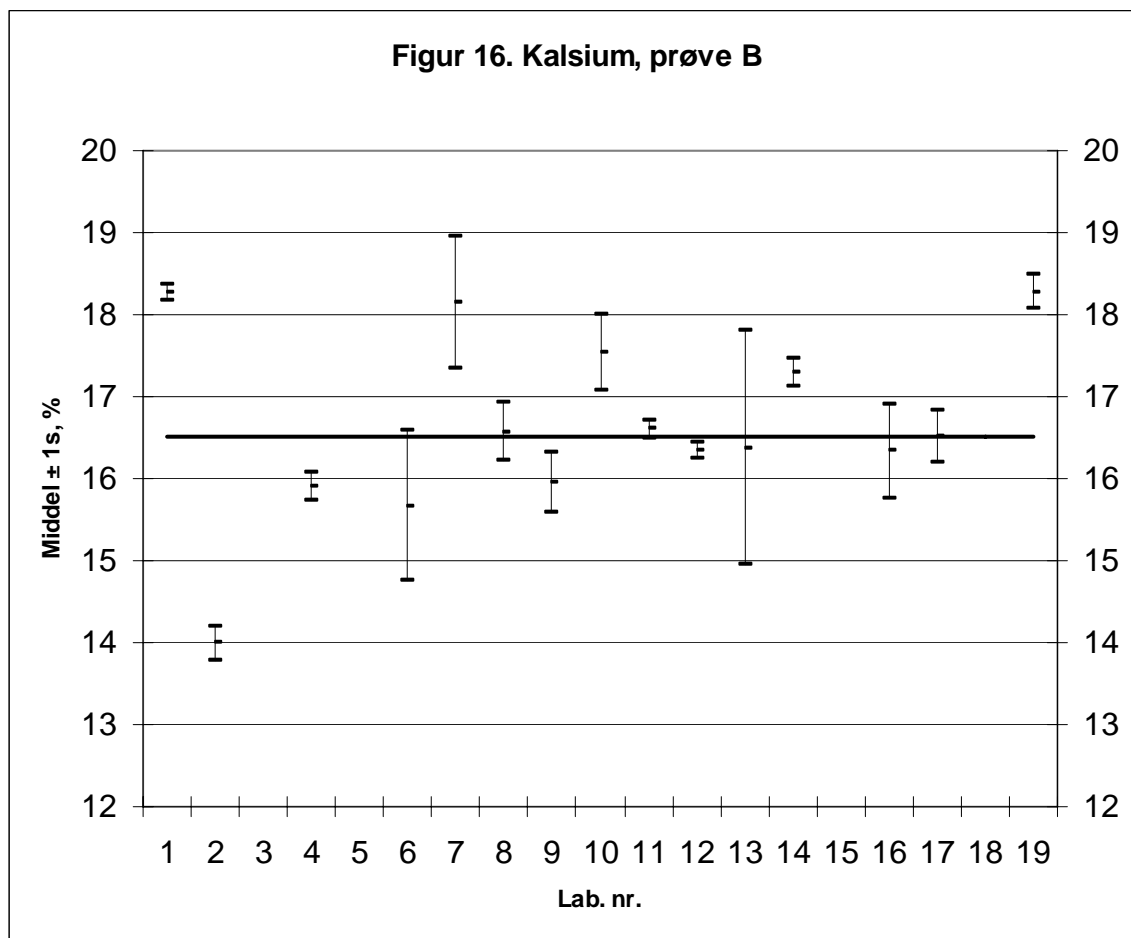


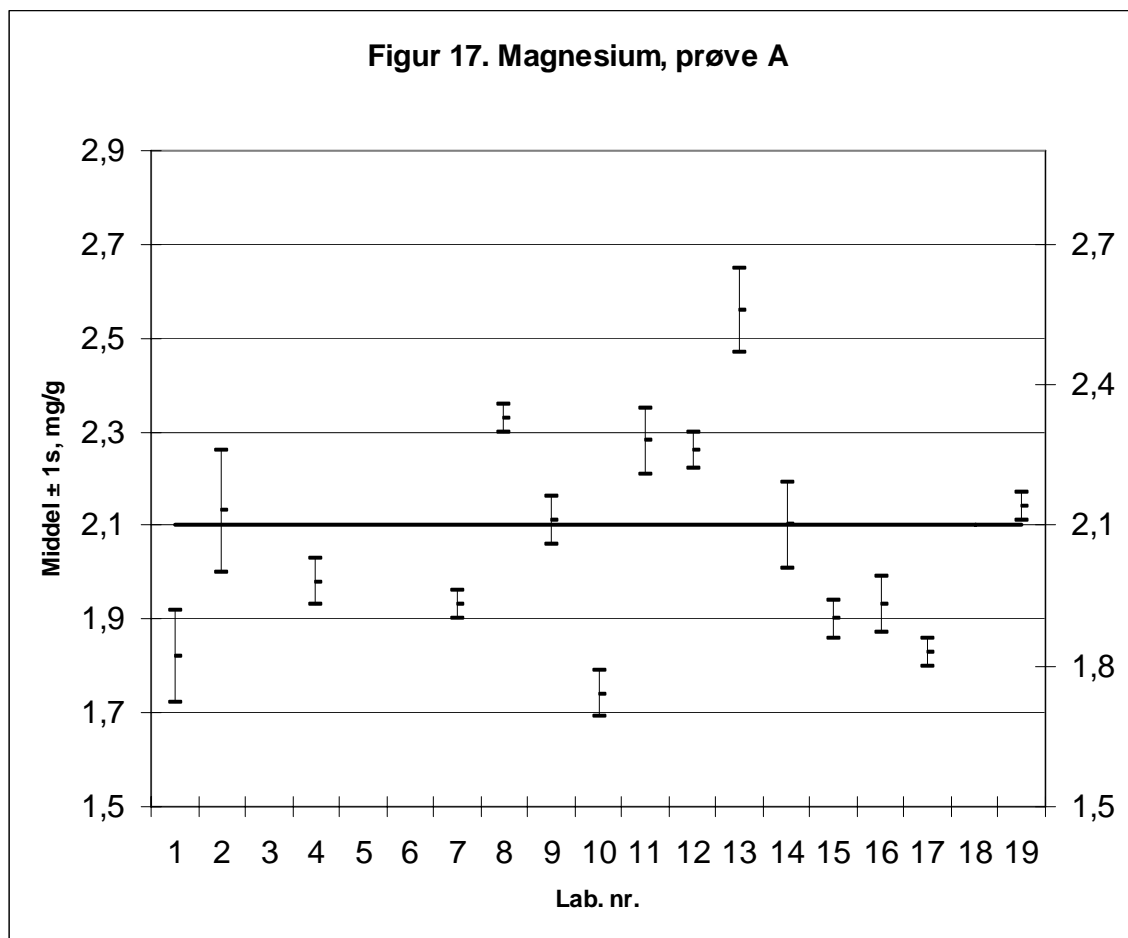


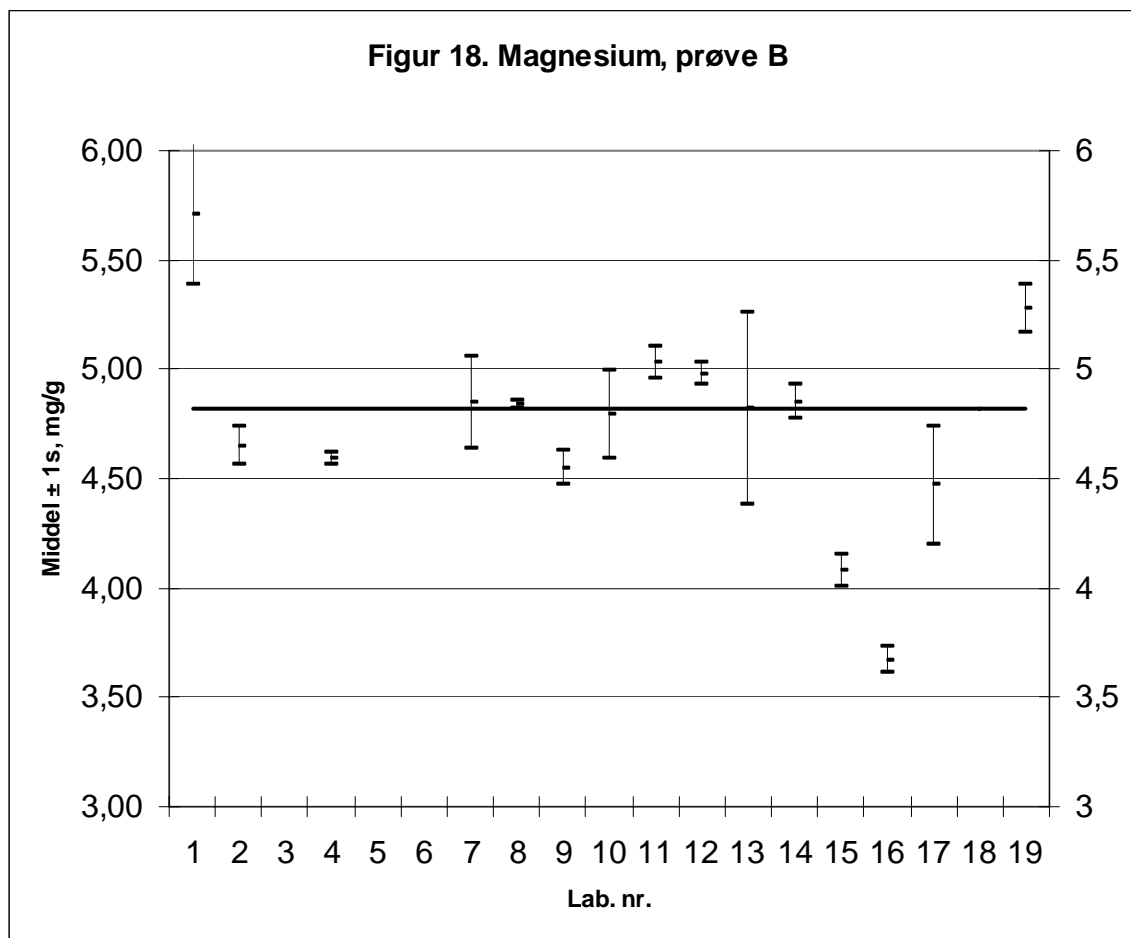


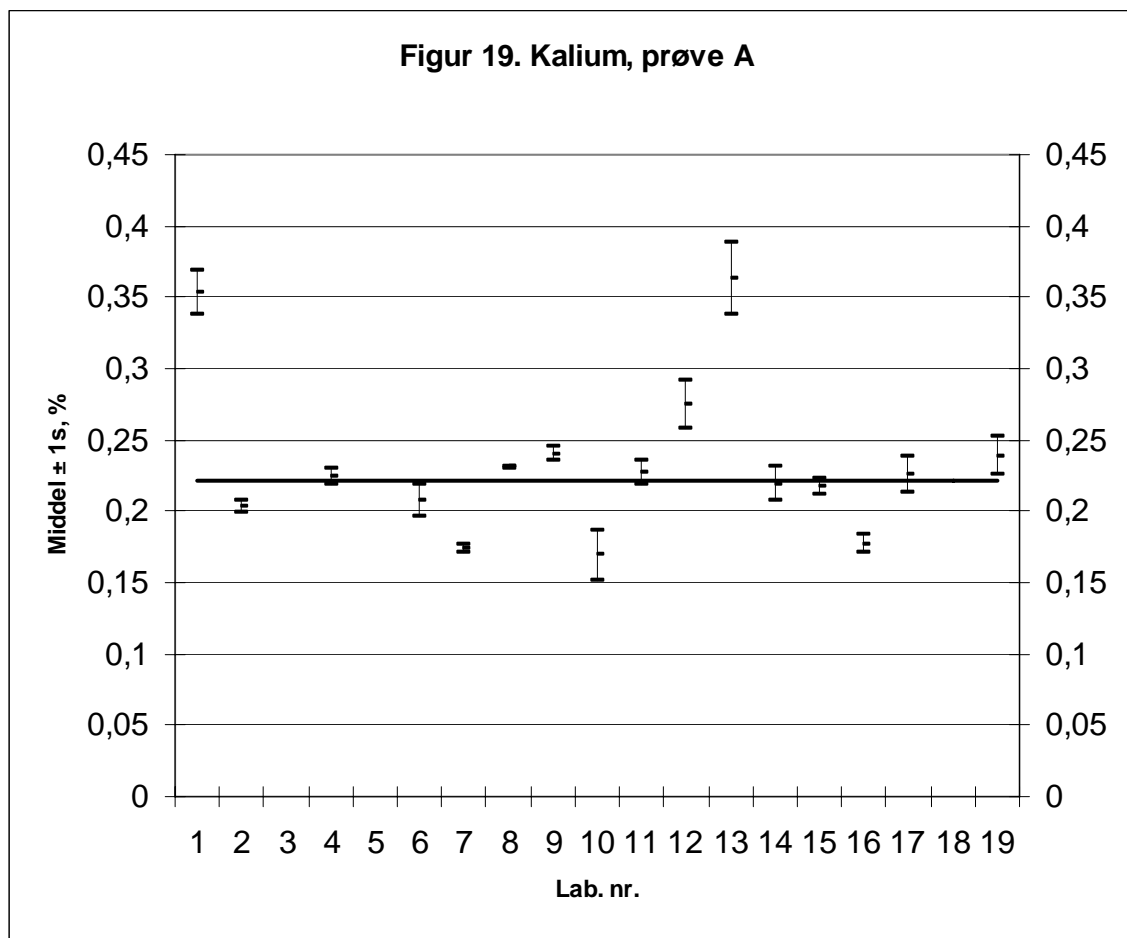


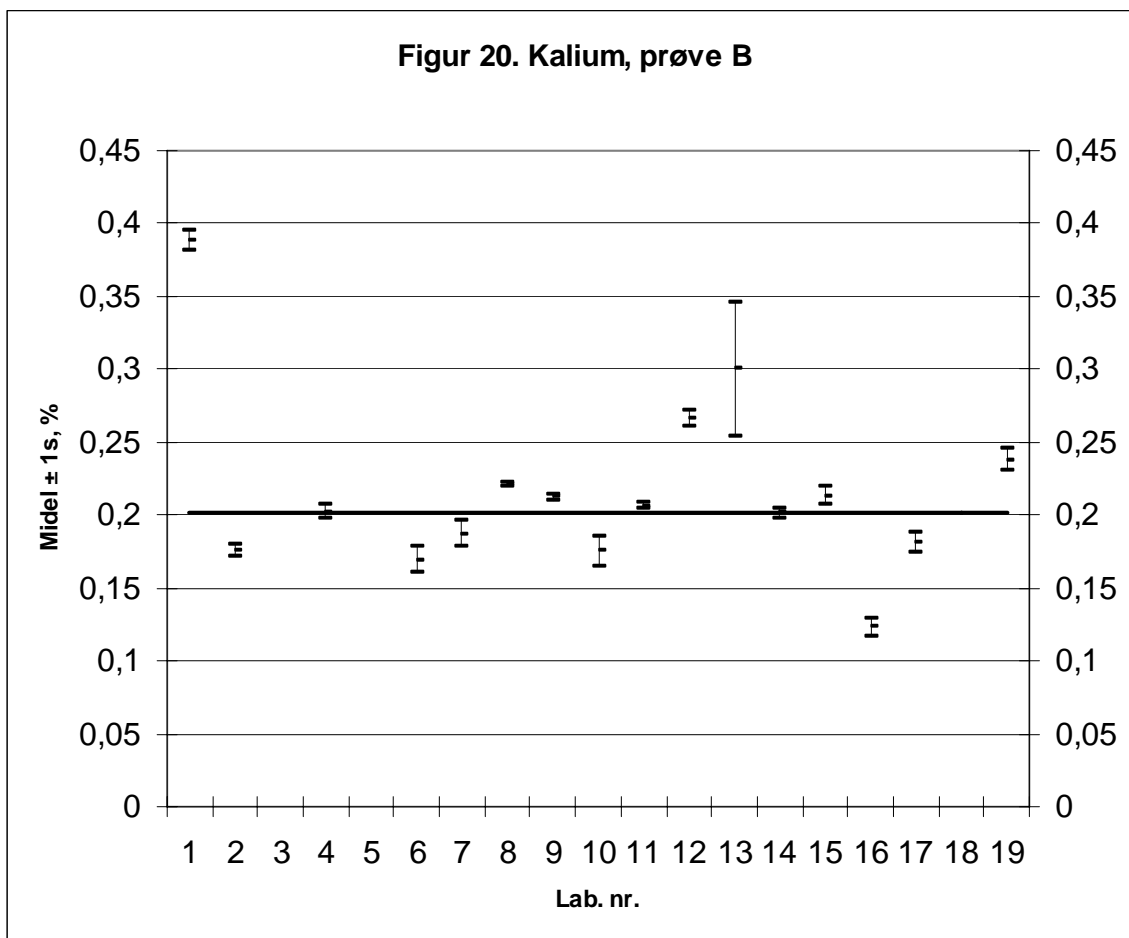


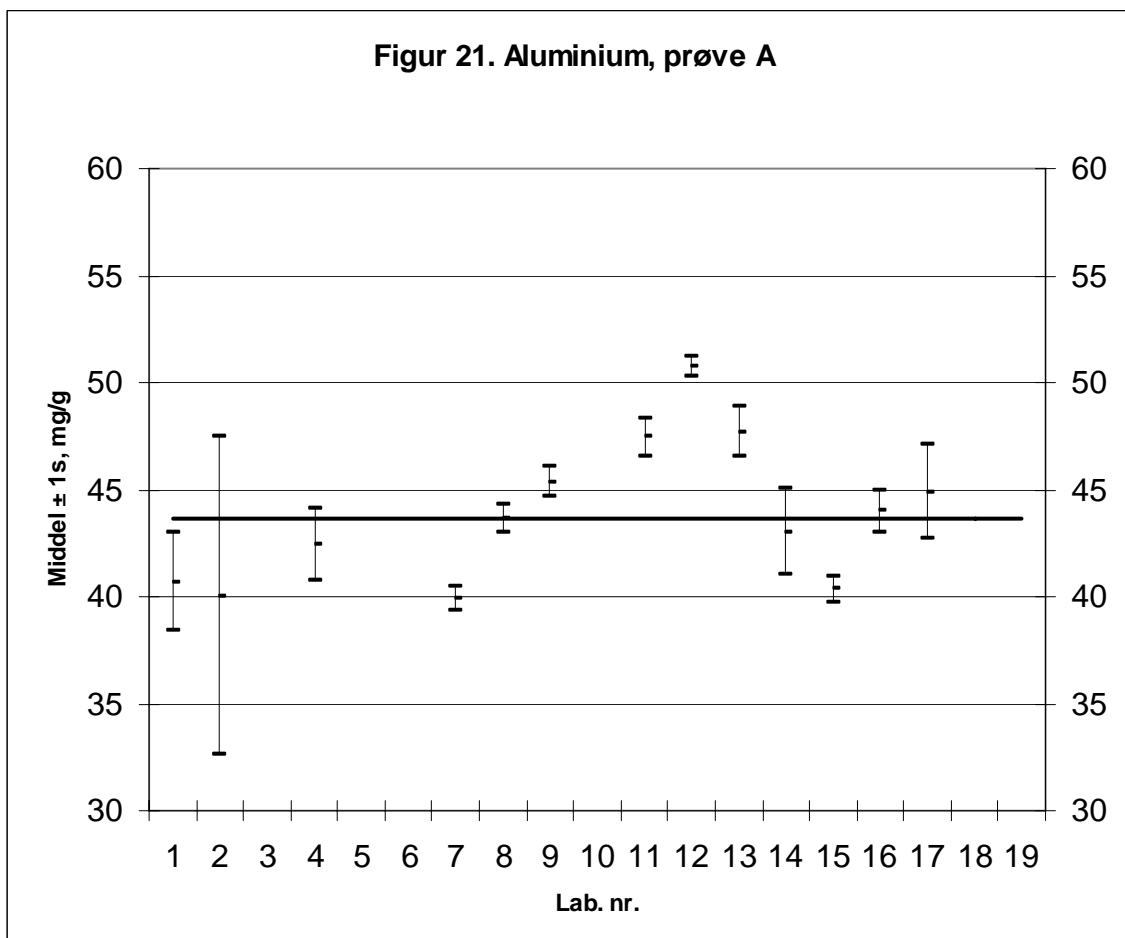


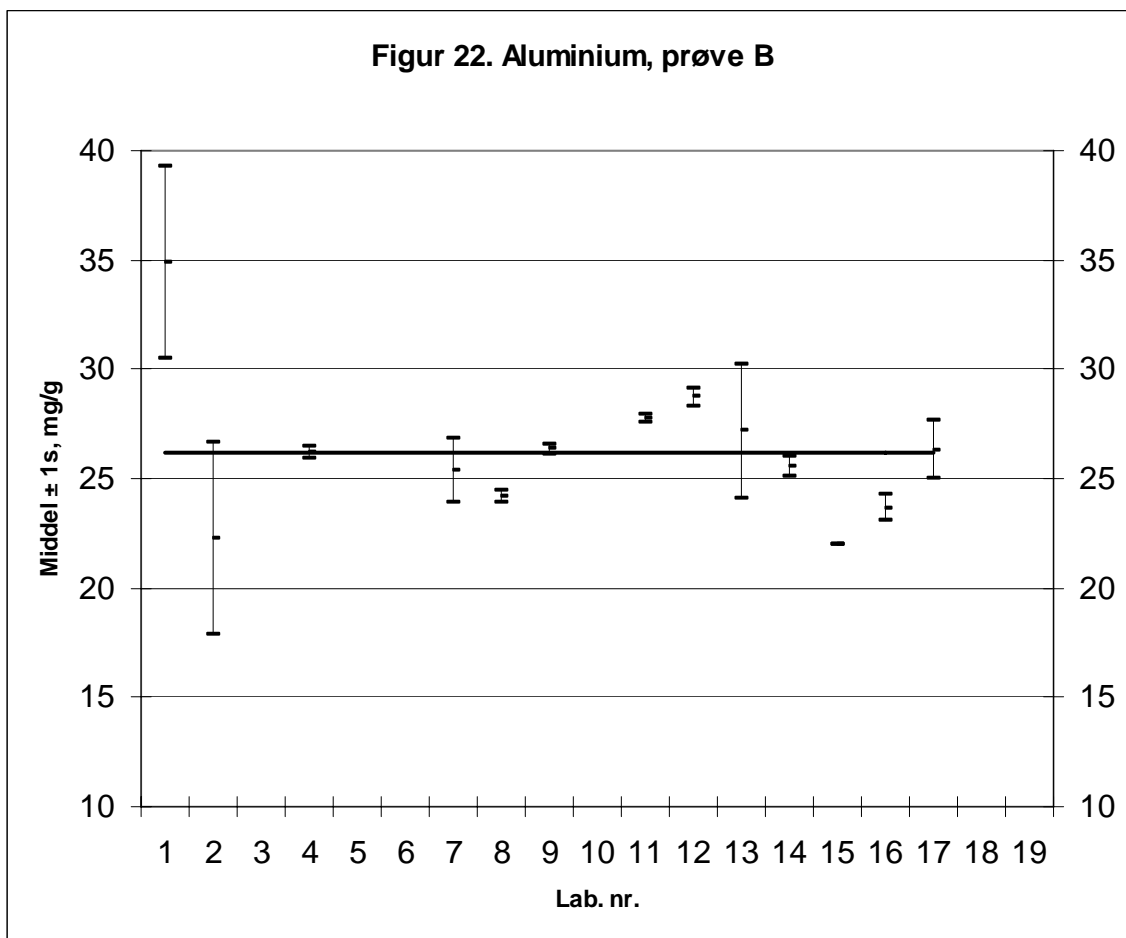


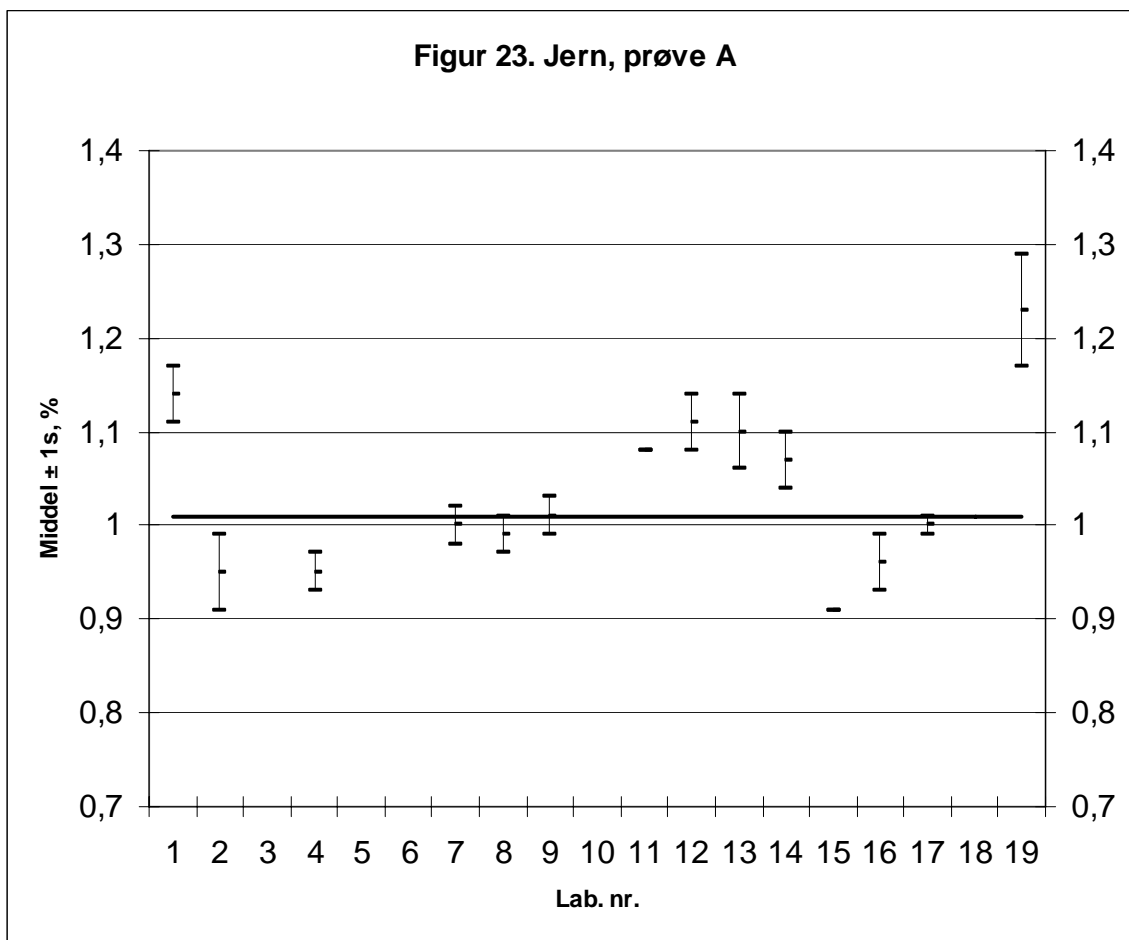


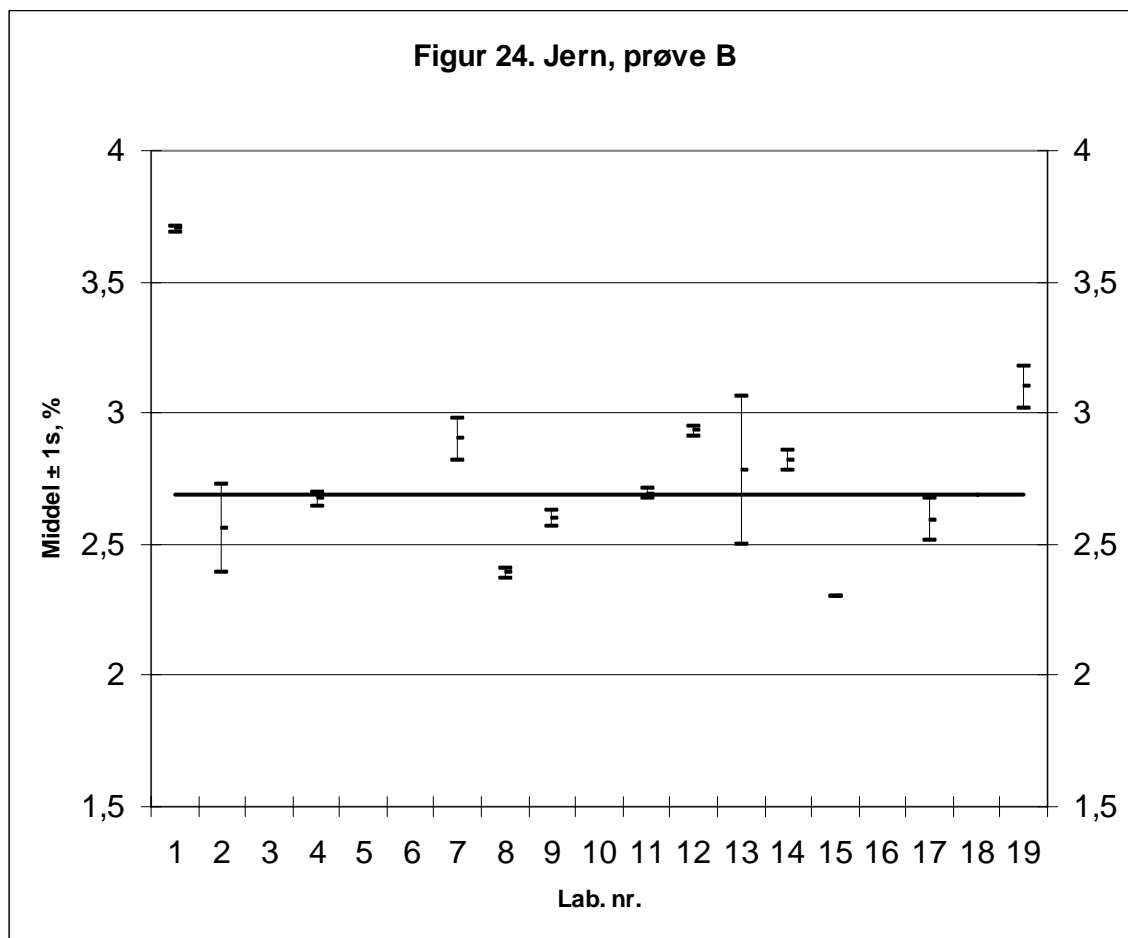


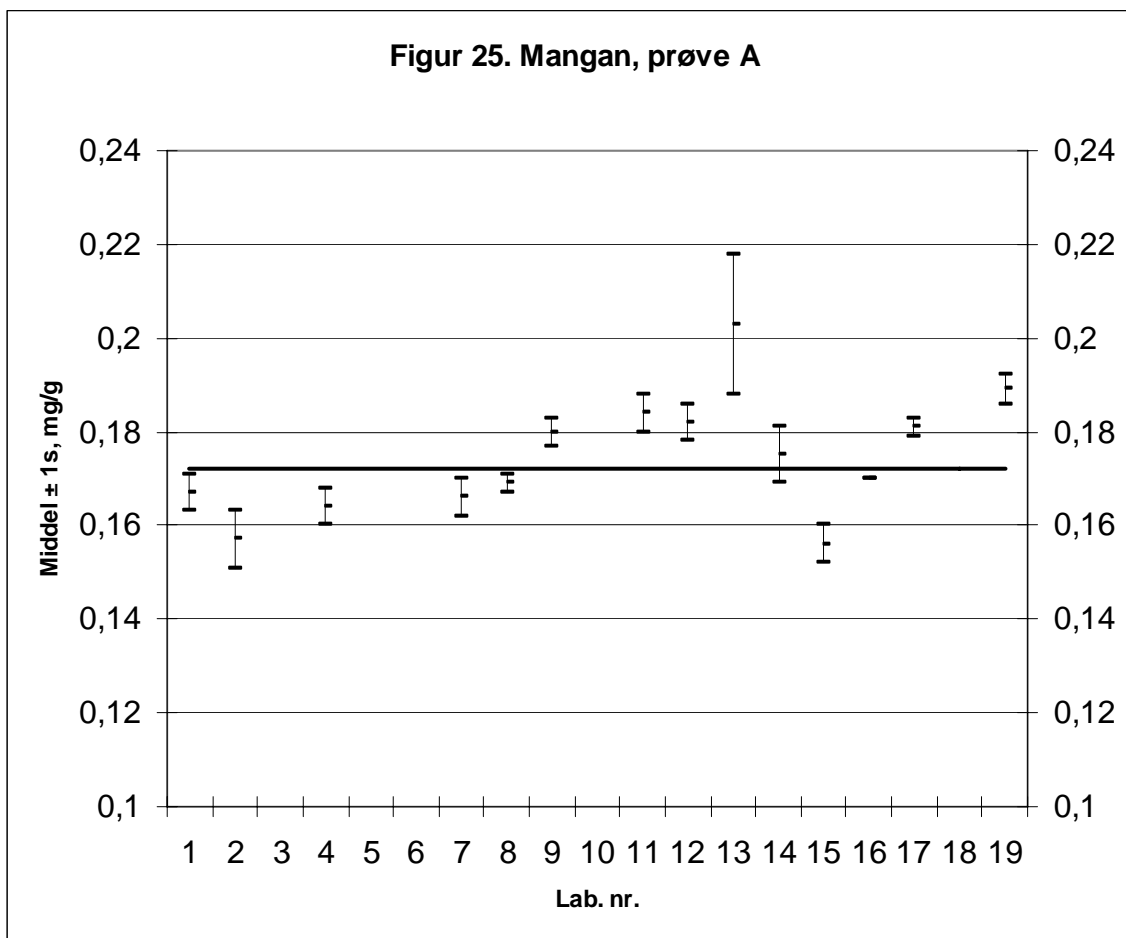


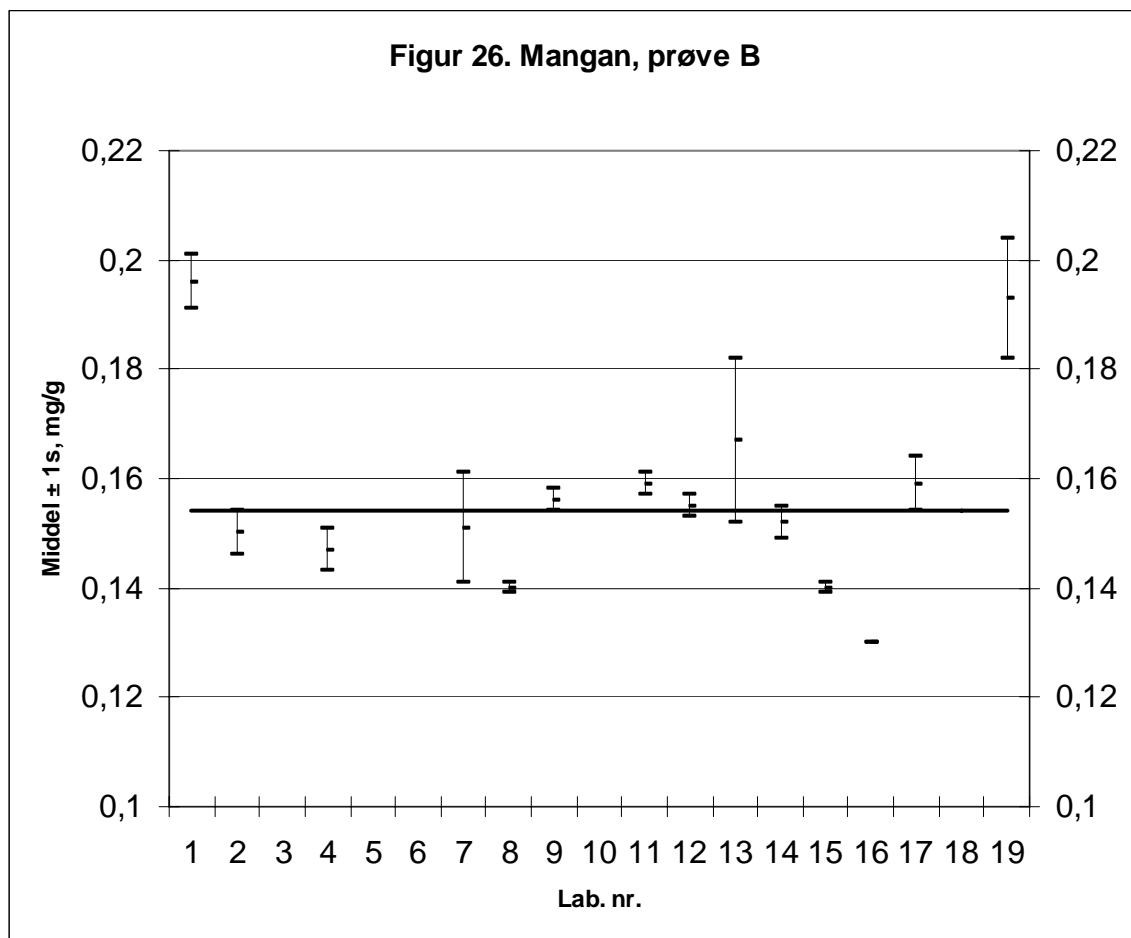


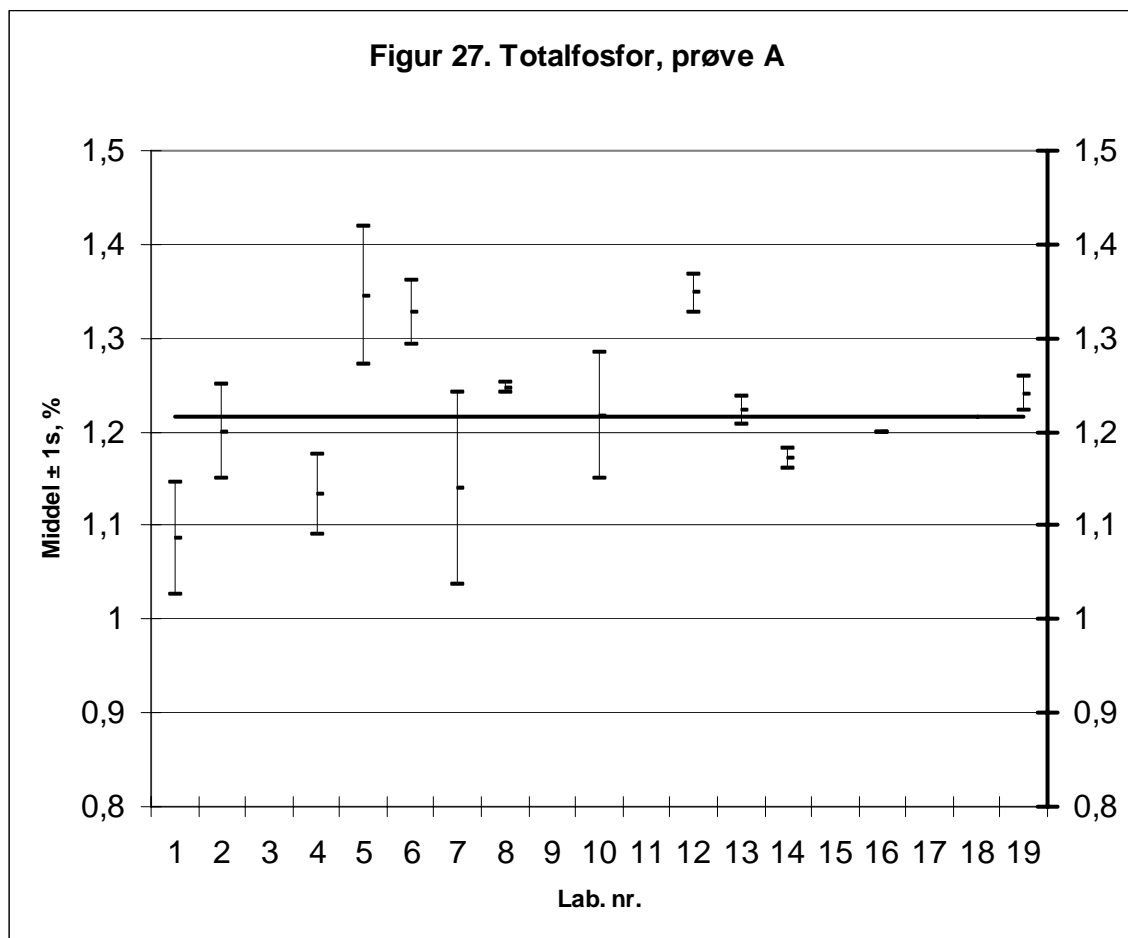


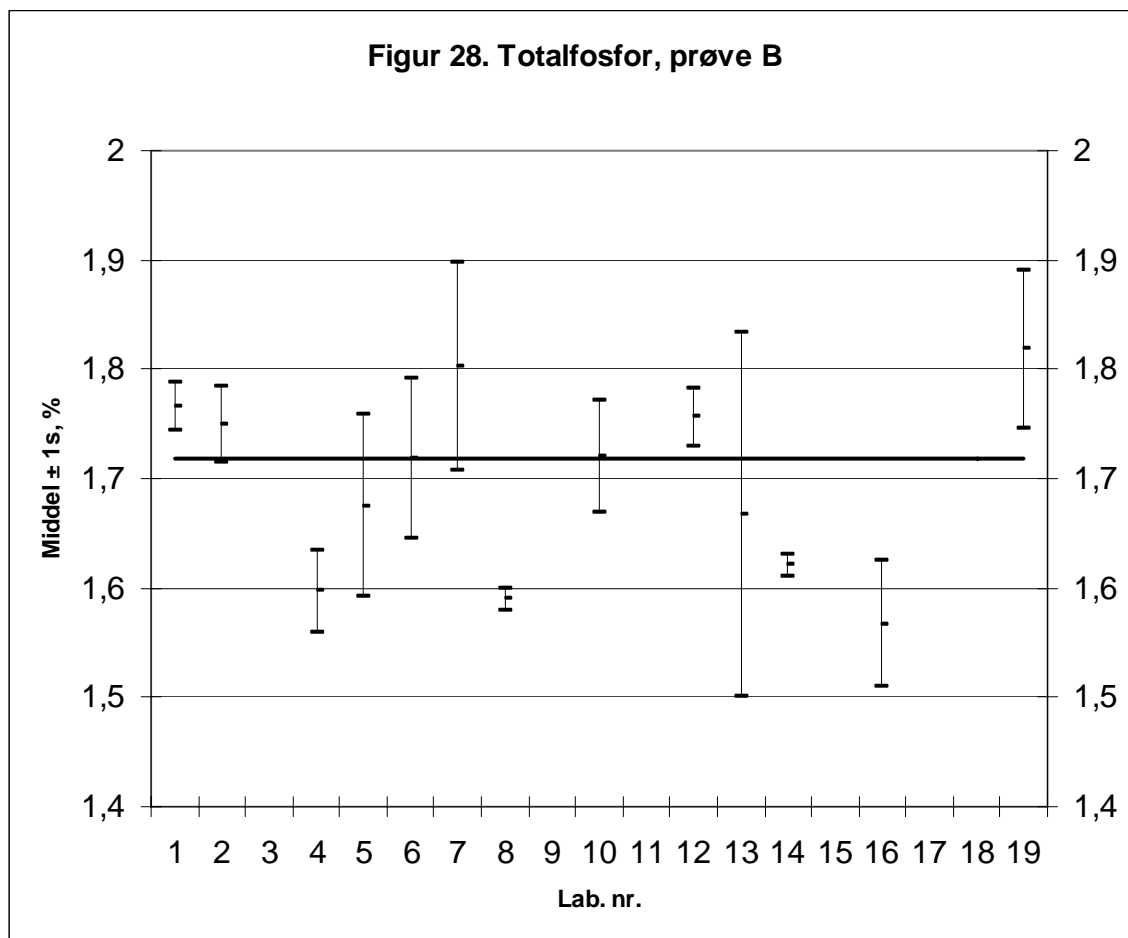


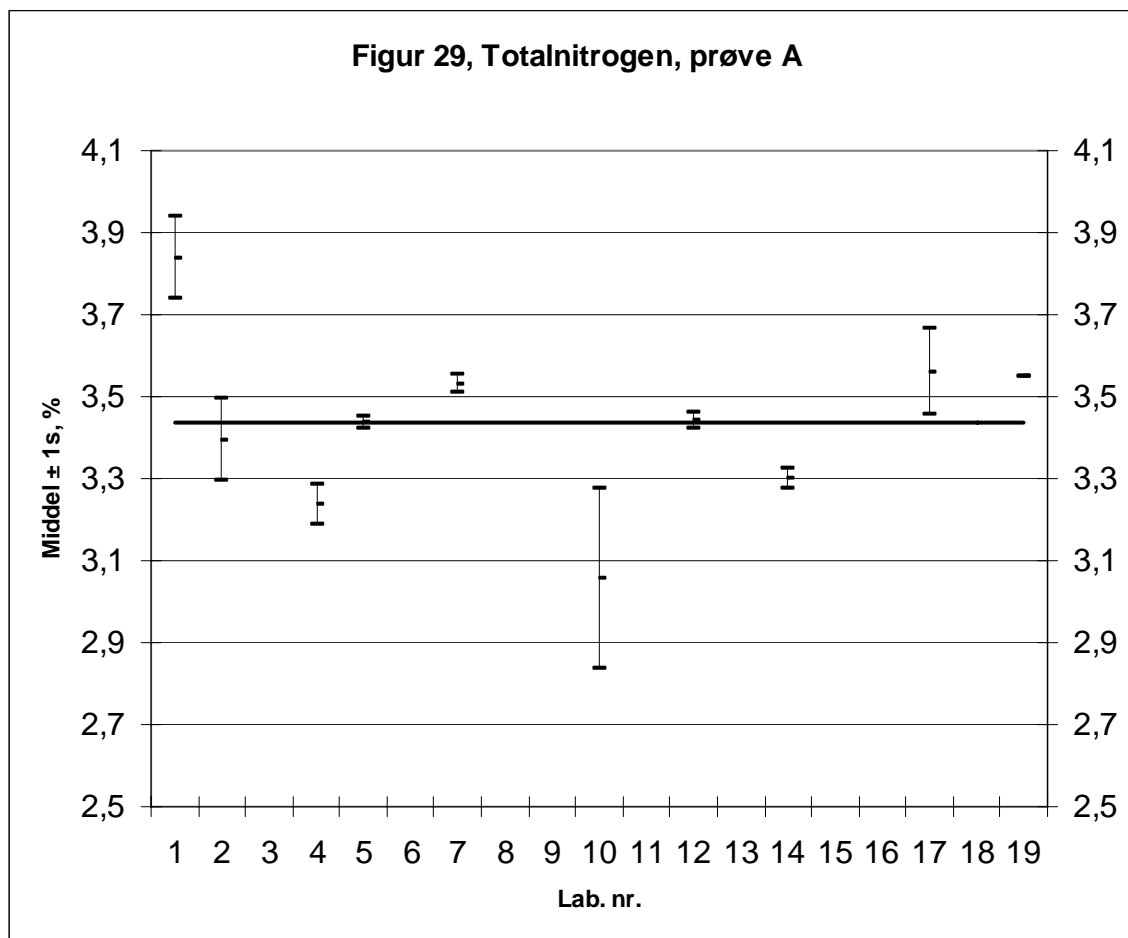


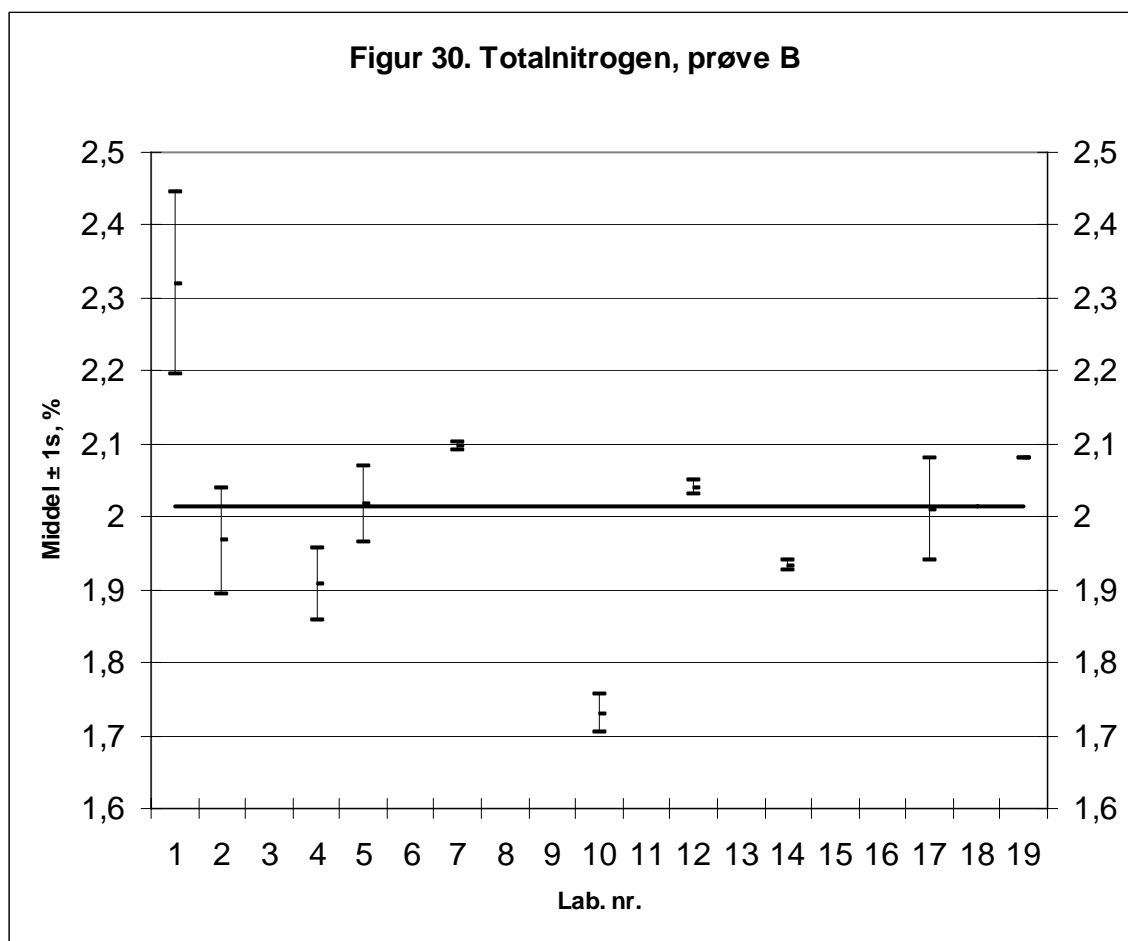


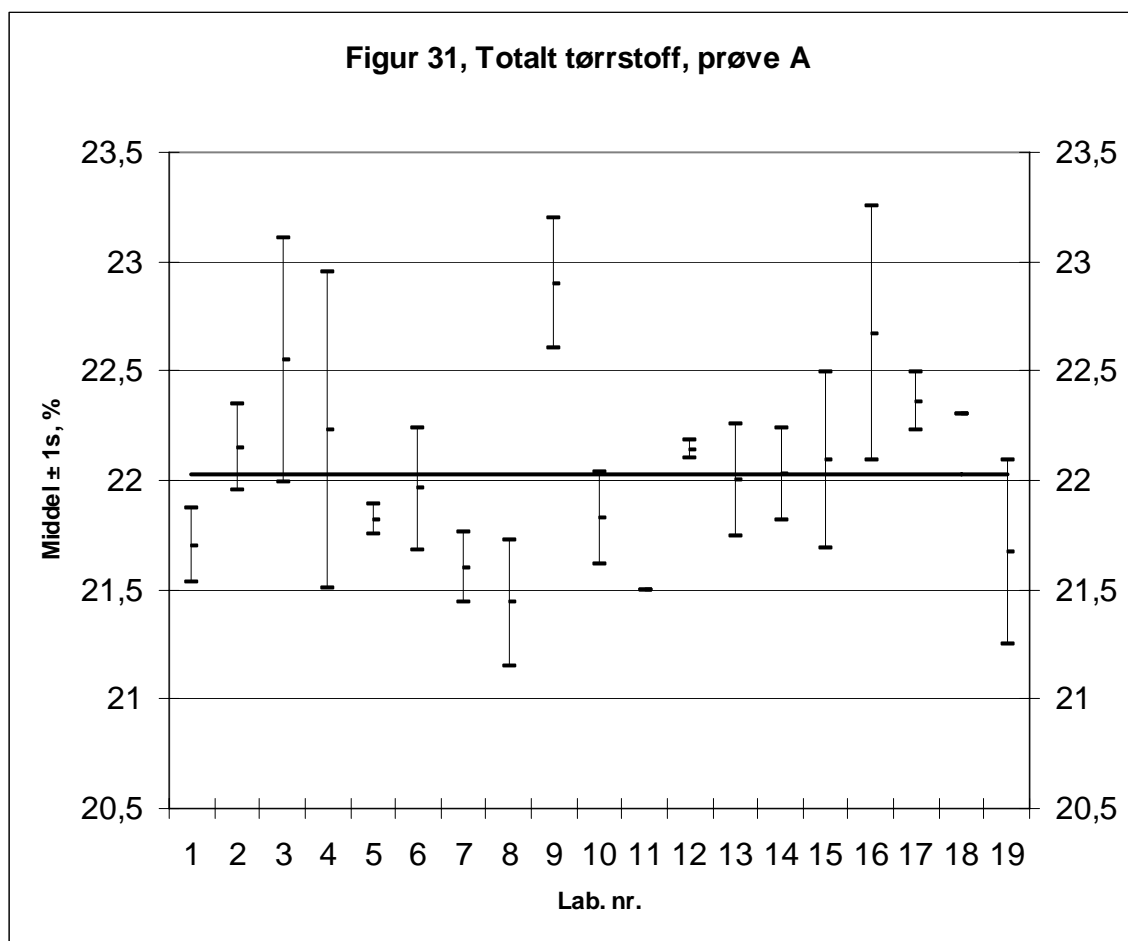


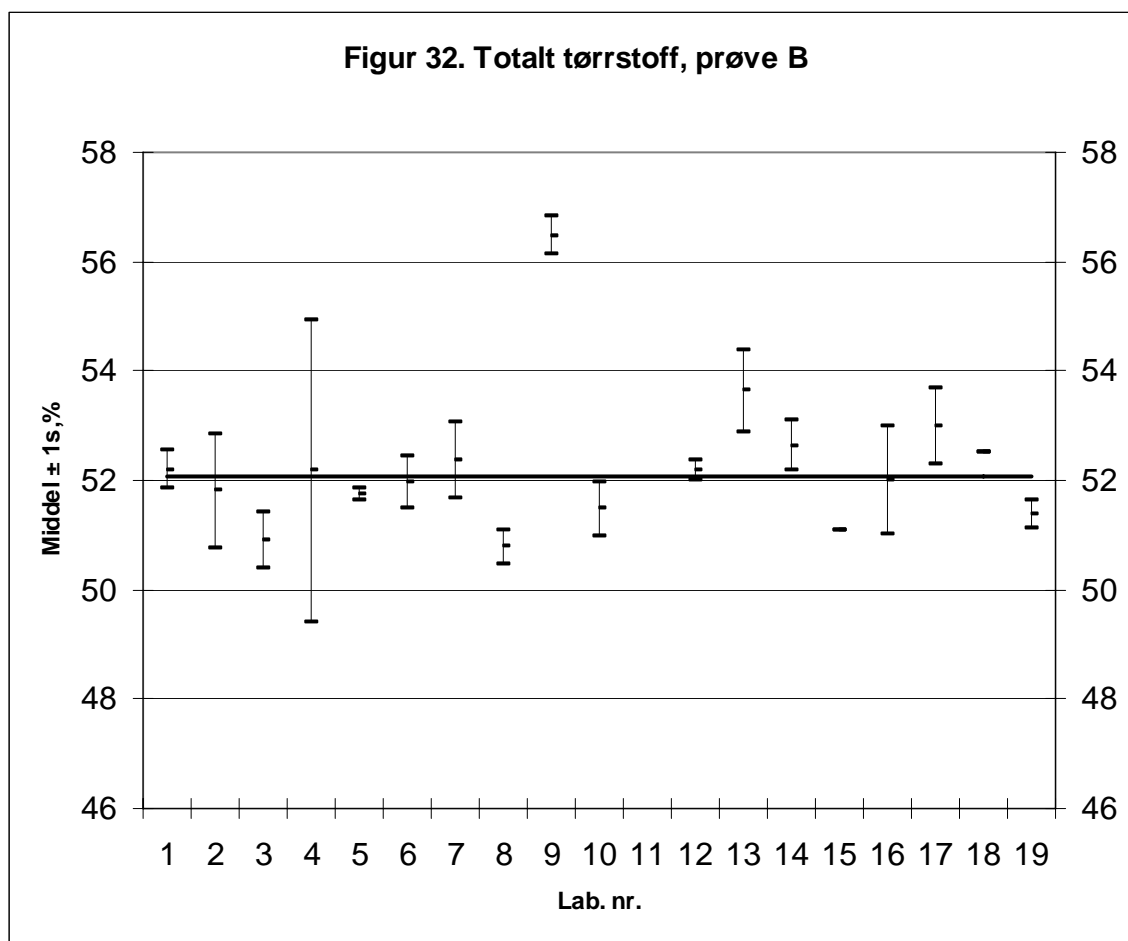


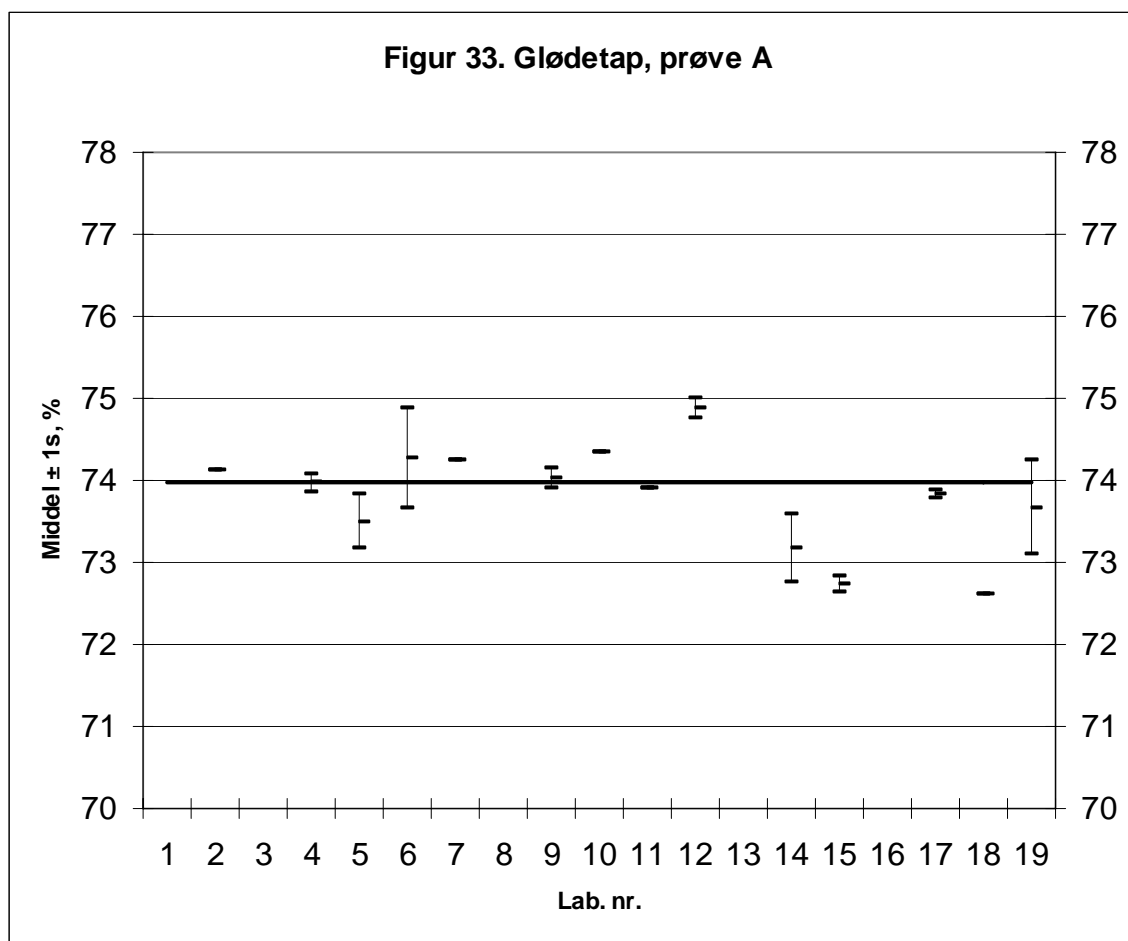


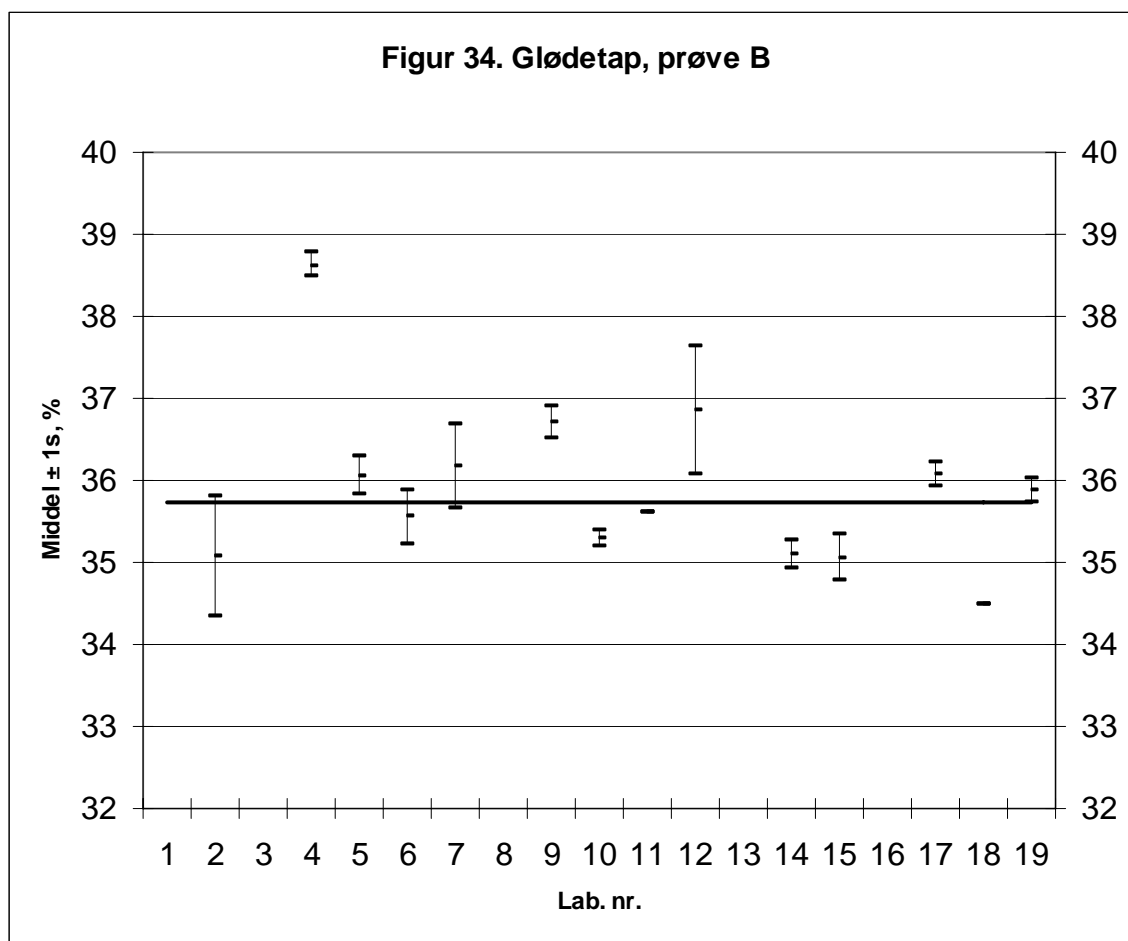


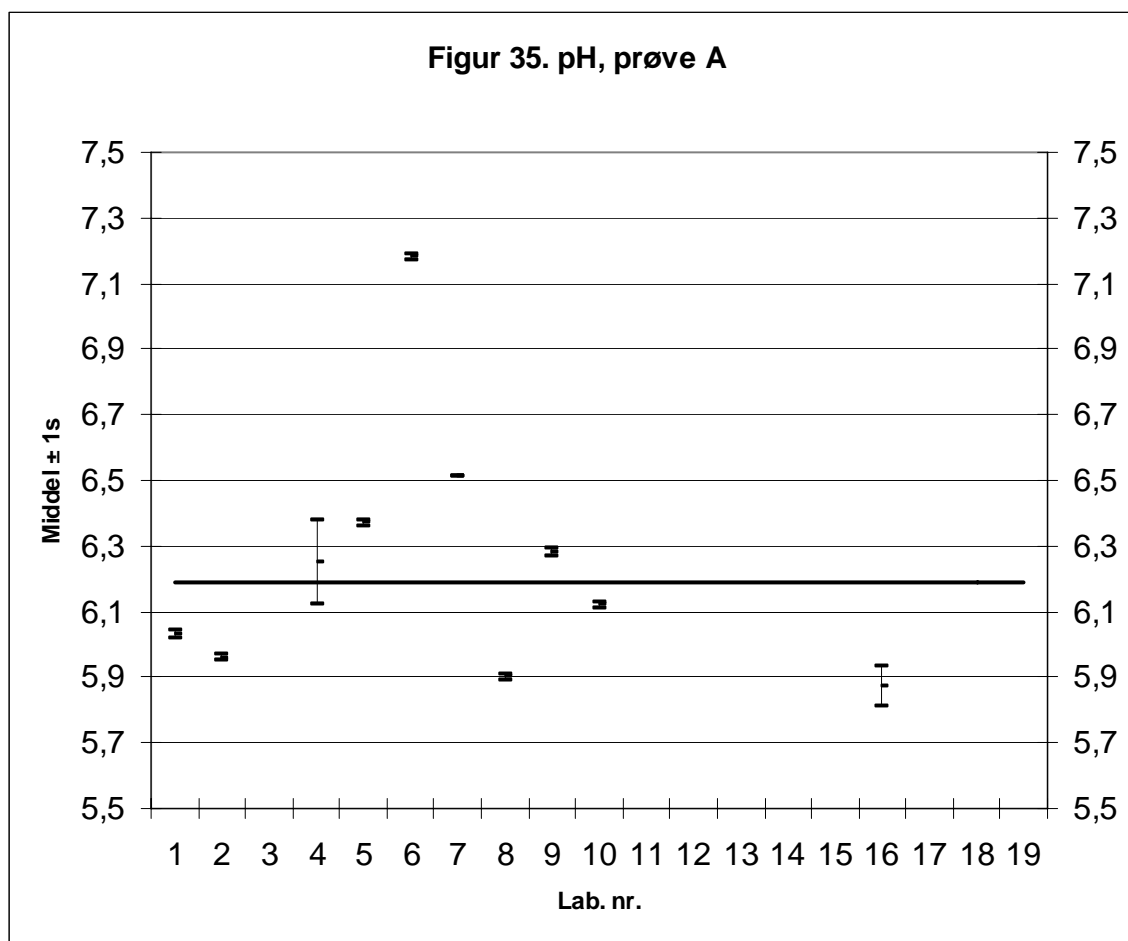


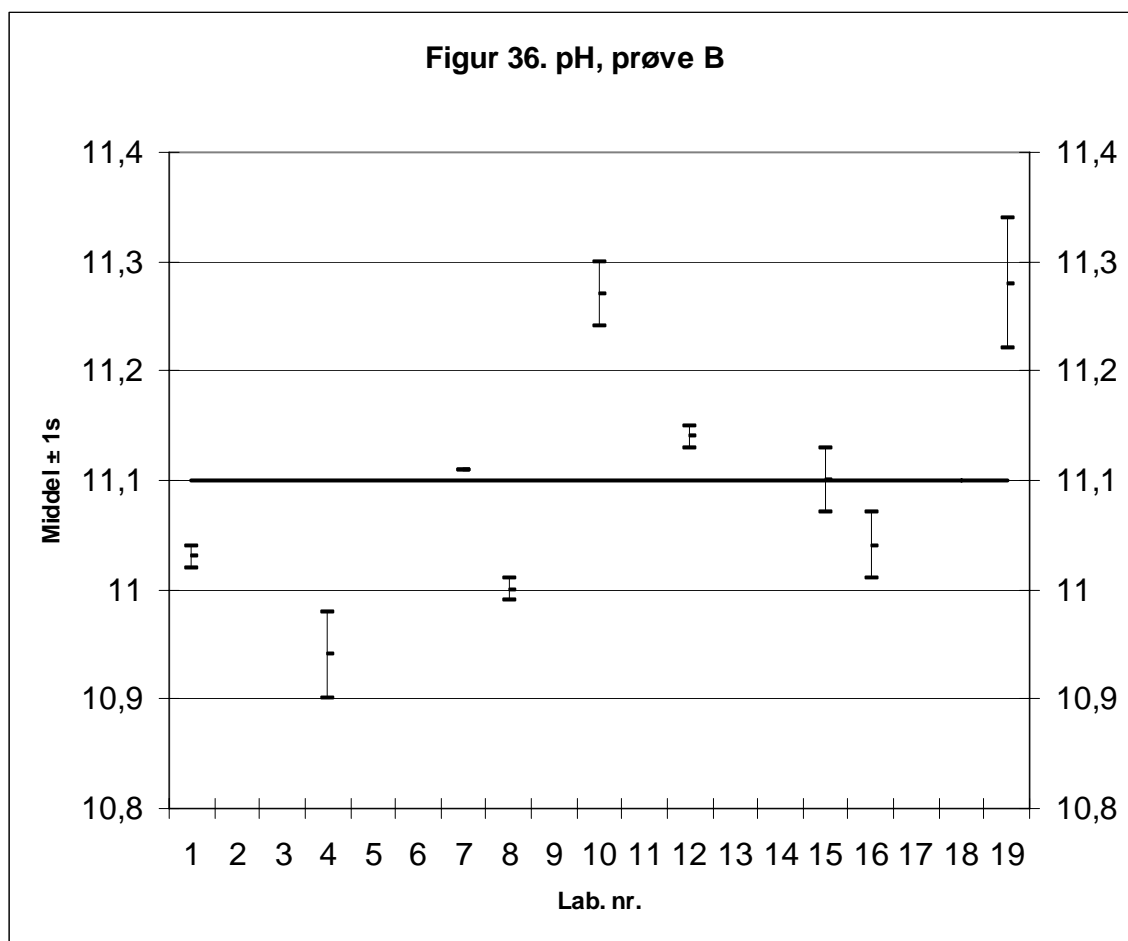


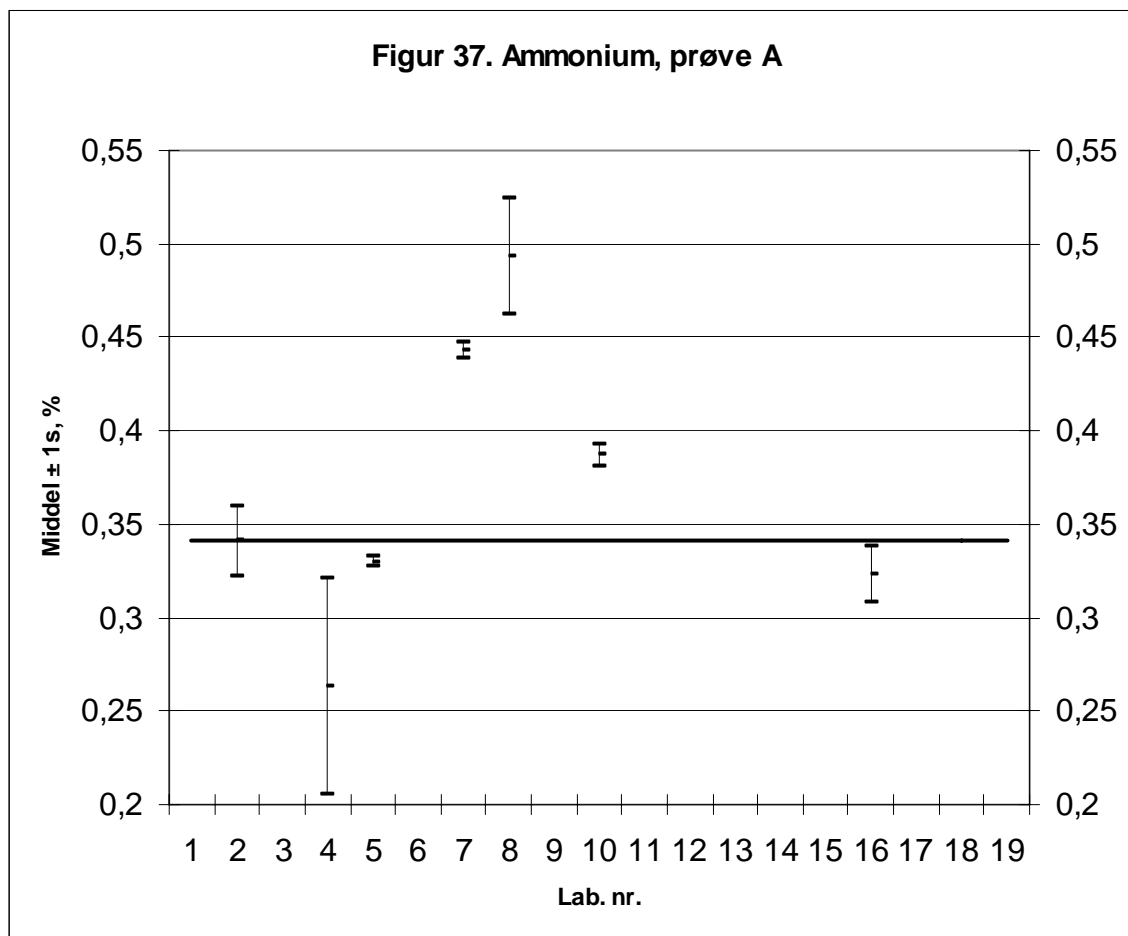


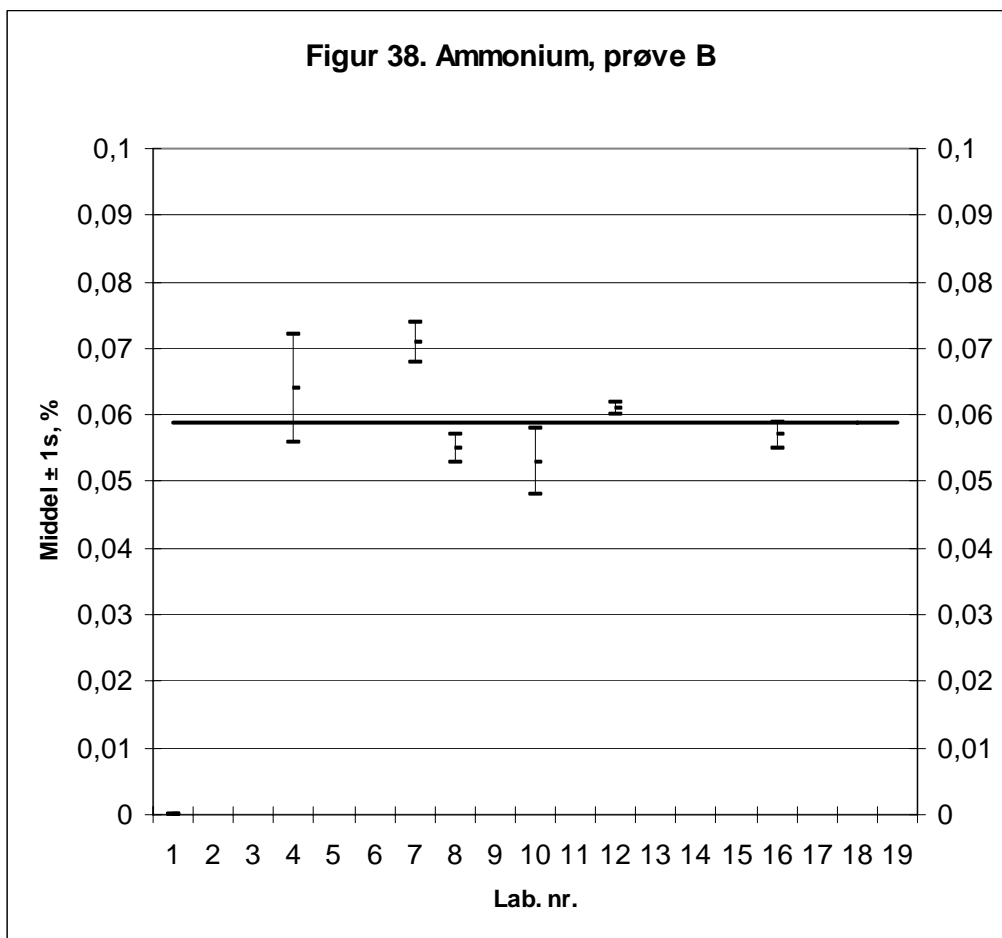












3.16 Totalt organisk karbon

Laboratoriens enkeltresultater er gjengitt i Tabell 21. Det er kun rapportert resultater fra fire laboratorier for hver av de to prøvene. Med så få resultater har det ingen hensikt å framstille dette grafisk, og ettersom det ikke er mulig å evaluere disse resultatene er denne parameteren heller ikke tatt med i tabell 2. Laboratoriene bestemte karboninnholdet ved høytemperatur forbrenning med sammenlignbare resultater.

3.17 Totalt tørrstoffinnhold

Laboratoriens enkeltresultater er gjengitt i Tabell 22, mens de enkelte laboratoriers middelveier er framstilt grafisk i figur 31 og 32. Det ble mottatt resultater for totalt tørrstoffinnhold fra alle 19 laboratoriene. 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. Det er gjennomgående liten spredning i resultatene, og alle resultatene er akseptable i forhold til en akseptansegrense på $\pm 20\%$. Et par laboratorier hadde åpenbart rapportert vanninnholdet i prøvene istedenfor tørrstoffinnholdet, men dette ble korrigert av laboratoriene etter rapporteringen. Forskjellen mellom laboratoriene er gjennomgående innenfor $\pm 2\%$ for begge prøvene. Med akseptansegrenser på $\pm 20\%$ er alle resultatene akseptable for prøve A og B.

3.18 Glødetap

Laboratoriens enkeltresultater er gjengitt i Tabell 23, mens de enkelte laboratoriers middelveier er framstilt grafisk i figur 33 og 34. 15 laboratorier rapporterte resultater for glødetapet i prøvene A og B. Ett laboratorium har rapportert sterkt avvikende resultater for glødetapet. Med akseptansegrenser på $\pm 20\%$ er 93 % av resultatene akseptable for både prøve A og B.

3.19 pH i vannuttrekk

Laboratoriens enkeltresultater er gjengitt i Tabell 24, mens de enkelte laboratoriers middelveier er framstilt grafisk i figur 35 og 36. Henholdsvis 10 og 9 laboratorier rapporterte pH for et vannuttrekk av slamprøve A og B. De fleste har angitt at de rystet ut 5 gram slam i vann til 50 ml, eller tilsvarende mengdeforhold. Noen få har benyttet et annet forhold, et laboratorium rystet ut 2,5 g i 100 ml vann. Ulikheter i forbehandlingen kan være årsaken til enkelte avvikende resultater. Henholdsvis 60 og 100 % av de rapporterte resultater lå innenfor sann verdi $\pm 0,25$ pH-enheter, noe som er relativt bra. Ved beregning av Z-score for pH er det benyttet en akseptansegrense på 0,25 enheter, som tilsvarer $Z = 2$.

3.20 Ammonium i vannuttrekk

Det har kommet som et ønske fra flere av deltakerne at ammonium i et vannuttrekk burde være med i denne slp'en. Derfor er denne analysevariabelen tatt med denne gangen. Laboratoriens enkeltresultater er gjengitt i Tabell 37 og 38, mens de enkelte laboratoriers

middelverdier er framstilt grafisk i figur 36. I alt syv laboratorier har sendt inn resultater for denne variabelen, og henholdsvis 57 og 100 % av resultatene havnet innenfor medianverdien ± 20 %. Det at laboratoriene benyttet nokså ulike forhold mellom mengde prøve og mengde vann under utvasking kan være en av årsakene til den observerte spredningen. Ulik utvaskingstid kan være en annen årsak.

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 generelle krav til den totale feil som ofte anvendes internasjonalt: ± 20 % av medianverdien av de innsendte resultater. For pH ble det valgt å benytte en absoluttverdi på $\pm 0,25$ pH-enheter som akseptansegrense. Til denne vurderingen har vi brukt medianverdien av de innsendte resultater som et uttrykk for den "sanne" verdi. Vi kjenner strengt tatt ikke den sanne verdi, og vet derfor ikke hvor "riktige" resultatene er. Det vi finner et uttrykk for ved denne vurderingen er hvor god sammenlignbarhet det er mellom 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. Et eksempel på dette er bestemmelse av metaller etter totaloppslutning med flussyre, eller oppslutning med kongevann som også gir noe høyere resultater for enkelte metaller sett i forhold til oppslutning med 7 mol/l salpetersyre. Det er ingen signifikant forskjell mellom resultatene der oppslutningen er foretatt med mikrobølgeovn i forhold til oppslutning i autoklav. For noen metaller blir resultatene systematisk for høye, uten at dette nødvendigvis betyr at man får medbestemt alt av de enkelte metallene.

Til vurdering av resultatene ved denne slp'en er det beregnet en Z-faktor (se Tabell 2, side 55 - 56), og Z-verdier mindre eller lik 2 bedømmes som akseptable. En Z-verdi lik 2 tilsvarer en feil på ± 20 % (eller $\pm 0,25$ enheter for pH). 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.

Ett laboratorium (nr. 1) hadde denne gangen benyttet EDXRF ved bestemmelse av metallene og det ser ut til at denne metoden jevnt over fungerer meget tilfredsstillende for de fleste metaller, men ga systematisk altfor høye resultater for kalium, og metoden var ikke tilstrekkelig følsom til bestemmelse av kvikksølv, kadmium og nikkel. Forøvrig er det ingen analysemetode som skiller seg spesielt ut fra de andre når det gjelder andelen akseptable resultater, 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

Forts. side 57

Tabell 2. Evaluering av laboratorienes resultater ved analyse av slamprøvene. Oversikt over laboratorienes Z-faktor, beregnet i forhold til medianverdien. % akseptable (% ok) er beregnet i forhold til antall resultater for hver variabel. < angir at resultatet var rapportert som mindre enn deteksjonsgrensen, og u angir at resultatet var utelatt ved de statistiske beregningene på grunn av for stort avvik i forhold til sann verdi.

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	Ca A	Ca B	Mg A	Mg B	K A	K B
1	<	<	<	<	0,0	1,3	1,3	3,9	-0,7	0,8	<	<	-0,1	0,4	0,0	1,1	-1,3	1,8	u	u
2	0,4	1,7	2,9	2,1	u	u	-0,4	0,0	-0,7	-0,5	-0,7	0,0	0,0	0,6	-3,4	-1,5	0,1	-0,4	-0,9	-1,3
3																				
4	1,7	1,1	-0,5	1,2	-0,4	-0,4	0,0	0,6	0,3	0,5	0,2	0,0	-0,2	-0,9	-0,5	-0,4	-0,6	-0,5	0,1	0,0
5																				
6			-2,4	-0,4	0,0	0,1	0,8	0,1	0,3	0,0	0,1	u	-1,0	-1,1	u	-0,5			-0,7	-1,7
7	1,9	0	-1,1	0,0	-1,3	-0,1	0,7	3,4	0,0	1,3	-0,4	0,8	0,6	0,7	0,3	1,0	-0,8	0,1	-2,2	-0,8
8	-1,1	0	0,1	-1,4	2,1	1,0	0,1	0,0	-0,3	-0,3	0,4	-0,2	1,0	0,2	0,3	0,0	1,1	0,0	0,4	0,9
9	1,3	1	1,2	-0,4	-0,9	-2,6	-1,0	-1,9	0,3	0,0	-0,1	0,0	-0,9	-0,6	0,0	-0,3	0,0	-0,6	0,8	0,5
10	1	-2,4	1,2	1,0	-0,5	1,6	-1,0	0,5	0,7	1,8	0,4	1,1	-0,3	-0,1	-1,1	0,6	-1,7	-0,1	-2,4	-1,3
11	2,9	-2,2	-0,8	-0,9	1,5	0,9	0,4	-0,5	0,0	-0,7	0,4	0,6	1,9	0,6	0,9	0,0	0,8	0,4	0,2	0,2
12	-2,1	-1,8	0,5	0,8	0,3	0,1	2,1	2,2	0,6	0,5	0,1	1,3	0,3	0,3	0,6	-0,1	0,8	0,3	2,4	3,2
13	-1,6	3,6	u	u	-2,8	-1,7	4,3	2,1	0,6	-0,3			0,4	-0,8	0,2	-0,1	2,2	0,0	u	4,9
14	-0,4	0,9	-1,3	-0,3	0,1	0,0	-0,4	-3,4	-0,3	-0,4	-0,6	-0,8	0,4	0,1	0,0	0,5	0,0	0,1	-0,2	-0,1
15	-4,7	-2,2	-0,8	0,0	2,4	u	-0,6	0,3	-0,3	-0,2	-2,3	-1,1	-0,5	-0,7	-1,0	u	-1,0	-1,5	-0,2	0,6
16	-0,5	-4,7	0,2	0,1	-4,4	u	-0,7	-1,6	-0,2	-1,2	0,8	<	0,8	-0,4	-0,6	-0,1	-0,8	-2,4	-2,0	-3,9
17			u	-1,9	0,0	-0,1	-1,2	-1,6	0,0	0,2			-0,3	0,1	-3,9	0,0	-1,3	-0,7	0,2	-1,1
18	2,6	-0,7	0,5	-1,4	u	-4,8	-3,7	-2,2	-1,7	-1,2	-0,1	-1,0	-1,8	-2,2						
19	-0,7	1,6	-0,2	0,5	0,6	1,1	0,6	-1,7	0,3	1,1	-1,6	-0,6	1,4	u	2,0	1,1	0,2	1,0	0,8	1,8
% ok	67	60	71	82	65	71	82	65	100	100	87	80	100	88	81	94	93	93	69	75

Tabell 2 fortset.

Lab.nr.	AlA	AlB	FeA	FeB	MnA	MnB	T-P A	T-P B	T-N		TTS		TGT		pH A	pH B	NH ₄	
									A	B	A	B	A	B			A	B
1	-0,7	3,3	1,3	3,7	-0,3	2,7	-1,1	0,3	1,2	1,5	-0,1	0,0			-1,3	-0,6		
2	-0,8	-1,5	-0,6	-0,5	-0,9	-0,3	-0,1	0,2	-0,1	-0,2	0,1	-0,1	0,0	-0,2	-1,9		0,0	
3											0,2	-0,2						
4	-0,3	0	-0,6	-0,1	-0,5	-0,5	-0,7	-0,7	-0,6	-0,5	0,1	0,0	0,0	0,8	0,5	-1,3	-2,3	0,8
5							1,1	-0,3	0,0	0,0	-0,1	-0,1	-0,1	0,1	1,4	-0,3		
6							0,9	0,0			0,0	0,0	0,0	-0,1	7,9			
7	-0,9	-0,3	-0,1	0,8	-0,3	-0,2	-0,6	0,5	0,3	0,4	-0,2	0,1	0,0	0,1	2,6	0,1	3,0	2,0
8	0,0	-0,8	-0,2	-1,1	-0,2	-0,9	0,2	-0,8			-0,3	-0,2			-2,3	-0,8	4,5	-0,6
9	0,4	0,1	0,0	-0,3	0,4	0,2					0,4	0,8	0,0	0,3	0,7			
10							0,0	0,0	-1,1	-1,4	-0,1	-0,1	0,0	-0,1	-0,6	-1,4	1,3	-1,0
11	0,9	0,6	0,7	0,0	0,7	0,3					-0,2		0,0	0,0		0,3		0,3
12	1,6	1,0	1,0	0,9	0,6	0,1	1,1	0,2	0,0	0,1	0,1	0,0	0,1	0,3				
13	0,9	0,4	0,9	0,3	1,8	0,8	0,1	-0,3			0,0	0,3						
14	-0,1	-0,2	0,6	0,5	0,2	-0,1	-0,4	-0,6	-0,4	-0,4	0,0	0,1	-0,1	-0,2				
15	-0,8	-1,6	-1,0	-1,4	-0,9	-0,9					0,0	-0,2	-0,2	-0,2		0		
16	0,1	-1,0	-0,5	u	-0,1	-1,6	-0,1	-0,9	u	u	0,3	0,0	2,7	u	-2,6	-0,5	-0,5	-0,4
17	0,3	0,0	-0,1	-0,4	0,5	0,3			0,4	0,0	0,1	0,2	0,0	0,1				
18											0,1	0,1	-0,2	-0,3				
19			2,2	1,5	1,0	2,5	0,2	0,6	0,3	0,3	-0,2	-0,1	0,0	0,0	1,4			
% ok	100	92	93	83	100	86	100	100	91	91	100	100	93	93	60	100	57	100

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 det vesentligste for kvaliteten av analyseresultatene.

For bestemmelse av kvikksølv var kalddamp atomabsorpsjon praktisk talt enerådende teknikk. For de øvrige metallene benyttet opp til 10 laboratorier ICP-AES til selve sluttbestemmelsen, og det er en klar tendens til at dette er en teknikk som tas i bruk av et økende antall laboratorier. Fem laboratorier anvendte atomabsorpsjon i flamme, selv om grafittovn ble brukt ved ni laboratorier til bestemmelse av kadmium, og i noen tilfeller også ved bestemmelse av bly, nikkel og krom.

Av Tabell 2 fremgår det at det er en viss forskjell i andel akseptable resultater mellom de enkelte analysevariable. I tillegg til at enkelte metaller er tilstede i lave konsentrasjoner, kan dette også skyldes at enkelte metaller 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 metallene er meget bra ved denne slp'en. Disse metallene er dessuten til stede i høye konsentrasjoner sett i forhold til de anvendte metodenes deteksjonsgrenser. Det er en gjennomgående tendens til at andel akseptable resultater er høyere for prøve A enn for prøve B.

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 kan delta med noen få analysevariable, og således oppnå en høy andel akseptable resultater selv om mange viktige analysevariable ikke er bestemt. Dette representerer ikke noe stort problem ved denne slp'en. Det ideelle er et høyt prosenttall i begge tilfeller. Denne oversikten er gjengitt i Tabell 3. Av denne fremgår det at 12 av laboratoriene har mer enn 80 % akseptable middelveier blant sine innsendte analyseresultater for *tungmetallene*, og et av disse hadde akseptable resultater for alle sine innsendte verdier, noe som er meget bra! 2 laboratorier har mellom 60 og 80 % akseptable resultater, mens 3 laboratorier har bare 50 til 57 % akseptable resultater av de innsendte resultater. To laboratorier rapporterte ikke resultater for metallene.

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 så lave konsentrasjoner som det ofte er av disse metallene i norsk kommunalt avløpsslam, med høy grad av nøyaktighet.

I Tabell 4 er gitt en oversikt over myndighetenes krav til tillatte maksimalkonsentrasjoner av de enkelte tungmetaller, slik de er gitt i Forskrift av 2003 (1). Ytterligere utdyping av hvilke krav som gjelder finnes i samme forskrift. Til sammenligning er de konsentrasjoner som ble bestemt i de to slamprøvene (medianverdien av laboratorienes resultater) også gjengitt. Alle resultatene for det avvannede slammet og det komposterte slammet ligger under myndighetenes maksimumsverdier.

Tabell 3. Vurdering av de enkelte laboratoriers resultater for tungmetallene ved slamslp nr. 13, 2009, dette gjelder de metallene det er stilt krav til: Hg, Cd, Pb, Cr, Cu, Ni og Zn. 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 (14).

Lab.nr.	Antall innsendte resultater	Antall akseptable resultater	% akseptable av innsendte resultater	% akseptable av antall mulige
1	14	7	50	50
2	14	10	71	71
3				
4	14	14	100	100
5				
6	12	10	83	71
7	14	13	93	93
8	14	13	93	93
9	14	13	93	93
10	14	13	93	93
11	14	12	86	86
12	14	11	79	79
13	12	6	50	43
14	14	13	93	93
15	10	9	90	64
16	12	10	83	71
17	10	9	90	64
18	14	8	57	57
19	14	13	93	93
Middel	13,2	10,8	82,0	77,3

For slamtyper der metallkonsentrasjonene er meget lave i forhold til kravgrensen, kan en akseptansegrense på $\pm 20\%$ bli altfor streng, da dette i mange tilfeller ville kreve at man benytter en mer følsom analysemetode enn det som 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 to 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 forbehandlingsmetodene - 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 denne prøvingsammenligningen er også gjengitt.

Metall	Tillatt maksimalinnhold		Medianverdier	
	Jordbruks-areal	Grøntareal	Prøve A	Prøve B
Hg	3	5	0,25	0,55
Cd	2	5	0,42	0,63
Pb	80	200	15,6	18,1
Cr	100	150	13,6	15,8
Cu	650	1000	174	207
Ni	50	80	10,8	13,0
Zn	800	1500	262	321

5. Henvisninger

1. Forskrift om gjødselvarer mv. av organisk opphav. Fastsatt 2003-07-04 med endringer 2006-07-04.
2. Norsk Standard NS 9421. Krav til prøvetaking og analyse av slam. 1. utgave, mars 1998.
3. ISO 13528 (2005). Statistical methods for use in proficiency testing by interlaboratory comparisons.

TILLEGG

- Tillegg 1** **Alfabetisk oversikt over deltakerne**
- Tillegg 2** **Kontroll av homogenitet og stabilitet til slamprøvene ved
slp 2013**
- Tillegg 3** **Analyseresultatene fra de enkelte deltakerne**

TILLEGG 1. Oversikt over deltakerne

Påmeldte laboratorier til sammenlignende laboratorieprøving for slam, 10-13

	Eurofins Norsk Miljøanalyse	1506 MOSS
	Hardanger Miljøsender AS	5750 ODDA
	Intertek West-Lab AS	4098 TANANGER
	Kystlab AS, Avd. Molde	6422 MOLDE
	LabNett Skien	3702 SKIEN
	Molab AS	8607 MO I RANA
	Nedre Romerike Vannverk IKS	2010 STRØMMEN
	NIVA	0349 OSLO
	NOAH AS	3081 HOLMESTRAND
	Norges Geologiske Undersøkelse	7491 TRONDHEIM
	Oslo kommune	0861 OSLO
	PFI AS	7491 TRONDHEIM
	Prebio AS, avd. Namdal	7809 NAMSOS
	Renor AS Brevik	3991 BREVIK
	Trondheim kommune	7047 TRONDHEIM
	Vannlaboratoriet AS	4626 KRISTIANSAND
	VEAS	3470 SLEMMESTAD
	Vestfoldlab AS	3170 SEM
	ØMM-Lab AS	1715 YVEN

TILLEGG 2. KONTROLL AV HOMOGENITET OG STABILITET TIL SLAMPRØVENE VED SLP 2010-13

Variabel enhet	Prøve Kode:	Serie 1 2985	Serie 2 5	Serie 3 86	Serie 4 361	Middel	Std.av.	S.rel. %	Sann	% avvik
Hg µg/g	A	0,30	0,29	0,27	0,32	0,295	0,021	7,1	0,246	16,6
	B	0,68	0,51	0,64	0,53	0,590	0,083	14,0	0,550	6,8
Cd µg/g	A	0,40	0,40	0,40	0,50	0,425	0,050	11,8	0,421	0,9
	B	0,72	0,70	0,70	0,69	0,703	0,013	1,8	0,631	10,2
Pb µg/g	A	15	14	16	18	15,75	1,708	10,8	15,6	1,0
	B	18	18	16	17	17,25	0,957	5,6	18,0	-3,8
Cr µg/g	A	13,6	13,4	13,7	14,6	13,83	0,532	3,8	13,57	1,8
	B	16,6	16,8	16,7	17	16,78	0,171	1,0	15,81	5,8
Cu µg/g	A	179	174	186	189	182,0	6,782	3,7	174,0	4,4
	B	225	215	215	231	221,5	7,895	3,6	207,2	6,5
Ni µg/g	A	11	11	11	11	11,0	0,000	0,0	10,78	2,0
	B	13	13	13	13,2	13,1	0,100	0,8	12,97	0,6
Zn µg/g	A	254	259	256	283	263,0	13,491	5,1	261,7	0,5
	B	302	287	289	317	298,8	13,865	4,6	321,0	-7,4
Ca %	A	0,819	0,792	0,849	0,887	0,837	0,041	4,9	0,864	-3,3
	B	16,0	15,7	16,0	16,6	16,1	0,377	2,3	16,52	-2,8
Mg mg/g	A	2,01	1,93	2,01	2,07	2,01	0,057	2,9	2,10	-4,7
	B	4,64	4,56	4,61	4,75	4,64	0,080	1,7	4,82	-3,9
K %	A	0,224	0,219	0,230	0,221	0,224	0,005	2,1	0,222	0,7
	B	0,197	0,201	0,207	0,193	0,200	0,006	3,0	0,202	-1,3
Al mg/g	A	41,6	41,4	44,0	43,1	42,5	1,242	2,9	43,66	-2,7
	B	26,0	26,1	26,5	26,8	26,4	0,370	1,4	26,20	0,6
Fe %	A	0,934	0,934	0,968	0,985	0,955	0,026	2,7	1,01	-5,7
	B	2,69	2,64	2,68	2,71	2,680	0,029	1,1	2,69	-0,4
Mn mg/g	A	0,163	0,16	0,168	0,171	0,166	0,005	3,0	0,172	-3,9
	B	0,151	0,144	0,146	0,156	0,149	0,005	3,6	0,154	-3,2
TOT-P %	A	1,12	1,10	1,18	1,21	1,15	0,051	4,4	1,217	-5,6
	B	1,64	1,58	1,57	1,71	1,63	0,065	4,0	1,719	-5,8
TOT-N %	A	3,26	3,27	3,18	3,23	3,24	0,04	1,2	3,438	-6,3
	B	1,85	1,94	1,93	1,89	1,90	0,04	2,2	2,014	-5,9
TOC %	A	38,5	37,7	37,8	36,7	37,7	0,741	2,0	36,64	2,7
	B	16,4	18,1	17,6	17,7	17,5	0,733	4,2	17,12	1,9
TTS %	A	22,7	22,6	21,4	21,7	22,1	0,648	2,9	22,03	0,3
	B	55,2	49,8	51,5	51,1	51,9	2,317	4,5	52,08	-0,3
TGT %	A	73,3	74,4	74,2	74,3	74,1	0,507	0,7	74,02	0,0
	B	35,3	38,6	38,6	38,6	37,8	1,650	4,4	35,73	5,4
pH	A	6,17	6,18	6,40	6,11	6,22	0,127	2,0	6,19	0,4
	B	10,96	10,97	10,89	10,88	10,93	0,047	0,4	11,10	-1,6
NH ₄ -N %	A	0,23	0,23	0,33	0,41	0,300	0,087	29,1	0,341	-13,7
	B	0,072	0,056		0,081	0,064	0,011	17,7	0,059	7,8

TILLEGG 3. Analyseresultatene (tørrvekt) fra de enkelte deltakere.

Resultater i parentes er utelatt ved de endelige statistiske beregninger.

Tabell 6. Kvikksølv, µg/g

Lab. nr.	A				Std.avvi k	B				Std. avvik
	Res. 1	Res. 2	Res. 3	Middel		Res. 1	Res. 2	Res. 3	Middel	
1	(< 6)	(< 6)	(< 6)	(< 6)		(< 6)	(< 6)	(< 6)	(< 6)	
2	0,245	0,288	0,233	0,255	0,029	0,547	0,650	0,736	0,644	0,095
3										
4	0,30	0,29	0,27	0,287	0,015	0,68	0,51	0,640	0,610	0,089
5										
6										
7	0,26	0,32	0,30	0,293	0,031	0,54	0,52	0,59	0,550	0,036
8	0,25	0,22	0,19	0,220	0,030	0,46	0,75	0,44	0,550	0,173
9	0,276	0,254	0,303	0,278	0,025	0,664	0,571	0,585	0,607	0,050
10	0,219	0,200	0,292	0,270	0,049	0,426	0,424	0,408	0,419	0,010
11	0,30	0,37	0,28	0,317	0,047	0,48	0,43	0,37	0,427	0,055
12	0,170	0,175	0,240	0,195	0,039	0,499	0,513	0,340	0,451	0,096
13	0,18	0,27	0,17	0,207	0,055	1,00	0,76	0,49	0,750	0,255
14	0,232	0,240	0,237	0,236	0,004	0,612	0,557	0,622	0,597	0,035
15	0,129	0,130	0,133	0,131	0,002	0,389	0,471		0,430	0,058
16	0,41	0,154	0,135	0,233	0,154	0,264	0,291	0,312	0,289	0,024
17										
18	0,31			0,31		0,51			0,510	
19	0,207	0,264	0,216	0,229	0,031	0,839	0,478	0,596	0,638	0,184
Medianverdi				0,246	0,031				0,550	0,058
Middelverdi				0,247	0,039				0,534	0,089
Standardavvik				0,051					0,120	
Antall				14	13				14	13

Tabell 7. Kadmium, µg/g

Lab. nr.	A				Std.avvi k	B				Std. avvik
	Res. 1	Res. 2	Res. 3	Middel		Res. 1	Res. 2	Res. 3	Middel	
1	(< 7)	(< 7)	(< 7)	(< 7)		(< 7)	(< 7)	(< 7)	(< 7)	
2	0,601	0,565	0,459	0,542	0,074	0,739	0,739	0,818	0,765	0,046
3										
4	0,4	0,4	0,4	0,400	0,000	0,72	0,7	0,7	0,707	0,012
5										
6	0,333	0,295	0,328	0,319	0,021	0,602	0,595	0,625	0,607	0,016
7	0,35	0,39	0,38	0,373	0,021	0,59	0,61	0,70	0,633	0,059
8	0,419	0,445	0,417	0,427	0,016	0,585	0,548	0,504	0,546	0,041
9	0,50	0,45	0,47	0,473	0,025	0,59	0,63	0,59	0,603	0,023
10	0,49	0,45	0,48	0,473	0,021	0,60	0,70	0,78	0,693	0,090
11	0,39	0,40	0,37	0,387	0,015	0,55	0,63	0,55	0,577	0,046
12	0,432	0,468	0,429	0,443	0,022	0,687	0,685	0,678	0,683	0,005
13		0,39	1,98	(1,185)	1,124	1,22	1,4	1,4	(1,33)	0,096
14	0,375	0,358	0,371	0,368	0,009	0,618	0,620	0,595	0,611	0,014
15	0,343	0,390	0,426	0,386	0,042	0,660	0,531	0,701	0,631	0,089
16	0,41	0,40	0,48	0,430	0,044	0,57	0,58	0,76	0,637	0,107
17	3,30	3,48	3,33	(3,37)	0,096	0,48	0,52	0,54	0,513	0,031
18	0,44			0,440		0,54			0,540	
19	0,432	0,401	0,410	0,414	0,016	0,685	0,662	0,644	0,664	0,021
Medianverdi				0,421	0,021				0,631	0,041
Middelverdi				0,420	0,103				0,627	0,046
Standardavvik				0,055					0,068	
Antall				14	15				15	15

Tabell 8. Bly, µg/g

Lab. nr.	A				Std.avvi k	B				Std. avvik
	Res. 1	Res. 2	Res. 3	Middel		Res. 1	Res. 2	Res. 3	Middel	
1	16	16	15	15,7	0,6	21	20	20	20,3	0,6
2	30,37	22,83	22,52	(25,2)	4,4	33,51	26,20	24,47	(28,1)	4,8
3										
4	15	14	16	15,0	1,0	18	18	16	17,3	1,2
5										
6	16,000	14,940	15,988	15,6	0,6	18,190	18,762	17,530	18,2	0,6
7	12,0	14,4	14,2	13,5	1,3	17,2	17,3	19,0	17,8	1,0
8	17,77	18,33	20,59	18,9	1,5	19,40	19,45	20,53	19,8	0,6
9	14,9	14,2	13,6	14,2	0,7	12,6	13,2	14,4	13,4	0,9
10	14,5	14,8	15,1	14,8	0,3	20,5	21,2	21,1	20,9	0,4
11	18,6	18,0	17,1	17,9	0,8	18,7	19,5	20,7	19,6	1,0
12	16,16	16,31	15,72	16,1	0,3	19,17	18,07	17,56	18,3	1,0
13	11,2		11,30	11,3	0,1	16,4	16,60	11,60	14,9	1,0
14	16,0	16,2	14,9	15,7	0,7	17,8	18,0	18,0	17,9	0,1
15	23,4	15,7	19,0	19,4	3,9	25,2	39,4	33,1	(32,6)	7,1
16	7,3	10,0	8,8	8,7	1,4	(< 0,57)	(10)	(< 0,59)		
17	16,9	15,3	14,7	15,6	1,1	16,8	19,1	17,5	17,8	1,2
18	6,3			(6,3)		9,3			9,3	0,0
19	17,7	15,3	16,6	16,5	1,2	19,9	19,1	20,9	20,0	0,9
Medianverdi				15,6	0,9				18,0	1,0
Middelverdi				15,3	1,2				17,5	1,4
Standardavvik				2,8					3,2	
Antall				15	16				14	16

Tabell 9. Krom, µg/g

Lab. nr.	A				Std.avvi k	B				Std. avvik
	Res. 1	Res. 2	Res. 3	Middel		Res. 1	Res. 2	Res. 3	Middel	
1	13	15	18	15,33	2,52	17	27	(< 10)	22,00	7,07
2	13,58	12,48	12,82	12,96	0,56	17,25	14,84	15,33	15,81	1,27
3										
4	13,6	13,4	13,7	13,57	0,15	16,6	16,8	16,7	16,70	0,10
5										
6	14,800	14,542	14,697	14,68	0,13	15,507	16,068	16,434	16,00	0,47
7	15,4	14,4	13,6	14,47	0,90	20,3	20,1	23,3	21,23	1,79
8	13,28	13,30	14,36	13,65	0,62	16,03	15,60	15,64	15,76	0,24
9	12,7	11,9	11,9	12,17	0,46	12,6	13,1	12,9	12,87	0,25
10	12,2	12,2	12,4	12,27	0,12	16,0	17,6	16,1	16,57	0,90
11	14,3	13,8	14,1	14,07	0,25	15,0	15,1	15,0	15,03	0,06
12	16,73	15,91	16,43	16,36	0,41	19,35	20,10	18,52	19,32	0,79
13	15,4	24,60	18,20	19,40	4,72	20,7	20,60	16,20	19,17	2,57
14	13,4	12,2	13,5	13,03	0,72	10,7	10,3	10,2	10,40	0,26
15	12,52	12,69	13,09	12,77	0,29	17,15	16,00	15,64	16,26	0,79
16	13	12	13	12,67	0,58	13	13	14	13,33	0,58
17	11,5	11,3	13,1	11,97	0,99	12,4	12,5	14,8	13,23	1,36
18	8,5			8,50		12,3			12,30	
19	14,7	14,5	13,8	14,33	0,47	12,5	13,2	13,6	13,10	0,56
Medianverdi				13,57	0,52				15,81	0,68
Middelverdi				13,66	0,87				15,83	1,19
Standardavvik				2,26					3,20	
Antall				17	16				17	16

Tabell 10. Kopper, µg/g

Lab. nr.	A				Std.avvi k	B				Std. avvik
	Res. 1	Res. 2	Res. 3	Middel		Res. 1	Res. 2	Res. 3	Middel	
1	164	168	155	162,3	6,7	229	222	220	223,7	4,7
2	163,2	162,1	162,7	162,7	0,6	196,1	194,3	200,3	196,9	3,1
3										
4	179	174	186	179,7	6,0	225	215	215	218,3	5,8
5										
6	183,00	181,27	175,76	180,0	3,8	205,77	209,58	206,18	207,2	2,1
7	175	178	171	174,7	3,5	229	226	250	235,0	13,1
8	167	167	172	168,7	2,9	201	202	201	201,3	0,6
9	183,0	175,0	179,0	179,0	4,0	204,0	209,0	209,0	207,3	2,9
10	178	182	201	187,0	12,3	229	242	260	243,7	15,6
11	178	169	175	174,0	4,6	194	191	194	193,0	1,7
12	181,0	186,8	185,0	184,3	3,0	234,9	204,9	215,8	218,5	15,2
13	182	183	189	184,7	3,8	217	195	191	201,0	14,0
14	178,0	164,0	165,0	169,0	7,8	200,0	206,0	193,0	199,7	6,5
15	167,9	168,0	169,7	168,5	1,0	206,5	199,0	201,3	202,3	3,8
16	170	170	170	170,0	0,0	180	190	180	183,3	5,8
17	175	175	171	173,7	2,3	208	212	212	210,7	2,3
18	145			145,0		183,0			183,0	
19	180	181	178	179,7	1,5	228,0	231,0	230,0	229,7	1,5
Medianverdi				174,0	3,6				207,2	4,3
Middelverdi				173,1	4,0				209,1	6,2
Standardavvik				10,3					17,1	
Antall				17	16				17	16

Tabell 11. Nikkel, µg/g

Lab. nr.	A				Std.avvi k	B				Std. avvik
	Res. 1	Res. 2	Res. 3	Middel		Res. 1	Res. 2	Res. 3	Middel	
1	(< 33)	(< 33)	(< 33)	(< 33)		(< 33)	(< 33)	(< 33)	(< 33)	
2	10,74	9,53	9,84	10,04	0,63	12,96	12,15	13,71	12,94	0,78
3										
4	11	11	11	11,00	0,00	13	13	13	13,00	0,00
5										
6	10,500	11,255	10,923	10,89	0,38	21,273	20,858	20,219	(20,78)	0,53
7	10,4	10,2	10,4	10,33	0,12	14	13	15	13,97	1,08
8	10,99	10,99	11,55	11,18	0,32	12,9	12,8	12,6	12,77	0,14
9	10,7	10,5	10,9	10,70	0,20	12,6	12,8	13,7	13,03	0,59
10	12,0	10,8	10,7	11,17	0,72	14,3	14,3	14,4	14,33	0,06
11	11,0	10,6	12,1	11,23	0,78	13,2	14,4	13,6	13,73	0,61
12	10,9	10,9	10,8	10,87	0,06	14,4	13,3	16,4	14,69	1,55
13										
14	10,2	9,7	10,4	10,10	0,36	12,6	11,3	12,0	11,97	0,65
15	7,3	9,1	8,7	8,34	0,96	11,5	11,9	11,4	11,61	0,22
16	11	13	11	11,67	1,15	< 0,38	(12)	(< 0,39)		
17										
18	10,7			10,70		11,7			11,70	
19	8,86	8,89	9,32	9,02	0,26	11,76	12,36	12,40	12,17	0,36
Medianverdi				10,78	0,36				12,97	0,56
Middelverdi				10,52	0,46				12,99	0,55
Standardavvik				0,91					1,02	0,45
Antall				14	13				12	12

Tabell 12. Sink, µg/g

Lab. nr.	A				Std.avvi k	B				Std. avvik
	Res. 1	Res. 2	Res. 3	Middel		Res. 1	Res. 2	Res. 3	Middel	
1	277	251	251	259,7	15,0	327	341	334	334,0	7,0
2	265,5	261,0	258,7	261,7	3,5	334,2	332,5	352,2	339,6	10,9
3										
4	254	259	256	256,3	2,5	302	287	289	292,7	8,1
5										
6	234,00	231,18	243,30	236,2	6,3	280,32	287,43	287,85	285,2	4,2
7	273	278	284	278,3	5,5	340	340	346	342,0	3,5
8	289	281	291	287,0	5,3	328	327	328	327,7	0,6
9	242,0	232,0	238,0	237,3	5,0	290	302	310	300,7	10,1
10	281	234	249	254,7	24,0	310	331	311	317,3	11,8
11	310	289	332	310,3	21,5	337	333	352	340,7	10,0
12	268,7	274,0	267,1	269,9	3,6	334,2	338,3	323,2	331,9	7,8
13	275	267	277	273,0	5,3	322	308	260	296,7	32,5
14	286,0	260,0	270,0	272,0	13,1	340,0	315,0	319,0	324,7	13,4
15	244,2	248,0	251,8	248,0	3,8	306,4	297,2	294,5	299,4	6,2
16	270	310	270	283,3	23,1	310	300	310	306,7	5,8
17	255	265	244	254,7	10,5	315	332	329	325,3	9,1
18	214			214,0		249			249,0	
19	300	288	309	299,0	10,5	584	560	632	(592)	36,7
Medianverdi				261,7	5,9				321,0	8,6
Middelverdi				264,4	9,9				313,3	11,1
Standardavvik				23,9					25,2	
Antall				17	16				16	16

Tabell 13. Kalsium, %

Lab. nr.	A				Std.avvi k	B				
	Res. 1	Res. 2	Res. 3	Middel		Res. 1	Res. 2	Res. 3	Middel	Std. avvik
1	0,8996	0,8667	0,8275	0,865	0,036	18,38	18,22	18,20	18,27	0,10
2	0,555	0,556	0,602	0,571	0,027	13,77	14,02	14,17	13,99	0,20
3										
4	0,819	0,792	0,849	0,820	0,029	16,0	15,7	16,0	15,90	0,17
5										
6	0,412	0,422	0,423	0,419	0,006	14,612	16,267	16,135	15,67	0,92
7	0,884	0,872	0,907	0,888	0,018	17,96	17,46	19,04	18,15	0,81
8	0,88	0,87	0,910	0,887	0,021	16,96	16,29	16,45	16,57	0,35
9	0,880	0,839	0,869	0,863	0,021	15,530	16,150	16,180	15,95	0,37
10	0,751	0,781	0,776	0,769	0,016	17,41	18,05	17,15	17,54	0,46
11	0,99	0,89	0,94	0,940	0,050	16,5	16,6	16,7	16,60	0,10
12	0,904	0,905	0,933	0,914	0,016	16,42	16,25	16,36	16,34	0,09
13	0,86	0,88	0,91	0,883	0,025	17,6	16,7	14,8	16,37	1,43
14	0,895	0,849	0,860	0,868	0,024	17,2	17,5	17,2	17,30	0,17
15	0,78	0,77	0,79	0,780	0,010	1,36	1,39	1,37	(1,37)	0,02
16	0,82	0,85	0,77	0,813	0,040	16	16	17	16,33	0,58
17	0,502	0,526	0,542	0,523	0,020	16,15	16,73	16,67	16,52	0,32
18										
19	1,000	0,925	1,174	1,033	0,128	18,41	18,03	18,39	18,28	0,21
Medianverdi				0,864	0,023				16,52	0,27
Middelverdi				0,802	0,030				16,65	0,39
Standardavvik				0,163					1,14	
Antall				16	16				15	16

**Tabell 14. Magnesium,
mg/g**

Lab. nr.	A				Std.avvi k	B				Std. avvik
	Res. 1	Res. 2	Res. 3	Middel		Res. 1	Res. 2	Res. 3	Middel	
1	1,887	1,871	1,703	1,82	0,10	6,020	5,710	5,390	5,71	0,32
2	2,124	2,264	1,996	2,13	0,13	4,718	4,542	4,685	4,65	0,09
3										
4	2,01	1,93	2,01	1,98	0,05	4,60	4,56	4,61	4,59	0,03
5										
6										
7	1,96	1,91	1,92	1,93	0,03	4,75	4,70	5,09	4,85	0,21
8	2,35	2,33	2,30	2,33	0,03	4,84	4,83	4,86	4,84	0,02
9	2,150	2,110	2,060	2,11	0,05	4,46	4,57	4,62	4,55	0,08
10	1,70	1,73	1,80	1,74	0,05	4,57	4,87	4,94	4,79	0,20
11	2,34	2,20	2,29	2,28	0,07	4,95	5,08	5,07	5,03	0,07
12	2,25	2,23	2,31	2,26	0,04	5,03	4,94	4,97	4,98	0,05
13	2,54	2,48	2,65	2,56	0,09	5,24	4,85	4,37	4,82	0,44
14	2,20	2,02	2,07	2,10	0,09	4,93	4,84	4,77	4,85	0,08
15	1,85	1,92	1,92	1,90	0,04	4,02	4,16	4,05	4,08	0,07
16	1,9	2,0	1,9	1,93	0,06	3,6	3,7	3,7	3,67	0,06
17	1,81	1,82	1,87	1,83	0,03	4,37	4,78	4,26	4,47	0,27
18										
19	2,126	2,173	2,113	2,14	0,03	5,255	5,194	5,402	5,28	0,11
Medianverdi				2,10	0,05				4,82	0,08
Middelverdi				2,07	0,06				4,74	0,14
Standardavvik				0,22					0,47	
Antall				15	15				15	15

Tabell 15. Aluminium, mg/g

Lab. nr.	A				Std.avvi k	B				Std. avvik
	Res. 1	Res. 2	Res. 3	Middel		Res. 1	Res. 2	Res. 3	Middel	
1	39,97	43,25	38,81	40,68	2,30	39,97	32,60	32,12	34,90	4,40
2	48,29	37,80	34,02	40,04	7,39	18,26	21,60	26,95	22,27	4,38
3										
4	41,6	41,4	44,4	42,47	1,68	26,0	26,1	26,5	26,20	0,26
5										
6										
7	40,5	39,9	39,3	39,90	0,60	24,4	24,6	27,1	25,37	1,50
8	44,39	43,45	43,14	43,66	0,65	23,93	24,43	24,20	24,19	0,25
9	46,10	44,69	45,26	45,35	0,71	26,10	26,55	26,38	26,34	0,23
10										
11	48,0	46,4	47,9	47,43	0,90	27,5	27,8	27,9	27,73	0,21
12	50,398	51,268	50,546	50,74	0,47	28,448	28,551	29,219	28,74	0,42
13	48,5	46,4	48,2	47,70	1,14	30,1	27,4	24,0	27,17	3,06
14	45,3	42,2	41,6	43,03	1,99	25,2	25,4	26,1	25,57	0,47
15	40	41	40	40,33	0,58	22	22	22	22,00	0,00
16	45	43	44	44,00	1,00	23	24	24	23,67	0,58
17	46,9	42,6	45,2	44,90	2,17	25,1	27,7	26,1	26,30	1,31
18										
19										
Medianverdi				43,66	1,00				26,20	0,47
Middelverdi				43,86	1,66				26,19	1,31
Standardavvik				3,34					3,29	
Antall				13	13				13	13

Tabell 16. Jern, %

Lab. nr.	A				Std.avvi k	B				Std. avvik
	Res. 1	Res. 2	Res. 3	Middel		Res. 1	Res. 2	Res. 3	Middel	
1	1,159	1,153	1,101	1,14	0,03	3,183	3,191	3,201	3,70	0,01
2	0,924	0,929	0,999	0,95	0,04	2,469	2,452	2,756	2,56	0,17
3										
4	0,934	0,934	0,968	0,95	0,02	2,690	2,640	2,680	2,67	0,03
5										
6										
7	0,988	1,023	0,995	1,00	0,02	2,87	2,84	2,99	2,90	0,08
8	0,97	0,98	1,01	0,99	0,02	2,40	2,37	2,41	2,39	0,02
9	1,036	0,995	1,008	1,01	0,02	2,568	2,622	2,610	2,60	0,03
10										
11	1,09	1,06	1,10	1,08	0,02	2,67	2,70	2,71	2,69	0,02
12	1,119	1,142	1,081	1,11	0,03	2,910	2,95	2,93	2,93	0,02
13	1,09	1,07	1,15	1,10	0,04	3,01	2,85	2,47	2,78	0,28
14	1,10	1,05	1,06	1,07	0,03	2,79	2,81	2,86	2,82	0,04
15	0,91	0,91	0,91	0,91	0,00	2,3	2,3	2,3	2,30	0,00
16	0,97	0,98	0,93	0,96	0,03	0,22	0,25	0,25	(0,24)	0,02
17	1,01	0,99	0,99	1,00	0,01	2,50	2,65	2,63	2,59	0,08
18										
19	1,264	1,260	1,164	1,23	0,06	3,092	3,029	3,190	3,10	0,08
Medianverdi				1,01	0,02				2,69	0,03
Middelverdi				1,04	0,03				2,77	0,06
Standardavvik				0,09					0,35	
Antall				14	14				13	14

Tabell 17. Mangan, mg/g

Lab. nr.	A				Std.avvi k	B				Std. avvik
	Res. 1	Res. 2	Res. 3	Middel		Res. 1	Res. 2	Res. 3	Middel	
1	0,172	0,165	0,164	0,167	0,004	0,199	0,190	0,198	0,196	0,005
2	0,163	0,158	0,151	0,157	0,006	0,151	0,145	0,153	0,150	0,004
3										
4	0,163	0,160	0,168	0,164	0,004	0,151	0,144	0,146	0,147	0,004
5										
6										
7	0,163	0,165	0,170	0,166	0,004	0,145	0,145	0,163	0,151	0,010
8	0,167	0,168	0,171	0,169	0,002	0,140	0,141	0,140	0,140	0,001
9	0,183	0,177	0,179	0,180	0,003	0,154	0,158	0,157	0,156	0,002
10										
11	0,188	0,180	0,185	0,184	0,004	0,158	0,158	0,161	0,159	0,002
12	0,184	0,177	0,184	0,182	0,004	0,155	0,157	0,154	0,155	0,002
13	0,20	0,19	0,22	0,203	0,015	0,18	0,17	0,15	0,167	0,015
14	0,181	0,170	0,173	0,175	0,006	0,155	0,152	0,150	0,152	0,003
15	0,152	0,156	0,160	0,156	0,004	0,141	0,141	0,139	0,140	0,001
16	0,17	0,17	0,17	0,170	0,000	0,13	0,13	0,13	0,130	0,000
17	0,179	0,183	0,181	0,181	0,002	0,155	0,164	0,159	0,159	0,005
18										
19	0,192	0,187	0,188	0,189	0,003	0,190	0,183	0,205	0,193	0,011
Medianverdi				0,172	0,004				0,154	0,003
Middelverdi				0,174	0,004				0,157	0,005
Standardavvik				0,013					0,018	0,005
Antall				14	14				14	14

Tabell 18. Kalium, %

Lab. nr.	A				Std.avvi k	B				Std. avvik
	Res. 1	Res. 2	Res. 3	Middel		Res. 1	Res. 2	Res. 3	Middel	
1	0,3620	0,3599	0,3358	(0,353)	0,015	0,3895	0,3949	0,3801	(0,388)	0,007
2	0,207	0,203	0,199	0,203	0,004	0,175	0,173	0,181	0,176	0,004
3										
4	0,224	0,219	0,230	0,224	0,006	0,197	0,201	0,207	0,202	0,005
5										
6	0,206	0,197	0,218	0,207	0,011	0,161	0,179	0,166	0,169	0,009
7	0,177	0,174	0,171	0,174	0,003	0,181	0,182	0,197	0,187	0,009
8	0,232	0,231	0,230	0,231	0,001	0,220	0,221	0,221	0,221	0,001
9	0,2460	0,2380	0,2370	0,240	0,005	0,211	0,211	0,214	0,212	0,002
10	0,154	0,165	0,189	0,169	0,018	0,170	0,169	0,187	0,175	0,010
11	0,233	0,218	0,229	0,227	0,008	0,204	0,207	0,206	0,206	0,002
12	0,288	0,256	0,282	0,275	0,017	0,272	0,266	0,260	0,266	0,006
13	0,36	0,34	0,39	(0,363)	0,025	0,34	0,31	0,25	0,300	0,046
14	0,232	0,209	0,215	0,219	0,012	0,204	0,199	0,199	0,201	0,003
15	0,22	0,22	0,21	0,217	0,006	0,22	0,21	0,21	0,213	0,006
16	0,17	0,18	0,18	0,177	0,006	0,12	0,12	0,13	0,123	0,006
17	0,241	0,217	0,219	0,226	0,013	0,173	0,182	0,187	0,181	0,007
18										
19	0,250	0,242	0,225	0,239	0,013	0,248	0,233	0,234	0,238	0,008
Medianverdi				0,222	0,009				0,202	0,006
Middelverdi				0,216	0,010				0,205	0,008
Standardavvik				0,029					0,042	
Antall				14	16				15	16

Tabell 19. Totalfosfor, %

Lab. nr.	A					Std.avvi k	B				
	Res. 1	Res. 2	Res. 3	Middel	Res. 1		Res. 2	Res. 3	Middel	Std. avvik	
1	1,067	1,153	1,038	1,086	0,060	1,790	1,760	1,748	1,766	0,022	
2	1,15	1,25	1,20	1,200	0,050	1,71	1,77	1,77	1,750	0,035	
3											
4	1,12	1,10	1,18	1,133	0,042	1,64	1,58	1,57	1,597	0,038	
5	1,428	1,321	1,286	1,345	0,074	1,746	1,696	1,584	1,675	0,083	
6	1,317	1,366	1,300	1,328	0,034	1,635	1,767	1,755	1,719	0,073	
7	1,020	1,206	1,190	1,139	0,103	1,770	1,730	1,910	1,803	0,095	
8	1,25	1,24	1,25	1,247	0,006	1,58	1,59	1,60	1,590	0,010	
9											
10	1,20	1,16	1,29	1,217	0,067	1,69	1,69	1,78	1,720	0,052	
11											
12	1,360	1,325	1,359	1,348	0,020	1,761	1,780	1,726	1,756	0,027	
13	1,24	1,21	1,22	1,223	0,015	1,82	1,69	1,49	1,667	0,166	
14	1,179	1,159	1,174	1,171	0,010	1,614	1,617	1,633	1,621	0,010	
15											
16	1,2	1,2	1,2	1,200	0,000	1,5	1,6	1,6	1,567	0,058	
17											
18											
19	1,251	1,250	1,219	1,240	0,018	1,833	1,740	1,882	1,818	0,072	
Medianverdi				1,217	0,034				1,719	0,052	
Middelverdi				1,221	0,038				1,696	0,057	
Standardavvik				0,082					0,083		
Antall				13	13				13	13	

Tabell 20. Nitrogen, %

Lab. nr.	A				Std.avvi k	B				Std. avvik
	Res. 1	Res. 2	Res. 3	Middel		Res. 1	Res. 2	Res. 3	Middel	
1	3,95	3,76	3,80	3,837	0,100	2,42	2,18	2,36	2,320	0,125
2	3,505	3,359	3,317	3,394	0,099	2,040	1,895	1,967	1,967	0,073
3										
4	3,26	3,27	3,18	3,237	0,049	1,85	1,94	1,93	1,907	0,049
5	3,45	3,43	3,43	3,437	0,015	2,01	2,07	1,97	2,017	0,051
6										
7	3,532	3,551	3,509	3,531	0,021	2,09	2,10	2,10	2,097	0,006
8										
9										
10	2,90	2,96	3,31	3,057	0,221	1,71	1,72	1,76	1,730	0,026
11										
12	3,44	3,42	3,46	3,440	0,020	2,04	2,05	2,03	2,040	0,010
13										
14	3,27	3,31	3,32	3,300	0,026	1,93	1,93	1,94	1,933	0,006
15										
16	0,34	0,36	0,33	(0,343)	0,015	0,21	0,21	0,21	(0,21)	0,000
17	3,50	3,68	3,50	3,560	0,104	1,96	2,09	1,98	2,010	0,070
18										
19	3,55	3,55	3,55	3,550	0,000	2,08	2,08	2,08	2,080	0,000
Medianverdi				3,438	0,026				2,014	0,026
Middelverdi				3,434	0,061				2,010	0,038
Standardavvik				0,211					0,151	
Antall				10	11				10	11

Tabell 21. Totalt organisk karbon, %

Lab. nr.	A					B				
	Res. 1	Res. 2	Res. 3	Middel	Std.avvi k	Res. 1	Res. 2	Res. 3	Middel	Std. avvik
1	36,26	37,30	35,89	36,48	0,73	18,50	18,82	18,42	18,58	0,21
4	38,5	37,7	37,8	38,00	0,44	16,4	18,1	17,6	17,37	0,87
8	37,0	36,3	37,1	36,80	0,44	17,6	15,9	17,1	16,87	0,87
11	32,3	32,0	31,3	31,87	0,51	14,1	14,1	14,2	14,13	0,06
Medianverdi				36,64	0,47				17,12	0,54
Middelverdi				35,8	0,5				16,7	0,5
Standardavvik				2,7	0,1				1,9	0,4
Antall				4	4				4	4

Tabell 22. Totalt tørrstoff, %

Lab. nr.	A					Std.avvi k	B				
	Res. 1	Res. 2	Res. 3	Middel	Res. 1		Res. 2	Res. 3	Middel	Std. avvik	
1	21,8	21,5	21,8	21,70	0,17	51,9	52,6	52,1	52,20	0,36	
2	21,97	22,12	22,37	22,15	0,20	50,86	52,92	51,65	51,81	1,04	
3	22,02	23,14	22,50	22,55	0,56	50,67	50,56	51,49	50,91	0,51	
4	22,7	22,6	21,4	22,23	0,72	55,2	49,8	51,5	52,17	2,76	
5	21,90	21,77	21,78	21,82	0,07	51,81	51,81	51,62	51,75	0,11	
6	21,713	22,269	21,890	21,96	0,28	51,631	52,504	51,706	51,95	0,48	
7	21,78	21,49	21,53	21,60	0,16	52,43	51,64	53,03	52,37	0,70	
8	21,66	21,11	21,54	21,44	0,29	50,98	50,42	50,95	50,78	0,32	
9	22,99	23,15	22,57	22,90	0,30	56,85	56,15	56,41	56,47	0,35	
10	21,60	22,00	21,90	21,83	0,21	50,90	51,90	51,60	51,47	0,51	
11	21,50			21,50	0,00						
12	22,17	22,16	22,10	22,14	0,04	51,96	52,29	52,29	52,18	0,19	
13	22,1	22,2	21,7	22,00	0,26	54,3	52,8	53,8	53,63	0,76	
14	21,8	22,2	22,1	22,03	0,21	52,6	52,2	53,1	52,64	0,46	
15	22,37	21,81		22,09	0,40	51,08	51,08		51,08	0,00	
16	23	22	23	22,67	0,58	53	52	51	52,00	1,00	
17	22,25	22,50	22,33	22,36	0,13	53,47	52,21	53,28	52,99	0,68	
18	22,3			22,30		52,5			52,50		
19	22,0	21,2	21,8	21,67	0,42	51,6	51,1	51,4	51,37	0,25	
Medianverdi				22,03	0,24				52,08	0,48	
Middelverdi				22,05	0,28				52,24	0,62	
Standardavvik				0,40					1,28		
Antall				19	18				18	17	

Tabell 23. Glødetap, %

Lab. nr.	A				Std.avvi k	B				Std. avvik
	Res. 1	Res. 2	Res. 3	Middel		Res. 1	Res. 2	Res. 3	Middel	
1										
2	74,09	73,91	74,40	74,13	0,25	34,61	35,91	34,70	35,07	0,73
3										
4	73,3	74,4	74,2	73,97	0,59	38,3	38,6	38,6	38,50	0,17
5	73,39	73,50	73,60	73,50	0,11	36,32	35,84	36,02	36,06	0,24
6	74,246	74,617	73,978	74,28	0,32	35,739	35,156	35,748	35,55	0,34
7	74,70	74,49	73,56	74,25	0,61	36,59	36,33	35,59	36,17	0,52
8										
9	73,97	74,26	73,83	74,02	0,22	36,49	36,79	36,85	36,71	0,19
10	74,4	74,2	74,4	74,33	0,12	35,3	35,2	35,4	35,30	0,10
11	73,9			73,90	0,00	35,6			35,60	0,00
12	74,78	75,00	74,82	74,87	0,12	37,75	36,35	36,47	36,86	0,78
13										
14	73,3	72,7	73,5	73,17	0,42	35,3	35,0	35,0	35,10	0,17
15	72,81	72,67		72,74	0,10	35,25	34,87		35,06	0,27
16	94,2	94,2	94,3	94,23	0,06	66	67		(66,5)	0,71
17	73,8	73,8	73,9	73,83	0,06	35,9	36,1	36,2	36,07	0,15
18	72,6			72,60	0,00	34,5			34,50	0,00
19	74,0	73,0	74,0	73,67	0,58	35,7	35,9	36,0	35,87	0,15
Medianverdi				74,02	0,12				35,73	0,19
Middelverdi				75,17	0,24				35,89	0,30
Standardavvik				5,31					1,00	
Antall				15	15				14	15

Tabell 24. pH

Lab. nr.	A					B				
	Res. 1	Res. 2	Res. 3	Middel	Std.avvik	Res. 1	Res. 2	Res. 3	Middel	Std.avvik
1	6,03	6,03	6,04	6,03	0,01	11,02	11,02	11,04	11,03	0,01
2	5,95	5,96	5,96	5,96	0,01					
3										
4	6,17	6,18	6,40	6,25	0,13	10,96	10,97	10,89	10,94	0,04
5	6,36	6,38	6,36	6,37	0,01					
6	7,17	7,18	7,18	7,18	0,01					
7	6,51			6,51		11,11			11,11	
8	5,90	5,89	5,90	5,90	0,01	11,00	11,01	10,99	11,00	0,01
9	6,27	6,29	6,27	6,28	0,01					
10	6,12	6,11	6,13	6,12	0,01	11,24	11,28	11,29	11,27	0,03
11										
12						11,14	11,14	11,15	11,14	0,01
13										
14										
15						11,11	11,12	11,07	11,10	0,03
16	5,8	5,9	5,9	5,87	0,06	11,03	11,07	11,01	11,04	0,03
17										
18										
19						11,24	11,35	11,24	11,28	0,06
Medianverdi				6,19	0,01				11,10	0,03
Middelverdi				6,25	0,03				11,10	0,03
Standardavvik				0,39					0,12	
Antall				10	9				9	8

Tabell 25. Ammonium, %

Lab. nr.	A					Std.avvi k	B				
	Res. 1	Res. 2	Res. 3	Middel	Res. 1		Res. 2	Res. 3	Middel	Std.avvik	
1											
2	0,335	0,326	0,363	0,341	0,019						
3											
4	0,23	0,23	0,33	0,263	0,058	0,072	0,056		0,064	0,008	
5	0,332	0,326	0,332	0,330	0,003						
6											
7	0,439	0,443	0,446	0,443	0,004	0,073	0,072	0,067	0,071	0,003	
8	0,50	0,52	0,46	0,493	0,031	0,058	0,056	0,052	0,055	0,002	
9											
10	0,390	0,390	0,380	0,387	0,006	0,05	0,06	0,05	0,053	0,005	
11											
12						0,060	0,063	0,060	0,061	0,001	
13											
14											
15											
16	0,34	0,32	0,31	0,323	0,015	0,059	0,056	0,055	0,057	0,002	
17											
18											
19						0,230	0,230	0,230	(0,23)	0,000	
Medianverdi				0,341	0,015				0,059	0,002	
Middelverdi				0,369	0,019				0,060	0,003	
Standardavvik				0,078					0,006		
Antall				7	7				6	7	

NIVA: Norges ledende kompetansesenter på vannmiljø

NIVA gir offentlig vannforvaltning, næringsliv og allmennheten grunnlag for god vannforvaltning gjennom oppdragsbasert forsknings-, utrednings- og utviklingsarbeid. NIVA kjennetegnes ved stor faglig bredde og godt kontaktnett til fagmiljøer i inn- og utland. Faglig tyngde, tverrfaglig arbeidsform og en helhetlig tilnæringsmåte er vårt grunnlag for å være en god rådgiver for forvaltning og samfunnsliv.



Norsk institutt for vannforskning

Gaustadalléen 21 • 0349 Oslo
Telefon: 02348 • Faks: 22 18 52 00
www.niva.no • post@niva.no



NIVA er akkreditert (EN-ISO 17025 og ILAC 613)
for gjennomføring av sammenlignende
laboratorieprøvnings, slp.