



O-92017

Ringtest nr. 2 for
kommunalt avløpslam
1993



NIVA - RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Prosjektnr.: O-92017	Undernr.:
Løpenr.: 2940	Begr. distrib.:

Hovedkontor Postboks 69, Korsvoll 0808 Oslo 8 Telefon (47) 22 18 51 00 Telefax (47) 22 18 52 00	Sørlandsavdelingen Televeien 1 4890 Grimstad Telefon (47) 37 04 30 33 Telefax (47) 37 04 45 13	Østlandsavdelingen Rute 866 2312 Ottestad Telefon (47) 62 57 64 00 Telefax (47) 62 57 66 53	Vestlandsavdelingen Thormøhlensgt 55 5008 Bergen Telefon (47) 55 32 56 40 Telefax (47) 55 32 88 33	Akvaplan-NIVA A/S Søndre Tollbugate 3 9000 Tromsø Telefon (47) 77 68 52 80 Telefax (47) 77 68 05 09
--	---	--	---	--

Rapportens tittel: Ringtest for kommunalt avløpsslam 1993	Dato: September	Trykket: NIVA 1993
	Faggruppe: ANA	
Forfatter(e): Håvard Hovind	Geografisk område:	
	Antall sider: 34	Opplag: 100

Oppdragsgiver: NIVA	Oppdragsg. ref.:
------------------------	------------------

Ekstrakt: Våren 1993 ble det gjennomført en ringtest for laboratorier som ønsker å utføre kontrollanalyser av slam fra kommunale avløpsanlegg. Både tungmetaller og nyttestoffer ble bestemt i slam fra renseanlegg i Holter og Fredrikstad, og metaller i et dansk referansemateriale. Resultatene for kopper og sink var tilfredsstillende, mens mange resultater ble bedømt som uakseptable for de øvrige tungmetallene. Bare 10 av de 32 deltagende laboratorier oppnådde mer enn 80 % akseptable resultater, dvs resultater innenfor medianverdien av laboratorienes resultater ± 20 %. Hele 9 laboratorier hadde 50 % eller færre akseptable resultater. Det er ikke registrert noen generell forbedring i resultatene fra forrige ringtest, og det er stort sett de samme laboratorier som også denne gang har en stor andel uakseptable resultater. Laboratorier med avvikende resultater må snarest igangsette tiltak for å forbedre kvaliteten på bestemmelsene av tungmetaller i kommunalt avløpsslam, før de kan utføre rutinemessige kontrollanalyser av slike prøver. Analysekvaliteten bør kontrolleres årlig gjennom et ringtestprogram for slam.

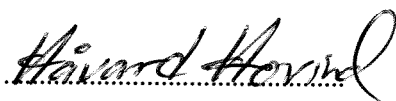
4 emneord, norske

1. Kommunalt slam
2. Tungmetaller
3. Ringtest
4. Kvalitetssikring

4 emneord, engelske

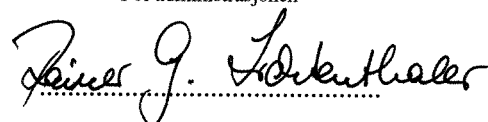
1. Municipal sludge
2. Heavy metals
3. Intercalibration
4. Quality assurance

Prosjektleder



Håvard Hovind

For administrasjonen



Rainer G. Lichtenthaler

ISBN82-577-2359-2

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING
Oslo

O - 92017

RINGTEST FOR KOMMUNALT AVLØPSSLAM

1993

SEPTEMBER 1993

Saksbehandler: Håvard Hovind

For administrasjonen: Rainer Lichtenthaler

INNHold

	Side
1. Sammen drag og konklusjon	3
2. Bakgrunn	4
3. Gjennomføring	4
3.1 Deltakere	4
3.2 Slamprøver	4
3.3 Analysevariable og metoder	4
3.4 Prøveutsendelse og resultatrapportering	5
3.5 Behandling av analysedata	5
4. Resultater	5
4.1 Kvikksølv	7
4.2 Kadmium	7
4.3 Bly	7
4.4 Krom	8
4.5 Kopper	8
4.6 Nikkel	8
4.7 Sink	9
4.8 Kalsium	9
4.9 Kalium	9
4.10 Totalfosfor	9
4.11 Kjeldah-nitrogen	9
4.12 Totalnitrogen	12
4.13 Totalt tørrstoffinnhold	12
4.14 Glødetap	12
4.15 Totalt organisk karbon	12
4.16 pH i vannekstrakt	12
5. Vurdering av resultatene	12
6. Henvisninger	16
TILLEGG	
1. Forslag til analysedeklarasjon for slam	17
2. Alfabetisk oversikt over deltakerne ved ringtesten	18
3. Sertifikat for Referansemateriale fra VKI	19
4. Analyseresultatene fra de enkelte deltakere	20

1. SAMMENDRAG OG KONKLUSJON

Arbeidet med å regulere bruken av slam fra kommunale renseanlegg har ført til et forslag 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 som man ønsker en analysedeklarasjon som gir informasjon om nyttestoffene i slammet.

Våren 1992 ble det etter ønske fra Statens forurensningstilsyn (SFT) organisert en ringtest for laboratorier som kunne tenkes å utføre slike kontrollanalyser av slam i fremtiden. Resultatene fra ringtesten var lite oppløftende, spesielt for den to viktigste tungmetallene kvikksølv og kadmium. SFT ønsket derfor at en ny ringtest skulle gjennomføres i 1993 for å se om laboratoriene i løpet av siste året hadde forbedret sine rutiner for analyse av avløpsslam.

Årets ringtest ble gjennomført i løpet av april-mai 1993, og det ble benyttet tre slamprøver: et referansmateriale med normerte verdier for innholdet av metaller, samt to tørkede og homogeniserte prøver fra norske renseanlegg. De to siste var hentet fra henholdsvis Holter renseanlegg i Akershus (sekundærfellingsanlegg), og Fredrikstad renseanlegg i Østfold (primærfellingsanlegg). Følgende analysevariable ble bestemt i alle tre prøver: kvikksølv, kadmium, bly, krom, kobber, nikkel sink, kalsium og kalium. I de to norske slamprøvene skulle også bestemmes totalfosfor, kjeldahl-nitrogen eller totalnitrogen, totalt tørrstoffinnhold, glødetap eller totalt organisk karbon. Noen laboratorier bestemte også pH i et vannuttrekk av det tørkede slammet.

Ved vurderingen av analyseresultatene ble medianverdien av de innsendte resultater brukt som "sann verdi". Laboratoriernes middelvei for hver enkelt prøve ble benyttet ved vurderingene, og de som lå innenfor medianverdien $\pm 20\%$, ble karakterisert som akseptable. Andelen av akseptable resultater varierte svært mye både mellom analysevariable og prøver, f.eks. var henholdsvis 88, 23 og 47 % av resultatene for bly akseptable i prøve A, B og C. Det var gjennomgående best resultater for kobber (henholdsvis 94, 94 og 84 % akseptable resultater i prøve A, B og C) og sink (97, 97 og 87 % akseptable resultater). Resultatene var langt fra tilfredsstillende for de øvrige tungmetallene hvor konsentrasjonen i prøvene var vesentlig lavere. Ved rutinemessig kontroll av slam er ikke dette akseptabelt.

10 av de 32 deltagende laboratorier hadde mer enn 80 % akseptable resultater for tungmetallene. 13 laboratorier hadde 60 - 80 % akseptable resultater, mens hele 9 hadde 50 % eller færre! Flest avvikende resultater finner man stort sett ved de samme laboratorier som ved fjorårets ringtest, hvor det åpenbart er gjort altfor liten innsats for å finne årsaken til avvikene! Systematisk arbeid med metodene må til for å forbedre kvaliteten ved analysene. Når dette er gjennomført, kan laboratoriet dokumentere analysekvaliteten ved å fremlegge resultater fra kontrollanalyser av Standard Referanse-materialer. Det kan også være aktuelt å gjennomføre nye ringtester med jevne mellomrom.

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

2. BAKGRUNN

Arbeidet med å regulere bruken av slam fra kommunale renseanlegg har pågått i lang tid, og det er nå 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 angitte grenseverdier. Dessuten ønsker man en "vare-deklarasjon" som gir informasjon om nyttestoffene i slammet. Et forslag til en slik analyserapport er gjengitt i Tillegg 1.

Etter ønske fra Statens Forurensningstilsyn ble det organisert en ringtest for alle laboratorier som kunne tenkes å utføre kontrollanalyser av kommunalt slam. Ringtesten ble gjennomført april-mai 1993.

3. GJENNOMFØRING

3.1 DELTAKERE

Det ble sendt ut en invitasjon til å delta i ringtesten til alle fylkeslaboratorier samt andre private og offentlige laboratorier som kunne tenkes å være interesserte i å utføre slike analyser. Ialt ble 37 laboratorier invitert til å delta i ringtesten, og 33 svarte positivt til dette. Senere trakk ett av laboratoriene seg fra deltakelse, mens ett kom i tillegg. En alfabetisk oversikt over hvilke laboratorier som deltok i ringtesten er gjengitt i Tillegg 2.

3.2 SLAMPRØVER

Det ble sendt ut tre tørkede og homogeniserte slamprøver. Prøve A var et Referansemateriale fra Vandkvalitetsinstituttet i Danmark, der de normerte verdier for tungmetallene var bestemt gjennom en ringtest. En kopi av sertifikatet for dette materialet er gjengitt i Tillegg 3. Dette materialet er et kommunalt avløpsslam med noe høyere konsentrasjoner for enkelte av tungmetallene enn hva som er normalt for norske slamtyper. De to andre slamprøvene ble hentet henholdsvis fra Holter renseanlegg i Akershus (sekundærfellingsanlegg) - prøve B - og Fredrikstad renseanlegg i Østfold (primærfellingsanlegg) - prøve C. De to siste prøvetypene ble tørket ved 105 °C og homogenisert ved knusing i mølle.

3.3 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. Den normerte prøven (prøve A) skulle primært analyseres med hensyn på tungmetallene, siden det bare var mulig å skaffe svært

begrensede mengder av denne prøven. De øvrige prøvene skulle gjennomgå hele analyseprogrammet.

Deltakerne ble bedt om å bestemme følgende analysevariable i alle prøvene: kvikksølv, kadmium, bly, kobber, krom, nikkel og sink. I tillegg skulle følgende analysevariable bestemmes i de norske slamprøvene: kalsium, kalium, totalfosfor, kjeldahlnitrogen eller totalnitrogen, totalt tørrstoffinnhold, organisk stoff eller glødetap. I resultatskjemaet var det også ført opp bestemmelse av pH i et vannuttrekk av slammet, men etter henvendelse fra mange av deltakerne ble det bestemt at de som ønsket det kunne utelate denne variabelen da den først og fremst er tenkt brukt til vått slam. Alle resultater skulle angis i mikrogram pr gram tørrstoff, eller i prosent av tørrstoffet.

3.4 PRØVEUTSENDELSE OG RESULTATRAPPORTERING

Det tørkede slammet ble delt opp i delprøver og overført til 8-dramsglass. Det ble sendt ut noe i overkant av 1 gram av prøve A, mens det ble sendt ut ca 10 g av de to andre prøvene. Prøvene ble sendt til deltakerne onsdag 14. april 1993, og ankom til laboratoriene i løpet av den etterfølgende uken. Flere av deltakerne bemerket ved innsendelse av resultatene at de ønsket tilsendt en større mengde av prøvene for å kunne gjennomføre analyseprogrammet på en tilfredsstillende måte.

3.5 BEHANDLING AV ANALYSEDATA

For alle laboratoriene ble det beregnet middelerdi og standard avvik av de innsendte resultatene for hver enkelt analysevariabel og prøve. Ved bare to parallelle bestemmelser er kun middelerdien beregnet. For hver enkelt analysevariabel og prøve er medianverdien av alle laboratorienes middelerdier bestemt, dessuten ble middelerdien og standardavviket beregnet. Laboratorier med middelerdier som avviker meget sterkt fra medianverdien, ble utelatt ved de statistiske beregningene. Ved vurdering av om enkeltresultater skulle forkastes før de statistiske beregninger, ble Dixons test (2) benyttet. Forkastede resultater er gjengitt i parentes i tabellene i Tillegg 4.

4. RESULTATER

Laboratorienes enkeltresultater er gjengitt i tabellene 6 - 20 i Tillegg 4, hvor også den beregnede middelerdien og standardavviket for hver analysevariabel ved hvert enkelt laboratorium er gjengitt. Medianverdien for laboratorienes middelerdier er også gitt i disse tabellene, samt den sanne verdi for prøve A, i tillegg til middelerdien og standardavviket mellom laboratorienes middelerdier. Resultater som avviker meget sterkt fra medianverdien, og derfor ble forkastet ved Dixons test for avvikende resultater (2), er utelatt ved beregningene og er gjengitt i parentes i tabellene 6 - 20.

Tabell 1. Oversikt over sanne verdier, medianverdier og middelverdier for slamprøvene. Sanne verdier er de normerte verdier gitt for prøve A (se tillegg 1). m = medianverdi, x = middelverdi, s = standard avvik, n = antall resultater benyttet ved de statistiske beregninger.

Metall, enhet	Prøve A					Prøve B					Prøve C				
	Sann verdi	m	x	s	n	m	x	s	n	m	x	s	n		
Hg, µg/g	3.64 ± 0.22	3.63	4.06	1.18	18	0.79	0.86	0.24	16	1.23	1.20	0.39	17		
Cd, µg/g	3.67 ± 0.27	3.99	4.50	1.18	28	1.37	1.80	0.95	27	6.63	6.64	1.45	28		
Pb, µg/g	169 ± 4.7	164.0	169.7	18.2	31	27.3	26.3	9.5	27	59.4	59.6	14.7	28		
Cr, µg/g	28.6 ± 0.95	29.7	32.2	8.3	28	50.0	47.1	12.7	27	46.7	47.9	13.8	28		
Cu, µg/g	637 ± 12.0	630.7	628	46.5	30	323.0	319	62.9	31	112.5	106.3	23.7	30		
Ni, µg/g	17.2 ± 1.2	21.0	21.4	7.3	25	10.7	12.2	4.9	26	32.7	35.8	11.8	29		
Zn, µg/g	1093 ± 13	1103	1119	114	31	309	314	26.9	30	450	458	46.7	30		
Ca, %		4.36	4.26	0.76	27	0.70	0.68	0.13	24	0.83	0.80	0.16	24		
K, %		0.16	0.17	0.03	24	0.14	0.14	0.02	25	0.34	0.34	0.07	24		
TOT-P, %		2.07	2.07	0.16	6	1.42	1.50	0.10	21	1.38	1.37	0.15	22		
KJE-N, %		4.09	3.53	1.32	4	2.83	2.82	0.12	19	1.75	1.74	0.12	19		
TOT-N, %						2.83			1	1.78			1		
TOC, %		35.6	35.6		2	33.7	31.7	6.3	3	16.7	15.6	3.9	3		
TTS, %		93.9	94.0	0.95	16	98.1	97.9	1.5	30	99.5	99.3	1.1	30		
TGT, %		65.1	65.7	3.2	9	69.8	69.9	1.7	26	37.6	37.5	0.8	27		
pH						6.38	6.38	0.13	12	6.45	6.44	0.17	12		

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 disse vurderingene. I tabellene 2 og 3 er gitt en vurdering av middelervidien fra de enkelte laboratorier. Akseptable resultater er merket med stjerne (*), mens resultater som er systematisk for høye er markert med pluss (+) og de som er systematisk for lave med minus (-). Resultater som er utelatt ved de statistiske beregninger er satt i parentes. Tegnet < er benyttet for laboratorier som har rapportert resultater som "mindre enn" en eller annen grenseverdi.

4.1 KVIKKSØLV

Laboratorienes enkeltresultater er gjengitt i tabell 6. Vel halvparten av laboratoriene sendte inn resultater for kvikksølv i hver av prøvene A, B og C. Omtrent halvparten av disse igjen rapporterte resultater som ble definert som akseptable, dvs de ligger innenfor medianverdien $\pm 20\%$. For prøve A er middelervidien høyere enn sann verdi, og dette er typisk når systematiske feil fører til at flere laboratorier får altfor høye resultater. Feilaktig blindprøvekorreksjon kan føre til at resultatene blir gjennomgående systematisk høye eller systematisk lave. Interferenseffekter og mulig kontaminering kan også være årsak til avvikende resultater.

For de to andre prøvene var middelervidien og medianverdien sammenlignbare, men konsentrasjonen av kvikksølv i disse prøvene var langt lavere enn i prøve A. Det er gjennomgående bra presisjon ved bestemmelsen ved de enkelte laboratorier, men de systematiske feil er dominerende.

4.2 KADMIUM

Laboratorienes enkeltresultater er gjengitt i tabell 7. Alle deltakerne - med unntak av to laboratorier - sendte inn resultater for kadmium. Men som det fremgår av Tabellene 2 og 3 er bare omtrent halvparten av middelervidiene definert som akseptable for prøvene A og B, mens 75 % er akseptable i prøve C hvor konsentrasjonen er langt høyere, og faktisk overskrider den maksimumsverdi SFT har satt for slam som skal brukes på jordbruksarealer. Presisjonen innen laboratoriene er nokså variabel, og systematiske feil fører til mange avvikende resultater slik at presisjonen mellom laboratoriene også blir dårlig.

Syv laboratoriers middelerverdier er for høye for alle tre prøvene. Selv om det blant disse laboratoriene ble benyttet både atomabsorpsjon i flamme, flammeløs atomabsorpsjon, og ICP ved selve bestemmelsen, må disse laboratoriene vurdere om mulige interferenser ved bestemmelsen kan være årsak til avvikene. Det er klart at ved lave konsentrasjoner må man kunne benytte en metode som er tilstrekkelig følsom.

4.3 BLY

Laboratorienes enkeltresultater er gjengitt i tabell 8. Samtlige deltakere unntatt ett laboratorium sendte inn resultater for bly, og alle unntatt fire rapporterte verdier innenfor sann

verdi $\pm 20\%$ for prøve A hvor konsentrasjonen av bly er høyest. For prøve B var bare 23 % av middelverdiene akseptable, og dette har åpenbart sammenheng med at konsentrasjonen i denne slamprøven var langt lavere enn i referansematerialet.

Omtrent halvparten av de avvikende resultater var systematisk for lave, mens de øvrige var systematisk for høye. Presisjonen ved de enkelte laboratorier var svært variabel ved bestemmelse av dette metallet, med et relativt standard avvik som varierte fra $< 1\%$ til langt over 10 %. Høye konsentrasjoner av jern og fosfat vil kunne interferere ved denne bestemmelsen, spesielt i prøve C er det høy konsentrasjonen av jern. I prøve B er det høye konsentrasjoner av aluminium, som også kan føre til interferenser og dermed for lave resultater.

4.4 KROM

Laboratoriens enkeltresultater er gjengitt i tabell 9. Alle unntatt 3 laboratorier sendte inn resultater for krom i slamprøvene. I gjennomsnitt ble omtrent 60 % av middelverdiene bedømt som akseptable. Kromkonsentrasjonene i disse prøvene er relativt lave i forhold til slam i mange andre land. Presisjonen innen hvert enkelt laboratorium var noe varierende, men var langt bedre enn standardavviket mellom laboratoriene. Det var både systematisk for høye og for lave verdier blant de avvikende resultatene. Interferenser under bestemmelsen kan være en mulig årsak til endel avvikende resultater.

4.5 KOPPER

Laboratoriens enkeltresultater er gjengitt i tabell 10. Alle laboratoriene sendte inn resultater for kopper i slamprøvene, med gjennomgående bra resultater for alle tre prøvene. Bare to middelverdier lå utenfor den generelle grensen på $\pm 20\%$ for prøve A og B, mens 84 % av middelverdiene var akseptable for prøve C der konsentrasjonen av kopper var noe høyere enn en tiendedel av maksimumsgrensen for slam til bruk på jordbruksarealer. Resultatene for kopper kan derfor anses for å være tilfredsstillende.

4.5 NIKKEL

Laboratoriens enkeltresultater er gjengitt i tabell 11. 30 av de 33 deltakerne sendte inn resultater for nikkel. Knapt halvparten av resultatene ble bedømt som akseptable. Konsentrasjonen av nikkel var omtrent en femtedel av maksimumsverdien for bruk av slam på jordbruksarealer. Ved bestemmelsen kan interferenseffekter gjøre seg gjeldende, det er således mulig at høykonsentrasjon av aluminium i prøve B og høy jernkonsentrasjon i prøve C kan føre til forstyrrelse av atomabsorpsjonssignalet. Det er både systematisk for høye og for lave resultater blant de avvikende middelverdier.

4.7 ZINK

Laboratoriens enkeltresultater er gjengitt i tabell 12. Alle deltakerne med unntak av to sendte inn resultater for sink, og det var meget høy andel akseptable resultater for alle prøvene, slik at resultatene for dette metallet kan anses for å være tilfredsstillende.

4.8 KALSIMUM

Laboratoriens enkeltresultater er gjengitt i tabell 13. For kalsium ble det mottatt resultater fra noe mer enn tre fjerdedeler av deltakerne. For dette metallet var andelen akseptable resultater omkring 70 %. Avvikende middelverdier var i de fleste tilfeller 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, også ved fortykning før selve sluttbestemmelse av kalsium, ettersom slammet inneholder relativt mye fosfat. For prøve A er det god overensstemmelse mellom laboratoriens resultater og den sanne verdi. Forøvrig er det jevnt god presisjon innen og mellom laboratoriene. Tre laboratorier ser ut til å ha sendt inn resultater påvirket av regnefeil, ettersom de avviker svært mye fra de andre resultatene.

4.9 KALIUM

Laboratoriens enkeltresultater er gjengitt i tabell 14. Det ble mottatt resultater for kalium fra tre fjerdedeler av laboratoriene. For denne analysevariabelen var det bare to sterkt avvikende middelverdier, ellers er resultatene for kalium gjennomgående akseptable. Blant de avvikende verdier var de fleste systematisk for høye. Samtidig må det påpekes at de som benyttet ICP også fikk resultater sammenlignbare med medianverdiene.

4.10 TOTALFOSFOR

Laboratoriens enkeltresultater er gjengitt i tabell 15. Bare 6 laboratorier rapporterte resultater for totalfosfor i prøve A, mens vel tyve sendte inn resultater for prøve B og C. For de to sistnevnte ble vel 80 % av middelverdiene bedømt som akseptable. Ett laboratorium rapporterte altfor høye resultater og må kontrollere om det er gjort en regnefeil ved beregningen. De øvrige avvikende verdiene var alle systematisk for lave. Hvis løsningen under oppslutningstrinnet kokes inn til tørrhet, eller tilnærmet tørrhet, kan man risikere å få altfor lave resultater for totalfosfor.

4.11 KJELDAHL-NITROGEN

Laboratoriens enkeltresultater er gjengitt i tabell 16a. For Kjeldahl-nitrogen ble det mottatt 4 resultatsett for prøve A, og 19 for prøve B og C. For de to norske slamprøvene lå bare to av middelverdiene utenfor den generelle grensen på ± 20 %. Det er gjennomgående tilfredsstillende presisjon ved bestemmelsen.

TABELL 2. VURDERING AV MIDDELVERDIENE FRA DE ENKELTE LABORATORIER - TUNGMETALLER. Tegnene har følgende betydning: * resultatet ligger innenfor medianverdien ± 20 %, + resultatet er systematisk for høyt, - resultatet er systematisk for lavt. < angir at resultatene ble oppgitt som "mindre enn deteksjonsgrensen". Tegn i parentes representerer verdier som ikke er tatt med ved de statistiske beregninger. % OK angir hvor mange prosent av de innsendte resultater for en analysevariabel som er akseptable. Laboratorium nr. 8 og 24 har for noen variable oppgitt resultater bestemt ved to metoder.

NR.	HG			Cd			Pb			Cr			Cu			Ni			Zn				
1	+	+	*	*	*	*	*	-	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
2	*	*	*	*	-	*	*	-	*	+	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	*	+	+	*	*	*	+	
3	*	*	-	*	*	*	*	-	-	*	*	*	*	*	*	-	*	*	*	*	*	*	
4	*	*	*	*	*	*	*	+	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
5	*	(+)	+	*	*	*	*	-	-	*	-	-	*	*	*	-	*	-	*	*	*	*	
6							*	*	*	*	*	*	*	*	*	-	*	*	*	*	*	*	
7	+	+	*	+	+	+	*	-	*	*	*	*	*	*	*	*	*	-	*	*	*	*	
8	+/+	+/+	*/*	*/*	-/*	*/*	*	-	+	-	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
9				+	*	*	*	+	*	+	*	+	*	*	*	-	*	-	*	*	*	*	
10				*	*	*	*	+	+				*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
11	+	*	*	(+)	*	*	+	-	-	*	-	-	(+)	*	*	(+)	-	-	*	*	*	*	
12	*	*	*	*	*	*	*	-	-	*	*	*	*	*	*	*	+	+	*	*	*	*	
13				(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	+	+	+	*	*	*	+	-	*	*	*	*	*	
14							*	-	-	*	*	*	*	(-)	(-)	+	+	+	*	*	*	*	
15				*	*	*	*	-	-	*	*	*	*	*	*	-	*	-	*	*	*	*	
16				(+)	(+)	(+)	+	(+)	(+)	+	(+)	+	*	*	+	(+)	(+)	+	*	*	*	*	
17				*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
18				+	+	*	*	-	(+)	*	*	+	*	*	*	+	-	+	*	*	*	+	
19				*	+	*	*	*	*	-	-	*	*	*	*	*	-	+	*	*	*	*	
20				+	<	*	*	+	+	*	-	-	*	*	*	<	<	<	*	*	*	*	
21				*	*	*	*	-	*	+	*	*	*	*	*	-	*	*	*	*	*	*	
22	*	*	-	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	<	<	-	*	*	*	*	
23	+	(+)	+	*	+	*	*	*	-	*	*	+	*	*	*	*	*	-	*	*	*	+	
24	*	-	-	*/+	/+	*/+	*/*	/+	-/+	*	*	*	*	*	<	*	+	*	*	*	*	*	
25				+	+	+	*	+	+	+	*	*	*	*	*	+	+	+	*	*	*	*	
26					(+)	(+)	+	(+)	(+)		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
27	-	-	-	+	+	(+)	*	<	*	*	*	*	*	*	-	-	*	*	*	*	*	*	
28	*	*	(+)	*	*	*	*	-	*	*	+	+	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
29				+	+	*	*	+	*	-	-	-	*	*	*	*	+	+	*	*	*	*	
30	+	+	*	*	-	*	*	*	*	*	-	-	*	*	*	+	+	+	*	*	*	*	
31	*	-	-	+	+	+	*	+	-	+	-	+	*	*	*	+	+	*	*	(+)	(+)	(+)	
32	*	*	-	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
33																							
% OK	56	44	50	61	50	75	88	23	47	64	62	55	94	94	84	44	52	41	97	97	87		

TABELL 3. VURDERING AV MIDDELVERDIENE FRA DE ENKELTE LABORATORIER - NYTTESTOFFER. Tegnene har følgende betydning: * resultatet ligger innenfor medianverdien $\pm 20\%$, + resultatet er systematisk for høyt, - resultatet er systematisk for lavt. < angir at resultatene ble oppgitt som "mindre enn deteksjonsgrensen". Tegn i parentes representerer verdier som ikke er tatt med ved de statistiske beregninger. % OK angir hvor mange prosent av de innsendte resultater for en analysevariabel som er akseptable.

Nr.	CA			K			P			KJEN			
1	*	*	*	*	*	*		(-)	(-)		*	*	
2													
3	*	*	*	*	*	*		*	*		*	*	
4	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
5	*	(-)	(-)	*	*	*		(-)	*		*	*	
6	-	*	*	*	+	+		*	*		*	*	
7	*	*	*	*	*	*		*	*		*	*	
8	*	*	*	+	*	+		*	*		*	*	
9	*	*	*	*	*	*		*	*		*	*	
10													
11	+	*	*	(+)	*	-		*	*		*	*	
12	*	*	*	*	*	*							
13	*	*	*	-	*	*	*	(-)	(-)		(-)	(+)	
14	+	(-)	(-)	+	+	*		(+)	(+)				
15	*	-	*	*	*	*		*	*				
16	-	-	-	*	*	+		*	+				
17													
18													
19	*	*	*	*	*	*		*	*	*	*	*	
20	*	*	*	*	*	(+)		*	*		*	*	
21	*	+	+	*	*	*		*	-		*	*	
22	-	-	-	*	*	*		*	*		*	*	
23	*	(-)	(-)										
24	*	*	*	+	*	+					*	*	
25	*	-	-	*	*	-		*	*		*	*	
26	*	*	*	*	*	*	*	*	*				
27	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
28	*	*	*					*	*				
29													
30	+	*	+	*	*	+		*	*		*	*	
31	-	*	*	*	*	*	*	*	*		-	(-)	(+)
32	*	*	*	*	*	*	*	*	*		*	*	
33								*	*		*	*	
% OK	74	70	70	80	92	68	100	84	80	75	90	90	

4.12 TOTALNITROGEN

Bare ett laboratorium bestemte totalnitrogen ved en instrumentell forbrenningsmetode. Laboratoriets enkeltresultater er gjengitt i tabell 16b. Resultatene er sammenlignbare med medianverdiene for Kjeldahl-nitrogen i prøve B og C.

4.13 TOTALT TØRRSTOFFINNHold

Laboratoriens enkeltresultater er gjengitt i tabell 18. For prøve A ble det mottatt resultater for totalt tørrstoffinnhold fra ialt 16 laboratorier, 30 av deltakerne bestemte denne analysevariabelen i prøve B og C. Alle resultatene er akseptable, og presisjonen er gjennomgående bra ved denne bestemmelsen, selv om enkelte laboratorier har noe stor spredning mellom sine enkeltresultater.

4.14 GLØDETAP

Laboratoriens enkeltresultater er gjengitt i tabell 19. Ni laboratorier bestemte glødetapet i prøve A, mens henholdsvis 26 og 27 sendte inn resultater for prøve B og C. Alle middelverdiene ble bedømt som akseptable.

4.15 TOTALT ORGANISK KARBON

Laboratoriens enkeltresultater er gjengitt i tabell 17. Bare tre laboratorier bestemte totalt organisk karbon ved forbrenningsmetode, og med litt forskjellige resultater.

4.16 pH I VANNEKSTRAKT

Ettersom prøvene besto av tørket slam, var det egentlig ikke hensikten at pH skulle bestemmes i et vannuttrekk av disse, men da pH sto på resultatskjemaet hadde flere av deltakerne allikevel bestemt denne analysevariabelen. Laboratoriens enkeltresultater er gjengitt i tabell 20, for de 12 av deltakerne som bestemte pH i et vannekstrakt av prøve B og C. Avviket mellom høyeste og laveste pH-verdi var omtrent 0.5 pH-enheter for begge prøvene.

5. 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 ringtesten har vi valgt å bruke de generelle krav til den totale feil som anvendes internasjonalt: $\pm 20\%$ av medianverdien av de innsendte resultater. Av Tabellene 2 og 3 fremgår hvilke laboratoriers middelverdier som er akseptable i henhold til dette kriterium, disse er merket med stjerne (*). Resultater som er systematisk for høye er markert med pluss (+), og de som er systematisk for lave er markert

med minus (-). Tegn som er plassert i parentes representerer verdier som er forkastet ved Dixons test for avvikende resultater, og avviker så mye fra medianverdien at de er utelatt ved de statistiske beregninger.

For enkelte elementer er andel akseptable resultater noe forskjellig for de tre prøvene, og dette har en klar sammenheng med konsentrasjonsnivået i prøvene. Spesielt fremtredende er dette fenomenet for bly, hvor andel akseptable resultater varierer fra 88 % i prøve A, via 23 % i prøve B til 47 % i prøve C. Det er åpenbart at lavere konsentrasjoner fører til at en større andel av resultatene ligger utenfor den generelle akseptansegrensen på ± 20 %. I de tilfeller hvor kravverdien ligger langt høyere enn de målte verdiene, f.eks. slik som for nikkel og krom (se tabell 4), må det vurderes om man skal kunne benytte videre grenser, spesielt når konsentrasjonen for det aktuelle metall blir meget lav. Det kan således være aktuelt å vurdere om man skal innføre akseptansegrenser basert på absolutte verdier istedenfor på prosentvis definerte grenser ved konsentrasjoner under et visst nivå.

I tabell 4 er gitt en oversikt over myndighetenes krav til tillatte maksimalkonsentrasjoner av de enkelte tungmetaller. Til sammenligning er de konsentrasjoner som ble bestemt i de tre slamprøvene (medianverdien av laboratorienes resultater) også gjengitt. Med unntak av kadmium i prøve C ligger alle resultatene under maksimumsverdiene.

Tabell 4. Oversikt over tillatte maksimalkonsentrasjoner ($\mu\text{g/g}$) i kommunalt slam for bruk som jordforbedringsmiddel. Medianverdiene for prøvene A, B og C er også gjengitt.

Metall	Tillatt maksimalinnhold		Medianverdiene		
	Jordbruks-areal	Grøntareal	Prøve A	Prøve B	Prøve C
Hg	5	7	3.6	0.8	1.2
Cd	4	10	4.0	1.4	6.6
Pb	100	300	169	27	59
Cr	125	200	29	50	47
Cu	1000	1500	637	323	113
Ni	80	100	17	11	33
Zn	1500	3000	1093	309	450

Hvis man krever at det skal benyttes en analysemetode hvor deteksjonsgrensen skal være maksimum 1/10 av grenseverdien ("tillatt maksimalinnhold" i tabell 4), må man benytte metoder der deteksjonsgrensen - angitt i $\mu\text{g/l}$ - er lik tallverdiene i kolonnen merket "jordbruksareal". Dette gjelder for de tilfeller der man oppslutter 1 gram tørket prøve, og fortynner løsningen til 1 liter før selve sluttbestemmelsen.

Det er ingen metode som skiller seg spesielt ut fra de andre når det gjelder andelen akseptable resultater blant de deltagende 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 resultatenes kvalitet.

For bestemmelse av kvikksølv var kalddamp atomabsorpsjon nesten enerådende teknikk, men ett laboratorium benyttet fluorescensdetektor ved bestemmelsen. Seks laboratorier benyttet ICP til selve sluttbestemmelsen av de øvrige metallene. Resten av laboratoriene brukte fortrinnsvis atomabsorpsjon i flamme, selv om enkelte brukte grafittovn ved bestemmelse av kadmium og noen få ved bestemmelse av bly, krom og nikkel. For kadmium ser det ut til at man har oppnådd best resultater med grafittovn, mens det ikke er noen signifikant forskjell mellom resultatene fremskaffet ved ulike metoder for de andre metallene.

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 ringtesten. Disse to metallene er dessuten tilstede i meget høye konsentrasjoner sett i forhold til de anvendte metodenes deteksjonsgrenser. For andre elementer må det også tas med i betraktning at prøvene B og C har ganske forskjellig matrise. Således inneholder prøve B store mengder aluminiumforbindelser, mens prøve C kommer fra et jernfellingsanlegg.

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 oppnår således en høy andel akseptable resultater selv om mange viktige analysevariable ikke er tatt med. Det ideelle er et høyt prosenttall i begge tilfeller.

En oversikt over antall akseptable resultater, antall innsendte resultater, samt prosentvis andel akseptable resultater for begge beregningsmåter er gjengitt i tabell 5. Av denne fremgår det at bare 10 av 32 laboratorier har mer enn 80 % akseptable middelverdier av sine innsendte analyseresultater for tungmetallene. 13 laboratorier har mellom 60 og 80 % akseptable resultater, mens hele 9 laboratorier har omtrent halvparten eller færre akseptable resultater. Dette er langt fra tilfredsstillende.

Ved denne slamringtesten har 6 laboratorier langt lavere andel akseptable resultater enn ved fjorårets ringtest. Dette kan muligens ha sammenheng med at det denne gang ble benyttet prøver med gjennomgående lavere konsentrasjoner av metallene. Bortsett fra ett laboratorium som har en markert forbedring av resultatene denne gang, er laboratorienes prestasjoner ganske sammenlignbare ved de to slamringtestene. Dette indikerer at det sannsynligvis er gjort svært lite for å finne årsaken til avvikene forrige gang, og dermed forbedre analysene. Sett i lys av en mulig fremtidig akkreditering av analysemetodene, er dette lite gunstig da det stilles krav til dokumentasjon av hvilke tiltak som er gjennomført for å få en metode til å fungere tilfredsstillende, hvis det ved en ringtest er påvist avvikende resultater.

TABELL 5. VURDERING AV DE ENKELTE LABORATORIERS RESULTATER FOR METALLENE VED SLAMRINGTEST 9302. 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	17	21	81	81
2	10	21	48	48
3	17	21	81	81
4	20	21	95	95
5	13	21	62	62
6	14	15	93	67
7	14	21	67	67
8	19	27	70	70
9	12	18	67	57
10	13	15	87	62
11	10	21	48	48
12	17	21	81	81
13	7	18	39	33
14	4	9	44	19
15	14	18	78	67
16	5	18	28	24
17	12	12	100	57
18	9	18	50	43
19	12	18	67	57
20	9	14	64	43
21	15	18	83	71
22	17	21	81	81
23	13	21	62	62
24	15	24	63	63
25	7	18	39	33
26	9	14	64	43
27	12	20	60	57
28	14	18	78	67
29	7	15	47	33
30	13	21	62	62
31	7	21	33	33
32	20	21	95	95
Middel	12.3	18.8	66.2	58.2

Det er et fremtredende trekk ved tabell 2 og 3 at noen laboratorier har samme type avvik for alle tre prøvene for en eller flere analysevariable. Slike systematiske avvik kan tyde på at både oppslutningstrinnet og selve sluttbestemmelsen må undersøkes nærmere. En viss innsats fra laboratoriets side skulle gjøre det mulig å redusere eller eliminere årsaken til avviket. Dessverre

ser det ut til at det stort sett er de samme laboratorier som dominerer med et betydelig antall avvikende resultater både i år og ifjor.

De laboratorier som har ulike typer avvik for en gitt analysevariabel i de tre prøvene, må undersøke hva årsaken til de tilfeldige variasjonene kan være. Her må det vurderes om ulik matrise i de tre prøvene kan være delvis årsak til dette fenomenet.

Miljøgiftene kadmium og kvikksølv er de analysevariable som det legges mest vekt på ved kontroll av kommunalt avløps slam. Derfor er også de strengeste kontrollkravene knyttet til disse metallene. Men som det fremgår av tabell 2 og 3, er de dårligste resultatene oppnådd for disse metallene, idet bare omtrent halvparten av resultatene kan bedømmes som akseptable ut fra et generelt nøyaktighetskrav på $\pm 20\%$ av medianverdien. Forøvrig må det også fremheves at bare noe over halvparten av laboratoriene har utført bestemmelse av kvikksølv, som er et av de viktigste tungmetallene.

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 Standard referansmaterialer med sertifiserte verdier. Det anbefales at man benytter en type referansmateriale 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 resultatene kan brukes som dokumentasjon av kvaliteten til resultatene ved rutinemessig analyse av slam. Om nødvendig kan det være aktuelt å hente inn ekstern hjelp til en detaljert gjennomgang av arbeidsprosedyrene.

6. HENVISNINGER

1. Veiledning for prøvetaking av slam. SFT, utkast.
2. W.J. Dixon: Biometrics 1953, **9**, 74.

TILLEGG 1.

INNHALDSDEKLARASJON AV SLAM

Renseanlegg:

Slambehandlingsmetode:

Prøvetakingsperiode:

PRODUKTFAKTA:

pH	
Tørrstoff (TS), %	
Organisk stoff, % av TS	
Kjeldahl-Nitrogen, % av TS	
Total-Fosfor, % 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 RINGTESTEN**

ADH Vannlaboratoriet, 4631 Kristiansand S
Agderforskning, 4890 Grimstad
Avløpssambandet Nordre Øyern, 2007 Kjeller
Chemlab Services, 5035 Sandviken
Fylkeslaboratoriet i Østfold, 1500 Moss
Fylkeslaboratoriet i Buskerud, 3023 Drammen
Gauldalsregionen Kjøtt- og næringsmiddelkontroll, 7096 Kvål
Holt Forskningsstasjon, 9001 Tromsø
Hordaland Fylkeslaboratorium, 5008 Bergen
Hydro Rjukan Næringspark, 3661 Rjukan
Innherred kjøtt- og næringsmiddelkontroll, 7700 Steinkjer
KOM-Senteret, 5751 Odda
Landbrukets Analysesenter, 1432 Ås-NLH
Miljølaboratoriet AS, 3256 Larvik
Miljølaboratoriet i Telemark, 3701 Skien
NIVA, 0808 Oslo
Norsk Analysesenter, 1361 Billingstad
Næringsmiddelkontrollen i Namdal, 7801 Namsos
Næringsmiddelkontrollen i Trondheim, 7047 Trondheim
Næringsmiddeltilsynet for Midt-Rogaland, 4033 Forus
Næringsmiddeltilsynet for Sør-Gudbrandsdal, 2601 Lillehammer
Næringsmiddeltilsynet i Salten, 8017 Bodø
Næringsmiddeltilsynet i Tønsberg, 3101 Tønsberg
Oslo Vann- og Avløpsverk, 0506 Oslo
Rogalandsforskning, 4004 Stavanger
Romsdal Næringsmiddeltilsyn, 6400 Molde
Sentralrenseanlegg RA-2, 2011 Strømmen
SINTEF - MOLAB A/S, 8601 Mo
Skolmar Jordlaboratorium, 3201 Sandefjord
Vannlaboratoriet for Hedmark, 2312 Ottestad
Vestfjorden Avløpsselskap, 3470 Slemmestad
West Lab AS, 4056 Tananger

TILLEGG 3.

SERTIFIKAT FOR REFERANSEMATERIALE FRA VKI,

De angivne indhold er baseret på tørvægt.

PARAMETER	ENHED	GENNEMSIT m	STANDARD- AFVIGELSE INDENFOR LABORA- TORIERNE s	DEN TOTALE STANDARD- AFVIGELSE FOR LABORA- TORIERNE s _R	95% KONFIDENSGRÆNSER PÅ GENNEMSIT		METODE/ ANTAL LABORA- TORIER (p)	UDELUKKEDE LABORATORIER U: Manuelt udelukkede 1) C: Cochran outlier G: Grubb outlier
					Nedre	Øvre		
Arsen (As)	mg/kg TS	5,02	0,26	1,82	4,17	5,87	A/9, E/11	3 (U)
Bly (Pb)	mg/kg TS	169	4,7	16	163	175	A/8, B/19, G/3	2 (U), 2 (C), 3 (G)
Cadmium (Ca)	mg/kg TS	3,67	0,27	0,79	3,37	3,97	A/21, B/8, G/1	1 (U), 2 (C)
Chrom (Cr)	mg/kg TS	28,6	0,95	3,45	27,3	29,8	A/9, B/18, D/2, G/3	2 (U), 2 (C)
Kobber (Cu)	mg/kg TS	637	12	38	624	650	A/5, B/27, G/3	2 (U), 1 (C)
Kvikselv (Hg)	mg/kg TS	3,64	0,22	0,66	3,37	3,91	F/25	2 (U), 2 (C), 1 (G)
Nikkel (Ni)	mg/kg TS	17,2	1,2	3,7	15,9	18,4	A/18, B/15, G/3	1 (U)
Zink (Zn)	mg/kg TS	1093	13	77	1064	1122	B/27, G/3	2 (U), 4 (C), 1 (G)

1) Resultater, der udelukkes grundet forhåndskendskab til analysefejl og/eller forkerte analyseprocedurer. Disse resultater er ikke medtaget i bilag.

Metoder:

- A: AAS - grafitovn, direkte.
- B: AAS - luft acetylen flamme, direkte.
- D: AAS - lattergas acetylen flamme
- E: AAS - hydridsystem
- F: AAS - Hg, flammeløs
- G: AES - ICP

AAS: Atomabsorptionsspektrometri
AES: Atomemissionsspektrometri

TILLEGG 4. ANALYSERESULTATENE FRA DE ENKELTE DELTAKERE

Tabell 6. Kvikk sølv, µg/g. Resultater i parentes er forkastet ved Dixons test (2), og er derfor utelatt ved de statistiske beregninger.

Labnr.	A1	A2	A3	Middel	Stdavvik	B1	B2	B3	Middel	Stdavvik	C1	C2	C3	Middel	Stdavvik
1	5.6	5.27	5.27	5.38	0.19	1.14	1.23	1.43	1.27	0.15	1.23	1.23	1.54	1.33	0.18
2	3.53	3.45	3.73	3.57	0.14	0.65	0.8	0.8	0.75	0.09	1.31	1.17	1.22	1.23	0.07
3	3.24	3.26		3.25	0.01	0.8	0.83		0.82	0.02	0.92	0.72	1	0.88	0.14
4	4.17	3.67	4.02	3.95	0.26	0.83	0.74	0.72	0.76	0.06	1.06	0.99	0.998	1.02	0.04
5	3.3	2.8	2.9	3.00	0.26	2.03	2.03	2.03	(2.03)	0.00	1.6	2	1.9	1.83	0.21
7	4.6	4.57	4.56	4.58	0.02	1.05	1.08	1.15	1.09	0.05	1.19	1.58	1.45	1.41	0.20
8a	5.8	6.4	4.9	5.70	0.75	1.2	1.4	0.9	1.17	0.25	1.5	1.1	1.6	1.40	0.26
8b	5	6.8	5	5.60	1.04	1.2	1.6	1.1	1.30	0.26	1.27			1.27	
11	5.45			5.45		0.92			0.92		0.98			0.98	
12	3.68			3.68		0.911	1.03	0.869	0.94	0.08	1.36	1.23	1.22	1.27	0.08
22	2.98	3.3	3.19	3.16	0.16	0.76	0.67	0.64	0.69	0.06	0.9	0.95	0.88	0.91	0.04
23	6	6.4	6.7	6.37	0.35	5.6	5.2	5	(5.27)	0.31	2.6	2	2.1	2.23	0.32
24	3.2	2.8		3.00	0.28	0.6	0.5	0.5	0.53	0.06	0.8	0.7	0.8	0.77	0.06
27	2.46			2.46		0.51			0.51		0.85			0.85	
28	2.77	3.07	3.03	2.96	0.16	0.72	0.77	0.77	0.75	0.03	2.51	3.12	2.65	(2.76)	0.32
30	4.43	4.36	4.37	4.39	0.04	1.02	0.99	0.86	0.96	0.09	1.2	1.29	1.26	1.25	0.05
31	3.2			3.20		0.61			0.61		0.85			0.85	
32	3.17	3.38	3.6	3.38	0.22	0.79	0.78	0.75	0.77	0.02	0.86	0.9	0.91	0.89	0.03
Sann				3.64	0.22										
Median				3.63					0.79					1.23	
Middel				4.06	0.28				0.86	0.10				1.20	0.14
Stdavvik				1.18					0.24					0.39	
Antall				18					16					17	

Tabell 7. Kadmium, µg/g. Resultater i parentes er forkastet ved Dixons test (2), og er derfor utelatt ved de statistiske beregninger.

Labnr.	A1	A2	A3	Middel	Stdavvik	B1	B2	B3	Middel	Stdavvik	C1	C2	C3	Middel	Stdavvik
1	3.64	3.49	3.95	3.69	0.23	1.34	1.14	1.14	1.21	0.12	4.99	4.93	5.37	5.10	0.24
2	4.2	3.86	3.53	3.86	0.34	1.13	0.9	1.21	1.08	0.16	8.36	7.19	6.87	7.47	0.78
3	3.25	3.64		3.45	0.28	1.25	1.11		1.18	0.10	5.91	5.81	5.73	5.82	0.09
4	3.88	3.97	5.06	4.30	0.66	1.47	1.43	1.47	1.46	0.02	6.64	6.51	6.55	6.57	0.07
5	4.1	3.9	4	4.00	0.10	1.2	1.2	1.4	1.27	0.12	5.7	5.9	5.9	5.83	0.12
7	5.64	5.14	5.75	5.51	0.33	2.47	2.54	2.7	2.57	0.12	9.14	9.53	9.49	9.39	0.21
8a	3.4	4.4	3.2	3.67	0.64	1	1	1	1.00	0.00	7.7	7.2	6.6	7.17	0.55
8b	3.4	3.8	3.4	3.53	0.23	1.1	1.2	1.1	1.13	0.06	6.6	6.7	6.8	6.70	0.10
9	4.5	5.6		5.05	0.78	1.7	1.4		1.55	0.21	5.2	5.3		5.25	0.07
10	4.01	3.95		3.98	0.04	1.37	1.34		1.36	0.02	5.64	6.36		6.00	0.51
11	13.1			(13.10)		1.3			1.30		5.9			5.90	
12	3.68			3.68		1.19	1.25	1.13	1.19	0.06	8.03	6.2	6.25	6.83	1.04
13	10.61	10.23		(10.61)	0.27	6.35	6.32		(6.34)	0.02	32.6	32.4		(32.50)	0.14
15	3.89	4.31	3.79	4.00	0.28	1.51	1.48	1.43	1.47	0.04	5.23	5.35	5.24	5.27	0.07
16	18.5	16.2	17.9	(17.53)	1.19	22.9	23.4		(23.15)	0.35	23.5	17.3	16.7	(19.17)	3.76
17	4	3.9	3.9	3.93	0.06	1.3	1.1	1.1	1.17	0.12	6.9	6.9	7.2	7.00	0.17
18	4.69	5.47	4.94	5.03	0.40	1.86	1.58	1.76	1.73	0.14	5.7	5.73	5.97	5.80	0.15
19	3.61			3.61		1.8			1.80		6.45	7.08	7.26	6.93	0.43
20	7	6.8	5.1	6.30	1.04	<4	<4	<4			5.9	6	5.9	5.93	0.06
21	4.33	3.89	4.3	4.17	0.25	1.47	1.46	1.43	1.45	0.02	7.22	6.75	7.28	7.08	0.29
22	3.76	3.82	3.56	3.71	0.14	1.23	1.19	1.19	1.20	0.02	7.63	7.02	7.13	7.26	0.33
23	3.1	4.1	3.8	3.67	0.51	4.3	4.1	3.6	4.00	0.36	5.3	5.7	4.1	5.03	0.83
24a	3.8			3.80							2.7	2.8	3	2.83	0.15
24b	5			5.00		2.9	2.4		2.65	0.35	9.6	9.7	8.5	9.27	0.67
25	6.34	6.07	6.26	6.22	0.14	2.69	2.89	2.79	2.79	0.10	9.84	9.64		9.74	0.14
26						11.5	11.49	10.36	(11.12)	0.66	40.45	40.41	39.62	(40.16)	0.47
27	5.8	5.5		5.65	0.21	3.9	4.4	4	4.10	0.26	23.2	24	24.1	(23.77)	0.49
28	3.76	4.1	4.15	4.00	0.21	1.24	1.52	1.32	1.36	0.14	6.98	6.98	6.85	6.94	0.08
29	6.45	6.03	6.5	6.33	0.26	3.38	3.48	3.16	3.34	0.16	7.05	7.34	7.8	7.40	0.38
30	3.84	3.63	3.35	3.61	0.25	0.6	0.59	0.62	0.60	0.02	7.04	6.42	6.17	6.54	0.45
31	8.41			8.41		3.34			3.34		8.39			8.39	
32	3.9	3.9	3.7	3.83	0.12	1.43	1.49	1.20	1.37	0.15	6.06	6.78	6.38	6.41	0.36
Sann				3.67	0.27										
Median				3.99					1.37					6.63	
Middel				4.50	0.36				1.80	0.14				6.64	0.44
Stdavvik				1.18					0.95					1.45	
Antall				28					27					28	

Tabell 9. Krom, µg/g. Resultater i parentes er forkastet ved Dixons test (2), og er derfor utelatt ved de statistiske beregninger.

Labnr.	A1	A2	A3	Middel	Stdavvik	B1	B2	B3	Middel	Stdavvik	C1	C2	C3	Middel	Stdavvik	
1	25	26	33	28.00	4.36	51	51	51	51.00	0.00	51	50	50	50.33	0.58	
2	56.9	48.5	56.9	54.10	4.85	149	120	109	(126.0)	20.66	139	138	137	(138.0)	1.00	
3	28.6	28.6		28.60	0.00	53.4	53.2		53.30	0.14	52	52.1	52.6	52.23	0.32	
4	26	26	26	26.00	0.00	50	50	50	50.00	0.00	46	46	48	46.67	1.15	
5	26.3	26.7	26.3	26.43	0.23	33.2	31.3	31.6	32.03	1.02	26.2	26.5	24.9	25.87	0.85	
6	35			35.00		45			45.00		45			45.00		
7	35	33	36	34.67	1.53	54	51	52	52.33	1.53	48	46	46	46.67	1.15	
8	21.6	24.3	22.4	22.77	1.39	47.2	47.7	48.2	47.70	0.50	51.5	50.1	51.5	51.03	0.81	
9	34	38		36.00	2.83	55	56		55.50	0.71	57	58		57.50	0.71	
11	35.5			35.50		26.7			26.70		25.3			25.30		
12	26.4			26.40		46.4	47.9	46.5	46.93	0.84	45.9	45.9	46.5	46.10	0.35	
13	47.3	45.2		46.25	1.48	78.1	82		80.05	2.76	64.6	72.4		68.50	5.52	
15	25.9	31.5	30.8	29.40	3.05	49.6	51.9	55.1	52.20	2.76	43.3	45.8	45.5	44.87	1.37	
16	44.1	48.6	56.9	49.87	6.49	107	96.6		(101.8)	7.35	81.2	66.4	67.9	71.83	8.15	
18	25.7	26	28.2	26.63	1.37	51.9	57.1	62.7	57.23	5.40	72.5	83	77.6	77.70	5.25	
19	23.4			23.40		29.5	30.4	30.7	30.20	0.62	38.1	37.7	38	37.93	0.21	
20	30	32	28	30.00	2.00	29	28	30	29.00	1.00	33	33	35	33.67	1.15	
21	40	42.8	44.2	42.33	2.14	57	52.3	55.9	55.07	2.46	44.1	42.1	46.4	44.20	2.15	
22	27	27	28	27.33	0.58	40	42	40	40.67	1.15	44	43	44	43.67	0.58	
23	32	36	35	34.33	2.08	52	53	48	51.00	2.65	59	58	60	59.00	1.00	
24	32			32.00		56	54	55	55.00	1.00	50	49	49	49.33	0.58	
25	36.4	38.7	40	38.37	1.82	53.8	56.1	55.1	55.00	1.15	49.1	48.9		49.00	0.14	
26						48.1	54.8	47.3	50.07	4.12	51	47.1	57	51.70	4.99	
27	24.6	23.8		24.20	0.57	45	48	46	46.33	1.53	39	40	41	40.00	1.00	
28	34.6	31.5	29.9	32.00	2.39	71.8	66.5	68.4	68.90	2.69	58	58.3		58.15	0.21	
29	21.72	22.66	21.58	21.99	0.59	25.02	25.23	26.04	25.43	0.54	21.2	22.45	21.43	21.69	0.67	
30	22.2	29.6	22.4	24.73	4.22	36.3	45.4	31.4	37.70	7.10	26.4	33	31	30.13	3.38	
31	38.8			38.80		30.8			30.80		69.5			69.50		
32	25.5	26.8	25.2	25.83	0.85	47.6	47	47.5	47.37	0.32	41.4	43	44.6	43.00	1.60	
Sann				28.60	0.95											
Median				29.70					50.00					46.67		
Middel				32.18	2.04				47.13	2.69				47.88	1.73	
Stdavvik				8.28					12.69					13.83		
Antall				28					27					28		

Tabell 10. Kopper, µg/g. Resultater i parentes er forkastet ved Dixons test (2), og er derfor utelatt ved de statistiske beregninger.

Labnr.	A1	A2	A3	Middel	Stdavvik	B1	B2	B3	Middel	Stdavvik	C1	C2	C3	Middel	Stdavvik
1	591	578	606	591.67	14.01	303	288	299	296.67	7.77	98	91	100	96.33	4.73
2	815	845	818	(826.0)	16.52	449	479	459	(462.33)	15.28	154	165	167	(162.0)	7.00
3	574	580		577.00	4.24	325	321		323.00	2.83	105	103	103	103.67	1.15
4	683	676	673	677.33	5.13	356	346	345	349.00	6.08	110	109	128	115.67	10.69
5	606	602	603	603.67	2.08	317	313	317	315.67	2.31	105	105	102	104.00	1.73
6	700			700.00		380			380.00		120			120.00	
7	592	574	590	585.33	9.87	318	310	310	312.67	4.62	112	112	109	111.00	1.73
8	683	746	676	701.67	38.55	349	354	341	348.00	6.56	133	131	130	131.33	1.53
9	628	652		640.00	16.97	337	338		337.50	0.71	114	110		112.00	2.83
10	611	617	613	613.67	3.06	326	327	327	326.67	0.58	114	114	113	113.67	0.58
11	790			(790.0)		323			323.00		113			113.00	
12	577			577.00		316	321	319	318.67	2.52	104	105	107	105.33	1.53
13	699	716		707.50	12.02	353.8	360.5		357.15	4.74	114.4	114.9		114.65	0.35
14	626	623	642	630.33	10.21	0.328	0.327	0.338	(0.33)	0.00	0.108	0.112	0.113	(0.11)	0.00
15	627	630	636	631.00	4.58	340	339	352	343.67	7.23	98.2	99.8	99.9	99.30	0.95
16	599	591	618	602.67	13.87	352	359	341	355.50	4.95	144	139	129	137.33	7.64
17	668	669	674	670.33	3.21	337	337	341	338.33	2.31	117	116	115	116.00	1.00
18	584.4	616.1	633	611.17	24.67	304.8	325	323.4	317.73	11.23	114.8	119	111.6	115.13	3.71
19	512			512.00		285	285		285.00	0.00	98	96.3	97.0	97.15	1.20
20	627	632	660	639.67	17.79	323	315	328	322.00	6.56	102	100	96	99.33	3.06
21	636	618	623	625.67	9.29	333	334	345	337.33	6.66	118	112	118	116.00	3.46
22	636	667	625	642.67	21.78	362	358	351	357.00	5.57	119	117	118	118.00	1.00
23	667	674	677	672.67	5.13	316	311	300	309.00	8.19	117	106	106	109.67	6.35
24	562			562.00		336	309	306	317.00	16.52	<20	<20	<20		
25	681	620	642	647.67	30.89	318	322	318	319.33	2.31	86.4	86.1		86.25	0.21
26	644.9	650	643.6	646.17	3.38	336.5	347.9	337.1	340.50	6.42	113.9	113.2	120.1	115.73	3.80
27	700	670		685.00	21.21	350	365	350	355.00	8.66	69	74	75	72.67	3.21
28	568	589		578.50	14.85	291	289	287	289.00	2.00	108	100	99	102.33	4.93
29	590.5	585.9	597	591.13	5.58	318	326.6	318.4	321.00	4.85	106.9	105.7	104.1	105.57	1.40
30	662.9	663.9	671.8	666.20	4.88	343.1	343.2	349.2	345.17	3.49	111.6	130.1	136.4	126.03	12.89
31	652			652.00		342			342.00		119			119.00	
32	595	592	589	592.00	3.00	323	315	316	318.00	4.36	113	113	114	113.33	0.58
Sann				637.00	12.00										
Median				630.67					323.00					112.50	
Middel				627.79	12.18				319.38	5.35				106.32	3.19
Stdavvik				46.48					62.90					23.72	
Antall				30					31					30	

Tabell 11. Nikkel, µg/g. Resultater i parentes er forkastet ved Dixons test (2), og er derfor utelatt ved de statistiske beregninger.

Labnr.	A1	A2	A3	Middel	Stdavvik	B1	B2	B3	Middel	Stdavvik	C1	C2	C3	Middel	Stdavvik
1	20	21	26	22.33	3.21	12	11	13	12.00	1.00	26	24	25	25.00	1.00
2	22.6	21.4	21.6	21.87	0.64	16	16.7	16.1	16.27	0.38	47.2	47.6	47.3	47.37	0.21
3	15.9	15.6		15.75	0.21	9.4	8.9		9.15	0.35	29.1	29	29.1	29.07	0.06
4	29.7	20.2	20.5	23.47	5.40	12.7	10.9	10.4	11.33	1.21	35.8	36.3	44.2	38.77	4.71
5	17.1	15.1	16.4	16.20	1.01	10.2	10.4	10.4	10.33	0.12	26.3	26.2	25.2	25.90	0.61
6	12			12.00		10			10.00		30			30.00	
7	19	17	17	17.67	1.15	9	9	9	9.00	0.00	26	26	26	26.00	0.00
8	21.6	22.1	19.3	21.00	1.49	11.9	10.7	10.3	10.97	0.83	34.2	34.1	32.6	33.63	0.90
9	11	12		11.50	0.71	9	10		9.50	0.71	21	23		22.00	1.41
10	18.1	16.8	16.8	17.23	0.75	9.9	8.8	8.7	9.13	0.67	32.3	31.6	31.6	31.83	0.40
11	102			(102.0)		7.3			7.30		24.8			24.80	
12	18.9			18.90		16.5	15.3	15.9	15.90	0.60	40.7	40.8	41.4	40.97	0.38
13	38	43.1		40.55	3.61	7.28	9.5		8.39	1.57	30.9	33.6		32.25	1.91
14	31	23	34	29.33	5.69	33	25	34	30.67	4.93	60	66	56	60.67	5.03
15	13.7	14.4	13.6	13.90	0.44	8.62	8.47	9.69	8.93	0.67	23.8	23.4	23.2	23.47	0.31
16	52.9	48.6	56.9	(52.80)	4.15	61.2	55.2		(58.20)	4.24	63.2	59.8	61.7	61.57	1.70
18	37.5	26	31.8	31.77	5.75	7.13	8.51	7.33	7.66	0.75	48.7	53.1	54.8	52.20	3.15
19	22.1			22.10		8.9	7.6		8.25	0.92	42.6	42.3		42.45	0.21
20	<10					<10					<10				
21	14.8	13	13.1	13.63	1.01	12.6	12.3	11.4	12.10	0.62	33.5	33.6	33.9	33.67	0.21
22	<30	<30	<31			<21	<19	<18			21	19	18	19.33	1.53
23	24	21	22	22.33	1.53	8	10	9	9.00	1.00	26	21	25	24.00	2.65
24	17			17.00		13	13	13	13.00	0.00	30	32	34	32.00	2.00
25	31.8	32.2	39.8	34.60	4.51	18.7	18.8	18.7	18.73	0.06	45.3	45.6		45.45	0.21
26											32.3	34.2	38.4	34.97	3.12
27	17	15		16.00	1.41	9.4	9.7	9.9	9.67	0.25	32	33	33	32.67	0.58
29	20.89	20.01	22.56	21.15	1.30	15.51	12.75	13.76	14.01	1.40	43.69	52.44	37.1	44.41	7.70
30	26.56	24.74	25.29	25.53	0.93	16.94	17.22	16.26	16.81	0.49	49.07	62.32	67.78	59.72	9.62
31	31.3			31.30		16.7			16.70		34.8			34.80	
32	16.2	16.6	22	18.27	3.24	13.3	11.6	10.6	11.83	1.37	28	26.7	28.3	27.67	0.85
Sann				17.20	1.20										
Median				21.00					10.65					32.67	
Middel				21.42	2.29				12.18	1.01				35.75	1.94
Stdavvik				7.33					4.93					11.80	
Antall				25					26					29	

Tabell 12. Sink, µg/g. Resultater i parentes er forkastet ved Dixons test (2), og er derfor utelatt ved de statistiske beregninger.

Labnr.	A1	A2	A3	Middel	Stdavvik	B1	B2	B3	Middel	Stdavvik	C1	C2	C3	Middel	Stdavvik
1	1009	1034	1042	1028.33	17.21	270	278	269	272.33	4.93	406	404	401	403.67	2.52
2	1303	1346	1318	1322.33	21.83	359	378	367	368.00	9.54	531	541	553	541.67	11.02
3	998	1030		1014.00	22.63	304	297		300.50	4.95	426	429	421	425.33	4.04
4	1080	1060	1090	1076.67	15.28	311	297	305	304.33	7.02	423	424	485	444.00	35.51
5	1106	1058	1128	1097.33	35.80	299	294	293	295.33	3.21	447	462	441	450.00	10.82
6	990			990.00		310			310.00		450			450.00	
7	1047	1003	1021	1023.67	22.12	309	310	304	307.67	3.21	441	445	435	440.33	5.03
8	1180	1287	1175	1214.00	63.27	320	314	303	312.33	8.62	499	509	509	505.67	5.77
9	1080	1130		1105.00	35.36	305	307		306.00	1.41	463	446		454.50	12.02
10	1102	1087	1119	1102.67	16.01	303	304	303	303.33	0.58	440	440	440	440.00	0.00
11	1320			1320.00		299			299.00		429			429.00	
12	1001			1001.00		302	295	297	298.00	3.61	426	431	434	430.33	4.04
13	1303	1343		1323.00	28.28	316	345		330.50	20.51	449	486		467.50	26.16
14	1127	1077	1110	1104.67	25.42	309	307	323	313.00	8.72	439	468	461	456.00	15.13
15	1138	1076	1077	1097.00	35.51	334	323	340	332.33	8.62	467	465	470	467.33	2.52
16	1020	1000	1030	1016.67	15.28	306	303		304.50	2.12	415	425	420	420.00	5.00
17	1130	1120	1150	1133.33	15.28	308	297	300	301.67	5.69	444	450	447	447.00	3.00
18	1283	1194	1317	1264.67	63.52	342.1	365	345.6	350.90	12.34	486.8	602.4	556	548.40	58.17
19	832			832.00		253	243	258	251.33	7.64	370	360	364	364.67	5.03
20	1033	1084	1023	1046.67	32.72	293	282	293	289.33	6.35	424	422	431	425.67	4.73
21	1100	1070	1110	1093.33	20.82	369	368	370	369.00	1.00	508	473	505	495.33	19.40
22	1152	1121	1156	1143.00	19.16	340	340	333	337.67	4.04	542	528	545	538.33	9.07
23	1266	1245	1298	1269.67	26.69	347	345	362	351.33	9.29	563	532	570	555.00	20.22
24	1073			1073.00		323	323	337	327.67	8.08	464	483	450	465.67	16.56
25	1056	1028	1096	1060.00	34.18	283	293	283	286.33	5.77	367	372		369.50	3.54
26	1119	1124	1128	1123.67	4.51	319.3	365.2	317	333.83	27.19	452.3	499.2	492.3	481.27	25.32
27	1180	1120		1150.00	42.43	320	330	320	323.33	5.77	465	470	475	470.00	5.00
28	1023	1068	1100	1063.67	38.68	280	273	281	278.00	4.36	442	442	437	440.33	2.89
30	1163	1158	1181	1167.33	12.10	318.5	332.2	319.1	323.27	7.74	428.2	493.8	521.9	481.30	48.08
31	1310			1310.00		3787			(3787.0)		5569			(5569.0)	
32	1100	1120	1110	1110.00	10.00	383	317	310	336.67	40.28	421	428	433	427.33	6.03
Sann				1093.00	13.00										
Median				1102.67					308.83					450.00	
Middel				1118.60	26.96				313.92	8.31				457.84	13.09
Stdavvik				113.53					26.94					46.67	
Antall				31					30					30	

Tabell 13. Kalsium, %. Resultater i parentes er forkastet ved Dixons test (2), og er derfor utelatt ved de statistiske beregninger.

Labnr.	A1	A2	A3	Middel	Stdavvik	B1	B2	B3	Middel	Stdavvik	C1	C2	C3	Middel	Stdavvik
1	4.32	4.31	4.31	4.31	0.00	0.64	0.66	0.65	0.65	0.00	0.78	0.77	0.79	0.78	0.01
3	4.19	4.3		4.25	0.08	0.742	0.752		0.75	0.00	0.875	0.893	0.854	0.87	0.02
4	4.47	4.44	4.54	4.48	0.05	0.742	0.729	0.745	0.74	0.00	0.833	0.837	0.861	0.84	0.02
5	3.94	3.95	4	3.96	0.03	0.05	0.05	0.05	(0.05)	0.00	0.05	0.05	0.04	(0.05)	0.00
6	3.29			3.29		0.61			0.61		0.75			0.75	
7	4.47	4.48	4.42	4.46	0.03	0.65	0.66	0.66	0.66	0.00	0.77	0.79	0.77	0.78	0.01
8	4.5	5	4.8	4.77	0.25	0.73	0.76	0.75	0.75	0.02	0.88	0.9	0.9	0.89	0.01
9	4.21	4.47		4.34	0.18	0.69	0.69		0.69	0.00	0.82	0.81		0.82	0.00
11	5.9			5.90		0.836			0.84		0.95			0.95	
12	4.12			4.12		0.641	0.634	0.64	0.64	0.00	0.777	0.786	0.791	0.78	0.00
13	4.73	4.8		4.77	0.05	0.712	0.722		0.72	0.00	0.845	0.847		0.85	0.00
14	5.14	5.09	5.58	5.27	0.27	0.05	0.05	0.06	(0.05)	0.00	0.08	0.09	0.05	(0.07)	0.02
15	4.79	4.07	4.29	4.38	0.37	0.62	0.45	0.54	0.54	0.09	0.58	0.93	0.82	0.78	0.18
16	3.22	3.22	3.33	3.26	0.06	0.413	0.394		0.40	0.01	0.452	0.436	0.41	0.43	0.02
19	3.81			3.81		0.62			0.62		0.79			0.79	
20	3.7	3.74	3.72	3.72	0.02	0.64	0.61	0.64	0.63	0.02	0.76	0.77	0.77	0.77	0.00
21	4.39	4.35	4.33	4.36	0.03	0.906	0.894	0.925	0.91	0.02	1.05	1.01	1.07	1.04	0.03
22	2.44	2.45	2.45	2.45	0.00	0.35	0.35	0.35	0.35	0.00	0.43	0.42	0.42	0.42	0.00
23	4.99	4.72	4.67	4.79	0.17	0.0078	0.0078	0.008	(0.01)	0.00	0.022	0.023	0.025	(0.02)	0.00
24	4.4			4.40		0.75	0.76	0.78	0.76	0.02	0.85	0.88	0.86	0.86	0.02
25	3.85	3.78	4.03	3.89	0.13	0.46	0.48	0.46	0.47	0.01	0.45	0.44		0.45	0.00
26	4.68	4.71	4.72	4.70	0.02	0.765	0.752	0.758	0.76	0.00	0.887	0.895	0.89	0.89	0.00
27	4.8	4.7		4.75	0.07	0.78	0.82	0.81	0.80	0.02	0.9	0.92	0.92	0.91	0.01
28	4.17	4.12		4.15	0.04	0.67	0.65	0.65	0.66	0.01	0.83	0.82	0.86	0.84	0.02
30	5.44	5.39	5.4	5.41	0.03	0.76	0.85	0.83	0.81	0.05	0.96	1.1	1.19	1.08	0.12
31	2.59			2.59		0.787			0.79		0.896			0.90	
32	4.3	4.42	4.4	4.37	0.06	0.711	0.719	0.718	0.72	0.00	0.759	0.791	0.784	0.78	0.02
Median				4.36					0.70					0.83	
Middel				4.26	0.09				0.68	0.01				0.80	0.02
Stdavvik				0.76					0.13					0.16	
Antall				27					24					24	

Tabell 14. Kalium, %. Resultater i parentes er forkastet ved Dixons test (2), og er derfor utelatt ved de statistiske beregninger.

Labnr.	A1	A2	A3	Middel	Stdavvik	B1	B2	B3	Middel	Stdavvik	C1	C2	C3	Middel	Stdavvik
1	0.15	0.17	0.17	0.16	0.01	0.13	0.16	0.15	0.15	0.02	0.3	0.3	0.3	0.30	0.00
3	0.149	0.161		0.16	0.00	0.132	0.138		0.14	0.00	0.333	0.342	0.329	0.33	0.00
4	0.161	0.163	0.178	0.17	0.00	0.135	0.139	0.131	0.14	0.00	0.349	0.344	0.372	0.36	0.01
5	0.16	0.15	0.16	0.16	0.00	0.13	0.13	0.13	0.13	0.00	0.28	0.28	0.27	0.28	0.00
6	0.17			0.17		0.18			0.18		0.45			0.45	
7	0.16	0.15	0.15	0.15	0.00	0.13	0.13	0.13	0.13	0.00	0.28	0.29	0.28	0.28	0.00
8	0.21	0.25	0.2	0.22	0.03	0.17	0.17	0.19	0.18	0.01	0.43	0.42	0.42	0.42	0.00
9	0.157	0.165		0.16	0.00	0.129	0.131		0.13	0.00	0.317	0.312		0.31	0.00
11	8.02			(8.02)		0.134			0.13		0.223			0.22	
12	0.146			0.15		0.132	0.13	0.131	0.13	0.00	0.32	0.328	0.339	0.33	0.00
13	0.118	0.097		0.11	0.01	0.128	0.105		0.12	0.02	0.37	0.348		0.36	0.02
14	0.22	0.24	0.21	0.22	0.02	0.18	0.18	0.19	0.18	0.00	0.32	0.32	0.3	0.31	0.01
15	0.16	0.16	0.16	0.16	0.00	0.14	0.13	0.14	0.14	0.00	0.33	0.34	0.34	0.34	0.00
16	0.192	0.186	0.187	0.19	0.00	0.171	0.174		0.17	0.00	0.467	0.444	0.42	0.44	0.02
19	0.14			0.14		0.144	0.143		0.14	0.00	0.301	0.302	0.304	0.30	0.00
20	0.15	0.17	0.15	0.16	0.01	0.13	0.12	0.12	0.12	0.00	1.01	0.88	0.79	(0.89)	0.11
21	0.179	0.177	0.175	0.18	0.00	0.156	0.156	0.16	0.16	0.00	0.39	0.371	0.382	0.38	0.00
22	0.13	0.15	0.11	0.13	0.02	0.13	0.13	0.12	0.13	0.00	0.38	0.37	0.35	0.37	0.02
24	0.21			0.21		0.15	0.14	0.16	0.15	0.00	0.45	0.43	0.42	0.43	0.02
25	0.18	0.14	0.18	0.17	0.02	0.11	0.11	0.11	0.11	0.00	0.21	0.22		0.22	0.00
26	0.172	0.175	0.184	0.18	0.00	0.153	0.152	0.153	0.15	0.00	0.352	0.36	0.355	0.36	0.00
27	0.16	0.15		0.16	0.00	0.13	0.14	0.13	0.13	0.00	0.31	0.32	0.31	0.31	0.00
30	0.189	0.182	0.193	0.19	0.00	0.152	0.152	0.154	0.15	0.00	0.45	0.443	0.453	0.45	0.00
31	0.154			0.15		0.129			0.13		0.357			0.36	
32	0.155	0.158	0.157	0.16	0.00	0.128	0.125	0.125	0.13	0.00	0.286	0.298	0.289	0.29	0.00
Median				0.16					0.14					0.34	
Middel				0.17	0.00				0.14	0.00				0.34	0.01
Stdavvik				0.03					0.02					0.07	
Antall				24					25					24	

Tabell 15. Totalfosfor, %. Resultater i parentes er forkastet ved Dixons test (2), og er derfor utelatt ved de statistiske beregninger.

Labnr.	A1	A2	A3	Middel	Stdavvik	B1	B2	B3	Middel	Stdavvik	C1	C2	C3	Middel	Stdavvik
1						1.02	1.06	1.11	(1.06)	0.05	0.03	0.03	0.05	(0.04)	0.01
3					1.44	1.34			1.39	0.07	1.28	1.16		1.22	0.08
4	2.12	2.1	2.15	2.12	0.03	1.52	1.5	1.53	1.52	0.02	1.43	1.43	1.46	1.44	0.02
5					0.75	0.83	0.5	0.5	(0.69)	0.17	1.25	1.29	1.02	1.19	0.15
6					1.36				1.36		1.39			1.39	
7					1.42	1.4	1.39	1.39	1.40	0.02	1.43	1.42	1.4	1.42	0.02
8					1.34	1.54	1.34	1.34	1.41	0.12	1.39	1.38	1.35	1.37	0.02
9					1.45	1.4			1.43	0.04	1.32	1.27		1.30	0.04
11					1.41				1.41		1.44			1.44	
13	1.8	1.845		1.82	0.03	0.642	0.62		(0.63)	0.02	0.0105	0.0095		(0.01)	0.00
14					10.3	10.7	11.67		(10.89)	0.70	4.1	8.2		(6.15)	2.90
15					1.42	1.42	1.44	1.44	1.43	0.01	1.35	1.37	1.36	1.36	0.01
16					1.48	1.23	1.13	1.13	1.28	0.18	1.71	1.66		1.69	0.04
19					1.38	1.41			1.40	0.02	1.37	1.41		1.39	0.03
20					1.46	1.37			1.42	0.06	1.34	1.33	1.34	1.34	0.00
21					1.22	1.36	1.41	1.41	1.33	0.10	1.01	1	1	1.00	0.00
22					1.55	1.49	1.49	1.49	1.51	0.03	1.35	1.38	1.38	1.37	0.02
25					1.32	1.35	1.33	1.33	1.33	0.02	1.46	1.47	1.47	1.47	0.00
26	2.31	2.11	2.2	2.21	0.10	1.51	1.53	1.59	1.54	0.04	1.5	1.42	1.45	1.46	0.04
27	2.3	2.2		2.25	0.07	1.67	1.75	1.69	1.70	0.04	1.56	1.56	1.56	1.56	0.00
28					1.47	1.42	1.44	1.44	1.44	0.03	1.31	1.27	1.3	1.29	0.02
30					1.29	1.26	1.22	1.22	1.26	0.04	1.17	1.01	1.22	1.13	0.11
31	2.04	1.96	2.01	2.00	0.04	1.56			1.56		1.48			1.48	
32	1.93	2.06	2.04	2.01	0.07	1.46	1.48	1.47	1.47	0.00	1.27	1.31	1.34	1.31	0.04
33					1.47	1.52			1.50	0.04	1.45	1.47		1.46	0.01
Median				2.07					1.42					1.38	
Middel				2.07					1.50					1.37	
Stdavvik				0.16					0.10					0.15	
Antall				6					21					22	

Tabell 16a. Kjeldahlnitrogen, %. Resultater i parentes er forkastet ved Dixons test (2), og er derfor utelatt ved de statistiske beregninger.

Labnr.	A1	A2	A3	Middel	Stdavvik	B1	B2	B3	Middel	Stdavvik	C1	C2	C3	Middel	Stdavvik
1				2.38	2.99	2.89	2.75	0.33	1.93	1.84	1.81	1.86	0.06		
3				2.91	2.88	2.91	2.90	0.02	1.76	1.78	1.77	1.77	0.01		
4	4.38	4.39	4.37	4.38	2.92	2.91	2.91	0.00	1.74	1.79	1.77	1.77	0.03		
5				2.7	2.6	2.6	2.63	0.06	1.5	1.6	1.4	1.50	0.10		
6				2.95	2.95	2.95	2.95		1.81	1.81	1.79	1.81	0.02		
7				2.91	2.9	2.88	2.90	0.02	1.78	1.81	1.79	1.79	0.02		
8				3.07	2.86	2.97	3.07	0.07	1.79	1.8	1.84	1.84	0.00		
9				2.98	2.86	2.97	2.94	0.07	1.83	1.8	1.84	1.84	0.00		
11				2.66	2.66	2.66	2.66		1.95	1.95	1.95	1.95			
13				1.64	2.76		(1.64)		2.69		2.69				
19	4			2.77	2.76		2.77	0.00	1.75	1.76		1.76	0.00		
20				2.84	2.82	2.83	2.83	0.00	1.74	1.74	1.74	1.74	0.00		
21				2.74	2.73	2.75	2.74	0.00	1.74	1.73	1.74	1.74	0.00		
22				2.91	2.87	2.92	2.90	0.03	1.72	1.77	1.77	1.77	0.03		
24				2.61	2.63	2.62	2.62	0.01	1.44	1.46	1.45	1.45	0.01		
25				2.83	2.85	2.82	2.83	0.02	1.68	1.68	1.69	1.68	0.00		
27	4.17			2.84	2.82	2.78	2.84	0.04	1.71	1.76	1.73	1.74	0.02		
30				2.85	2.82	2.78	2.82	0.04	1.72	1.76	1.73	1.74	0.02		
31	1.56			1.09	2.65	2.78	(1.09)	0.07	6.4	1.93	1.61	(6.40)	0.17		
32				2.77	2.79	2.78	2.73	0.07	1.7	1.93	1.61	1.75	0.17		
33				2.79	2.89	2.84	2.84	0.07	1.67	1.79	1.73	1.73	0.08		
Median				4.09			2.83							1.75	
Middel				3.53	0.00		2.82	0.05						1.74	0.03
Stdavvik				1.32			0.12							0.12	
Antall				4			19							19	

Tabell 16b. Totalnitrogen, forbrenningsanalyse.

Labnr.	A1	A2	A3	Middel	Stdavvik	B1	B2	B3	Middel	Stdavvik	C1	C2	C3	Middel	Stdavvik
32				2.83			2.83		2.83		1.78			1.78	

Tabell 17. Totalorganisk karbon, %. Resultater i parentes er forkastet ved Dixons test (2), og er derfor utelatt ved de statistiske beregninger.

Labnr.	A1	A2	A3	Middel	Stdavvik	B1	B2	B3	Middel	Stdavvik	C1	C2	C3	Middel	Stdavvik
4	35.4	35.7	35.8	35.63	0.21	36	36.2	36.4	36.20	0.20	18.4	18.3	18.4	18.37	0.06
32						27.5	27.2	27	27.23	0.25	13	12.9	12.7	12.87	0.15
33						33.8	34.8	32.5	33.70	1.15	16.1	17.2		16.65	0.78
Median				35.63					33.70					16.65	
Middel				35.63	0.21				31.72	0.23				15.62	0.11
Stdavvik									6.34					3.89	
Antall				2					3					3	

Tabell 18. Suspendert tørrstoff, %. Resultater i parentes er forkastet ved Dixons test (2), og er derfor utelatt ved de statistiske beregninger.

Labnr.	A1	A2	A3	Middel	Stdavvik	B1	B2	B3	Middel	Stdavvik	C1	C2	C3	Middel	Stdavvik
1	95.2			95.20		99.4			99.40		99.6			99.60	
2	97.3			(97.30)		100.1			100.10		100.8			100.8	
3						99.1			99.10		99.7	99.8		99.75	0.07
4	93.7			93.70		97.4			97.40		99.4			99.40	
5	92.6			92.60		97.7			97.70		98.8			98.80	
6						95.1			95.10		99.2			99.20	
7	93.3			93.30		97.3	97.2	97.6	97.37	0.21	98.3	98.6	98.6	98.50	0.17
8						95	100		97.50	3.54	97.3	98.9		98.10	1.13
9						97.4	97.6		97.50	0.14	100	100		100.00	
10	94			94.00		98.5			98.50		99.6			99.60	
11	94.3			94.30		97.6			97.60		100			100.00	
14						98.6	98.7		98.65	0.07	99.9	100		99.95	0.07
15						99.4	99.5	99.4	99.43	0.06	99.6	99.8	99.9	99.77	0.15
16	86.6	87	86.5	(86.70)	0.26	97.5	96.9	97.9	97.43	0.50	98.2	99.7	99.5	99.13	0.81
17						96.2	96.2	96.6	96.33	0.23	99.8	99.9	99.6	99.77	0.15
18	93.63	94	93.98	93.87	0.21	98.07	98.43	98.32	98.27	0.18	99.61	99.42	99.4	99.48	0.12
19						100			100.00		100			100.00	
20	95.9			95.90		97.3	99.2	98.7	98.40	0.98	99.9	100	99.6	99.83	0.21
21						99.1	99.1	99.1	99.10	0.00	100	99.9	100	99.97	0.06
23	92.9	92.5		92.70	0.28	98.4	98.2		98.30	0.14	99.9	99.8		99.85	0.07
24	94			94.00		99.5			99.50		100			100.00	
25	93.4			93.40		96.9			96.90		98.9			98.90	
26	92.55			92.55		94.85			94.85		98.9			98.90	
27	88.8			(88.80)		95.5			95.50		96.7			96.70	
28	94.6	94.7		94.65	0.07	99.9	99.8	99.7	99.80	0.10	95.5	94.9	94.8	95.07	0.38
29	95.36	94.74		95.05		96.74	94.31	93.46	94.84	1.70	99.91	98.29	99.02	99.07	0.81
30						98.55	98.44	98.56	98.52	0.07	99.71	99.61	99.7	99.67	0.06
31	94.37			94.37		99.48			99.48		99.31			99.31	
32	93.7	93.7	93.3	93.57	0.23	97.7	97.7	96.8	97.40	0.52	100.1	99	99.3	99.47	0.57
33						97.9			97.90		98.8			98.80	
Median				93.94					98.09					99.54	
Middel				93.95	0.21				97.93	0.56				99.26	0.32
Stdavvik				0.95					1.52					1.10	
Antall				16					30					30	

Tabell 19. Glødetap, %. Resultater i parentes er forkastet ved Dixons test (2), og er derfor utelatt ved de statistiske beregninger.

Labnr.	A1	A2	A3	Middel	Stdavvik	B1	B2	B3	Middel	Stdavvik	C1	C2	C3	Middel	Stdavvik
1	63.5			63.50		69.7			69.70		37.6			37.60	
2	66.5			66.50		69.3			69.30		36.7			36.70	
3						69.3			69.30		37.1	36.9		37.00	0.14
4	63.7			63.70		70.4			70.40		37.7			37.70	
5						71.3			71.30		38.2			38.20	
6						70.3			70.30		36			36.00	
7						69.6	69.6	69.1	69.43	0.29	37.4	37.4	37.2	37.33	0.12
8						72.3	65.6		68.95	4.74	39.2	38.2		38.70	0.71
9						72	70		71.00	1.41	39.4	39.1		39.25	0.21
11	64.2			64.20		69.9			69.90		38			38.00	
13	65.1			65.10		70.7	70.3		70.50	0.28	38	37.9		37.95	0.07
14						69.8	68.8	69.2	69.27	0.50	37.4	37.2	37.3	37.30	0.10
15						69.3	69.1	69	69.13	0.15	37.1	37.2	37.1	37.13	0.06
16						67.8	69.1	68.6	68.50	0.66	35.4	37.3	37.3	36.67	1.10
17						65.4	65.1	65.3	65.27	0.15	37.3	37.5	37.3	37.37	0.12
19						69			69.00		37.1			37.10	
20											39			39.00	
21						68.9	68.7	68.6	68.73	0.15	36.3	36.1	36	36.13	0.15
23	65.9	65.2		65.55		70.6	69.1		69.85	1.06	28.9	29.9		(29.9)	0.71
24						69.7			69.70		37.2			37.20	
25						70.1			70.10		38.2			38.20	
27	73.4			73.40		75.6			75.60		41.5			(41.5)	
29	63.02	61.95		62.49		70.15	71.17	70.87	70.73	0.52	38.01	38.13	38.42	38.19	0.21
30						69.88	69.93	69.98	69.93	0.05	37.25	37.77	37.94	37.65	0.36
31						70.1			70.10		37.8			37.80	
32	67.1	66.1	66.7	66.63	0.50	70.2	70.4	70.9	70.50	0.36	37.5	38.2	37.8	37.83	0.35
33						69			69.00		36.6			36.60	
Median				65.10					69.78					37.60	
Middel				65.67	0.50				69.86	0.80				37.54	0.31
Stdavvik				3.21					1.66					0.81	
Antall				9					26					27	

Tabell 20. pH. Resultater i parentes er forkastet ved Dixons test (2), og er derfor utelatt ved de statistiske beregninger.

Labnr.	A1	A2	A3	Middel	Stdavvik	B1	B2	B3	Middel	Stdavvik	C1	C2	C3	Middel	Stdavvik
4						6.69			6.69		6.67			6.67	
8						6.32			6.32		6.43			6.43	
11						6.32			6.32		6.32			6.32	
15						6.44	6.41	6.4	6.42	0.02	6.44	6.42	6.41	6.42	0.02
19						6.4			6.40		6.55			6.55	
20						6.3			6.30		6.1			6.10	
21						6.41			6.41		6.6			6.60	
23						6.45			6.45		6.65			6.65	
24						6.23			6.23		6.34			6.34	
31						6.2			6.20		6.3			6.30	
32						6.34	6.37	6.36	6.36	0.02	6.49	6.47	6.47	6.48	0.01
33						6.44			6.44		6.54			6.54	
median									6.38					6.45	
xmiddel									6.38	0.02				6.44	0.01
stdev									0.13					0.17	
Antall									12					12	

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Postboks 69 Korsvoll, 0808 Oslo
Telefon: 22 18 51 00 Fax: 22 18 52 00

ISBN 82-577-2359-2