

KONTROLL AV BLYPÅVIRKNING FOR
FORSKJELLIGE YRKESGRUPPER.

av

Bjarne Karth Johnsen

HD 662

ARBEIDSFORSKNINGSINSTITUTTENE
BIBLIOTEKET
Gydas vei 8
Postboks 8149 Oslo Dep. Oslo 1

YRKESHYGIENISK INSTITUTT

1975

KONTROLL AV BLYPÅVIRKNING FOR FORSKJELLIGE YRKES- GRUPPER.

I. INNLEDNING.

Bly er et giftig tungmetall. Da det allerede meget tidlig fikk utstrakt anvendelse må blyforgiftning kunne betraktes som et klassisk eksempel på yrkesforgiftning. Foruten bly i form av metallstøv er det blyforbindelser som blyoksyder, blyhvitt, blykromat, blynitrat m.fl. som representerer den største helserisiko i vårt arbeidsliv. Blyholdige substanser er imidlertid også en naturlig del av våre omgivelser, slik at alle mennesker, også utenfor yrkeslivet, utsettes for stadig økende mengder bly. Dette har ført til at bly som giftstoff har tiltrukket seg stadig større oppmerksomhet.

For å kartlegge i hvilken grad bly og blyforbindelser på norske arbeidsplasser fører til blypåvirkning på arbeidstakere i forskjellige yrker, har Yrkeshygienisk institutt mottatt økonomisk støtte fra Arbeidervernfondet. Hensikten med undersøkelsen var å vurdere forskjellige metoder for kontroll av hvor meget bly den enkelte arbeidstaker tar opp i sin organisme, og delvis å bringe dette i relasjon til hvor meget bly han utsettes for i sitt arbeidsliv.

II. ORGANISMENS BLYOPPTAK.

Kroppen tilføres bly hovedsakelig på to måter:

- a) Ved innånding av luft som inneholder bly i en eller annen form, f.eks. blystøv, blyoksyd-støv, andre støvformige blyforbindelser, malingtåke, eller i dampform - som flyktige organiske forbindelser (tetrametylbly i bensin o.s.v.).

Ved innånding av blyholdig støv vil støvet dels resorberes fra luftveiene hvor ^{ved} det går direkte over i blodet, dels transporteres

Dersom analyseresultatene for de biologiske prøver hos en arbeider ligger over de anførte grenseverdier, anbefales at vedkommende tas ut av blyeksponert arbeid, og settes til såkalt "utlufting".

Foruten bestemmelse av bly i blod og urin, kan analyse av ALA eller koproporfyrin i urinen benyttes som kontroll ved blyeksponering. Yrkeshygienisk institutt har tidligere benyttet analyse av koproporfyrin som kontrollmetode, men ALA synes etter nyere opplysninger å være en sikrere test. ALA-verdien bør ligge under 2,5 mg/100 ml urin for at utlufting skal unngås.

V. UNDERSØKELSENS OPPLÈGG.

Som nevnt innledningsvis var hensikten med undersøkelsen å vurdere de forskjellige metoder for kontroll av hvor meget bly den enkelte arbeidstaker tar opp i sin organisme, og delvis å bringe dette i relasjon til hvor meget bly han utsettes for i sitt arbeid.

En videre hensikt med undersøkelsen var å måle blyopptaket blant blyeksponerte arbeidere i forskjellige industrigrener. En slik kartlegging vil være av betydning for å avgjøre for hvilke industrigrener en rutinemessig kontroll av de ansatte - henholdsvis hvor stikk-kontroll bør utføres.

Undersøkelsen omfattet følgende kontrollmetoder for blyopptak:

- analyse av bly i blod
- analyse av bly i urin
- analyse av ALA i urin

Blyeksponeringen ble målt ved blyanalyse av luftprøver.

Undersøkelsene omfattet følgende industrityper:

- Batterifabrikasjon, (blyakkumulatorer)
- Skipsopphugging (brenning på blyholdige materialer)
- Trykkerier
- Maling-og lakkfabrikasjon (blyholdig maling)
- Glassverk (blyglass)

Da personer som gjennom sitt yrke ikke er blyeksponerte også viser et visst blyopptak gjennom føde, drikkevarer etc. omfatter undersøkelsen også en kontrollgruppe sammensatt av mannlige ansatte ved Yrkeshygienisk institutt.

Tidligere rutinekontroller og stikkprøver har vist at ansatte i akkumulatorproduksjonen viser et relativt høyt blyopptak. Dette kan skyldes høy blyeksponering, eventuelt andre forhold som personlig hygiene. For denne gruppe ansatte var det av spesiell interesse å undersøke sammenhengen mellom blyopptak og analyse av blyeksponeringen ved luftprøver. For de øvrige gruppene er bare blyopptaket ved analyse av blod og urin undersøkt.

VI. ANALYSEMETODER.

6.1. Bly i blod.

For analyse av bly i blod kan anvendes mikrometoder som krever meget små blodprøver. Metodene er ofte hurtige og velegnede for store serieundersøkelser. De er imidlertid meget følsomme overfor forurensninger som kan medføre større variasjoner i resultatene med mindre det foreligger meget god og lang erfaring.

Instituttets metode beror på direkte kompleksdannelse av bly i blod med ammonium pyrroliden dithiocarbamat (APDC) og ekstraksjon over i metylisobutylketon (MIBK). Bly-innholdet i MIBK-fasen analyseres derefter i atomabsorbsjons-spektrofotometer.

For kontroll av analysemetoden har Yrkeshygienisk institutt deltatt i et nordisk kontrollopplegg mellom 9 laboratorier. Resultatene indikerer at den anvendte metode har en usikkerhet på ca. $\pm 10\%$ som må betegnes som tilfredsstillende.

Analysemetoden er angitt i bilag 1. Forøvrig henvises til rapport fra Yrkeshygienisk institutt "Analyse av bly i blodprøver".

6.2. Bly i urin.

Instituttets analysemetode for bly i urin bygger stort sett på samme prinsipp som for bly i blod, bortsett fra mineralisering av urinprøven med syre forut for ekstraksjon med MIBK.

Mineralisering er tidkrevende og gir dessuten større muligheter for forurensning. Tidligere undersøkelser har også vist en dårlig korrelasjon mellom blyopptak og bly i urin, og analysen anvendes derfor ikke lenger for rutinemessig kontroll av uorganisk blyopptak. Bestemmelse av bly i urin er imidlertid fremdeles av betydning

ved eksponering for organiske blyforbindelser, som f.eks. tetrametylbly i bensin.

Analysemetoden er angitt i bilag 2.

6.3. ALA i urin.

Instituttets analysemetode er basert på den såkalte Grabecki-metoden ved at ALA i urinprøven ved koking med acetylaceton kondenseres til et pyrrol-kompleks som ved tilsetning av modifisert Erlich-reagens farves rødt. ALA-konsentrasjonen bestemmes kolorimetrisk ved sammenligning med en ubehandlet blindprøve.

Metoden har en usikkerhet på ca. \pm 20 %. Følsomheten kan økes ved standard-tilsetning av en kjent mengde ALA. Dette er imidlertid tidkrevende og standard-tilsetning anvendes derfor bare hvor det blir påvist høye ALA-verdier (\bar{x} 2,0 mg/100 ml urin).

Analysemetoden er angitt i bilag 3.

6.4. Bly i støv.

Støvprøvene blir oppsluttet i HF-bombe med en vandig oppløsning av boraks, fluss-syre, saltsyre og salpetersyre. Etter fortykning med vann blir bly analysert i atomabsorbsjons-spektrofotometer etter vanlig standardmetode.

I bilag 4 er oppslutningsmetoden for støvprøvene angitt.

VII. UNDERSØKELSENS GJENNOMFØRING.

7.1. Batterifabrikasjon.

Undersøkelsen omfattet analyse av blyeksponering ved luftprøver samt analyse av blyopptaket ved analyse av bly i blod, og bly og ALA i urin.

7.1.1. Personlig eksponering.

Da blyeksponeringen vil kunne variere sterkt på de forskjellige arbeidsplasser, ble det tatt ut 9 arbeidsplasser hvor man antok at eksponeringen ville være relativt høy. Den personlige eksponeringen på disse arbeidsplasser ble målt med batteridrevne pumper og filtere

plassert på vedkommende 9 arbeideres jakkekraver. Arbeidsplasser med foreskrevne bruk av støvmaske ble ikke tatt med i undersøkelsen.

Ved den personlige prøvetagningen går pumpen hele skiftet, og resultatene for eksponeringen er derfor et mål for den gjennomsnittlige eksponeringen. Målingene ble foretatt over en normal arbeidsuke.

7.1.2. Biologiske prøver.

Fra de omtalte 9 arbeidere ble det hver dag innsamlet morgen- og ettermiddagsurin. Urineringen ble foretatt hjemme for å hindre eventuell forurensning av prøvene fra arbeidstøyet. Urinprøvene ble oppsamlet i spesielle plastflasker tilsatt tetranatriumversenat.

Fra de samme arbeidere ble det dessuten tatt en blodprøve ved henholdsvis arbeidsukens begynnelse og slutt.

7.2. Øvrige yrkesgrupper.

Undersøkelsen omfattet bestemmelse av blyopptak ved analyse av bly i blod og bly og ALA i urin. Over en normal arbeidsuke ble det daglig innsamlet én morgen- og én ettermiddagsurin. Fra de samme ble det dessuten tatt en blodprøve ved arbeidsukens begynnelse, henholdsvis slutt. Antall ansatte pr. yrkesgruppe fremgår av nedenstående:

- Skipsopphugging - 9 personer
- Trykkeri - 10 personer
- Maling- og lakkfabrikasjon - 24 personer (delvis to prøveserier)
- Glassverk - 9 personer.

7.3. Kontrollgruppe - YHI.

Undersøkelsen innskrenket seg til analyse av bly i blod og ALA i urin. Fra 22 mannlige ansatte ved Yrkeshygienisk institutt ble det i midten av en normal arbeidsuke innsamlet én blodprøve og én urinprøve.

VIII. RESULTATER.

8.1. Batterifabrikasjon.8.1.1. Personlig eksponering.

Laveste midlere eksponering for de 9 arbeidere ble målt til 0,07 mg Pb/m³, mens høyeste midlere eksponering ble målt til 0,80 mg/m³ luft.

Den midlere eksponering for samtlige ansatte ble beregnet til $\bar{X} = 0,40$ mg Pb/m³ med konfidensgrenser ved 95 % sannsynlighetsnivå på $\bar{X}_{\min} = 0,19$ mg/m³ og $\bar{X}_{\max} = 0,82$ mg/m³, d.v.s. at det er 95 % sannsynlighet for at denne gruppens virkelige middeleksponering ligger mellom 0,19 og 0,82 mg/m³.

8.1.2. Analyse av blod- og urinprøver.

Laveste midlere blyinnhold i blodet ble målt til 42,5 µg Pb/100 ml blod, og høyeste midlere blyinnhold til 78 µg Pb/100 ml blod.

Midlere blykonsentrasjoner i samtlige blodprøver var $\bar{X} = 60$ µg/100 ml med konfidensgrenser ved 95 % sannsynlighetsnivå på $\bar{X}_{\min} = 54$ µg/100 ml og $\bar{X}_{\max} = 66$ µg/100 ml.

For blyinnholdet i urinprøvene ble laveste midlere verdi målt til 67 µg Pb/liter urin og høyeste midlere verdi til 360 µg Pb/liter urin.

Middelverdien av samtlige urinprøver var $\bar{X} = 156$ µg Pb/liter med $\bar{X}_{\min} = 140$ µg Pb/liter og $\bar{X}_{\max} = 171$ µg Pb/liter ved 95 % sannsynlighetsnivå.

Laveste midlere ALA-verdier i urinprøvene var 0,8 mg ALA/100 ml urin og høyeste midlere verdi 3,9 mg ALA/100 ml urin.

Middelverdien av samtlige ALA-verdier var 1,5 mg ALA/100 ml med konfidensgrenser ved 95 % sannsynlighetsnivå på $\bar{X}_{\min} = 0,3$ mg ALA/100 ml og $\bar{X}_{\max} = 1,8$ mg ALA/100 ml.

Middelverdier med konfidensgrenser for de biologiske prøvene er angitt i tabell 1.

8.2. Skipsopphugging.

8.2.1. Analyse av blod-og urinprøver.

Laveste midlere blyinnhold i blodprøvene ble målt til 16 μg Pb/100 ml blod og høyeste midlere konsentrasjon til 58 μg Pb/100 ml blod. Den midlere blykonsentrasjonen i samtlige blodprøver var $\bar{X} = 42 \mu\text{g}/100 \text{ ml}$ med konfidensgrenser ved 95 % sannsynlighetsnivå på $\bar{X}_{\min} = 35 \mu\text{g}/100 \text{ ml}$ og $\bar{X}_{\max} = 49 \mu\text{g}/100 \text{ ml}$.

I urinprøvene var laveste midlere blykonsentrasjon 28 μg /liter urin og høyeste midlere blykonsentrasjon 205 μg /liter. For samtlige urinprøver var middelveidien $\bar{X} = 112 \mu\text{g}/\text{liter}$ med konfidensgrenser ved 95 % sannsynlighetsnivå på $\bar{X}_{\min} = 99 \mu\text{g}/\text{liter}$ og $\bar{X}_{\max} = 125 \mu\text{g}/\text{liter}$.

Laveste midlere ALA-konsentrasjon i urinprøven var 0,5 mg/100 ml og høyeste midlere konsentrasjon 2,1 mg/100 ml. For samtlige urinprøver var den midlere ALA-konsentrasjonen $\bar{X} = 1,1 \text{ mg}/100 \text{ ml}$ med konfidensgrenser ved 95 % sannsynlighetsnivå på $\bar{X}_{\min} = 1,0 \text{ mg}/100 \text{ ml}$ og $\bar{X}_{\max} = 1,2 \text{ mg}/100 \text{ ml}$.

Analyseresultatene for de biologiske prøvene fremgår av tabell 1.

8.3. Trykkeri.

8.3.1. Analyse av blod-og urinprøver.

Laveste, henholdsvis høyeste midlere blykonsentrasjon i blodprøvene var 18 $\mu\text{g}/100 \text{ ml}$ og 35 $\mu\text{g}/100 \text{ ml}$. Midlere blykonsentrasjon i samtlige blodprøver var $\bar{X} = 25 \mu\text{g}/100 \text{ ml}$ med konfidensgrenser ved 95 % sannsynlighetsnivå på $\bar{X}_{\min} = 22 \mu\text{g}/100 \text{ ml}$ og $\bar{X}_{\max} = 27 \mu\text{g}/100 \text{ ml}$.

I urinprøvene var den laveste midlere blykonsentrasjon 12 μg /liter og høyeste midlere konsentrasjon 69 μg /liter. Midlere blykonsentrasjon for samtlige urinprøver var $\bar{X} = 23 \mu\text{g}/\text{liter}$ med konfidensgrenser ved 95 % sannsynlighetsnivå på $\bar{X}_{\min} = 18 \mu\text{g}/\text{liter}$ og $\bar{X}_{\max} = 29 \mu\text{g}/\text{liter}$.

For ALA var laveste, henholdsvis høyeste midlere konsentrasjon 0,5 mg/100 ml og 1,2 mg/100 ml. Midlere ALA-konsentrasjon for samtlige prøver var $\bar{X} = 0,8 \text{ mg}/100 \text{ ml}$ med konfidensgrenser ved 95 % sannsynlighetsnivå på $\bar{X}_{\min} = 0,75 \text{ mg}/100 \text{ ml}$ og $\bar{X}_{\max} = 0,9 \text{ mg}/100 \text{ ml}$.

Analyseresultatene for de biologiske prøvene fremgår av tabell 1.

8.4. Maling-og lakkfabrikasjon.

8.4.1. Analyse av blod-og urinprøver.

Laveste, henholdsvis høyeste midlere blykonsentrasjon i blodprøvene var $7 \mu\text{g}/100 \text{ ml}$ og $36 \mu\text{g}/100 \text{ ml}$. Den midlere blykonsentrasjonen i samtlige prøver var $\bar{X} = 18 \mu\text{g}/100 \text{ ml}$ med konfidensgrenser ved 95 % sannsynlighetsnivå på $\bar{X}_{\text{min}} = 15 \mu\text{g}/100 \text{ ml}$ og $\bar{X}_{\text{max}} = 20 \mu\text{g}/100 \text{ ml}$.

I urinprøvene var laveste midlere blykonsentrasjon $1 \mu\text{g}/\text{liter}$ og høyeste midlere konsentrasjon $56 \mu\text{g}/\text{liter}$. Midlere konsentrasjon i samtlige prøver var $\bar{X} = 20 \mu\text{g}/\text{liter}$ med konfidensgrenser ved 95 % sannsynlighetsnivå på $\bar{X}_{\text{min}} = 18 \mu\text{g}/\text{liter}$ og $\bar{X}_{\text{max}} = 22 \mu\text{g}/\text{liter}$.

Laveste og høyeste midlere ALA-konsentrasjon i urinprøvene var henholdsvis $0,3 \text{ mg}/100 \text{ ml}$ og $1,1 \text{ mg}/100 \text{ ml}$. Den midlere konsentrasjonen for alle prøvene var $\bar{X} = 0,59 \text{ mg}/100 \text{ ml}$ med konfidensgrenser ved 95 % sannsynlighetsnivå på $\bar{X}_{\text{min}} = 0,56 \text{ mg}/100 \text{ ml}$ og $\bar{X}_{\text{max}} = 0,62 \text{ mg}/100 \text{ ml}$.

Analyseresultatene for de biologiske prøvene fremgår av tabell 2.

8.5. Glassverk.

8.5.1. Analyse av blod-og urinprøver.

Laveste, henholdsvis høyeste midlere blykonsentrasjon i blodprøvene var $8 \mu\text{g}/100 \text{ ml}$ og $34 \mu\text{g}/100 \text{ ml}$. Midlere blykonsentrasjon i samtlige blodprøver var $\bar{X} = 16 \mu\text{g}/100 \text{ ml}$ med konfidensgrenser ved 95 % sannsynlighetsnivå på $\bar{X}_{\text{min}} = 10 \mu\text{g}/100 \text{ ml}$ og $\bar{X}_{\text{max}} = 22 \mu\text{g}/100 \text{ ml}$.

I urinprøvene var laveste midlere blykonsentrasjon $23 \mu\text{g}/\text{liter}$ og høyeste midlere konsentrasjon $76 \mu\text{g}/\text{liter}$. Midlere blykonsentrasjon for samtlige urinprøver var $\bar{X} = 42 \mu\text{g}/\text{liter}$ med konfidensgrenser ved 95 % sannsynlighetsnivå på $\bar{X}_{\text{min}} = 37 \mu\text{g}/\text{liter}$ og $\bar{X}_{\text{max}} = 48 \mu\text{g}/\text{liter}$.

For ALA var laveste, henholdsvis høyeste midlere konsentrasjon $0,3 \text{ mg}/100 \text{ ml}$ og $1,0 \text{ mg}/100 \text{ ml}$. Midlere ALA-konsentrasjon for samtlige prøver var $\bar{X} = 0,67 \text{ mg}/100 \text{ ml}$ med konfidensgrenser ved

95 % sannsynlighetsnivå på $\bar{X}_{\min} = 0,62 \text{ mg}/100 \text{ ml}$ og $\bar{X}_{\max} = 0,73 \text{ mg}/100 \text{ ml}$.

Analyseresultatene for de biologiske prøvene fremgår av tabell 2.

8.6. Kontrollgruppe.

8.6.1. Analyse av blod-og urinprøver.

For en vurdering av de biologiske analyse-verdiene til blyeksponerte arbeidere er det nødvendig å ha kjennskap til normalverdier for ikke-blyeksponerte personer. En bestemmelse av normalverdier vil ikke nødvendigvis måtte omfatte en spesielt stor gruppe, da det bare var nødvendig å få vite om kontrollgruppens analyseverdier var i overensstemmelse med andre lands tilsvarende større undersøkelser av ikke-blyeksponerte personer.

Det ble tatt blodprøver for blyanalyser og urinprøver for bestemmelse av ALA fra 22 mannlige ansatte ved Yrkeshygienisk institutt.

Analyse av bly i urin ble ikke gjennomført da denne bestemmelsen, av grunner som tidligere nevnt, ikke lenger benyttes for vurdering av uorganisk blyopptak.

Laveste, henholdsvis høyeste blykonsentrasjon i blodprøvene var $7 \mu\text{g}/100 \text{ ml}$ og $29 \mu\text{g}/100 \text{ ml}$. Resultatene er anskueliggjort i histogram på figur 6. Som det vil fremgå ligger 50 % av verdiene i området $10\text{-}15 \mu\text{g}/100 \text{ ml}$. Til sammenligning er de tilsvarende resultater for yrkesgruppene anskueliggjort i histogram i figur 1-5.

Den midlere blykonsentrasjonen for kontrollgruppen var $\bar{X} = 13 \mu\text{g}/100 \text{ ml}$ med konfidensgrenser ved 95 % sannsynlighetsnivå på $\bar{X}_{\min} = 11 \mu\text{g}/100 \text{ ml}$ og $\bar{X}_{\max} = 16 \mu\text{g}/100 \text{ ml}$.

Middelverdien stemmer godt overens med resultatene fra en svensk undersøkelse i 1971 hvor det ble funnet en middelvei på $12,3 \mu\text{g}/100 \text{ ml}$ i blodprøvene for 50 mannlige ikke-blyeksponerte personer.

Laveste, henholdsvis høyeste ALA-konsentrasjon i urinprøvene, var $0,3 \text{ mg}/100 \text{ ml}$ og $1,2 \text{ mg}/100 \text{ ml}$. Resultatene er anskueliggjort i histogram i figur 6. Til sammenligning er de tilsvarende resultater for yrkesgruppene anskueliggjort i histogram i figur 1-5. For kontrollgruppen ligger 50 % av verdiene i området $0,6 - 0,8 \text{ mg}/$

100 ml. Middelveidien var $\bar{X} = 0,7$ mg/100 ml med konfidensgrenser ved 95 % sannsynlighetsnivå på $\bar{X}_{\min} = 0,6$ og $\bar{X}_{\max} = 0,8$ mg/100 ml.

Analyseresultatene for de biologiske prøvene er angitt i tabell 2.

8.7. Sammenfatning biologiske analyser.

For oversikten skyld er resultatene av de biologiske analysene for samtlige grupper anskueliggjort i histogram i figur 7-9.

IX. KORRELASJONER.

Med en korrelasjonsberegning kan man fastslå hvorvidt det er noen sammenheng mellom to sett variable verdier. Beregningen utføres ved å bestemme korrelasjonsfaktoren r . Med $r = 1$ er det en direkte proporsjonal sammenheng mellom verdiene. Med $r = 0,5$ er det en rimelig grad av korrelasjon, mens det ved $r = 0$ ikke er noen sammenheng. Ved samtidig å beregne den såkalte t_r -verdien og sammenligning med t ved $P = 95\%$ avgjøres om sammenhengen er reell og ikke skyldes tilfeldigheter.

9.1. Sammenligning blyeksponering - blyopptak.

Av de undersøkte yrkesgruppene ble det bare foretatt måling av den personlig eksponeringen til de ansatte i Batterifabrikasjonen. Det kunne ikke påvises noen korrelasjon ($r = 0,05$) mellom den enkelte ansattes daglige eksponering og blykonsentrasjonen i samme dags urinprøve (middelveid av morgen- og aftenurin).

Det ble funnet en negativ korrelasjon ($r = -0,69$) mellom eksponering og ALA i urinen. Dette kan skyldes blydepoter i knoklene som gir høy ALA tross lav eksponering, dels at andre forhold enn blyeksponering kan gi høy ALA. Dessuten kan annet blyopptak dominere, f.eks. mindre god personlig hygiene. Dette underbygges ved at det for enkelte av de ansatte bare kunne påvises en svak korrelasjon med $r = 0,21$ mellom hans midlere eksponering og blykonsentrasjonen i blodet. Korrelasjonen er imidlertid ikke signifikant ($P < 50\%$).

9.2. Sammenheng biologiske analyser.

For totalt 637 urinprøver fra samtlige yrkesgrupper ble det med $r = 0,57$ påvist en rimelig grad av korrelasjon mellom ALA-konsentrasjonen og bly-konsentrasjonen i urinprøvene. Korrelasjonen er signifikant med $t_r = 17,7$.

Med 145 blodprøver og samme dags urinprøver fra samtlige yrkesgrupper og kontrollgruppen, ble det også funnet en rimelig grad av korrelasjon ($r = 0,43$) mellom bly i blod og middelveidien av ALA i morgen- og aftenurinen. Korrelasjonen er signifikant med $t_r = 5,76$.

Korrelasjonen mellom bly i blod og bly i urinen var betydelig høyere. Med 123 blodprøver og samme dags urinprøver ble det for samtlige yrkesgrupper med $r = 0,85$ og $t_r = 17,8$ funnet en god korrelasjon. At korrelasjonen mellom bly i blod og bly i urin er høyere enn mellom bly i blod og ALA i urin var ventet da ALA ikke er helt spesifikk for blypåvirkning.

X. YRKESGRUPPENES BLYBELASTNING.

10.1. Middelveid og t-test.

For å fastslå hvorvidt det er noen forskjell mellom to middelveidier anvendes den såkalte t-test. Forskjellen blir betegnet som signifikant når $P =$ eller $> 95 \%$, d.v.s. det er 95% eller større sannsynlighet for at forskjellen er reell og ikke skyldes tilfeldige feil.

For de biologiske analysers vedkommende er det av interesse å fastslå om bly- eller ALA-konsentrasjonen til de enkelte yrkesgrupper er høyere enn kontrollgruppens. Det er også av interesse å fastslå om det er noen forskjell mellom de enkelte yrkesgruppers bly- henholdsvis ALA-konsentrasjoner.

10.2. Sammenligning yrkesgrupper/kontrollgruppe.

I tabell 3 er ført opp resultatene av en t-test for forskjellen mellom middelveidene for bly i blod og ALA i urin for de enkelte yrkesgrupper og kontrollgruppen. Blodets blyverdier for gruppene Batterifabrikasjon, Skipsopphugging, Trykkeri og Maling-og lakkfabrikasjon ligger signifikant høyere enn kontrollgruppens, mens det ikke ble funnet noen signifikant forskjell mellom blyverdiene til Glassverk og Kontrollgruppen.

For ALA i urin er middelverdiene for Batterifabrikasjon og Skipsoppugging signifikant høyere enn Kontrollgruppen, mens middelverdiene til de øvrige yrkesgruppene ikke er forskjellig fra Kontrollgruppen.

Da Kontrollgruppens urinprøver ikke ble analysert på bly, foreligger ingen sammenligning mellom yrkesgruppene og kontrollgruppens urinblyverdier.

XI. SAMMENDRAG OG KONKLUSJONER.

På grunn av at bly kan tas opp i den menneskelige organismen på andre måter enn ved innånding, er det ikke forsvarlig å bare benytte måling av bly i luften som kontroll ved blyeksponering. Luftmålingen kan bare benyttes som kontroll av teknisk-hygieniske forhold, mens kontroll av den enkelte arbeiders helse må baseres på andre prøver.

Sammenhengen mellom blyeksponering for den enkelte arbeider og den mengde bly som finnes i hans blod er dårlig. Det er rimelig at den personlige hygiene har betydning når det gjelder høye blyverdier i blodet. |

Det er i denne undersøkelsen funnet en rimelig sammenheng mellom bly i urin og ALA i urin samt bly i blod og ALA i urin. Korrelasjonene mellom bly i blod og bly i urin var imidlertid betydelig bedre. At korrelasjonen mellom bly i blod og bly i urin er bedre enn mellom bly i blod og ALA i urin var ventet da ALA ikke er helt spesifikk for blypåvirkning. Når man allikevel velger analyse av blodprøve som den viktigste kontrollmetoden, henger dette sammen med de store variasjoner i urinverdier avhengig av andre faktorer enn blymengden i kroppen. Man ønsker imidlertid ikke å vurdere et helsemessig så viktig forhold som blyeksponering ut fra én enkelt prøve. Høye verdier for ALA i urinen kan enkelte ganger finnes samtidig med relativt lave blyverdier i blod og i urin. Dette kan muligens være et resultat av en spesiell følsomhet for virkningen av bly hos

enkelte mennesker. Disse mennesker bør utsettes for mindre bly enn andre. Derfor blir ALA i urinen analysert i tillegg til bly i blod for å kunne gi best mulig råd til den enkelte i forbindelse med blyeksponering i arbeidet.

En sammenligning av yrkesgruppene Batterifabrikasjon, Skipsopphugging, Trykkeri, Maling-og lakkfabrikk, Glassverk med Kontrollgruppen viser at blodets midlere blyverdier for gruppene Batterifabrikasjon, Skipsopphugging, Trykkeri og Maling-og lakkfabrikk ligger signifikant høyere enn Kontrollgruppen. For Trykkeri og Maling-og lakkfabrikk er økningen imidlertid såvidt lav at den neppe skulle ha helsemessige konsekvenser.

For ALA i urin er middelverdiene for Batterifabrikasjon og Skipsopphugging signifikant høyere enn Kontrollgruppen, mens middelverdiene til de øvrige yrkesgruppene ikke er forskjellige fra Kontrollgruppen.

En fortsatt rutinemessig kontroll av blyopptaket i yrkesgruppen Batterifabrikasjon er påkrevet. Det synes også påkrevet å innføre en spesiell kontroll med gruppen Skipsopphugging, hovedsakelig i forbindelse med opphugging av eldre båter hvor blymaling er blitt anvendt.

En rutinemessig kontroll av de øvrige yrkesgruppene synes ikke påkrevet. Sporadisk kontroll av blyopptaket i disse gruppene vil imidlertid bli nødvendig med endring av arbeidsprosesser og arbeidsrutiner samt for enkeltpersoner hvor indikasjoner på et for høyt blyopptak foreligger.

Oslo, november 1975 .

Tabell 1

	Prøver	Range	\bar{X}_{\min}^*	\bar{X}	\bar{X}_{\max}^*
<u>Batterifabrikasjon</u>	18	43 - 78	54	60	66
	103	67 - 260	140	156	171
	89	0,8 - 3,9	1,3	1,5	1,8
<u>Skipsoppugning</u>	18	16 - 58	35	42	49
	87	28 - 205	99	112	125
	87	0,5 - 2,1	1,0	1,1	1,2
<u>Trykkeri</u>	20	18 - 35	22	25	27
	77	12 - 69	18	23	29
	77	0,5 - 1,2	0,75	0,82	0,90

* 95 % konfidensgrenser

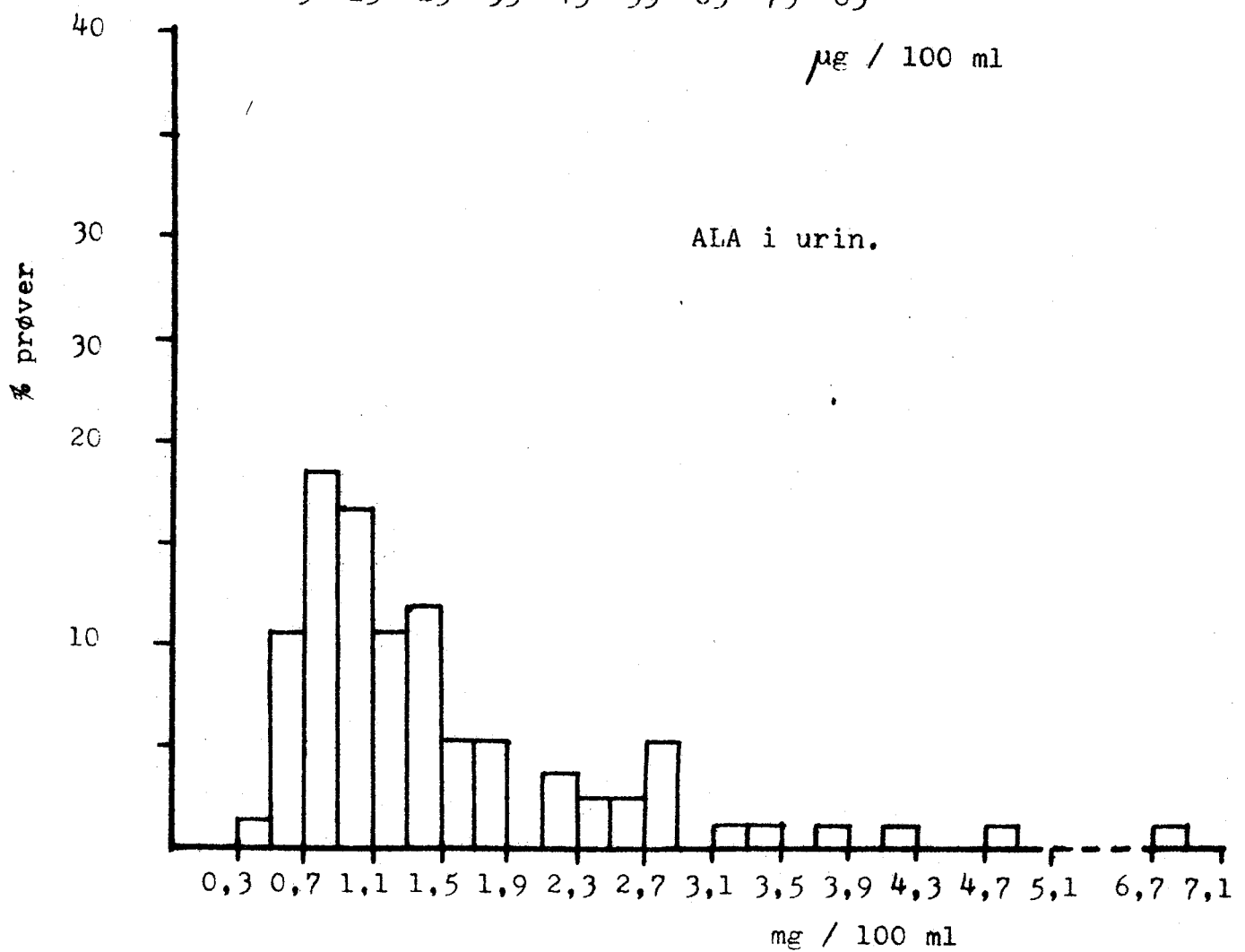
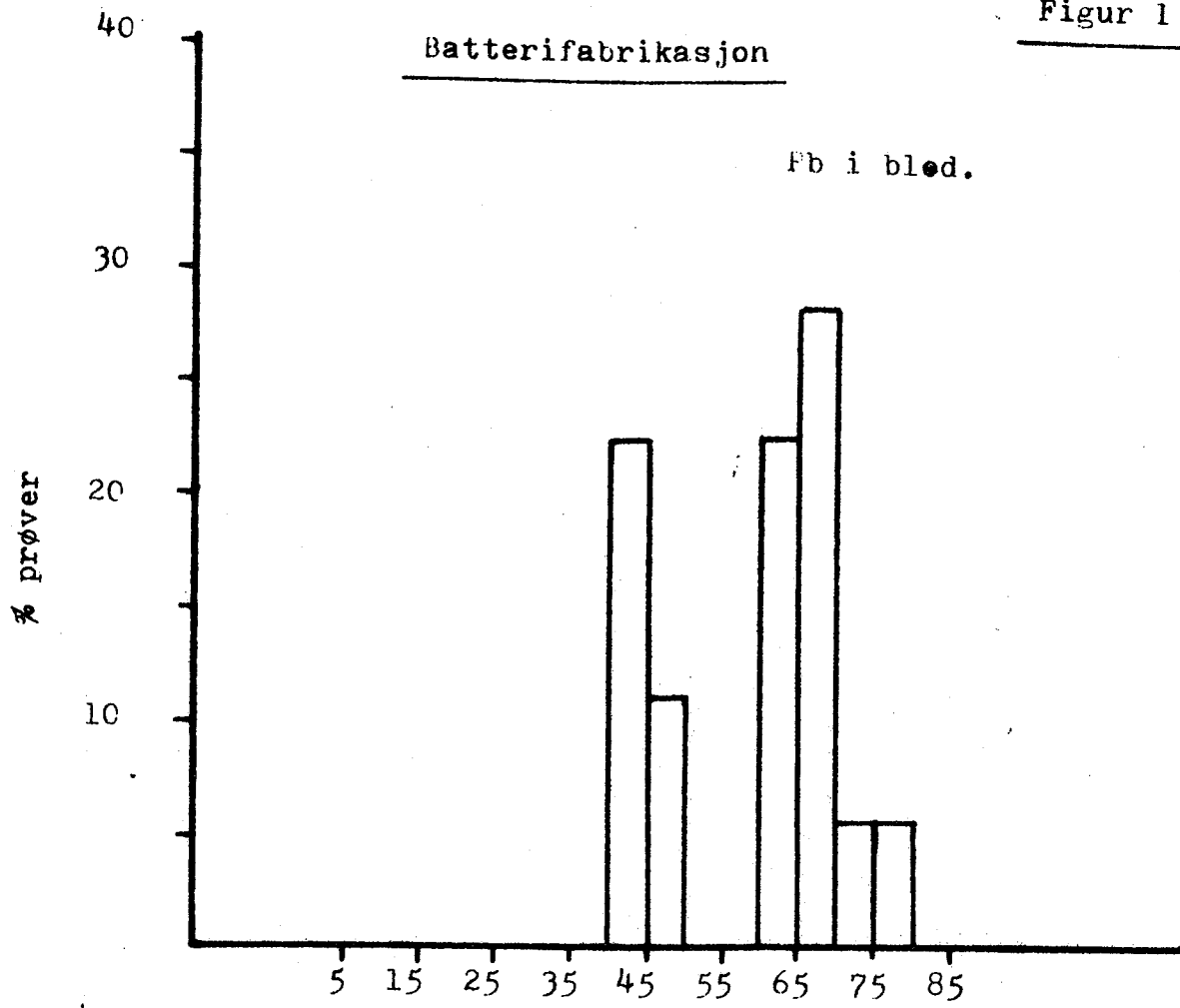
	Prøver	Range	\bar{X}_{\min}^*	\bar{X}	\bar{X}_{\max}^{**}
<u>Maling-og lakkfabrikk</u>					
Bly i blod, /ug/100 ml	61	7 - 36	15	18	20
Bly i urin, /ug/liter	288	1 - 56	18	20	22
ALA i urin, /mg/100 ml	296	0,3 - 1,1	0,56	0,59	0,62
<u>Glassverk</u>					
Bly i blod, /ug/100 ml	13	8 - 34	10	16	22
Bly i urin, /ug/liter	98	23 - 76	37	42	48
ALA i urin, mg/100 ml	100	0,3 - 1,0	0,62	0,67	0,73
<u>Kontrollgruppe</u>					
Bly i blod, /ug/100 ml	22	7 - 29	11	14	16
Bly i urin, /ug/liter	-				
ALA i urin, mg/100 ml	22	0,3 - 1,2	0,57	0,68	0,79

* 95 % konfidensgrenser

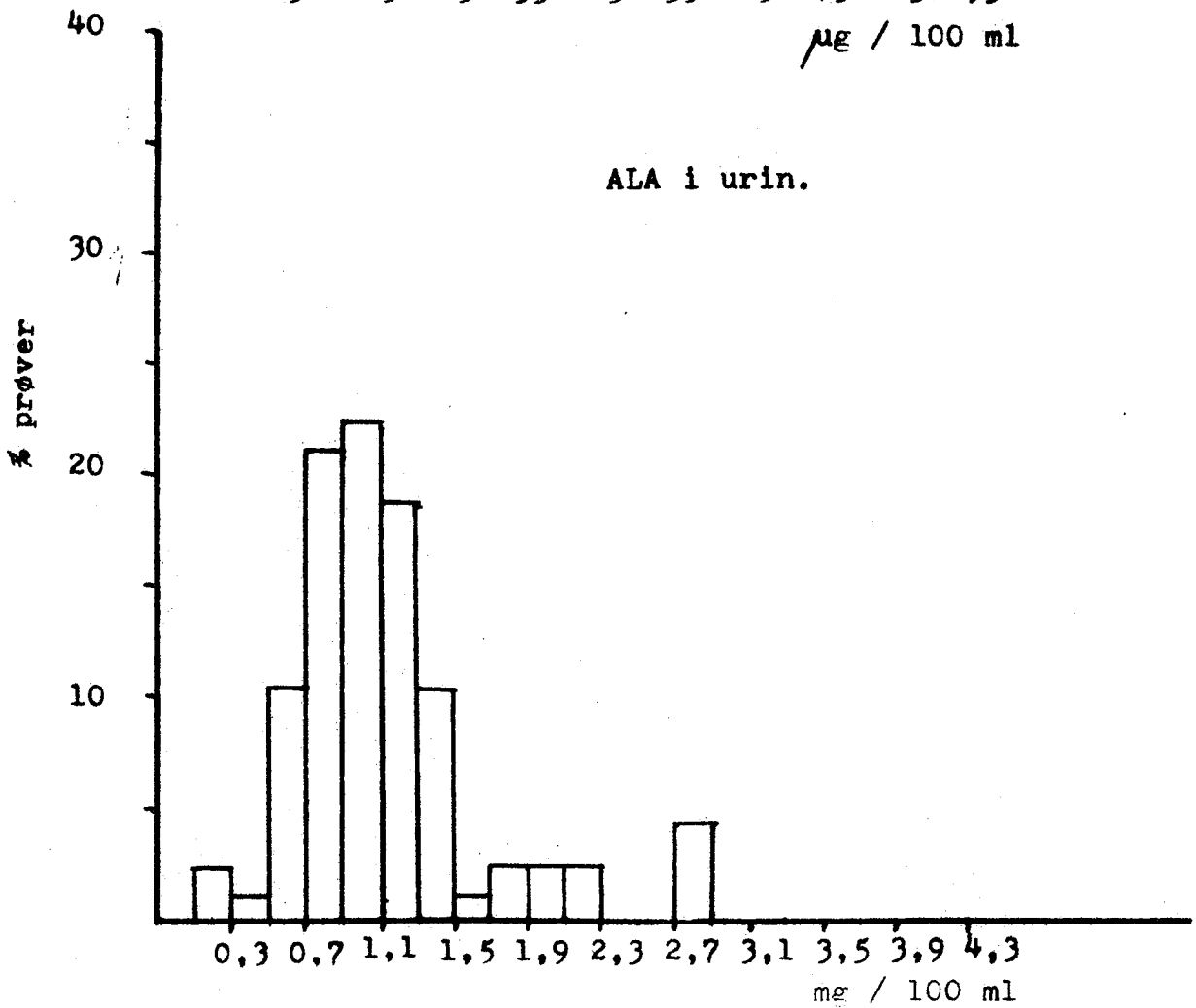
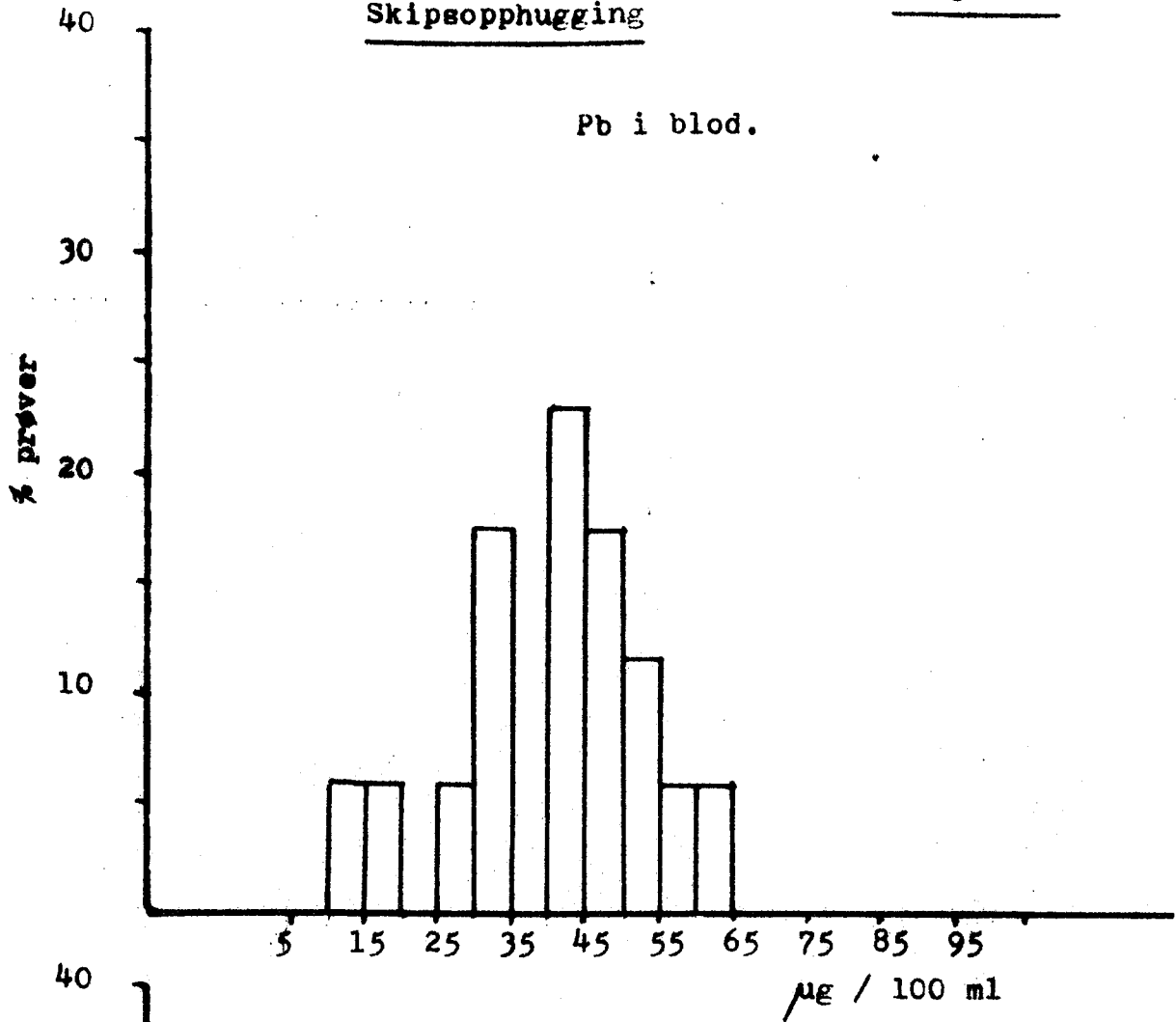
Tabell 3

	n	$\bar{X} = \mu\text{g Pb}/100 \text{ ml}$	t	P %
Batterifabr.	18	60		
Kontrollgruppe	22	13	15,77	> 99,9
Skipsopphugging	18	42		
Kontrollgruppe	22	13	8,92	> 99,9
Trykkeri	20	24		
Kontrollgruppe	22	13	6,42	> 99,9
Maling-og lakkfabr.	61	18		
Kontrollgruppe	22	13	2,07	> .95
Glassverk	13	16		
Kontrollgruppe	22	13	0,95	< 70
	n	$\bar{X} = \text{mg ALA}/100 \text{ ml}$	t	P %
Batterifabr.	89	1,54		
Kontrollgruppe	22	0,68	3,54	> 99,9
Skipsopphugging	87	1,08		
Kontrollgruppe	22	0,68	3,43	> 99,9
Trykkeri	77	0,82		
Kontrollgruppe	22	0,68	1,84	< 95
Maling-og lakkfabr.	296	0,59		
Kontrollgruppe	22	0,68	- 1,66	
Glassverk	100	0,67		
Kontrollgruppe	22	0,68	- 0,14	

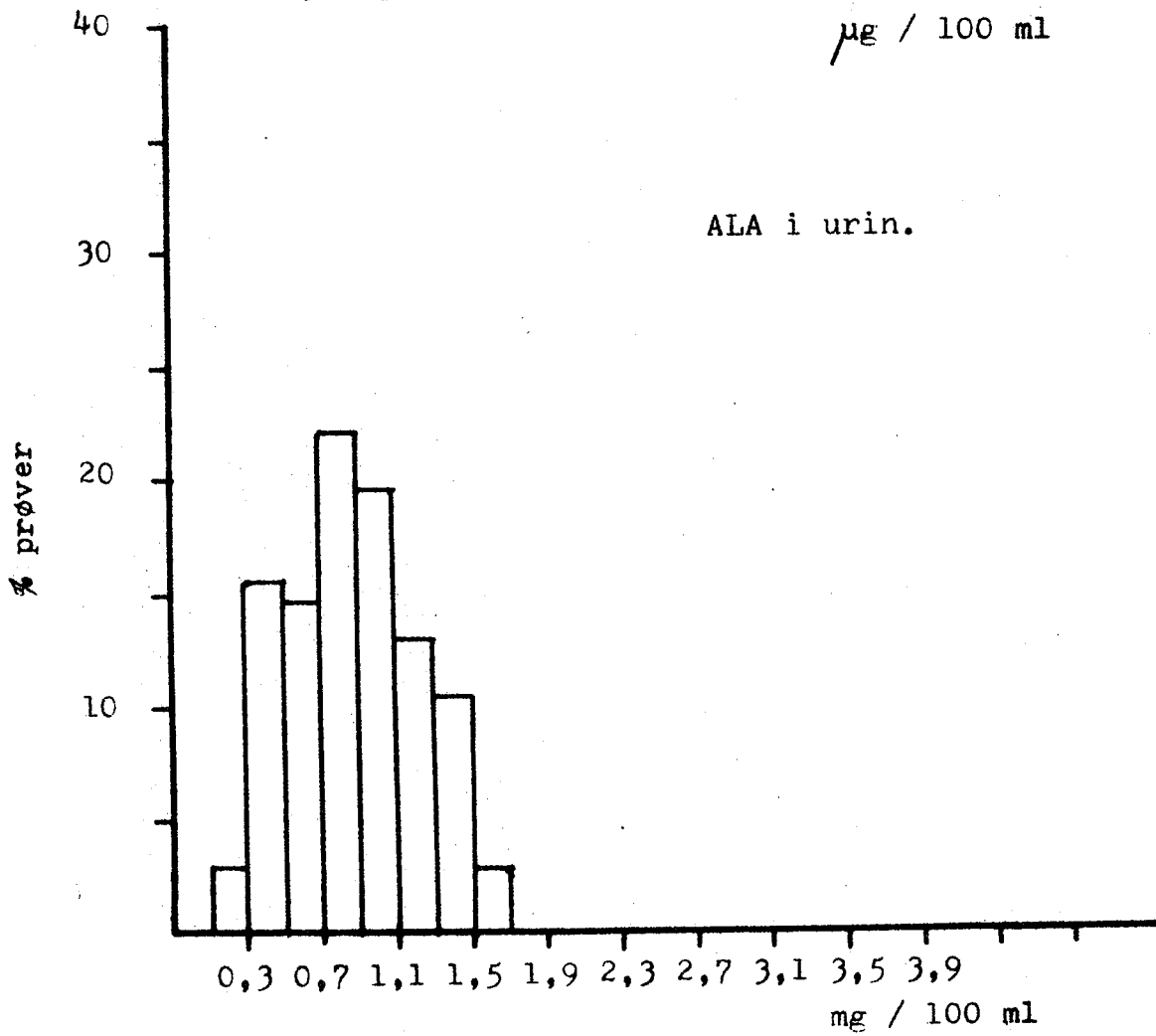
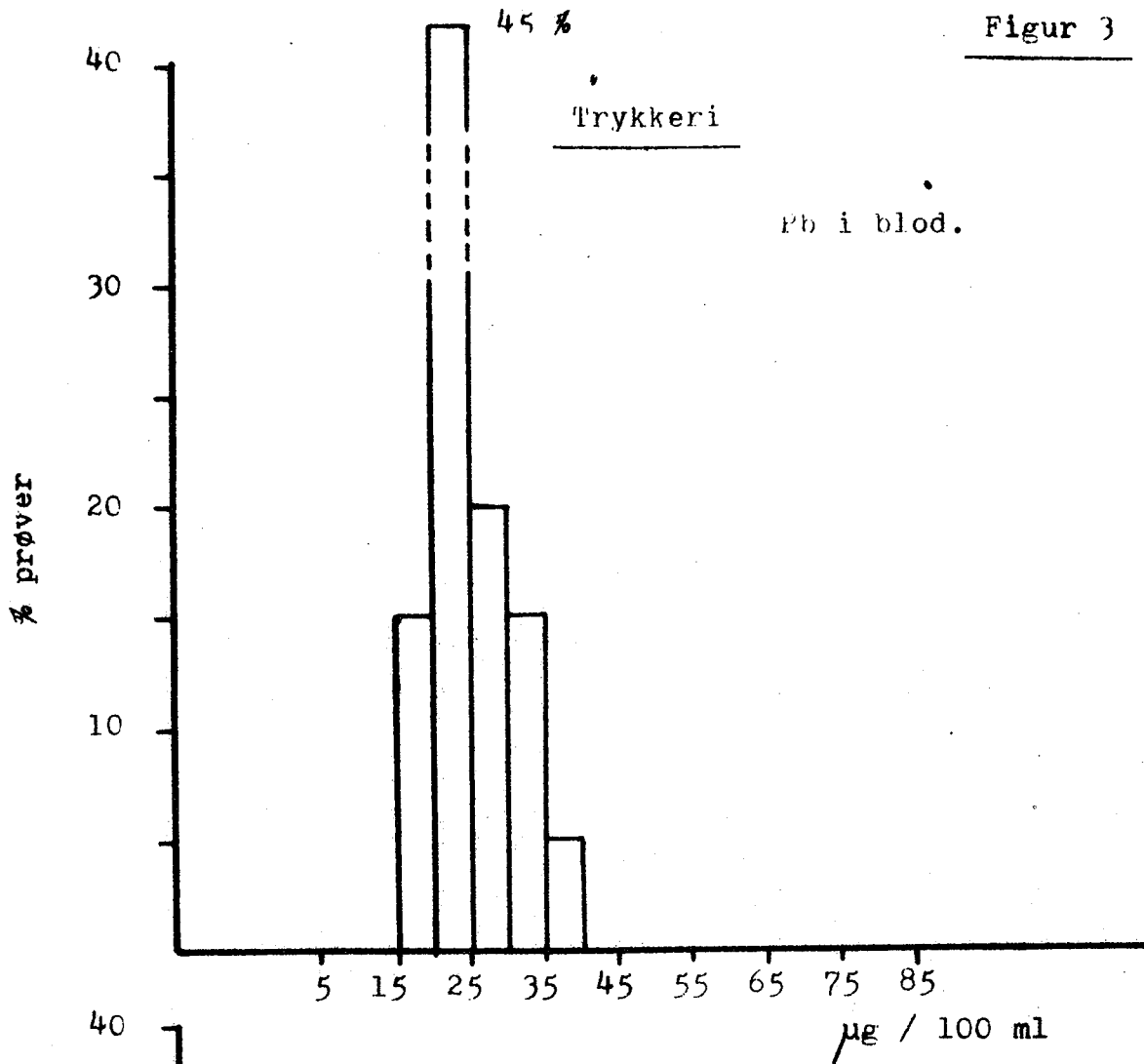
Figur 1



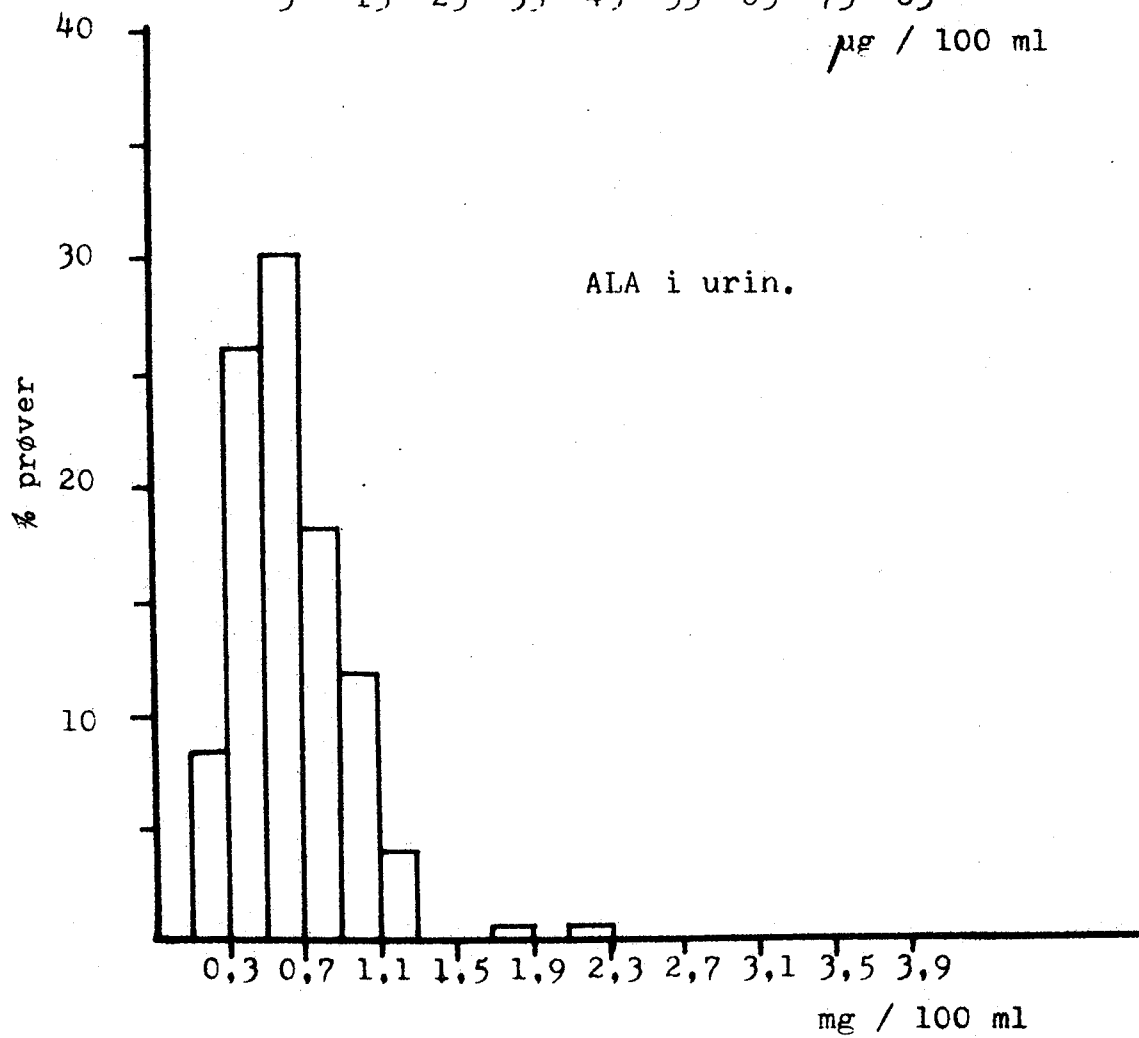
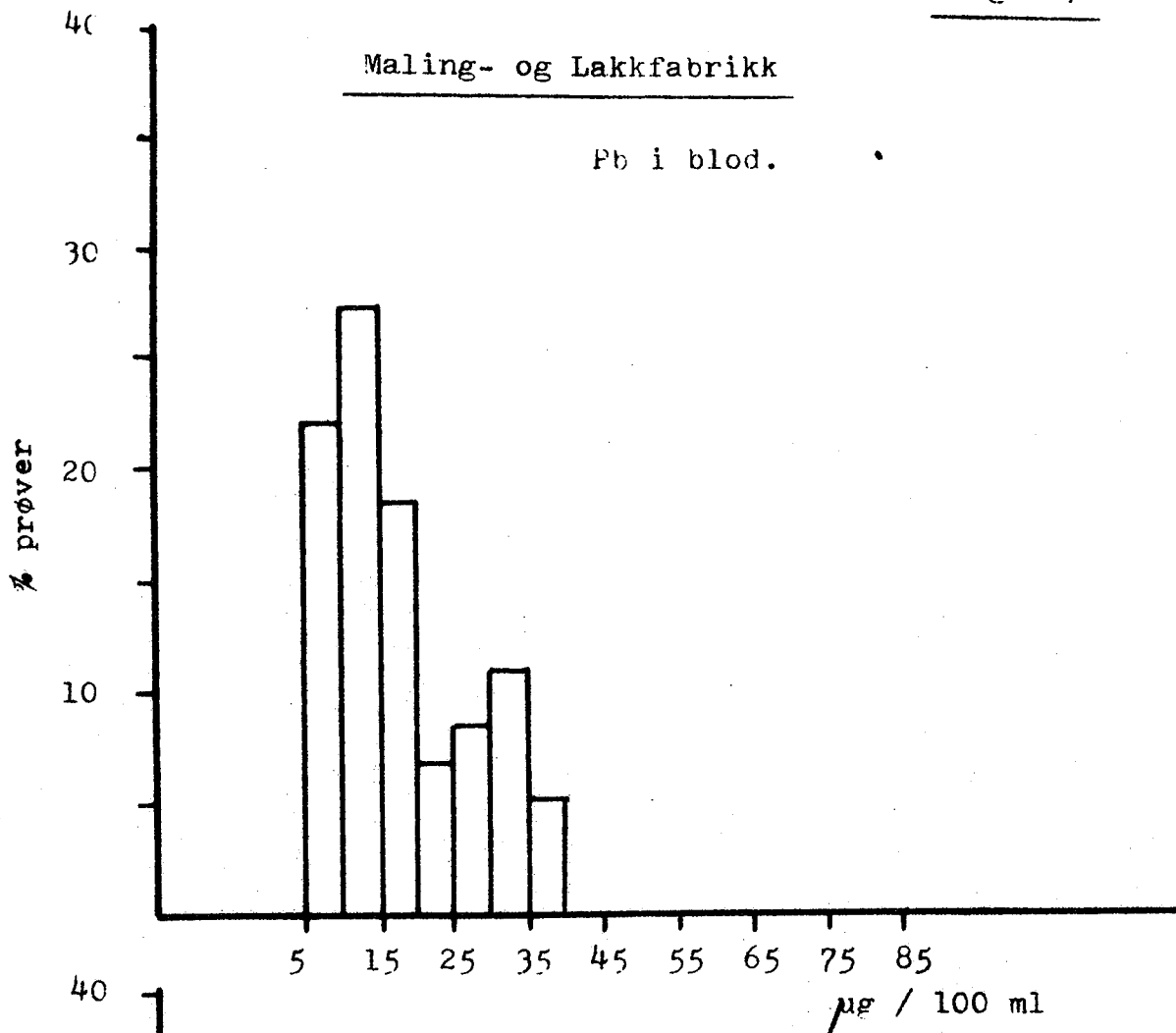
Skipsopphugging



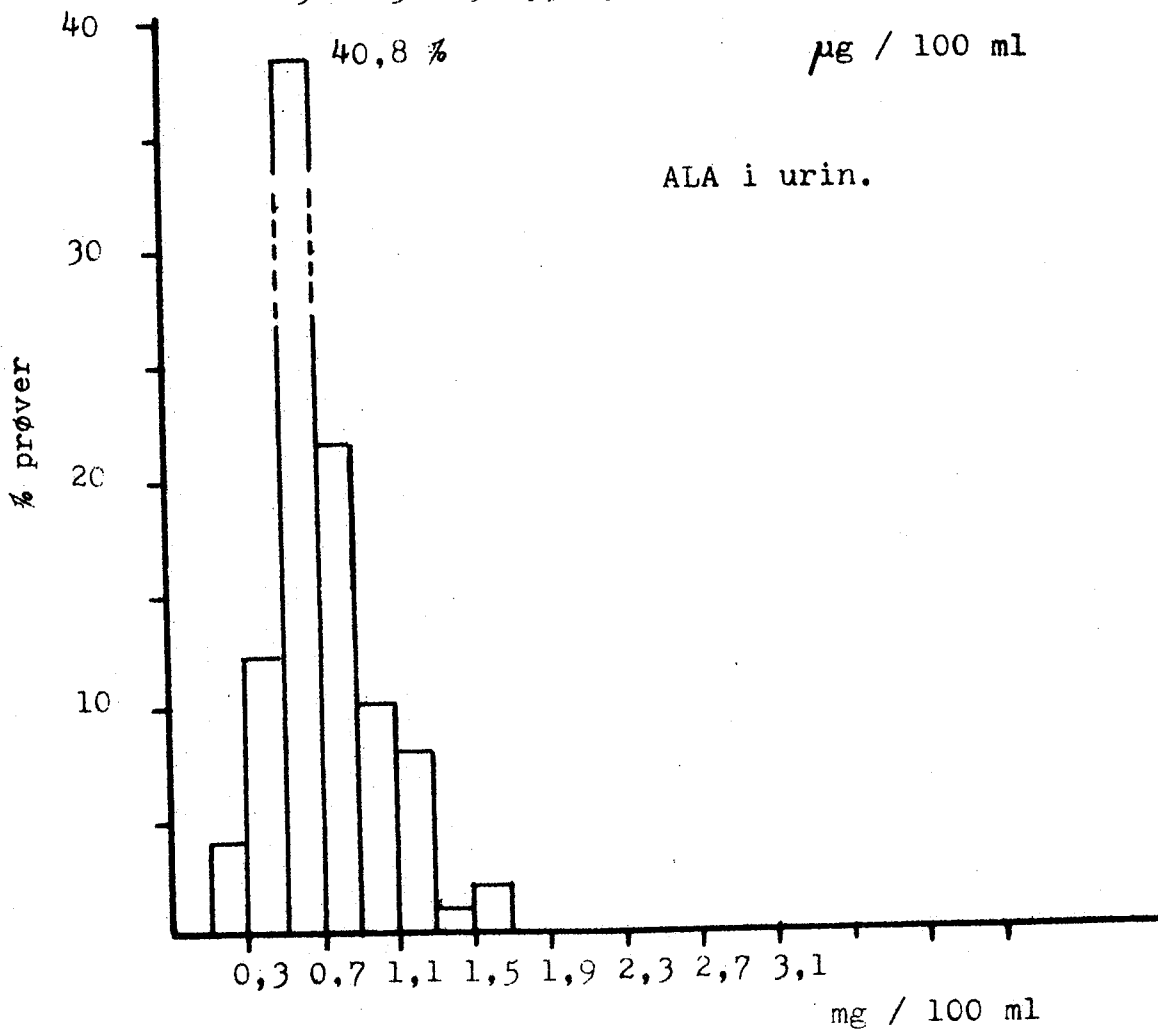
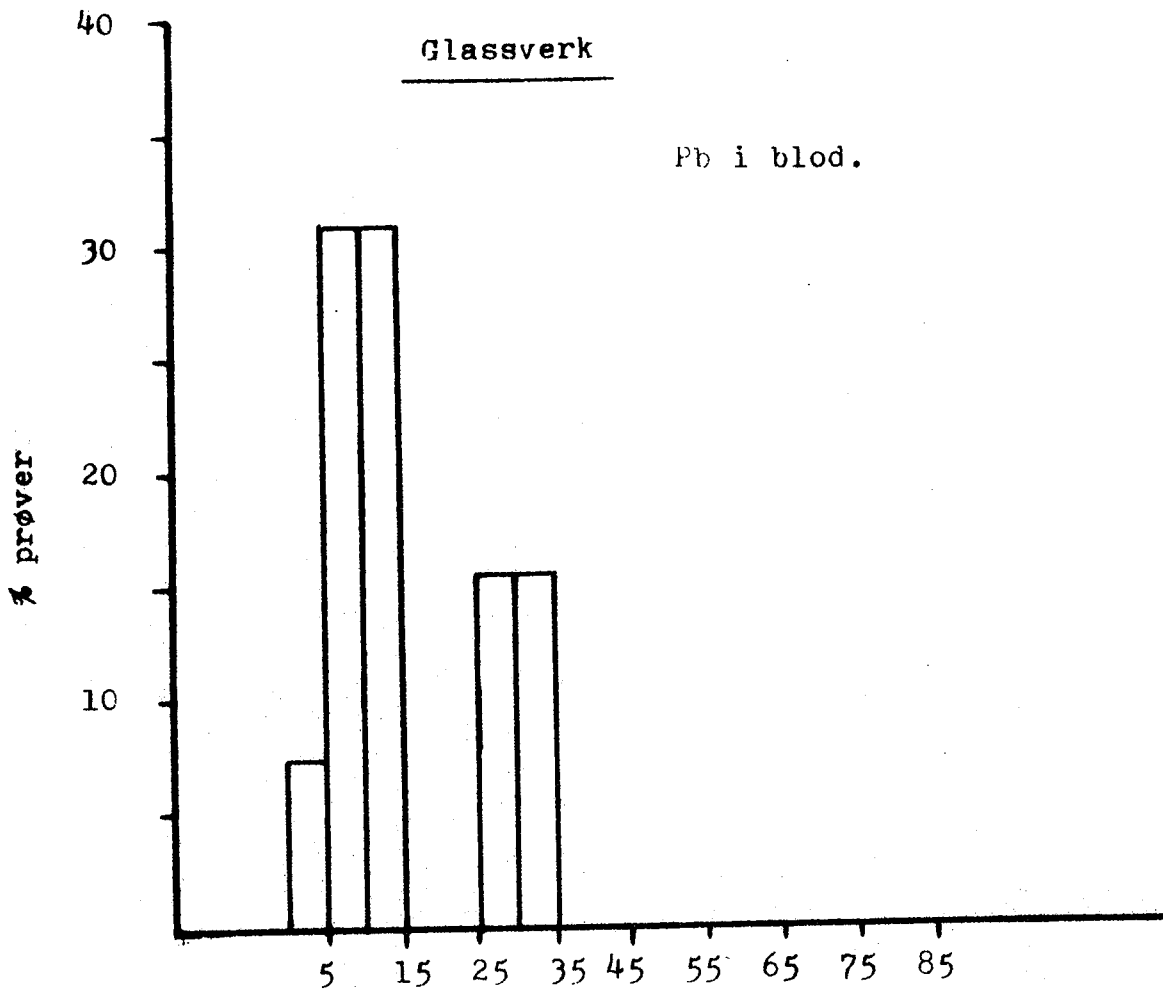
Figur 3



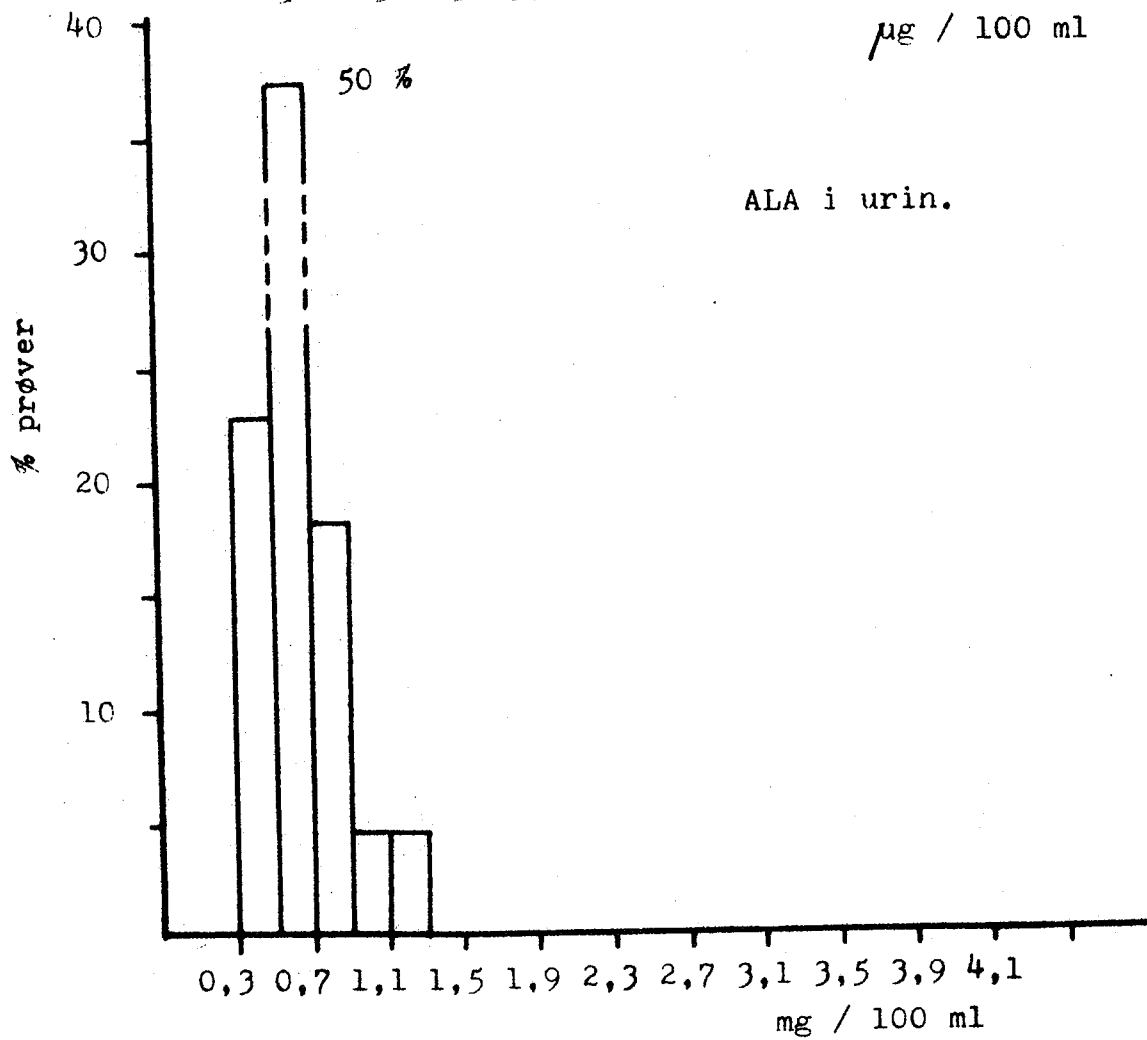
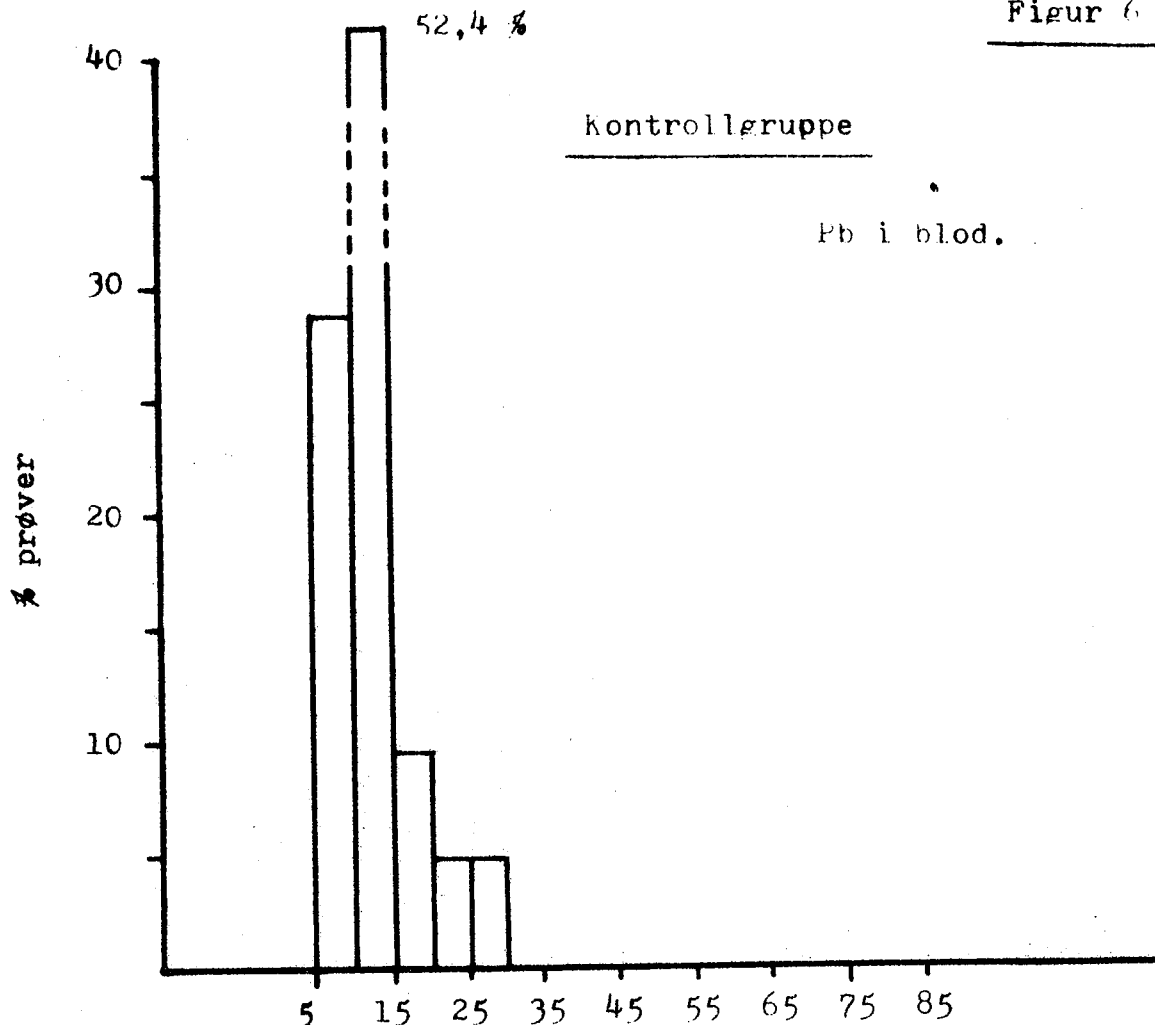
Figur 4



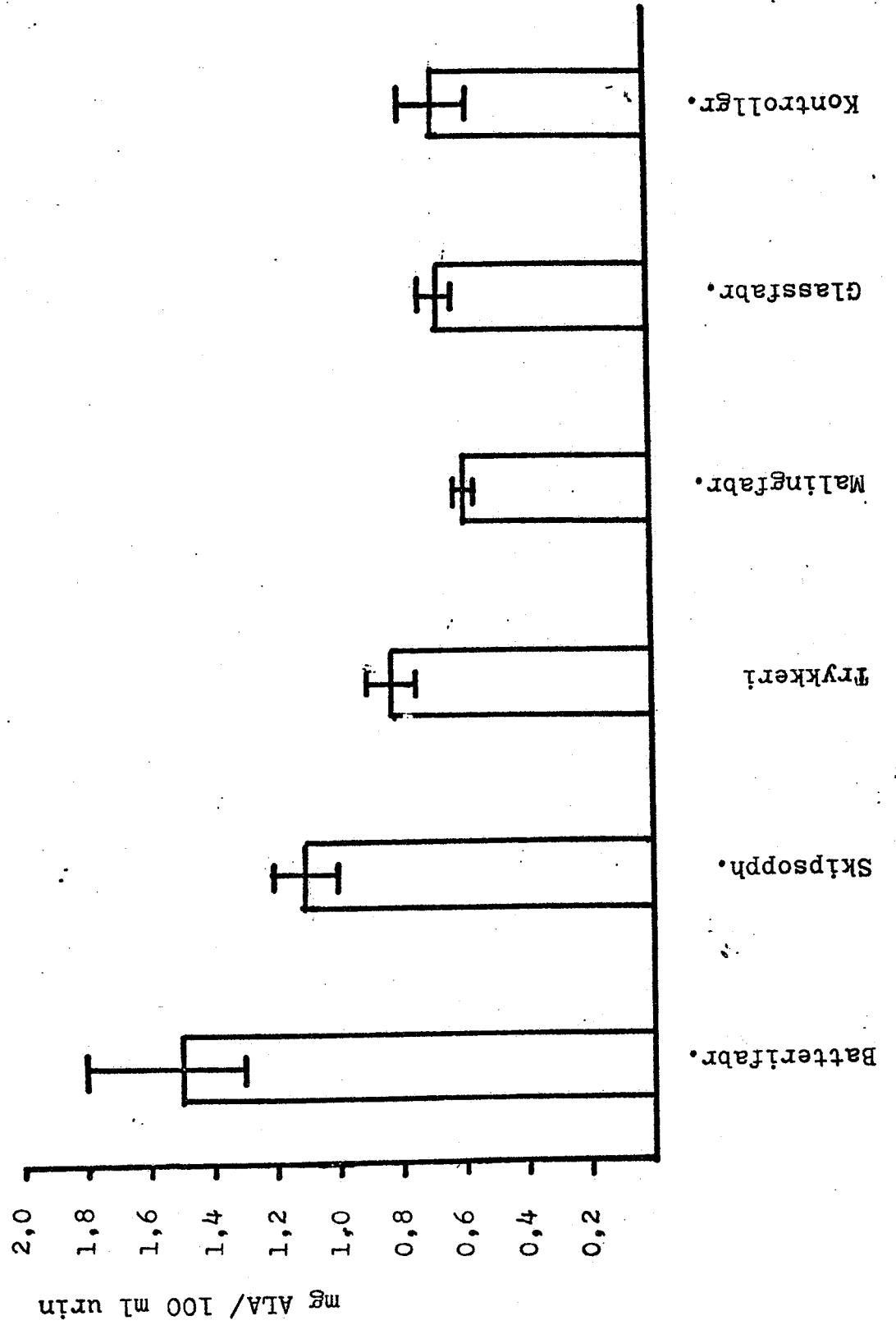
Figur 5



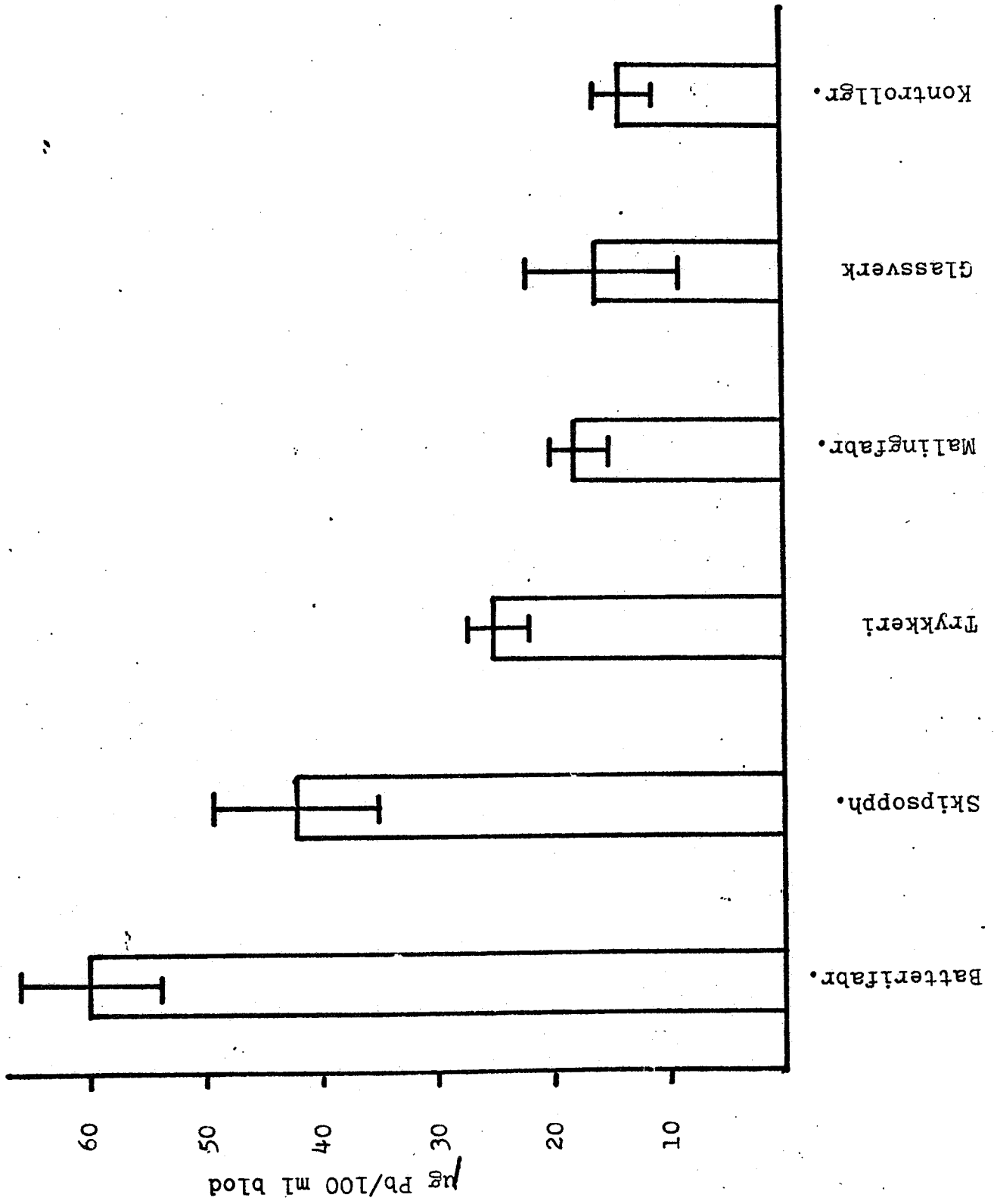
Figur 6



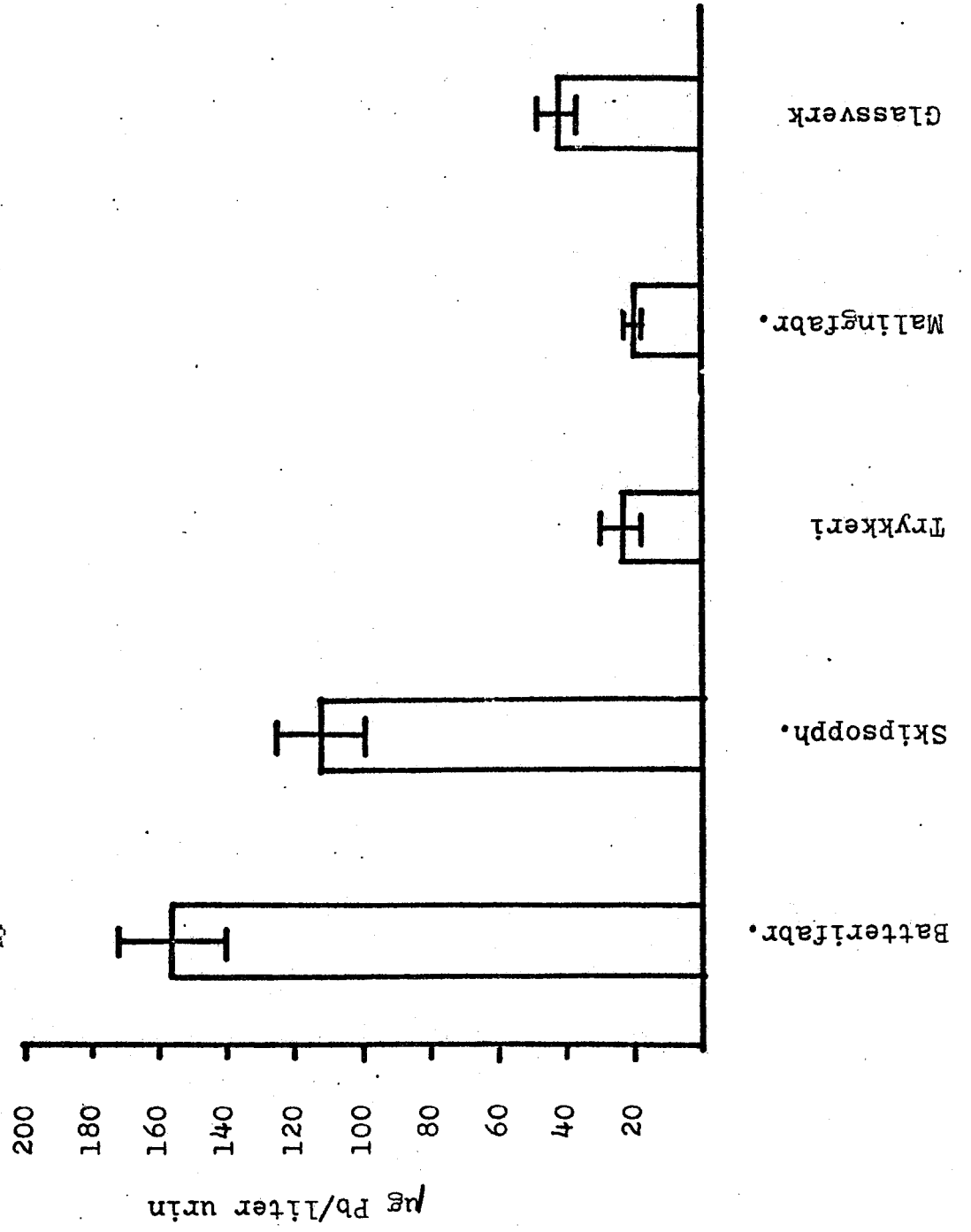
Figur 7



Figur 8



Figur 9



YRKESHYGIENISK INSTITUTT.

Analysemetode
A.A.

Bly i blod

Dato: 19/11-7
Sign.: A.R.

Prinsipp.	Metoden er tatt fra Westerlund og Helmersen. A.A. Newsletter vol 9.no.6.s.133(1970). Blyfækstraheres fra hemolysert blod med APDC over i MIBK og MIBK fasen analyseres på A.A.instrumentet for Pb.
Reagenser.	2 % APDC løsn. i vann, ny hver dag, filtreres gjennom glassdan 100 % Triton x-100. Vann mettet Metylisobutylketon (MIBK).
Prosedyre.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Blodet tils. 5 dr. 100 % Triton ved ankomst, ryst 10 min. Koagulert blod kan ikke analyseres, be om ny prøve. 2. 4 ml (eller 2 ml) godt opprystet blod has i reagensgl. med glasspropp, tils. 1 ml APDC-løsn. og 4 ml MIBK. Har blodet ikke fått Triton ved ankomst, tils. 2 dråper nu. 3. Ryst i 5 min., MIBK-fasen, overfør i sentrifugeglass og sentrifuger i 10 min.
Analyse.	Innstill AA 403 på 0,25A (Recorder) og ca. 1,3 (concentration) Kjør inn noe av alle standardene og finjuster med "concentration slik at den midterste standarden (snittstandard) viser standardens pålydende + blindverdi. Prøvens Pb-verdi kan nu avleses rett av digitalen efter at blind er fratrukket. Efter 10 avlesn. av prøver må digitalen sjekkes med standard. Tilstopning av sugerøret gir lavere verdier. Stak da dette opp! Sjekk så med standard at defter 0.
Standarder.	Fortynn stamm Pb 1:100 = 10 µg/ml Ta av denne fort. 0,2 ml, som gir 50 µg/100 ml blod når 4 ml blod er tatt til analyse. Ta 4 blind og 4 stand.. Standardkurven er sjekket i flere år og er linjær i hvert fall

IRKESHYGIENISK INSTITUTT

Analysemetode
A.A.

Bly i urin

Dato: 23/11-73
Sign. A.R.

Prinsipp	Metoden er efter Selander og Cramer. Brit.J.Ind.Med. 1968,25,1. Urinen mineraliseres, blyet ekstraheres med APDC og MIBK. MIBK laget analyseres med AA
Reagenser	Syreblending $H_2SO_4 - HNO_3$, 3:5, 300 ml + 500 ml $HClO_4$ konz. H_2O_2 " NH_3 H_2SO_4 fort ca 1:100 APDC 2 % i vann, ny hver dag, filtreres gjennom glassdun Metylisobutylketon MIBK, vannmettet. Merck indikator 9177 pH 0-5
Prosedyre mineralisering	10 ml klar urin has i 100 ml Ehrlenmayerkolbe. 5 ml syreblending og 1 ml HCl_4 tilsettes. Kok til fullstendig mineralisering og svovelsyren renner. Avkjøl. Tilsett 5 ml H_2O_2 . Kok til svovelsyren renner.
Prosedyre kompleksdanning.	Avkjøl. Tilsett 20 ml H_2O og 3 dr. indikator Innstill til pH $3,5 \pm 0,2$ med konz. NH_3 og fort. H_2SO_4 . Avkjøl og kontroller med pH-meter. Tilsett 1 ml APDC, la stå 5 min. Hell over i skilletrakt tilsett 4 ml MIBK og ryst i 70 sek. Sentrifuger Mibk-laget 10 min.
Analyseløp	Innstill AA 403 på 1 A (Recorder) Kjør inn alle blinder og standarder og finjuster "Concentration" slik at snitt standard viser 100 + snitt blind på digitalen. Kjør inn urinekstraktene. Tilstopping av sugerøret gir lavere verdier. Stak opp og sjekk igjen.
Beregning	Trekk snitt blind fra snitt standard = 200 $\mu g/liter$ Trekk snitt blind fra prøven = ξx $x/\mu g L = \frac{\xi x \cdot 200}{\xi 200}$
Standard	Stam Pb : 1,5985 g/liter, $Pb(NO_3)_2$ med 10 ml 10 % HNO_3 = 1000 $\mu g/ml$ Fort stam: 1:1000 med 10 ml 10 % HNO_3 = 1 $\mu g/ml$ Holdbar 2 døgn. Ta 2 ml fort.stam i Ehrlenmayerkolbe, tilsett 5 ml syreblending og 1 ml $HClO_4$, fortsett som under urin.

HF-bombe

Støv

Borax: 100 g/liter. Varm til oppløst. Avkjøl til ca. 40°. Dekanter.

Syre-borax til blind og standard: 325 ml H₂O + 260 ml. Borax + 25 ml HF + 26 ml HCl + 13 ml HNO₃

HCl - HNO₃ : 100 ml HCl + 50 ml HNO₃

Skal Cd, Cu analyseres, må HCl sløyfes !

Anvendte mengder til oppslutning:

1 filter eller 100 mg støv: 1 ml HF + 1,5 ml syreblanding eller bare + 0,5 ml HNO₃. 10 ml borax + 12,5 ml H₂O.

10 filter: doble alle ingredienser.

Prosedyre:

Vei støvet rett i koppen eller ha filteret i. Tilsett teflonbelagt magnet og HF og syreblanding. Skru bomben sammen. Sett på varmeplaten på 3, samt røre-verket. Når 100° er oppnådd, skru varmen på 1. Hold på 120° ± 4° i 15 min. ved å flytte bomben av og på platen. Avkjøl. Tilsett Borax. Skru sammen bomben. Hold i 15 min. på 120°. Avkjøl. Tilsett H₂O. Spyl over i 25 eller 50 ml kolbe.

Foreligger prøver på filter, må samme antall behandles som ovenfor, og benyttes til blindverdi for prøven.

Koppene vaskes med HNO₃. Aceton med filterpapir tar de siste klebrige rester. Til slutt dest.vann.
