

**BLYKONTROLL FOR BLYAKKUMULATOR-
FABRIKKER I FØRSTE HALVÅR 1976**

av

**Nils Gundersen , Asbjørn Kverneland
og Gunnar Mowé.**

HD 693/760810

Rapport: Yrkeshygienisk institutt nr. HD 693/760810
Avdeling: Kjemisk avdeling og medisinsk avdeling
Ansvarshavende: Nils Gundersen,
Stikkord: Bly

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

INNHold:

- I. INNLEDNING.**
- II. YRKESMEDISINSK VURDERING AV BLYEKSPONERTE.**
- III. KONTROLLOPPLEGG. METODER.**
- IV. RESULTATER.**
- V. KONKLUSJON.**

oo000oo

I. INNLEDNING

I møte på Yrkeshygienisk institutt 23/3-76 med representanter fra ledelse og for arbeidere i norske blyakkumulatorfabrikker, ble det gitt en generell informasjon om grunnlaget og retningslinjene for at det fra instituttets side ble anbefalt en skjerpet kontroll av blyeksponerte og bedre forebyggende tiltak.

Kontrollopplegget som ble meddelt på dette orienteringsmøtet var at som anbefalt grense for utlufting som rutine vil benyttes 60 µg bly/100 ml blod og/eller 2 mg ALA/100 ml urin, med en utluftingstid på 3 måneder. I tillegg vil en anbefale medisinsk/klinisk kontroll av alle arbeidere som ligger over 60 µg bly/100 ml blod, samt fornyet medisinsk/klinisk kontroll før inntak i arbeidet dersom en finner mistanke om blyforgiftning.

Inntak i blyeksponert arbeid kan skje når verdien for bly i blod er falt under 50 µg/100 ml, men inntak skal individualiseres etter tidligere blyverdier og kliniske funn, slik at det ikke er sikkert at inntak for verdier under 50 µg bly/100 ml blod vil bli anbefalt.

Inntak er også avhengig av om de aktuelle arbeidsplasser der eksponering har funnet sted er blitt endret i utluftingsperioden.

Da det er meget viktig at bedrifter som bruker bly i produksjonen får best mulig informasjon om de helsemessige og yrkeshygieniske aspekter som er forbundet med slikt arbeid, vil en gi en del supplerende opplysninger.

II. YRKESMEDISINSK VURDERING AV BLYEKSPONERTE.

I den fortløpende overvåking av blyeksponerte arbeidstakere benyttes idag 2 forskjellige biologiske metoder de fleste steder.

1. Blykonsentrasjonen i blodet. (Pb-B). Erfaring har vist at Pb-B er en god indikator på blyeksponeringsgraden, det vil si den mengde bly den enkelte har vært utsatt for i arbeidsmiljøet. Dessuten brukes Pb-B også som en indikator på "dosen", det vil si den mengde bly som er tatt opp i organismen og som er ansvarlig for den toksiske effekt (forgiftning) i ulike organer.

2. Delta amino levulinsyre utskillelsen i urinen. (ALA-U). Utskillelsen av ALA-U er en indikator på den toksiske effekt av bly på hemoglobinsyntesen (det røde blodfargestoffet). Øket utskillelsen av ALA-U er et tegn på den toksiske virkning bly i

organismen har hatt på produksjonen av det røde blodfargestoffet.

Det er viktig at disse rutinemessige biologiske kontrollmetoder av blyeksponerte foregår som et ledd i en yrkesmedisinsk overvåking av de blyeksponerte. Dette innebærer at arbeidstakere som er utsatt for bly på arbeidsplassene også bør undersøkes ved hjelp av vanlige medisinske metoder med en detaljert kartlegging av symptomer og vanlig medisinsk undersøkelse. Dette er en forutsetning for at man kan foreta en fortløpende kontroll med arbeidstakernes helsetilstand og for å kunne utelukke at det ikke oppstår symptomer som kan skyldes blypåvirkning.

De såkalte luftegrensener er administrative grenser som er fastsatt på grunnlag av yrkesmedisinske erfaringer og kjennskap til sammenhengen mellom påvirkningen og opptreden av forskjellige helsemessige skadevirkninger i forskjellige organer. Som et mål for påvirkningsgraden benytter vi Pb-B, mens påvisning av forskjellige helsemessige skadevirkninger forutsetter forskjellig medisinske undersøkelser av den enkelte. Dette kjennskapet til forholdet mellom påvirkning og effekter som vi også kaller for dose-respons sammenheng, danner grunnlaget for vår vurdering av retningslinjene for kontroll av blyeksponerte.

Blant personer som ikke er utsatt for bly på arbeidsplassen finner vi vanligvis blyverdier i blodet på under 20-30 $\mu\text{g}/100 \text{ ml}$. Blyforgiftning kan vi definere som et sykdomsbilde som er karakterisert ved øket opptak av bly i organismen (forhøyet Pb-B) og symptomer fra forskjellige organsystemer som er en følge av den toksiske effekt av bly. Disse forgiftningssymptomer vil kunne variere betydelig, men generelt er det viktig å understreke at graden, intensiteten og omfanget av symptomene er avhengig av dosen, det vil si den mengde bly som er tatt opp i organismen. Det klassiske blyforgiftningsbildet består av alvorlige symptomer fra nervesystemet, maven, blodet etc. og kan i verste fall være dødelig. De virkelige alvorlige blyforgiftninger forekommer neppe lenger noe sted, men relativt lette forgiftninger, av og til med alvorlige symptomer forekommer fortsatt. I det forebyggende arbeid er vi også interessert i å forebygge disse lettere tilfeller som ikke frembyr noe dramatisk sykdomsbilde. I blyakkumulatorindustrien har det ikke forekommet klassiske tilfelle av bly-

forgiftninger, men ved den påvirkning av bly som har forekommet og som forekommer i akkumulatorindustrien er det sannsynlig at det har forekommet lettere tilfeller. I løpet av de siste årene har man for eksempel ved en spesiell følsom undersøkelsesmetodikk kunnet påvise forandringer i nervesystemet (såkalt nedsatt nerveledningshastighet) ved Pb-B konsentrasjoner mellom 40 og 60 $\mu\text{g}/100 \text{ ml}$. Dette er symptomer som kan betegnes som et forstadium for de mere klassiske lammelser som forekommer ved alvorlige blyforgiftningstilfeller. Vi vet idag ikke tilstrekkelig om den helsemessige betydning av disse påvirkninger på nervesystemet ved relativt lave blykonsentrasjoner, men det er ganske klart at slike observasjoner må få en avgjørende innflytelse på vår vurdering av kravene til de forebyggende tiltak. Når det gjelder senskader på grunn av blypåvirkning, er det også viktig å understreke at vi idag vet for lite om hvilke helsemessige skadevirkninger mange års påvirkning av bly kan ha, selv om den enkelte arbeidstaker ikke har hatt sikre tilfelle av blyforgiftning. Blant arbeidstakere i blyakkumulatorindustrien er det påvist tilfelle av varig nyreskade, som en ikke på noen måte kan utelukke kan ha sammenheng med blypåvirkning. Også slike observasjoner er medvirkende årsak til at vi ønsker å forbedre de forebyggende tiltak.

Det er ganske klart at instituttet i sin vurdering av retningslinjene for de forebyggende tiltak, bare kan ta hensyn til kjennskapet til sammenhengen mellom påvirkningen og de helsemessige skadevirkninger som kan oppstå. På grunnlag av den nye forskning som foreligger på dette området, er vi nødt til å bygge inn en større sikkerhetsmargin i vår vurdering av blykonsentrasjonen i blodet. Det må dessuten presiseres at en blykonsentrasjon i blodet på 60 (den nye luftegrense) fortsatt er mere enn 3 ganger så høy som de konsentrasjoner man finner blant ikke blyeksponerte. Vi vet fremdeles for lite om også denne konsentrasjon på lang sikt kan ha helsemessige skadevirkninger på spesielt smfindtlige individer.

III. KONTROLLOPPLEGG. METODER.

Det nye kontrollopplegget for blyeksponerte medfører en økt medisinsk/klinisk kontroll av de enkelte blyarbeidere fra instituttets side.

En vil i denne rapport redegjøre for den registrerings- og oppfølgingsrutine som vil benyttes ved instituttets medisinske avdeling for den løpende overvåking av blyeksponerte arbeidere.

Senkningen av utluftingsgrensen fra 70 til 60 μg bly/100 ml blod bevirker uvegerlig at i en overgangsperiode vil det være en større andel av arbeidere som har verdier opp mot den nye, lavere utluftingsgrensen.

Dette medfører et skjerpet krav, spesielt til bly-blodanalysens presisjon og nøyaktighet. Skal her (i denne rapport) redegjøre for det kontrollopplegget vi har kommet frem til for å minske eventuelle systematiske feil (nivåforskjeller) mellom ulike analyseserier samt enkeltanalysenes avvik fra den "sanne" verdi.

I rapporten vil resultatene av de to første kvartalsmessige kontrollseriene fra de 3 større blyakkumulatorfabrikkene (Sønnak, Noack og Anker) bli sammenlignet og vurdert.

I en årrekke er de enkelte blyarbeideres blyblod og ALA-verdier blitt grafisk plottet, slik at en har hatt oversikt over de individuelle variasjonene over tid. Eksempler på en del slike forløp vil bli diskutert.

a. Analyseopplegg

Fra et analytisk synspunkt er det både teoretisk og praktisk vanskelig å ha god kontroll på analysemetodens nøyaktighet. Metodens presisjon får en derimot et godt mål for ved parallell bestemmelse. For hver blodprøve til blyanalyse taes det ut henholdsvis 4 ml og to ganger 2 ml prøvevolum. Til den ene 2 ml bloduttaket settes det til vandig blystandard tilsvarende 50 μg Pb/100 ml.

Blymengden blir så bestemt i prøvene etter ekstraksjon over i et organisk løsningsmiddel (APDC-MIBK ekstraksjon) på et atomabsorpsjonsinstrument (Perkin-Elmer modell 300).

Blyinnholdet blir utregnet fra en faktor beregnet av snittet av

Δ Verdierindre standard (50 μg Pb/100ml) i blod prøver

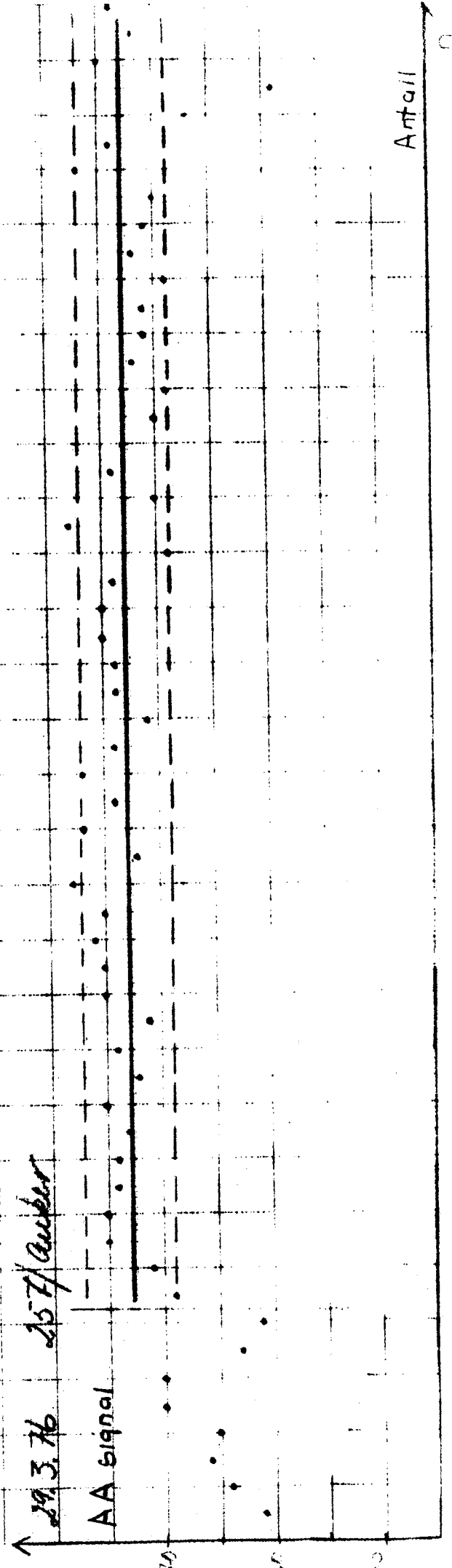
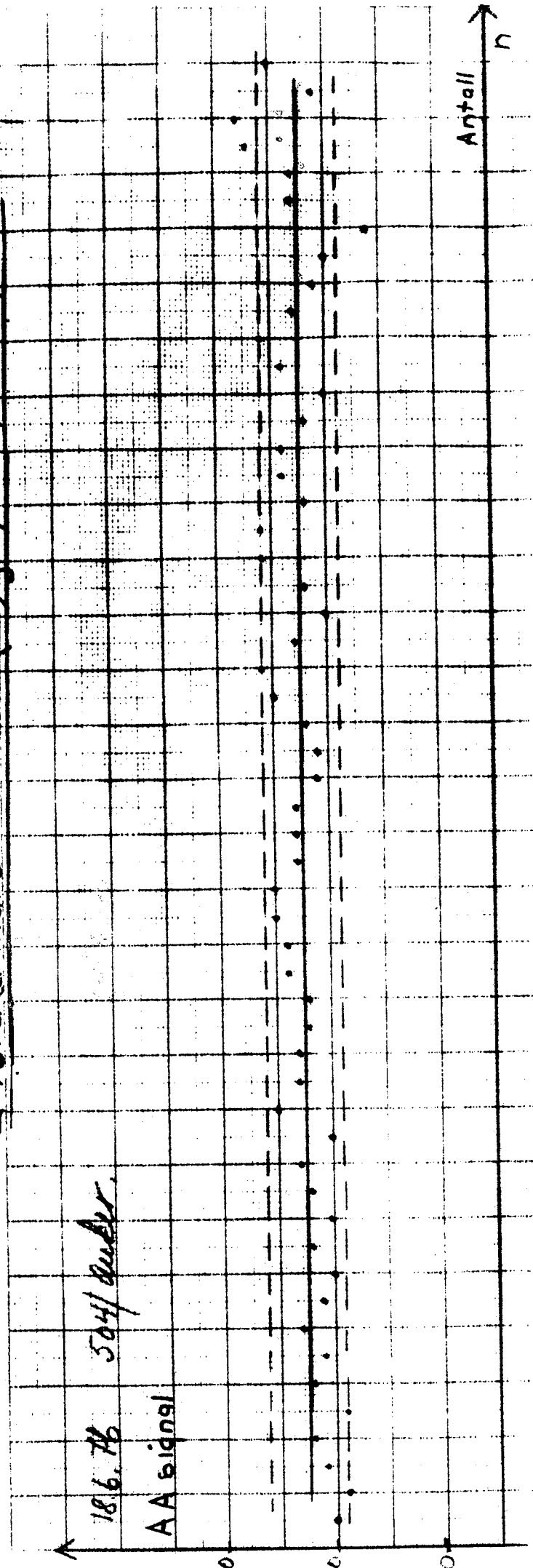


Fig. I

de indre standardverdiene. Enkelte ekstrem-verdier blir strøket.

For hver kontrollserie blir det også laget vannstandarder for bly. Det blir også laget kunstige blodstandarder ut fra blodbank-blod samt en samleblodprøve av tidligere blodrester fra blodprøver med 40-60 μg Pb/100 ml. Alle disse kontrollprøvene blir kjørt både før og etter blodprøveserien. I tillegg blir det for ca. hver 10. blodprøve kjørt en vannstandard.

I figur I er de avleste verdier for delta 50 μg Pb for hver prøve tegnet inn for to analyseserier. En ser at en har større spredning i delta-verdiene for analyseserien 257/76 enn for 504/76-serien.

Spesielt for de første målingene har en her markert lavere verdier. Disse prøvene blir i slike tilfelle analysert om etter at de andre prøvene er analysert.

En har for denne serien enkelte verdier som ligger markert utenfor de øvrige, slike verdier blir ikke tatt med i snitt beregningen. Som regel blir kun ca. 95 % av delta-verdiene tatt med.

Hovedmengden av deltaverdiene ligger godt innenfor ca. 10 %.

For serien 504/76 har betingelsene vært meget stabile og variasjonen er kun ca. \pm 5 %. Fremstilling av alle enkelte delta-verdier i sannsynlighetspapir (se fig. II) ligger stort sett på en rett linje, hvilket viser at en har en tilnærmet normalfordeling. Standardavviket (SD) for en rekke av analyseseriene som er tatt med i denne rapport ligger i området 3 % til 5 % relativt.

Forholdet mellom faktor utfra vannstandardene (f_v) og faktor utfra de indrestandardene (f_i) varierer fra ca. 1.10 til 1.20 for de ulike analyseseriene. Dette viser at en ville fått fra 10 til 20 % forhøye blyblodverdier om en hadde benyttet vannstandardfaktorene.

For blyblodstandardene finner vi i snitt igjen mellom 90 % og 110 % for de enkelte analyseseriene (tabell I).

Forholdet mellom blyblodverdiene utfra 4 ml viser i snitt noe lavere verdi enn snittet for 2 ml prøveuttakene, fra ca. 1 til 3 %. Denne lille systematiske proporsjonal feilen skyldes til dels at blindsignalet fra atomabsorpsjonsinstrumentet har størst inn-

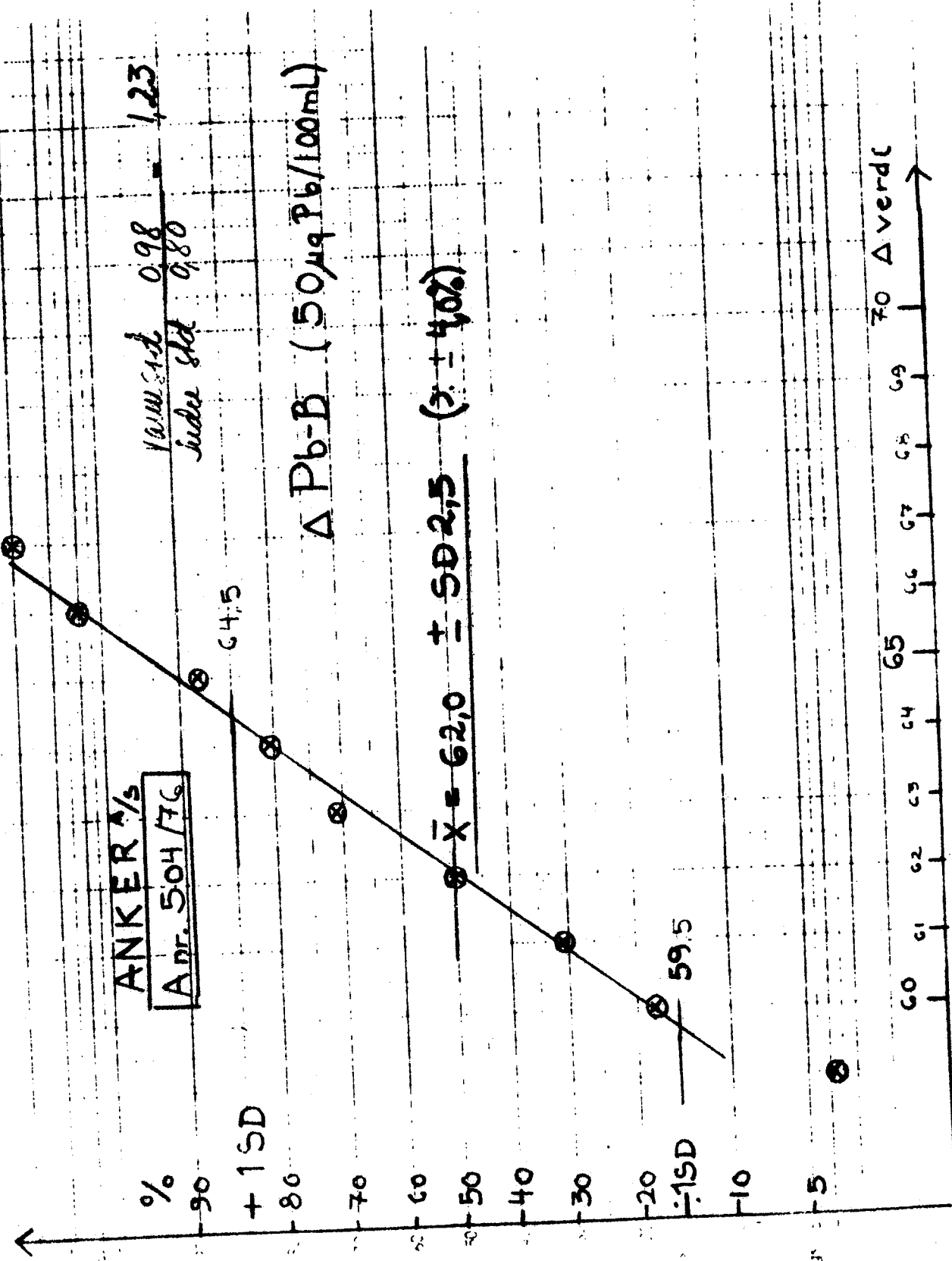


Fig II

518/ Soumak 24.6.76.

TABELL I

Vannfaktor : 0,90 $\frac{f_v}{f_l} = \frac{0,90}{0,81} = \underline{1,11}$

Ludre faktor : 0,81

TILSATS	AA UTSLAG	µg BLY	% TILSATT
B1-0	6-8	7-8	
A + 25	32-32	31-31	94
B + 50	57-57	58-57	100
C + 75	80-81	80-84	99
D + 100	108-106	110-104	100

Sumt 4 ml : 48,4

Sumt 2 ml : $25,85 \cdot 2 = 51,7 = \underline{0,94}$

518/ Soumak 29.6.76.

Vannfaktor 1,0 $\frac{f_v}{f_l} = \frac{1,0}{0,786} = \underline{1,27}$

Ludre faktor 0,786.

TILSATS	AA UTSLAG	µg BLY	% TILSATT
B1-0	: 6-6	6-8	
A + 25	: 32-31	34-35	110
B + 50	: 56-58	59-57	102
C + 75	: 83-86	83-86	103
D + 100	: 106-110	108-115	104

Sumt 4 ml : 51,42

$\frac{51,42}{52,54} = \underline{0,98}$

Sumt 2 ml : $26,27 \cdot 2 = 52,54$

flytelse for de lavere signaler en får fra 2 ml. prøvene.

I tillegg til instituttets eget kontrollopplegg er instituttet med på en årlig Skandinavisk interlaboratorie-kontroll av bly-blodanalysen.

Analyseverdiene for de enkelte arbeidere blir fulgt ved å plotte dem i et skjema. En kan således følge den enkeltes forandringer i blyblod og ALA-U verdier. Eksempler på slike plottinger er gitt i fig. III for tre tilfeldige personer.

For P 1 har en et tilnærmet konstant nivå i blyblodverdien på ca. $50 \mu\text{g}/100 \text{ ml}$ i løpet av en toårsperiode. Spredningen i analyseverdiene er ikke stort større enn det som kan tilskrives analyseusikkerheten. En må anta at denne person har et stort blydepot i kroppen og at han er jevnlig eksponert for bly i sitt arbeid siden blyblodverdien ikke viser nedgang med tiden.

P 2 har i toårsperioden fra 1974 vist jevnt nivå omkring $75 \mu\text{g}/100 \text{ ml}$ uten nedgang selv om han i hele denne tid har vært på utlufting. Dette må skyldes store blydepoter, men en vil også ha mistanke om at utluftingsarbeidet ikke har vært fritt for blyeksponering.

For P 3 har det vært to utluftinger, merket A og B, i den angitte toårsperiode, en ser at nedgangen i blyblodverdi er langsom. Det har tatt ca. 10 måneder før blyblodverdien har sunket fra 70 til $50 \mu\text{g}/100 \text{ ml}$. Da dette er en relativt ung mann, kan en gå ut fra at hans blydepoter ikke er så store. At hans blyblodverdier synker gradvis kan skyldes at hans arbeidsplass ikke er fri for blyeksponering. Etter at han er tatt inn i blyeksponert arbeid stiger hans blyblodverdi meget raskt. Dette kan indikere at hans arbeidshygiene ikke er god.

Det er her kun omtalt tre tilfeldige forløp av blyblodverdier. Ved å se gjennom oversikten over de enkeltes plottede verdier, er det en rekke som viser relativt små svingninger, men har blyblodverdier i området $40 - 60 \mu\text{g}/100 \text{ ml}$ som må sies å være høyt.

Enkelte personer viser rask stigning i blyblodverdien slik at de etter korttidsarbeid med bly blir satt på utlufting. For

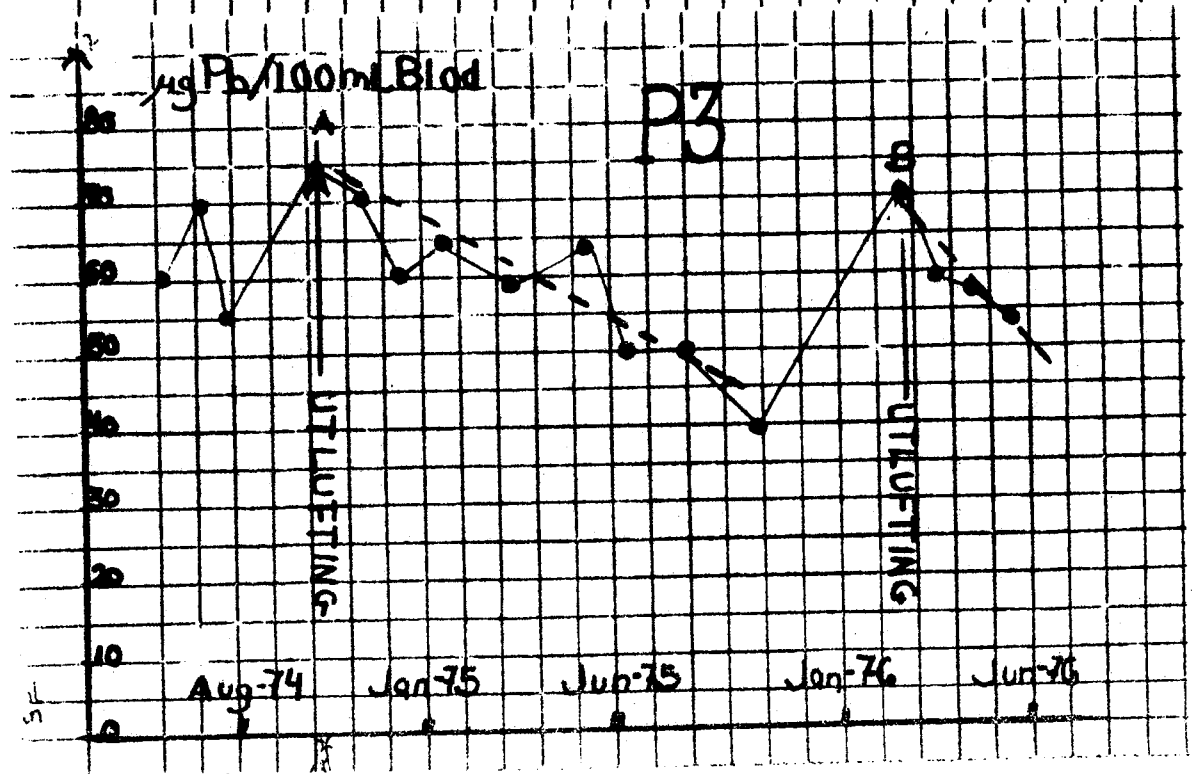
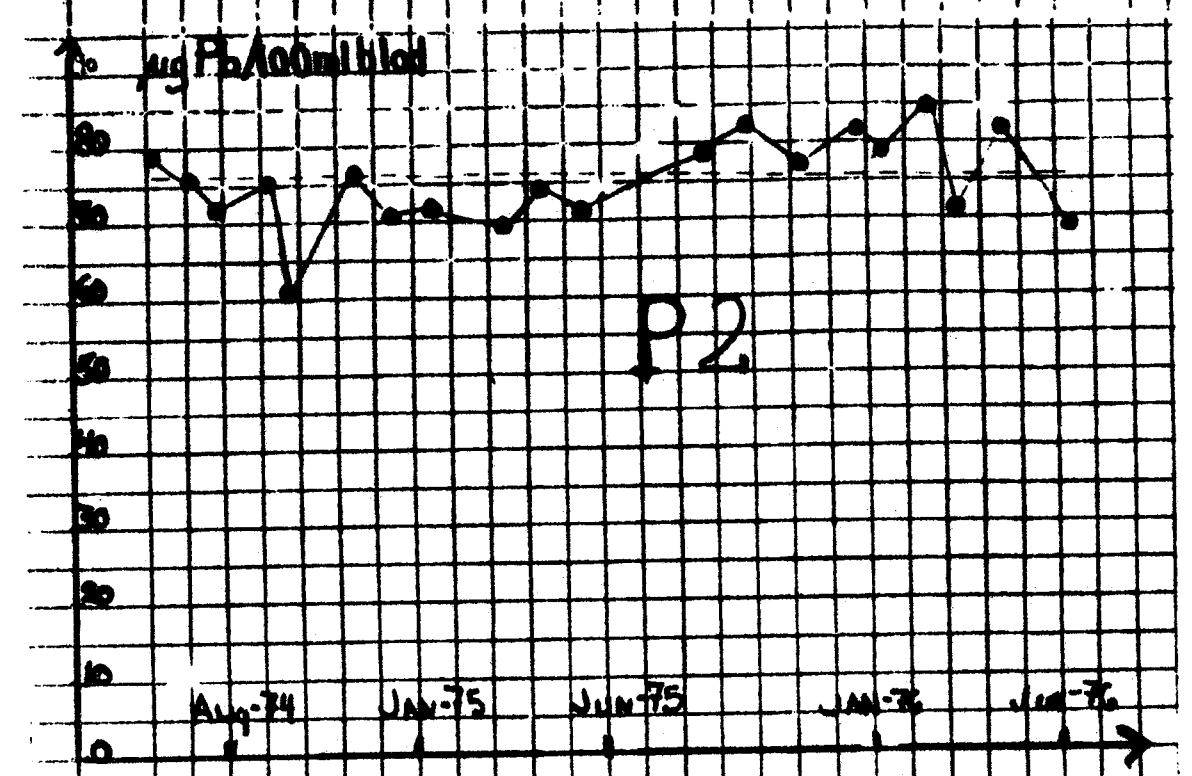
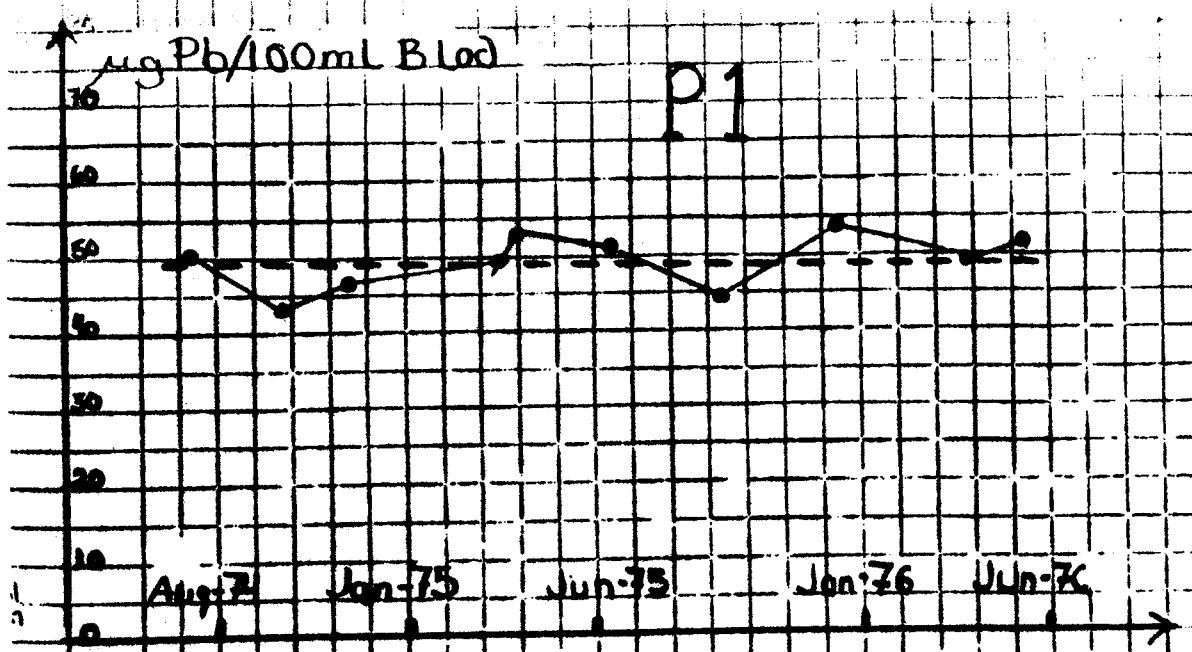


FIG III

disse går det relativt kort tid til blyblodverdien igjen har sunket så lavt at de kan taes inn i blyeksponert arbeid.

For personer som sakte arbeider seg opp mot utluftningsgrensen ser det ut til at blyblodverdien synker relativt langsomt.

b. Medisinsk/klinisk kontroll.

Medisinsk avdeling, Yrkeshygienisk institutt, har nå begynt en medisinsk/klinisk kontroll av personer som ved de periodiske blyundersøkelser viser et blodblyinnhold på over 60 $\mu\text{g}/100$ ml blod.

Dette gjøres fordi det er påvist at sykelige forandringer i organismen kan forekomme ved blodblyinnhold under det som tidligere var antatt å kunne gi sykdomstegn og symptomer.

De organsystem som blypåvirkes er først og fremst blodet, nervesystemet, nyrer, eventuelt lever og hjertet.

Vi ønsker ved dette opplegg å få et bilde på utbredelse av eventuelt symptomer eller tegn på sykelige forandringer i organsystemet som kan skyldes blypåvirkning hos ansatte i en norsk blyakkumulatorbedrift.

Undersøkelsen vil foregå slik:

Det tas opp en nøyaktig yrkesanamnese, spesielt varighet av blypåvirkning. Det tas opp en sykeanamnese, med spesielle spørsmål som vil avsløre symptomer som kan skyldes blypåvirkning.

Deretter foretas en generell klinisk undersøkelse for å påvise eventuelle sykdomstegn, - og bedømme den generelle helsetilstand.

I tillegg blir det foretatt supplerende blod-og urinanalyser.

Blodanalyser omfatter foruten SR (senkningsreaksjon) prøver som viser hæmoglobinmengde og de røde blodlegemers tilstand. Dessuten foretas blodanalyser for å teste lever-og nyrefunksjon.

Elektrokardiogram (hjerteundersøkelsen) blir foretatt. Hos enkelte vil det også bli undersøkt blyutskillelsen i urin.

På grunnlag av bly- og ALA-undersøkelsen, den kliniske undersøkelsen og de supplerende blod- og urinanalyser, vil en så vurdere hver enkelt med henblikk på om eventuelt sykelige

forandringer kan skyldes blyeksponering.

Rapport om funn ved undersøkelsen blir gitt årlig. Navn på personer blir selvsagt ikke brukt i disse rapporter, bare en skjematisk oppsummering av antall undersøkte og eventuelle funn. Hver enkelt vil få personlig beskjed når vedkommende ansees ferdig undersøkt.

Innkallelse til undersøkelsene blir gjort fra medisinsk avdeling, Yrkeshygienisk institutt, v/laboratoriesykepleier Liv Røed.

IV. RESULTATER

For hver av de kvartalmessige kontrollseriene i 1976 er alle blyblodverdiene blitt fremstilt i histogram med intervall på $5/\mu\text{g Pb}/100 \text{ ml}$.

Ut fra dette histogram lages et kumulativt frekvensdiagram.

Ut fra det kumulative frekvensdiagram kan en direkte lese av hvor stor andel i prosent av verdiene som ligger over en gitt blyverdi eller hva som er midtverdi, øvre kvartil verdi o.s.v.

En kan derimot ikke direkte sammenligne fremstilling fra ulike kontrollserie fra samme fabrikk, da det ikke er de samme personer med hver gang.

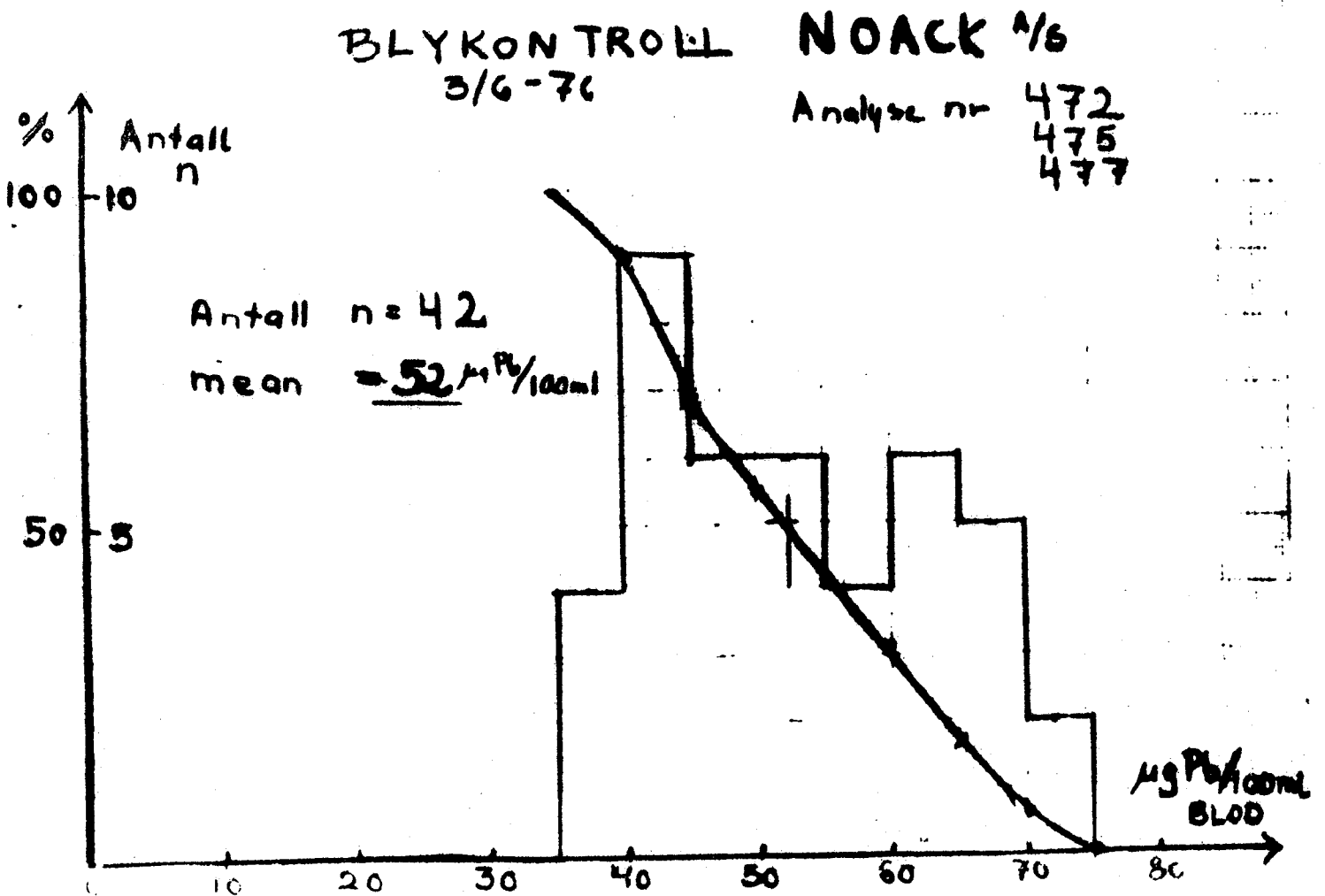
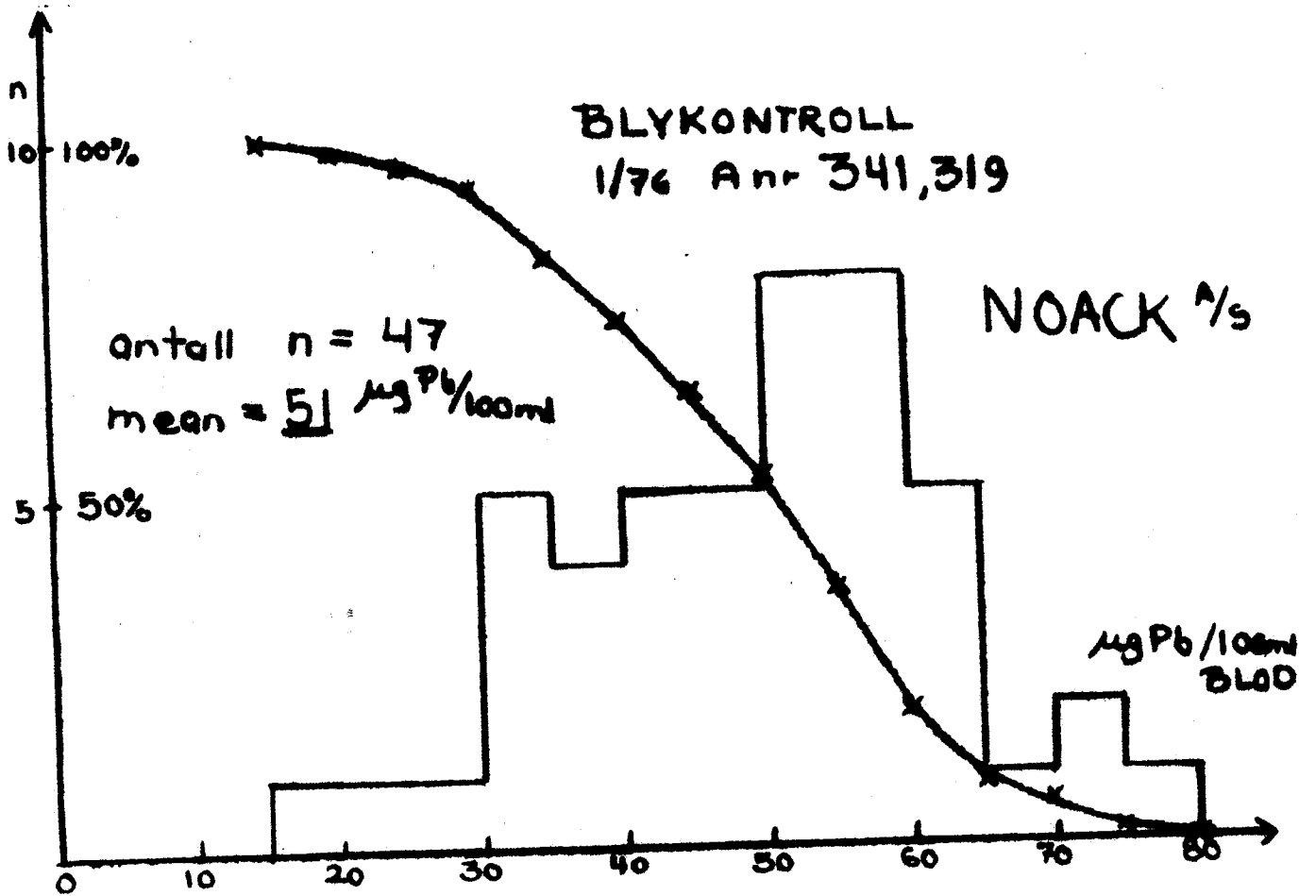
Ut fra de kumulative frekvensdiagram (fig. IV-V) for 1. og 2. kontrollserie 1976, ser en at alle midtverdiene ligger over $40/\mu\text{g Pb}/100 \text{ ml}$ blod, og for to av fabrikkene ligger midtverdiene over $50/\mu\text{g Pb}/100 \text{ ml}$. Variasjonen i midtverdiene er relativt liten for de enkelte fabrikker.

V. KONKLUSJON

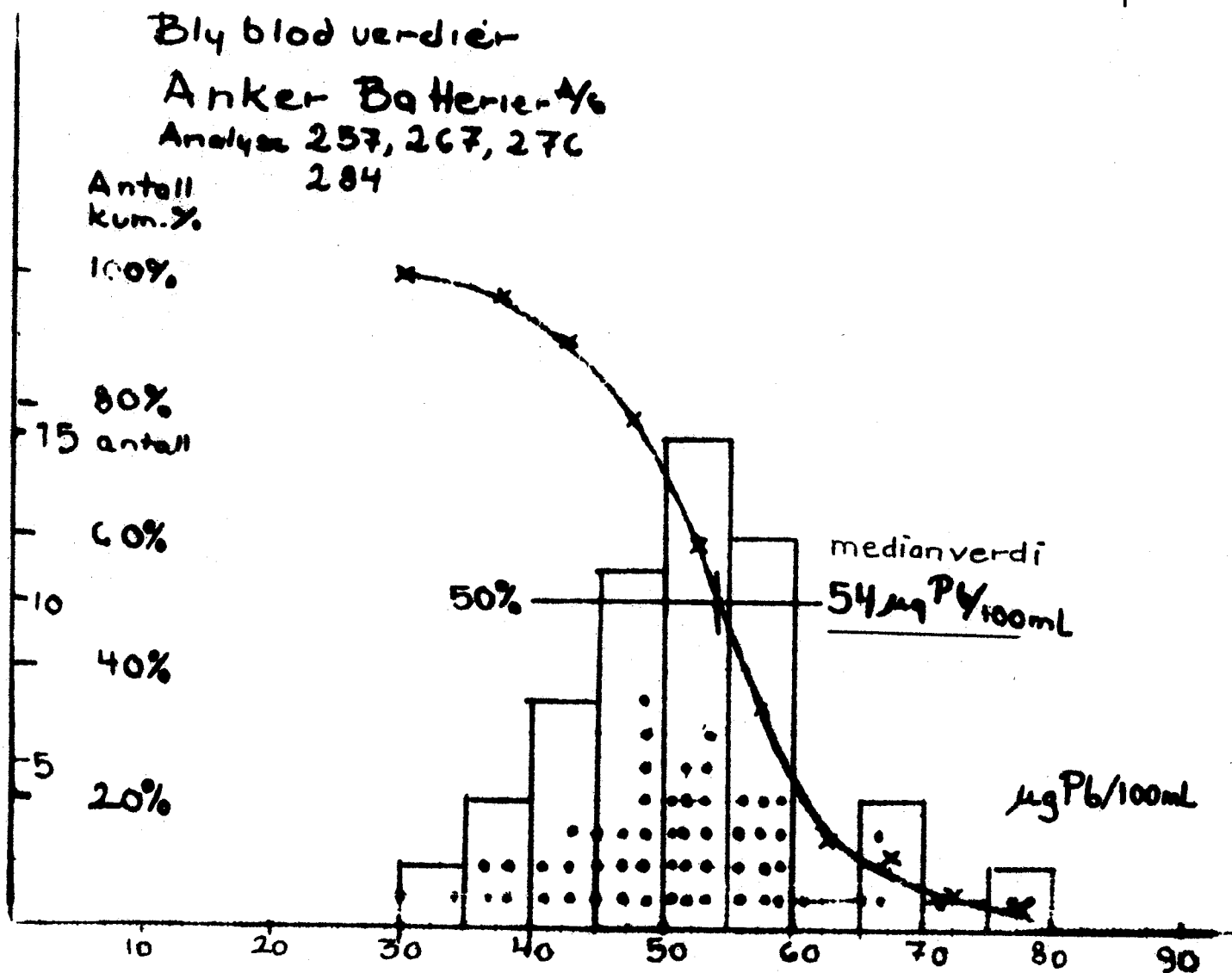
En kritisk gjennomgåelse av blyblodanalysen indikerer at både presisjon og nøyaktigheten er tilfredsstillende.

Med det kontrollopplegget en har for rutineanalysen, skulle en ha kontroll med at resultatene fra analyseserie stemmer overens med resultatene fra andre analyseserier.

De enkelte analyseverdiene skulle med stor sikkerhet variere med

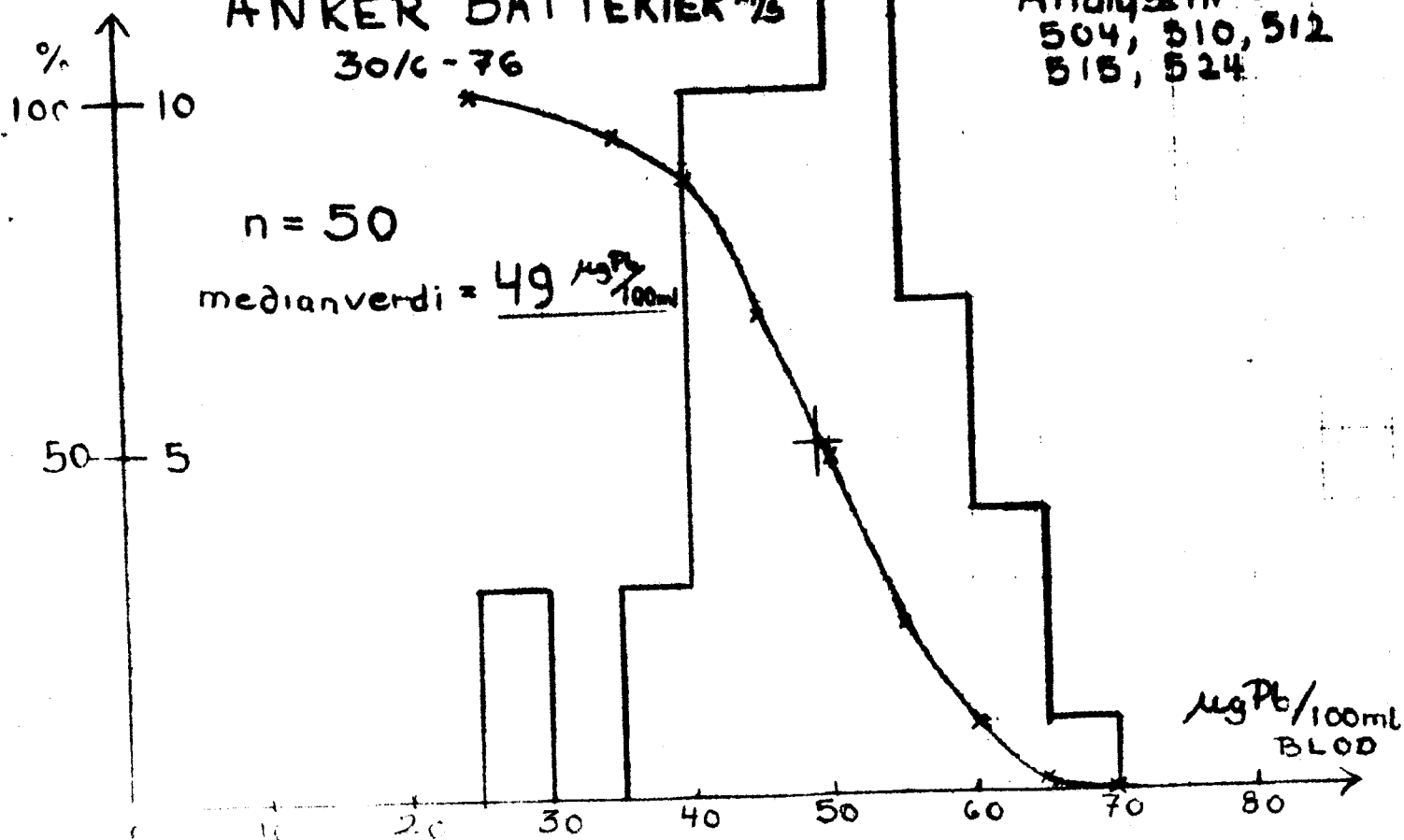


Bly blod verdier
 Anker Batterier-46
 Analyse 257, 267, 270
 284



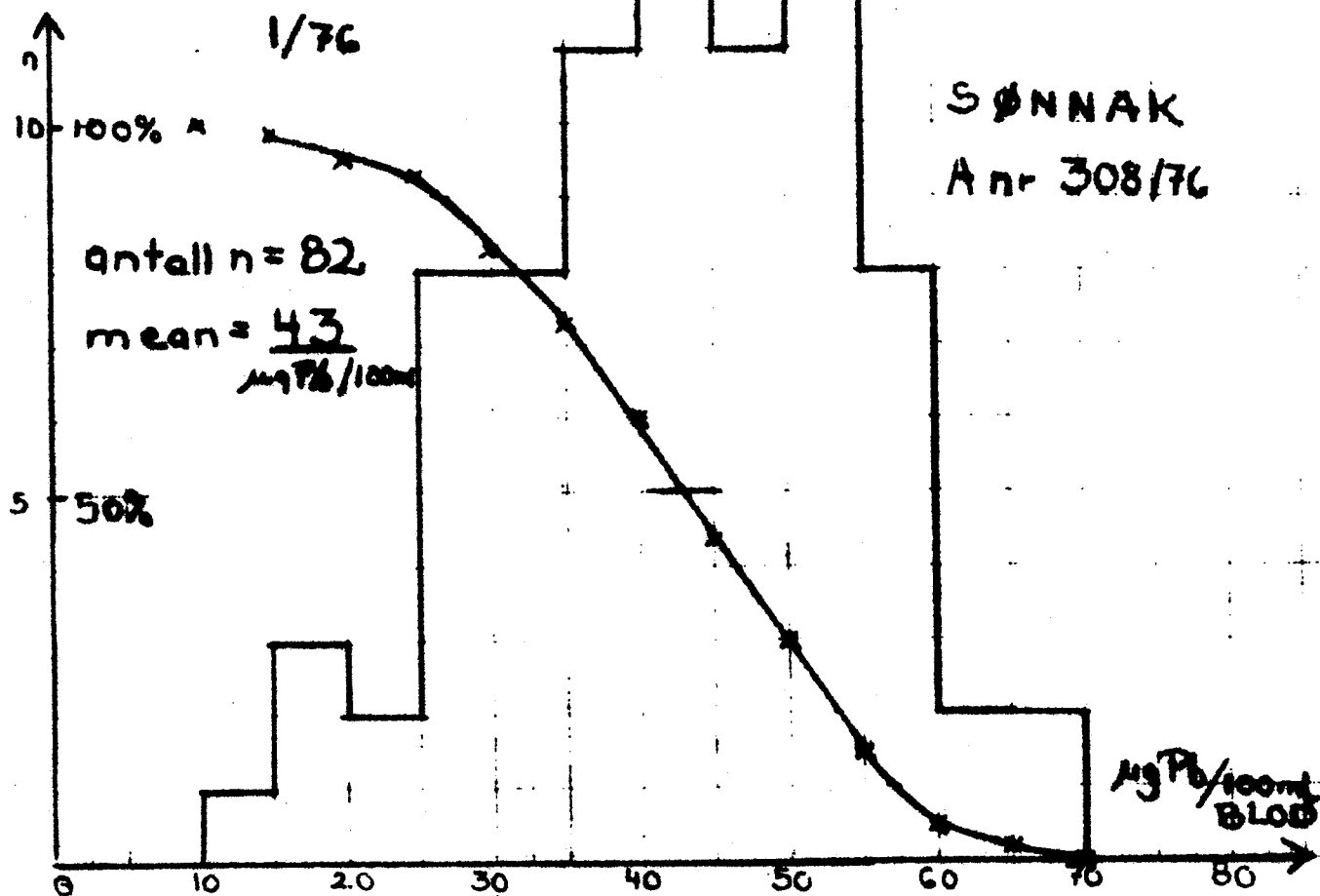
BLYKONTROLL
 ANKER BATTERIER A/S
 30/6-76

Analysenr:
 504, 510, 512
 515, 524



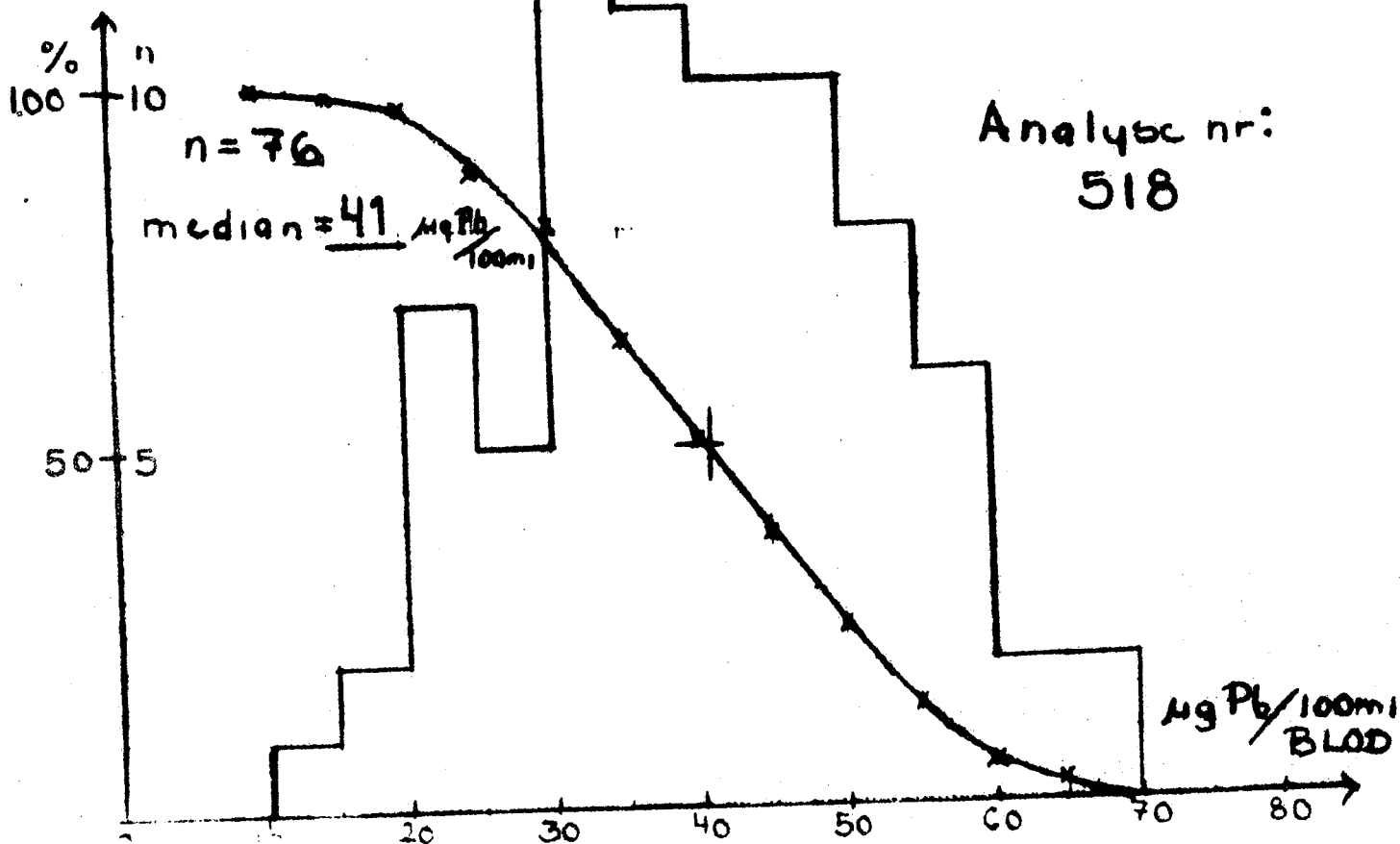
BLYKONTROLL

Fig. VI.



BLYKONTROLL

SØNNAK BATTERIER A/6
2/7-76



mindre enn 10 %, og ha et avvik fra den sanne verdi på under 10 %.

Sammenligning av kontrollundersøkelsene for første og annet kvartal 1976 viser at for alle blyakkumulatorfabrikkene ligger blyblodverdiene høyt, alle over 40 μ g Pb/100 ml.

En må kunne konkludere med at den generelle støveksponering i disse fabrikker ligger for høyt sett fra et yrkeshygienisk synspunkt.

Ved å se på blyblodverdien for en rekke personer som vi har fulgt flere år, kan en finne høye stabile verdier. Enkelte personer som er satt på utlufting viser meget svak nedgang i blyblodverdi. Dette må henge sammen med at de har store blymengder i bensubstansen. Men en må også kunne anta at utluftingen ikke kan være fullgod.

Det kan konkluderes med at det bør foretas en undersøkelse for å kontrollere nivået, og arbeide for at blyeksponeringen ved utluftningsplasser er mest mulig praktisk lik null.

Ut fra det medisinsk/kliniske undersøkelsesopplegget en nu benytter, skulle en få en mer individuell vurdering av den enkeltes helsebelastning ved blyeksponert arbeid. Dessuten skal en slik personlig oppfølging kunne avgjøre bedre hva som skyldes den blyeksponering ved de enkelte arbeidsplasser og hva som skyldes den individuelle arbeidshygiene når det gjelder blyinntak.

August 1976.