

Trykk 741.1.5  
Trykt i Mai 1978

Tjenesteskifter utgitt av Norges Statsbaner  
Hovedadministrasjonen



# Vedlikeholds**F**orskrifter for rullende materiell

Hjulsatser, akselkasser og lager

Ultralyd og magnetkontroll av aksler

## ULTRALYD OG MAGNETKONTROLL AV AKSLER - INNHILDSFORTEGNELSE

1. Generelle bestemmelser
2. Føring av prøveresultatene
3. Område av akselen som spesielt må undersøkes
4. Prøvemetode
5. Føring av lydhodet
6. Plassering av lydhodet på akselen
7. Rengjøring av akslene
8. Koblingsmiddel
9. Kalibrering av vinkellydhodet
10. Ekkobestemmelse
11. Avstanden fra feilen til lydsetret
12. Beregning av lydveien
13. Falske ekko
14. Feil utenfor navet
15. Ekko fra hjulskiven
16. Aksler med innvendige feil
17. Instrumentets følsomhetsinnstilling
  
18. Aksler med innvendig lagring
19. Kontroll av hulaksel
20. Lok.aksler med utvendig lagring
21. Kontroll av drivaksler, El.8
22. Kontroll av aksler, El.11 og El.13
23. Kontroll av aksler, Di.3
24. Kontroll av aksler for motorvogner og annet trekraftmaterieil
25. Behandling av aksler med påviste feil
26. Magnetisk undersøkelse og behandling av aksler med sprekker
27. Merking av kontrollert og feilfrie aksler
28. Kassering av aksler
  
29. Bruk og vedlikehold av ultralydapparatene
- Bilag nr. 1-7 Fig. 1-17
- Bilag nr. 8 Rapportskjema

## 1. GENERELLE BESTEMMELSER

Alle vogn-, traktor- og lok.aksler som går i trafikk, skal, såfremt ikke annet er foreskrevet, undersøkes med ultralyd for om mulig å påvise sprekkdannelse eller andre feil. Undersøkelsene foretas når hjulsatsene kommer inn for dreining. For øvrig skal alle aksler som ved andre anledninger frigjøres i verkstedet kontrolleres, selv om hjulene ikke skal dreies.

Dersom disse aksler er undersøkt i løpet av de siste 6 måneder, ansees ny kontroll unødvendig.

Kontrollen bør, i den utstrekning det er mulig, foretas før hjulene dreies.

## 2. FØRING AV PRØVERESULTATENE

Alle undersøkte aksler innføres på rapportskjemaet. Skjemaet vedliggjer og kan rekvireres fra Maskinavdelings, verkstedkontor.

For aksler hvor ultralydkontrollen ikke indikerer feil, utfylles bare rubrikken for dato, NSB aksler nr. og hjulsats type.

For magnetkontrollerte aksler anføres i merknadsrubrikk: "M - kontroll - ikke feil"

respektive:

"Kassert" med bemerkning om årsak f.eks. sprekke ved ----.

Operatøren signerer skjemaene og disse oppbevares i 3 år.

## 3. OMRÅDE AV AKSELEN SOM SPESIELT MÅ UNDERSØKES

Erfaringen viser at de aller fleste tretthetsbrudd i vogn-aksler forekommer i navsetet ca. 10 - 20 mm fra navets innside. Det har også forekommet at sprekker har oppstått utenfor navet, eller i hulkilen. Se fig. 1. Det stiplede parti av akselen må derfor undersøkes spesielt nøye.

For lok.aksler har man til dels andre erfaringer som f.eks. lok.type El.8 og El.11.

## 4. PRØVEMETODE

Til påvisning av sprekkdannelse i akselens overflate benyttes pulsekkometoden, og fortrinnsvis vinkellydhoder (transversale bølger) såfremt dette er mulig. Treffer bølgene en sprekke, blir de reflektert til mottakeren (lydhodet). (Se fig. 2)

## 5. FØRING AV LYDHODET

Lydhodet føres med et lett trykk fram og tilbake i sik-sak-bevegelse i aksial retning, slik at hele det skraverte området rundt hele akselen blir gjennomprøvet. Dersom et ekko blir synlig på apparatskjermen, utføres bevegelsen ganske langsomt inntil man finner maksimal ekkohøyde, og sammenligner bildet med det som forekommer under kalibreringen (se pkt. 9).

## 6. PLASSERING AV LYDHODET PÅ AKSELEN

For å påvise eventuelle sprekker i de områder som angitt i pkt. 3, plasseres lydhodet som fig. 3 viser. Bølgeretningen rettet mot navet.

## 7. RENGJØRING AV AKSLENE

Løs maling og rust skrapes rundt akselen i et område ca. 20 cm fra hjulene og inn mot midten av akselen. Det er viktig at lydhodet ligger godt an mot akselen og ikke vakler p.g.a. en ujevn akseloverflate.

## 8. KOPLINGSMIDDEL

Som koblingsmiddel kan man bruke seigtflytende olje eller passende tykt fett som påsmøres de rengjorte steder på akselen. Fett er i de fleste tilfeller best, da det fyller godt ut i porene på eldre, korroderte aksler.

Det gir også liten friksjon mellom aksel og lydhode, samtidig som det fester seg til akselen.

## 9. KALIBRERING AV VINKELLYDHODET

Før man foretar noen undersøkelse, må man forvise seg om hvor på apparatskjermen ekko fra en overflate-feil i akselen vil være synlig.

Hvis apparatets skala er gradert i meter, er det forutsatt at man benytter normalt lydhodet for at skalaen skal stemme (longitudinale bølger).

Når man benytter vinkellydhodet, er det transversale bølger som sendes inn i materialet, og skalaen vil da ikke stemme.

Kjenner man vinkelen, dvs. vinklelem mellom sentralstrålen og normalen og hastigheten for de to bølgevegelser, kan skalaen omregnes til også å gjelde for transversale bølger. Men i praksis viser dette seg å være upraktisk. Lydhodet vil nemlig slites ujevnt ved bruk. Dermed vil vinkelen forandre seg, og den foretatte beregning vil ikke stemme.

Det er derfor å anbefale at man til praktisk bruk lager seg stålplater med f.eks. 5 mm godstykkelse og for øvrig med dimensjoner slik at de svarer til de mest vanlige aksler.

Eksempel: Det skal lages en kalibreringsplate, tilsvarende hjulsats 111 (VIIc). Diameteren av navpapiret er 155 mm. Platebredden  $b$  blir da 155 mm og lengden må, for et vinkel-lydhode på  $45^\circ$ , være minimum 165 mm. Men til praktisk bruk velges platelengden ca 300 mm.

Skal det f.eks. lages en kalibreringsplate, tilsvarende hjulsats 117 (VIII), må man benytte middeldiameteren:

$$b = \frac{D_1 + D_2}{2} = \frac{185 + 160}{2} = 172 \text{ mm} \quad (\text{fig. 4})$$

#### 10. EKKOBESTEMMELSE

For å bestemme hvor på instrumentets skjerm man kan vente å se ekko fra en overflatefeil i f.eks. hjulsats 117 (VIII) for et bestemt vinkellydhode og dybdeinnstilling, reguleres startimpulsen til null, og lydhodet plasseres på kalibreringsplaten som vist i fig. 5.

Lydhodet føres fram og tilbake, til man får maksimum ekko-høyde. På denne delstrek på skjermen hvor dette inntreffer, kan man altså vente at ekko fra en overflatefeil i ovennevnte aksel vil være synlig.

#### 11. AVSTANDEN FRA FEILEN TIL LYDSENTRET

Det er viktig å kjenne avstanden  $A$  i fig. 3. Denne avstand vil selvsagt være avhengig av akselens diameter.

Kjenner man vinkelen , så er  $A = D \cdot \text{tg} \quad .$

Hvis det er en akseltype som f.eks. i fig. 4, må man i stedet for  $D$  sette inn middeldiameteren:

$$A = \frac{D_1 + D_2}{2} \cdot \text{tg} \quad .$$

Vanligvis benyttes  $45^\circ$  vinkel til kontroll av aksler. Og da er, som det sees av fig. 3,

$$A = D, \text{ eller eventuelt } \frac{D_1 + D_2}{2}, \text{ da } \text{tg } 45^\circ = 1.$$

Da vinkelen forandrer seg p.g.a. slitasje, er det derfor bedre i praksis å måle avstanden A direkte på kalibreringsplaten.

## 12. BEREGNING AV LYDVEIEN

Når avstanden A i fig. 5 bestemmes eksperimentelt med en passende kalibreringsplate, har tallverdien av lydveien S mindre betydning. Men i enkelte tilfeller kan det være nødvendig å kjenne S. Den kan måles direkte på kalibreringsplaten, men kan også beregnes.

Eksempel: Bestem lengden av lydveien S for akseltype som vist i fig. 4 når vinkelen =  $45^{\circ}$ .

$$D_m = \frac{D_1 + D_2}{2} = \frac{185 + 160}{2} = 172,2.$$

$$S = \frac{D_m}{\cos} = \frac{172,2}{0,707} = 242 \text{ mm.}$$

## 13. "FALSKE EKKO"

Ved enkelte hjulsatser forekommer det at man får ekko som om de skulle være forårsaket av en sprekke i navsetet, men som forsvinner når hjulet blir presset av. Denne ulempe må man være forberedt på, men det er heldigvis ikke så ofte det forekommer.

Det fins for tiden ingen holdbar teori som forklarer dette.

## 14. FEIL UTENFOR NAVET

Undertiden fås ekko fra områder utenfor navet. Det må da undersøkes om det skyldes relativt dype dreieriller. I så fall kan disse slipes bort, og kontroll foretas på ny. Hvis ikke ekkoet da er borte, må akselen magnetprøves. Det forekommer også at ekko fra områder utenfor navet skyldes oljedråper eller fettklumper. Ekkoet vil i så fall forsvinne når akselpartiet er avtørket.

## 15. EKKO FRA HJULSKIVEN

Med stort påpressingstrykk og god tilpasning kan lyd-bølgene gå gjennom akselen og videre gjennom hjulet, og man får da ekko fra hjulskivens krumning. Men da er avstanden så stor at ekkoet kommer langt utenfor den forut bestemte delstrek (fig 6).

## 16. AKSLER MED INNVENDIGE FEIL

Det forekommer også andre feil i aksler, luftblære eller andre uregelmessigheter, som kan ligge slik orientert at de gir årsak til refleksjon. I så fall blir avstanden kortere og man kan derav slutte at det ikke skyldes sprekkdannelse i overflaten. Har men konstatert at disse uregelmessigheter er beliggende i den nøytrale sone, kan de i de fleste tilfelle ansees ufarlige. Skulle de, etter avstanden å dømme, ligge nær periferien, må akselen undersøkes nærmere med normalt lydhode plassert på akselens ende for bedømmelse av feilens utstrekning.

Fig. 7 viser to refleksjonsmuligheter fra indre feil hvor ekkoene vil sees henholdsvis foran og etter et ventet ekko fra overflatefeil, p.g.a. at bølgeene har henholdsvis kortere og lengre vei å gå i materialet.

## 17. INSTRUMENTETS FØLSOMHETSINNSTILLING

Med høy forsterkning vil man få relativt kraftige ekko fra eventuelle dreieriller, korrosjon eller lignende uregelmessigheter i akselens overflate. Dette kan for en utrenet kontrollør bli bedømt som om det skulle være begynnende sprekkdannelse. Men ved å betrakte ekkoenes form og måten de opptrer på, kan man i de fleste tilfeller lett avgjøre om det er en begynnende sprekke eller ikke. Apparatets forsterkning må derfor brukes med kritikk. Hvilken følsomhet man bør bruke, kan man praktisk bestemme ved f.eks. å skjære et ca. 1 mm hakk i en akselstump og ved forsøk finne hvor stor ekkohøyde dette forårsaker. Man bør for øvrig arbeide med relativt stor forsterkning og heller redusere den til minimum når man har funnet noe mistenkelig, for ikke å overse små sprekker.

En del vognaksler er vist på fig. 13. De skraverte områder angir hvor sprekker lettest oppstår. Føring av lydhodet er antydnet.

## 18. AKSLER MED INNVENDIG LAGRING

til denne type hører El.8 løpeaksel med glidelager, Di.2 og skiftetraktor type 206, 215, 220c og lok El 10 og El 12.

Erfaringen har vist at for disse lok.typer oppstår sprekken i navsetet og til dels like ved hulkilen.

En del av disse aksler har kilespor i enden.

Når søkeren eller bare litt av dens diameter ligger an mot kilesporet, vil man på skjermbildet se et ekko som svarer til dets lengde. I nærheten av sporet må man derfor være meget varsom så ekko fra dette ikke forveksles med feil i akselen. Man må være meget omhyggelig med kontrollen i dette området, da man har erfaring for at sprekkdannelse ofte utvikler seg fra bunnen av sporet. Navpartiet undersøkes selvsagt i begge ender på samme måte. Akselenden har god søkeflate.

Inntil man får en viss erfaring med denne akseltype, er det nyttig å ha et kalibreringsstykke for hånden (se fig. 9). Dette kan lages av en kassert aksel eller lignende, og har en lengde på 166 mm, som svarer til avstanden fra akselens endeflate til diameterovergangen, b i fig. 8.

Apparatet innstilles på et gunstig prøveområde, f.eks. 200 mm, og søkeren tilpasses som vist i figuren, og man får da et korresponderende oscillogram. Forsøket viser nøyaktig hvor man får ekko fra overgangen til lageret og samtidig hvor stor styrke (følsomhet) man må benytte for å få fram et tydelig ekko fra hakket, som kan svare til en sprekkybde av samme størrelsesorden. Den anvendte frekvens bør være 2,5 m p/s eller deromkring, alt etter hva apparatet er utrustet med.

Når søkeren plasseres ute i akselendens periferi, vil man få et ganske kraftig ekko fra b (fig. 8).

Startimpulsen sees ved 0. Ekko fra en eventuell sprekke vil så fremt den befinner seg i navpartiet, være synlig til venstre for ekkoet fra b.

(Ved andre typer av lydhoder (søkere), hvor kvartsplaten (svingeren) er festet til en prespex-blokk, vil man også få et ekko fra bunnen av blokken. Dette ekko kan man da med x-kontrollen flytte til null på skalaen og blir da betraktet som nullpunkt, dvs. det tidspunkt da lyden går inn i materialet.)

Ekkoet fra b i fig. 8 vil, for enhver plassering av søkeren i akselens periferi, være synlig. Dette ekko er derfor en kontroll av at lydbølgene går inn i materialet. Likeså er ekkoets amplitude en kontroll av hvor god søkeflaten er og dermed den akkustiske kobling. Hvis det er en dyp sprekke til venstre for b, kan det forekomme at bølgene kun reflekteres fra sprekken, og ekkoet fra b forsvinner og der ikke er noen sprekke (refleksjonsflate) foran, kan man gå ut fra at det er dårlig søkeflate.

Søkeflaten må derfor alltid før prøven gjøres godt ren. Rust og løs maling må fjernes og akselenden strykes over med en passe grov fil for å fjerne ujevnheter. Flatene smøres med fett eller seigtflytende olje som tjener til koblingsmedium.

Hvis det under ellers like forhold i et bestemt område av periferien skulle vise seg at ekkoet fra b er mye større enn normalt ventet, kan det være grunn til mistanke om at en sprekke er under utvikling akkurat i overgangen til lageret. Sprekker til høyre for b, f.eks. ved c, vil normalt gi ekko som er klart adskilt fra ekko b.

Ekkoet fra overgangen til lageret er ved denne prøven et meget viktig holdepunkt for bedømmelsen av skjermbildet, og har samme betydning som bunnekket ved kontroll av aksler i hele sin lengde.



Normalt vil avstanden mellom en eventuell sprekk og punkt b være ca. 10 - 35 mm. Det avhenger av hvordan akselen har ligget an i hjulsentret (tilpassingen).

Søkeren må plasseres slik at ca. 1/3 av dens diameter ligger utenfor søkeflaten, og føres da i en sik-sak-bevegelse som antydnet i fig. 8. Når søkeren må plasseres så langt ute i periferien, er det for at ganske grunne sprekker skal kunne oppdages. Man vil se at når søkeren føres i retning av akselens sentrum, vil etter hvert ekkoet fra b avta for til slutt å bli helt borte.

Som oftest stikker akselenden ca. 1 mm utenfor hjulsenteret. Når man bruker fett som koblingsmiddel, kan det være fare for at det sendes lydbølger også gjennom hjulsenteret når søkeren er plassert langt ute i periferien. Dette er av støpestål og kan inneholde luftblærer som gir årsak til ekko som man kunne anta skyldes feil i akselen. Denne feilkilde må man være oppmerksom på. Ved avpresning av hjulet og ny prøve, vil i så fall dette ekko være forsvunnet.

Ved hovedrevisjon, hvor lagerbæringen er tilg engelig, er det å foretrekke å benytte vinkellydhode ( $45^{\circ}$ ) som vist i fig. 10. Man får da en bedre kontroll av overgangen til lageret da ekko fra kanten b (fig. 8), ikke vil være synlig. Derimot vil man få ekko fra bunnen av kilesporet, og området der bør derfor i tvilstilfeller kontrolleres med normaltlydhode fra enden.

Ved endel lok.- og traktoraksler med innvendig lagring er akseldiameteren større i lagringen enn i krympforbindelsen i hjulet. Her vil man ikke få ekko fra en kant "b" som angitt i fig. 8.

Aksler av denne kategori er bl.a.:

El.8, Løpehjulaksel med sfærisk rullelager

El.12, Løpeaksel og

Skd.220 c, Drivaksel.

Aksler av disse to kategorier med innvendig lagring er vist på fig. 15.

## 19. KONTROLL AV HULAKSEL

Hvis akselen er hul, kan den også kontrolleres med vinkellydhode. Men man må benytte seg av sprangavstanden. Lydgangen er vist i fig. 11. Det er viktig å kjenne avstanden A. Den kan lett beregnes:

$$A = \frac{2 d_m \cdot tg}{1}$$

hvor ifølge figuren  $d_m = \frac{60+55}{2} = 57,5 \text{ mm}$

Hvis man benytter en vinkel på  $45^{\circ}$ , blir

$$A = 2 \cdot 57,5 = 115 \text{ mm (tg } 45^{\circ} = 1).$$

Før man har tilegnet seg noen erfaring, er det nyttig å lage seg en kalibreringsplate av stål, med dimensjoner 57,5 x 120 x 5 mm. Ut fra den kan man da eksperimentelt bestemme avstanden A, og likeledes på hvilken delstrek på skjermen man kan vente ekko fra en feil i overflaten. Skulle en sprekke ha utviklet seg fra innsiden (det er også mulig), vil ekko fra denne være synlig på halve avstanden.

NSB har for tiden ingen hule hjulaksler på det vanlige rullende materiell.

## 20. LOK.AKSLER MED UTVENDIG LAGRING

Under forutsetninger av at kontrollen blir foretatt ved revisjon, brukes vinkellydhodet så fremt det er mulig å komme til. Akselpartiene under navet kontrolleres omhyggelig. Dessverre lar det seg ikke alltid gjøre å benytte vinkellydhode p.g.a. drivanordninger og andre hindringer. I slike tilfelle har man ikke annet å gjøre enn å benytte normal-lydhode, og kontrollere akselen fra enden. Hvis akselen har diameter-overganger, oppstår det som oftest bølgetransformasjoner, dvs. omforming fra longitudinale til transversale bølger. Følgen blir et uryddig og komplisert oscillogram. Den beste og faktisk den eneste løsningen er da å gjennomprøve en ny aksel, som forutsettes feilfri, og med en bestemt apparatinnstilling notere seg de "obligatoriske" ekko sem sees på skjermen, og sammenligne bildet med oscillogrammet fra den mistenkte aksel.

Lok.aksler med utvendig lagring er vist på fig. 16 og 17.

Når akselen skal kontrolleres e hele sin lengde fra enden, må apparatet innstilles lsik at man får hele akselens lengde inn på skjermen.

Dybdeinnstillingen: ca. 2,5 m.

Følsomheten skrus opp til maksimum, men ikke høyere enn at bildet er oversiktlig.

Man betrakter da ekkogrammetts høyre del. Akselen kontrolleres fra begge ender. Ekkogrammet skal vise kraftig ekko fra enden, likeså for hulkilene. Skjematisk er ekkogrammet vist i fig. 12.

## 21. KONTROLL AV DRIVAKSLER FOR LOK.TYPE E1.8

Denne aksel er montert inne i en hulaksel og kan normalt ikke kontrolleres med vinkellydhode. Man må derfor benytte normalt lydhode og søke fra enden (se fig. 12).

De sprekker som hittil er funnet i denne akseltype, ligger ikke under navet, men ca. 30 mm fra hulkilens begynnelse (kanten) målt innover mot midten av akselen. Ovennevnte akselområde må derfor vies spesiell oppmerksomhet.

I dette tilfelle blir akselen kontrollert i hele sin lengde, og sees andre ubegrunnede ekko, er det grunn til å mistenke den for å ha sprekkdannelse. Vanligvis har man jo flere aksler av samme type til kontroll samtidig, slik at man har mulighet for å sammenligne ekkogrammene. Like aksler skal selvsagt vise det samme ekkogram.

Det har forekommet totalt brudd på E1.8-aksel. Bruddet var omtrent på midten. Men om dette skyldes vanlig trettetsbrudd eller andre årsaker, vites ikke. I hvert fall må hele akselen kontrolleres nøye.

## 22. KONTROLL AV AKSLER FOR LOK.TYPE E1.11 OG E1.13

Erfaringen har vist at for disse akseltyper kan brudd oppstå omtrent på midten. Man må forutsette at sprekken utvikler seg gradvis som følge av utmatting. Som følge av dette må akselen, foruten navsetene, også kontrolleres nøye mellom hjulene.

Akselenden er, på grunn av sin konstruksjon ikke særlig godt egnet for kontroll fra enden. Men sprekker på midten av akselen, med en dybde på ca. 3 - 4 mm, skulle kunne oppdages med normalt lydhode fra enden av akselen.

Fremgangsmåten blir da den samme som ved kontroll av aksler for E1.8.

For å være på den sikre side er det tryggest ved revisjon å kontrollere hele akselen mellom hjulene og under navene med 45° lydhode.

## 23. KONTROLL AV AKSLER FOR DI.3

Akslene ultralydundersøkes ved hver 30 000 km kontroll av banemotor. Dessuten skal akslene ultralydkontrolleres når de blir frigjort for banemotor.

Akslene magnetkontrolleres ved hvert bytte av hjulskiver.

For disse aksler gjelder spesielle regler for metallisering av akselbæring for banemotor.

24. KONTROLL AV AKSLER FOR MOTORVOGNER OG ANNET TREKK-  
MATERIELL

Generelt kan det sies at samtlige aksler, hvor ikke mekaniske hindringer gjør det umulig, kan kontrolleres med 35° og 45° vinkellydhoder. Drivaksler, hvor drivanordningen er montert like inn til hjulet, kan bare kontrolleres med vinkellydhode ved det ene navområdet. Det andre navsetet, hvor man ikke kommer til med vinkellydhode, kontrolleres med normaltlydhode fra motsatt tappende.

For en del akslers vedkommende begrenses søkeflaten til to "halvmåner", men likevel har man kunnet registrere sprekker på ca. 4 - 5 mm dybde.

Kontrollen ansees derfor å være betryggende.

En annen mulighet for kontroll av det samme navsetet, er vinkelinnstrålingen fra akseltappen, sprangavstandmetoden, men dette fordrer at lageret fjernes. Det er ofte mindre arbeidskrevende å fjerne drivanordningen, om man skulle finne det nødvendig med vinkellydhode å lokalisere sprekker på meget tidlig utviklingstrinn. Erfaringen har for øvrig vist at den enden av hjulsatsen hvor drivanordningen befinner seg, er mest utsatt for sprekkdannelse.

25. BEHANDLING AV AKSLER MED PÅVISTE FEIL

Alle aksler, som etter kontrollørens erfaring synes å ha sprekkdannelse eller andre feil, skal settes ut og magnetundersøkes.

Det parti av akselen hvor det er konstatert at feilen befinner seg, avmerkes med kritt. Er f.eks. feilen under navet, kan tegnes en ring rundt angjeldende nav.

26. MAGNETISK UNDERSØKELSE OG BEHANDLING AV AKSLER MED  
SPREKKER

Hensikten med magnetkontrollen er å foreta en nøyaktig undersøkelse av de akselpartier hvor ultralydkontroll har indikert at det kan være sprekke eller annen feil i akselen. Ved magnetkontroll kan man med tilstrekkelig sikkerhet fastslå sprekkes beliggenhet og utstrekning (lengde).

For videre å kunne fastslå hva som skal foretas med akselen, er det nødvendig å måle sprekkes dybde. Instrumentet for måling av sprekkybden skal derfor inngå som supplement til det øvrige magnetprøveutstyr. Sprekkes dybde skal i alle tilfelle måles.

Hvis ultralydkontrollen indikerer sprekk under et hjulsenter, skal dette avpresses 40 mm, og området undersøkes nøye med magnetiseringsmetoden. Forefinnes sprekk, måles sprekkens største dybde.

Hvis sprekken er over 1 mm dyp skal akselen kasseres. Hvis en aksel ved magnetkontroll finnes å være sprekkfri, kan den sendes ut i trafikken igjen. På skjema anføres: "M kontroll - ikke feil".

#### 27. MERKING AV KONTROLLERTE OG FEILFRIE AKSLER

Feilfrie aksler påmales to grønne flekker med diameter 75 mm. Merkene plasseres 180° forskjøvet slik at de lettere kan finnes igjen. Videre påmales likeså med grønn farge mådedens nr. og årstallets to siste siffer med 40 mm høye typer. Til merking kan nyttes sjablon nr. 1, maskinavdelingens skisse S-441-B.

Den samme merke måte nyttes også på aksler som er funne feilfrie etter magnetkontroll.

#### 28. KASSERING AV AKSLER

Kasserte aksler skal merkes forsvarlig, f.eks. kan påmales et 300 mm bredt rødt bånd rundt hele akselen. Sprekkenes beliggenhet avmerkes forsvarlig, f.eks. med rød maling. Hjulsentrene avpresses så snart som mulig etter kassering.

På skjemaet anføres: "Kassert - sprekk ved -----".

Kasserte aksler skal ikke skrotes uten videre. De forskjellige akseltyper disponeres av verkstedene etter nærmere avtale med Maskinavdelingens verkstedkontor.

#### 29. BRUK OG VEDLIKEHOLD AV ULTRALYDAPPARATENE

Hvis det oppstår problemer av noen art i forbindelse med gjennomføring av betryggende kontroll av f.eks. en bestemt akseltype, skal problemet forelegges Teknisk Laboratorium som vil være behjelpelig.

Teknisk Laboratorium foretar reparasjon av instrumentene. Oppstår det feil, skal dette omgående avmeldes. Laboratoriet har i reserve ett apparat som utlånes mens reparasjonen blir foretatt.

Utskifting av avbrente sikringer og lignende småreparasjoner forutsettes utført av operatøren.

Nedslitte vinkelsøkere skal justeres når innstrålingsvinkelen er økt  $5^{\circ}$ . Teknisk laboratorium har utviklet en effektiv utskiftbar slitesåle, som lettvisst kan byttes på stedet. Nye slitesåler fås ved henvendelse til Laboratoriet.

Det forutsettes at operatørene rapporterer om mulige forhold som synes å tyde på at enkelte serier eller typer av aksler kan være beheftet med feil som ofte forårsaker sprekk.

|      |      |
|------|------|
| Utg. |      |
| Rev. |      |
| Nr.  | Dato |
|      |      |
|      |      |
|      |      |
|      |      |
|      |      |
|      |      |

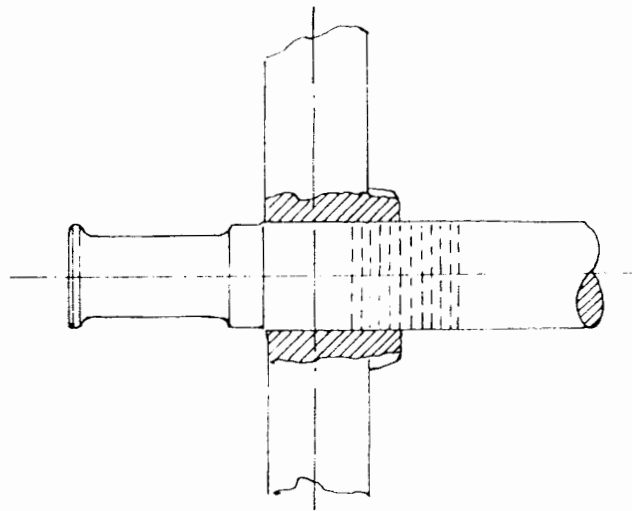


Fig. 1

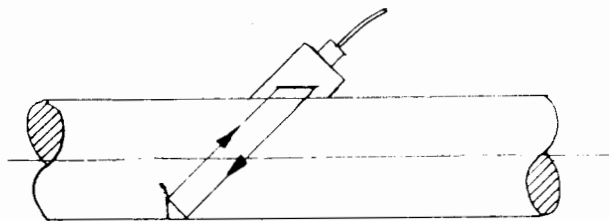


Fig. 2

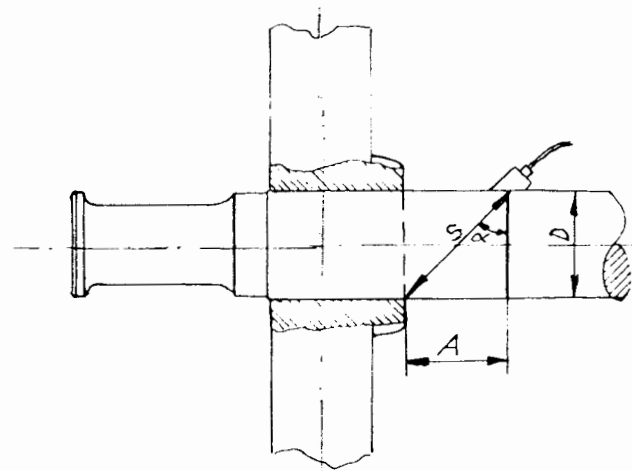


Fig. 3



Fig. 4

| Utg. |      |
|------|------|
| Rev. |      |
| Nr.  | Dato |
|      |      |
|      |      |
|      |      |
|      |      |
|      |      |
|      |      |
|      |      |

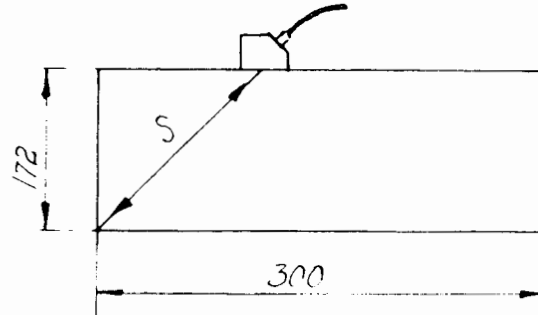


Fig. 5

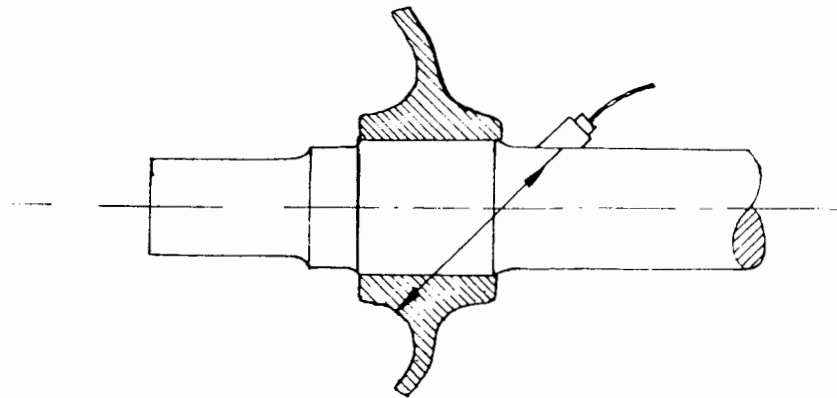


Fig. 6

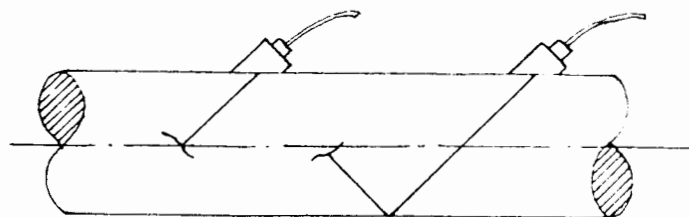


Fig. 7



|      |      |
|------|------|
| Utg. |      |
| Rev. |      |
| Nr.  | Dato |
|      |      |
|      |      |
|      |      |
|      |      |
|      |      |
|      |      |

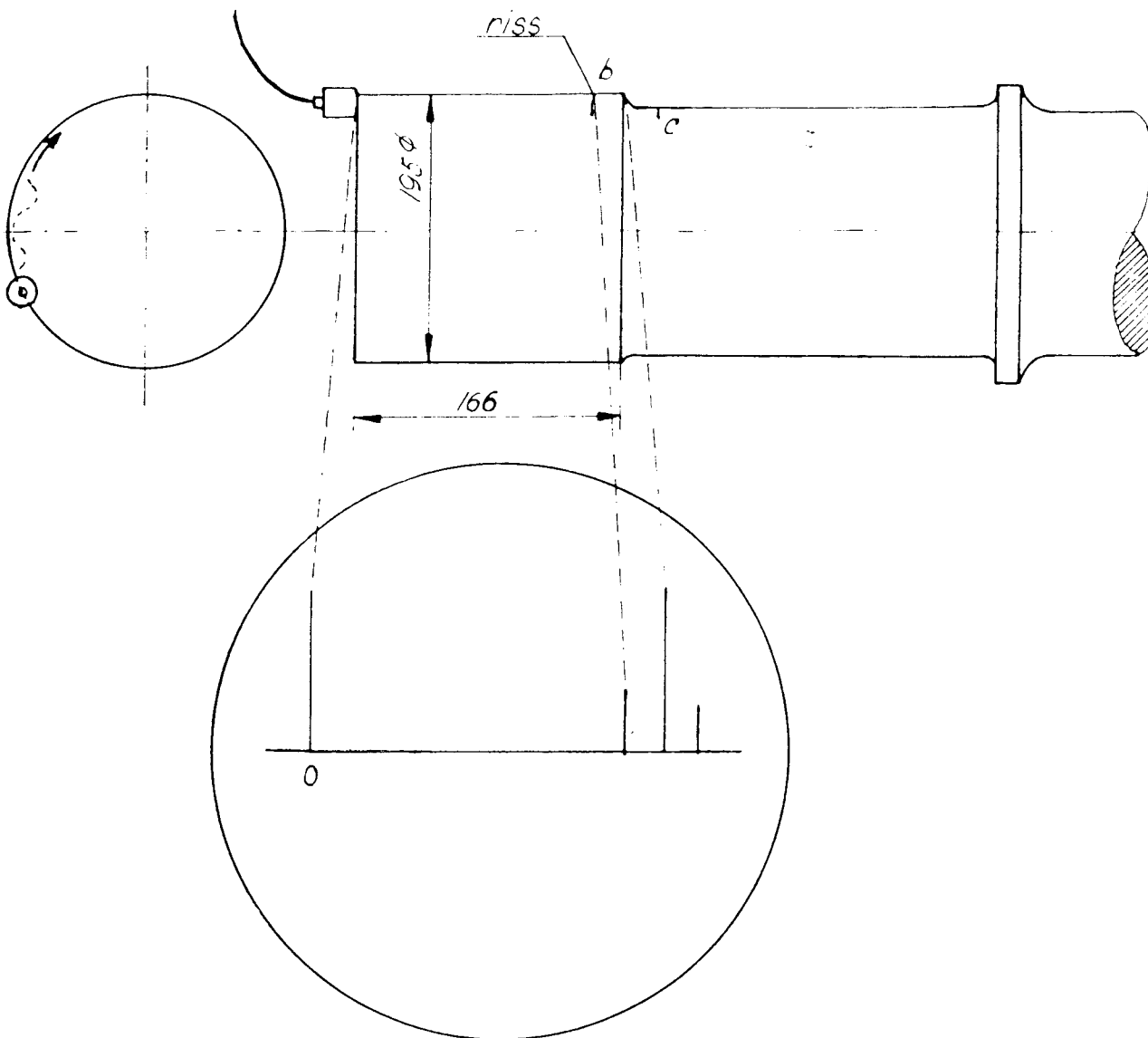


Fig. 8

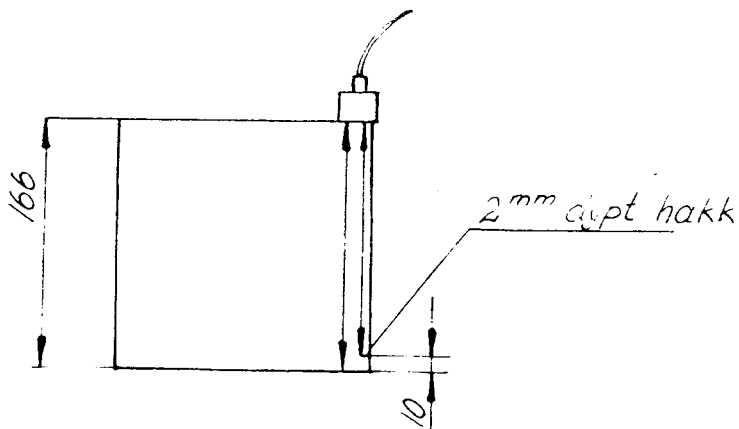


Fig. 9

| Utg. |      |
|------|------|
| Rev. |      |
| Nr.  | Dato |
|      |      |
|      |      |
|      |      |
|      |      |
|      |      |
|      |      |
|      |      |
|      |      |
|      |      |
|      |      |

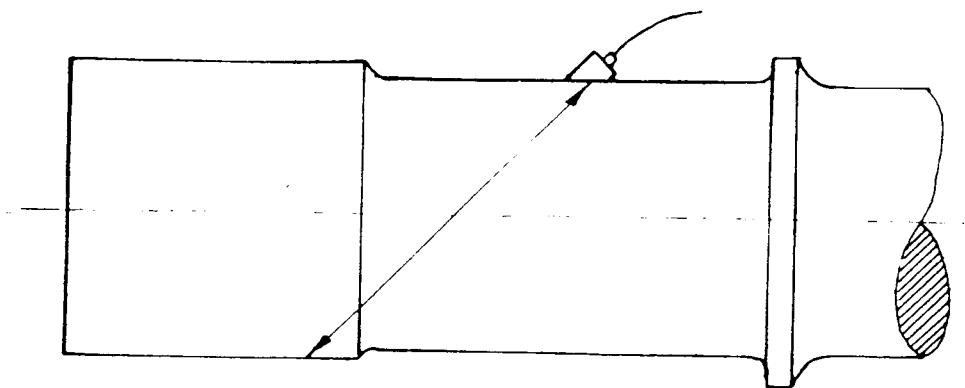


Fig. 10

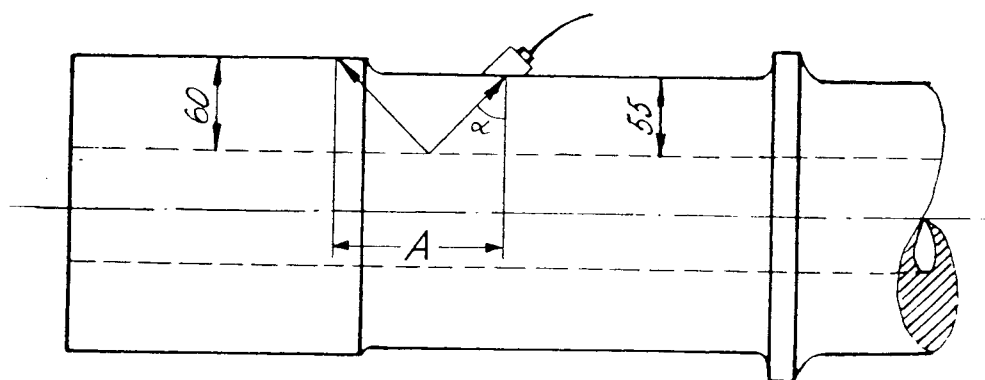


Fig. 11

|      |      |
|------|------|
| Utg. |      |
| Rev. |      |
| Nr.  | Dato |
|      |      |
|      |      |
|      |      |
|      |      |
|      |      |
|      |      |

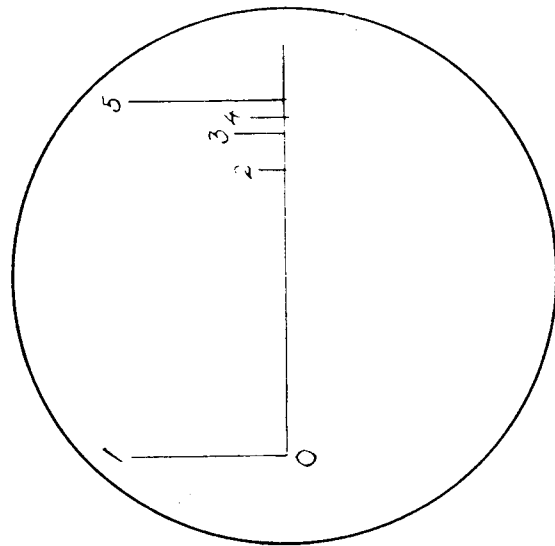
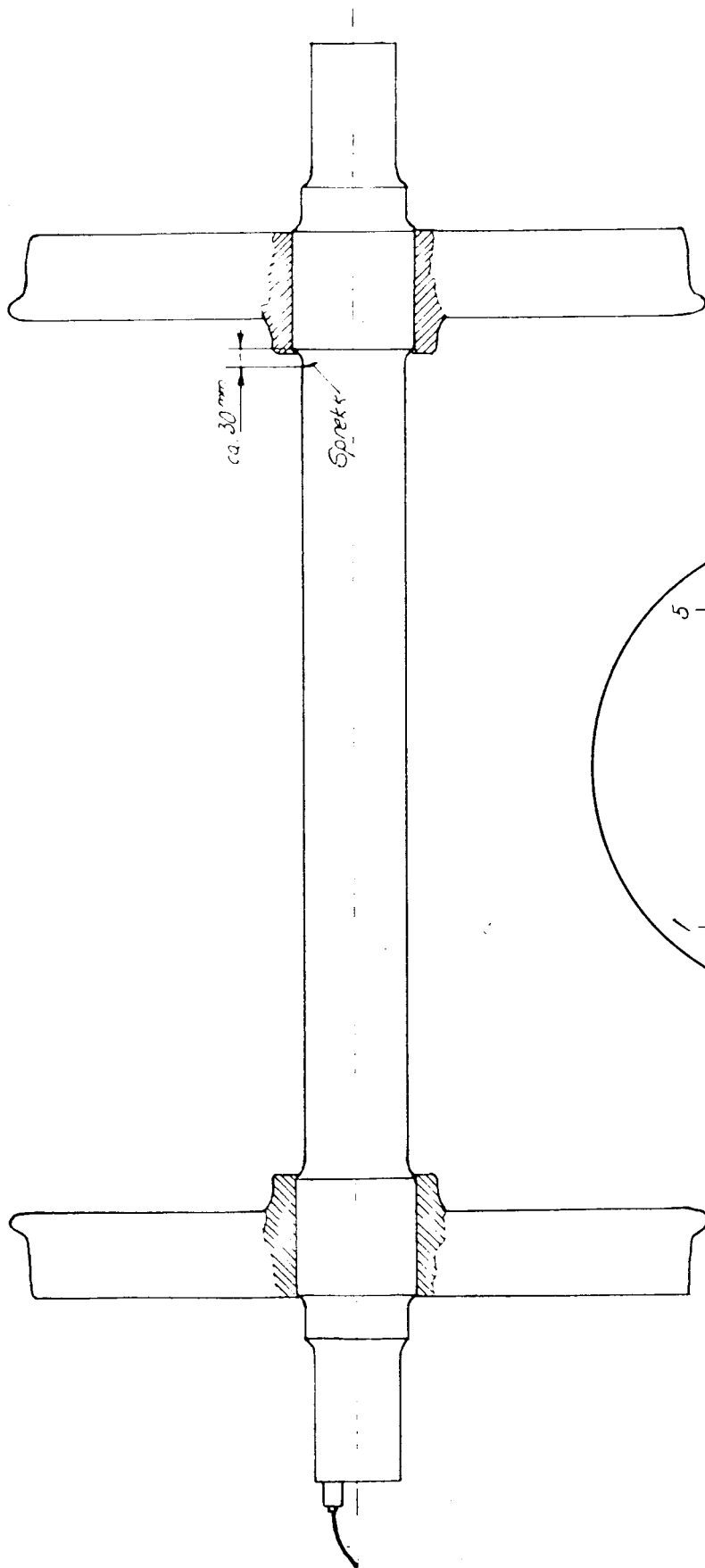


Fig. 12

Utg.

Rev.

Nr. Dato

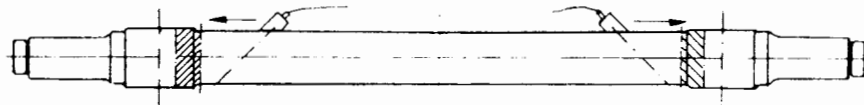
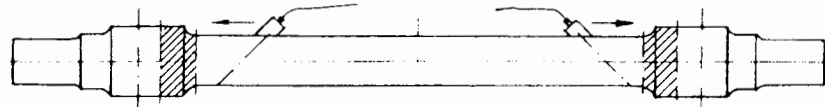
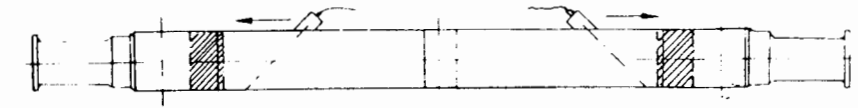


Fig. 13

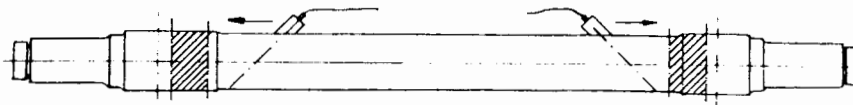
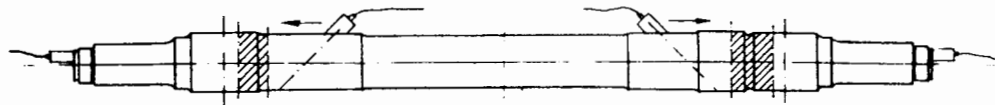


Fig. 14

| Utg. |      |
|------|------|
| Rev. |      |
| Nr.  | Dato |
|      |      |
|      |      |
|      |      |
|      |      |
|      |      |
|      |      |
|      |      |
|      |      |
|      |      |

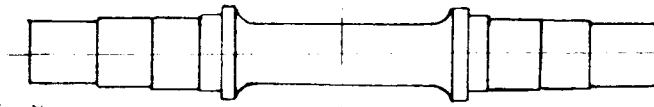


Fig. 15

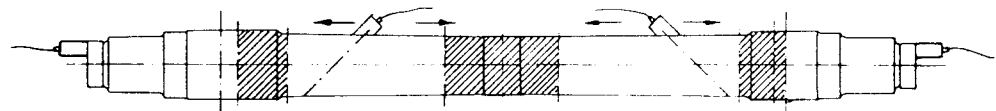
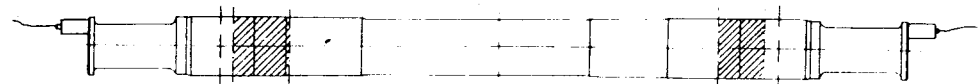
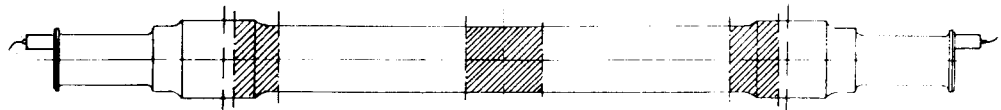


Fig. 16

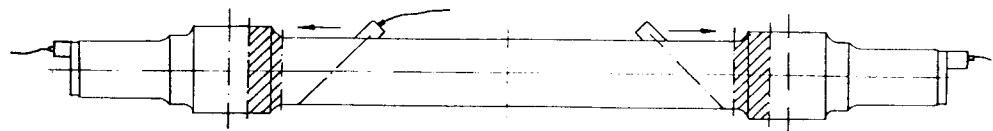
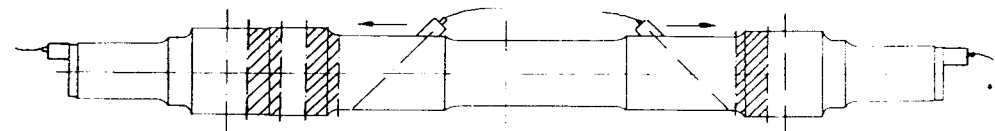
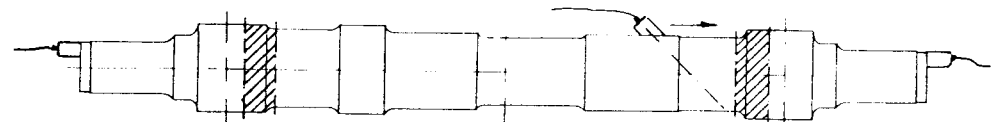


Fig. 17





Tjenesteskifter utgitt av Norges Statsbaner BA  
Teknisk sektor



# VedlikeholdsForskrifter for rullende materiell

Hjulsatser, akselkasser og lager  
Ultralyd og magnetkontroll av aksler



**0. Innhold.**

|   | <b>Side</b> |
|---|-------------|
| <b>0. INNHOLD.</b>                                | <b>2</b>    |
| <b>1. GENERELT.</b>                               | <b>4</b>    |
| 1.1 Føring av prøveresultatene.                   | 4           |
| 1.2 Område av akselen som spesielt må undersøkes. | 4           |
| <b>2. PRØVEMETODE.</b>                            | <b>4</b>    |
| 2.1 Føring av lydhodet.                           | 4           |
| 2.2 Plassering av lydhodet på akselen.            | 4           |
| 2.3 Rengjøring av akslene.                        | 5           |
| 2.4 Koblingsmiddel.                               | 5           |
| 2.5 Kalibrering av vinkellydhodet.                | 5           |
| 2.6 Ekkobestemmelse.                              | 5           |
| 2.7 Avstand fra feil til lydsenteret.             | 6           |
| 2.8 Beregning av lydveien.                        | 6           |
| 2.9 Falske ekko.                                  | 6           |
| 2.10 Feil utenfor navet.                          | 7           |
| 2.11 Ekko fra hjulskiven.                         | 7           |
| 2.12 Aksler med innvendige feil.                  | 7           |
| 2.13 Instrumentets følsomhetsinnstilling.         | 7           |
| 2.14 Aksler med innvendig lagring.                | 7           |
| 2.15 Kontroll av hulaksel.                        | 10          |
| 2.16 Lokomotivaksler med utvendig lagring.        | 10          |
| 2.17 Kontroll av drivaksel montert i hulaksel.    | 11          |
| 2.18 Kontroll av aksler for El 11 og El 13.       | 11          |

|  |           |
|--|-----------|
| 2.19 Kontroll av aksler for Di3.                                 | 11        |
| 2.20 Kontroll av aksler for motorvogner og annet trekkmateriell. | 12        |
| <b>3. BEHANDLING AV AKSLER MED PÅVISTE FEIL.</b>                 | <b>12</b> |
| 3.1 Magnetisk undersøkelse og behandling av aksler med sprekker. | 12        |
| 3.2 Merking av kontrollerte og feilfrie aksler.                  | 12        |
| <b>4. KASSERING AV AKSLER.</b>                                   | <b>13</b> |
| <b>5. BRUK OG VEDLIKEHOLD AV ULTRALYDAPPARATER.</b>              | <b>13</b> |
| <b>Figurer:</b>  |           |
| Figur 1  | 14        |
| Figur 2  | 14        |
| Figur 3  | 14        |
| Figur 4  | 14        |
| Figur 5  | 15        |
| Figur 6  | 15        |
| Figur 7  | 15        |
| Figur 8  | 16        |
| Figur 9  | 16        |
| Figur 10   | 17        |
| Figur 11   | 17        |
| Figur 12   | 18        |
| Figur 13   | 19        |
| Figur 14   | 19        |
| Figur 15   | 20        |
| Figur 16   | 20        |
| Figur 17   | 20        |
| <b>Bilag:</b>  |           |
| Bilag 1 Rapportkjema   | 21        |

## 1. Generelt.

Alle vogn- traktor- og lokomotivaksler som er i trafikk skal, såfremt ikke annet er foreskrevet, undersøkes med ultralyd for om mulig å påvise sprekkdannelse eller andre feil. Undersøkelsene foretas når hjulsatsene kommer inn for dreining. Forøvrig skal alle aksler som ved andre anledninger frigjøres i verkstedet kontrolleres selv om hjulene ikke skal dreies.

Dersom akslene er undersøkt i løpet av de siste 6 måneder er ny kontroll unødvendig.

### 1.1 Føring av prøveresultatene.

Alle undersøkte aksler føres på rapportskjemaet. Skjemaet er vedlagt som Bilag 1.

For aksler hvor ultralydkontrollen ikke indikerer feil, fyll bare ut rubrikken for dato, NSB aksel nr og hjulsats type.

For magnetkontrollerte aksler føres i merknadsrubrikken "M - kontroll - ikke feil" eller "Kassert" med tillegg om årsak f eks sprekk ved ----.

Operatøren signerer skjemaene som oppbevares i 3 år.

### 1.2 Område av akselen som spesielt må undersøkes.

De aller fleste tretthetsbrudd i vognaksler forekommer i navsetet ca 10 - 20 mm fra navets innside. Det har også forekommet at sprekker har oppstått utenfor navet eller i hulkilen. Se Figur 1. Det stiplede partiet av akselen må derfor undersøkes spesielt nøye.

## 2. Prøvemetode.

Til påvisning av sprekkdannelse i akselens overflate benyttes pulsekkometoden, og fortrinnsvis vinkellydhoder (transversale bølger). Treffer bølgene en sprekk blir de reflektert til mottakeren (lydhodet). Se Figur 2.

### 2.1 Føring av lydhodet.

Lydhodet føres med et lett trykk fram og tilbake i en sik-sakbevegelse i aksial retning, slik at hele det skraverte området rundt akselen blir gjennomprøvet. Dersom et ekko blir synlig på skjermen, beveges langsomt inntil man finner maksimal ekkohøyde, og sammenligner bildet med det som forekommer under kalibreringen (se pkt 2.5).

### 2.2 Plassering av lydhodet på akselen.

For å påvise eventuelle sprekker i de områder som angitt i pkt 1.2, plasseres lydhodet som Figur 3 viser. Bølgeretning mot navet.

### 2.3 Rengjøring av akslene.

Løs maling og rust skrapes rundt akselen i et område ca 20 cm fra hjulene og inn mot midten av akselen. Det er viktig at lydhodet ligger godt an mot akselen og ikke vakler pga en ujevn akseloverflate.

### 2.4 Koblingsmiddel.

Som koblingsmiddel kan man bruke seigtflytende olje eller passende tykt fett som påsmøres de rengjorte stedene på akselen. Fett er i de fleste tilfeller best, da det fyller godt ut i porene på eldre, korroderte aksler.

Det gir også liten friksjon mellom aksel og lydhode samtidig som det fester seg til akselen.

### 2.5 Kalibrering av vinkellydhodet.

Før man foretar noen undersøkelse må man forvisse seg om hvor på apparatskjermen ekko fra en overflate-feil i akselen vil være synlig.

Hvis apparatets skala er gradert i meter, er det forutsatt at man benytter normalt lydhodet for at skalaen skal stemme (longitudinale bølger).

Når man benytter vinkellydhodet, er det transversale bølger som sendes inn i materialet, og skalaen vil da ikke stemme.

Kjenner man vinkelen, dvs. vinkelen mellom sentralstrålen og normalen og hastigheten for de to bølgevegsene, kan skalaen omregnes til også å gjelde for transversale bølger. Men i praksis viser dette seg å være upraktisk. Lydhodet vil nemlig slites ujevnt ved bruk. Dermed vil vinkelen forandre seg, og beregningen vil ikke stemme.

Det er derfor å anbefale at man til praktisk bruk lager seg stålplater med f.eks. 5 mm godstykkelse og forøvrig med dimensjoner slik at de svarer til de mest vanlige aksler.

Eksempel: Det skal lages en kalibreringsplate, tilsvarende hjulsats 111 (VIIc). Diameteren av navpapiret er 155 mm. Platebredden  $b$  blir da 155 mm og lengden må, for et vinkellydhode på  $45^\circ$ , være minimum 165 mm. Men til praktisk bruk velges platelengden ca 300 mm.

Skal det f.eks. lages en kalibreringsplate, tilsvarende hjulsats 117 (VIII), må man benytte middeldiameteren:

$$b = \frac{D_1 + D_2}{2} = \frac{185 + 160}{2} = 172$$

### 2.6 Ekkobestemmelse.

For å bestemme hvor på instrumentets skjerm man kan vente å se ekko fra en overflatefeil i f.eks. hjulsats 117 (VIII) for et bestemt vinkellydhode og

dybdeinnstilling, reguleres startimpulsen til null, og lydhodet plasseres på kalibreringsplaten som vist i Figur 5.

Lydhodet føres fram og tilbake til man får maksimum ekko-høyde. På delstreken på skjermen hvor dette inntreffer, kan man altså vente at ekko fra en overflatefeil i ovennevnte aksel vil være synlig.

## 2.7 Avstand fra feil til lydsenteret.

Det er viktig å kjenne avstanden A i Figur 3. Avstanden vil selvsagt være avhengig av akselens diameter.

Kjenner man vinkelen  $\alpha$ , så er  $A = D \cdot \operatorname{tg} \alpha$ .

Hvis det er en akseltype som f.eks. i Figur 4, må man i stedet for D sette inn middeldiameter:

$$A = \frac{D_1 + D_2}{2} \cdot \operatorname{tg} \alpha$$

Vanligvis benyttes  $45^\circ$  vinkel til kontroll av aksler. Og da er, som det sees av fig. 3,

$$A = D, \text{ eller eventuelt } \frac{D_1 + D_2}{2}, \text{ da } \operatorname{tg} 45^\circ = 1.$$

Da vinkelen forandrer seg pga. slitasje, er det derfor bedre i praksis å måle avstanden A direkte på kalibreringsplaten.

## 2.8 Beregning av lydveien.

Når avstanden A i Figur 5 bestemmes eksperimentelt med en passende kalibreringsplate, har tallverdien av lydveien S mindre betydning. Men i enkelte tilfeller kan det være nødvendig å kjenne S. Den kan måles direkte på kalibreringsplaten, men kan også beregnes.

Eksempel: Bestem lengden av lydveien S for akseltype som vist i fig 4 når vinkelen =  $45^\circ$

$$D_m = \frac{D_1 + D_2}{2} = \frac{185 + 160}{2} = 172,5 \text{ mm}$$

$$S = \frac{D_m}{\cos 45^\circ} = \frac{172,2}{0,707} \approx 244 \text{ mm}$$

## 2.9 Falske ekko.

Ved enkelte hjulsatser forekommer det at man får ekko som om de skulle være forårsaket av en sprekk i navsetet, men som forsvinner når hjulet blir presset av.

Denne ulempen må man være forberedt på, men det er heldigvis ikke så ofte det forekommer. Hvorfor det er slik vet man ikke.

### **2.10 Feil utenfor navet.**

Noen ganger fås ekko fra områder utenfor navet. Det må da undersøkes om det skyldes relativt dype dreieriller. I så fall slipes disse bort og ny kontroll foretas. Hvis ikke ekkoet da er borte, må akselen magnetprøves. Det forekommer også at ekko fra områder utenfor navet skyldes oljedråper eller fettklumper. Ekkoet vil i såfall forsvinne når man har tørket av akselen.

### **2.11 Ekko fra hjulskiven.**

Med stort påpressingstrykk og god tilpassning kan lydbølgene gå gjennom akselen og videre gjennom hjulet. Man får da ekko fra hjulskivens krumming. Da er avstanden imidlertid så stor at ekkoet kommer langt utenfor den forutbestemte delstreken (Figur 6).

### **2.12 Aksler med innvendige feil.**

Det forekommer også feil som luftblærer eller andre uregelmessigheter, som kan ligge slik orientert at de er årsak til refleksjon. I så fall blir avstanden kortere og man kan slutte at det ikke skyldes sprekkdannelse i overflaten. Har man konstatert at disse ligger i den nøytrale sonen, kan de i de fleste tilfeller anses ufarlige. Skulle de etter avstanden å dømme, ligge nær periferien, må akselen undersøkes nærmere med normaltlydhode plassert på akselens ende for å bedømme feilens utstrekning.

Figur 7 viser to refleksjonsmuligheter fra indre feil hvor ekkoene vil sees henholdsvis foran og etter et ventet ekko fra overflatefeil.

### **2.13 Instrumentets følsomhetsinnstilling.**

Med høy forsterkning vil man få relativt kraftige ekko fra eventuelle dreieriller, korrosjon eller lignende uregelmessigheter i akselens overflate. Dette kan bli bedømt som om det skulle være en begynnende sprekkdannelse. Men ved å betrakte ekkoenes form og måten de opptrer på, kan man i de fleste tilfeller lett avgjøre om det er en begynnende sprekke eller ikke. Apparatets forsterkning må derfor brukes kritisk. Hvilken følsomhet man bør bruke, kan man praktisk bestemme ved f eks å skjære et ca 1 mm hakk i en aksestump og ved forsøk finne hvor stor ekkohøyde dette forårsaker. Man bør forøvrig arbeide med relativt stor forsterkning og heller redusere den til minimum når man har funnet noe mistenkelig, for ikke å overse små sprekker.

En del vognaksler er vist på Figur 13. De skraverte områdene angir hvor sprekker lettest oppstår. Føring av lydhodet er antydnet.

### **2.14 Aksler med innvendig lagring.**

Materiell med aksler med innvendig lagring omfatter EI8 løpeaksel med glidelager, Di2 og skiftetraktor type 206, 215, 220c, og lok EI10 og EI12.

Erfaringen har vist at for disse lok typer oppstår sprekke i navsetet og til dels like ved hulkilen. En del av disse akslene har kilespor i enden.

Når søkeren eller bare litt av dens diameter ligger an mot kilesporet, vil man på skjermbildet se et ekko som svarer til dets lengde. I nærheten av sporet må man derfor være meget varsom, så ekko fra dette ikke forveksles med feil i akselen. Man må være meget omhyggelig med kontrollen i dette området, da man har erfaring for at sprekke dannelse ofte utvikler seg fra bunnen av sporet. Navpartiet undersøkes selvsagt i begge ender på samme måte. Akselenden har god søkeflate.

Inntil man får en viss erfaring med denne akseltypen, er det nyttig å ha et kalibreringsstykke for hånden (se Figur 9). Dette kan lages av en kassert aksel eller lignende, og har en lengde på 166 mm, som svarer til avstanden fra akselens endeflate til diameterovergangen, b i fig. 8.

Apparatet innstilles på et gunstig prøveområde, f.eks. 200 mm, og søkeren tilpasses som vist i figuren, og man får da et korresponderende oscillogram. Forsøket viser nøyaktig hvor man får ekko fra overgangen til lageret og samtidig hvor stor styrke (følsomhet) man må benytte for å få fram et tydelig ekko fra hakket, som kan svare til en sprekke dybde av samme størrelsesorden. Den anvendte frekvens bør være 2,5 m p/s eller deromkring, alt etter hva apparatet er utrustet med.

Når søkeren plasseres ute i akselendens periferi, vil man få et ganske kraftig ekko fra b (fig. 8).

Startimpulsen sees ved 0. Ekko fra en eventuell sprekke vil så fremt den befinner seg i navpartiet, være synlig til venstre for ekkoet fra b.

Ved andre typer av lydholder (søkere), hvor kvartsplaten (svingeren) er festet til en prespex-blokk, vil man også få et ekko fra bunnen av blokken. Dette ekko kan man da med x-kontrollen flytte til null på skalaen og blir da betraktet som nullpunkt, dvs. det tidspunkt da lyden går inn i materialet.

Ekkoet fra b i fig. 8 vil være synlig for enhver plassering av søkeren i akselens periferi. Dette ekko er derfor en kontroll av at lydbølgene går inn i materialet. Likeså er ekkoets amplitude en kontroll av hvor god søkeflaten er og dermed den akustiske koblingen. Hvis det er en dyp sprekke til venstre for b, kan det forekomme at bølgene kun reflekteres fra sprekken, og ekkoet fra b forsvinner og det ikke er noen sprekke (refleksjonsflate) foran, kan man gå ut fra at det er dårlig søkeflate.

Søkeflaten må derfor alltid før prøven gjøres godt ren. Rust og løs maling må fjernes og akselenden strykes over med en passe grov fil for å fjerne ujevnheter. Flatene smøres med fett eller seigtflytende olje som tjener til koblingsmedium.

Hvis det under ellers like forhold i et bestemt område av periferien skulle vise seg at ekkoet fra b er mye større enn normalt ventet, kan det være grunn til mistanke om at en sprekke er under utvikling akkurat i overgangen til lageret. Sprekker til høyre for b, f.eks. ved c, vil normalt gi ekko som er klart adskilt fra ekko b.

Ekkoet fra overgangen til lageret er ved denne prøven et meget viktig holdepunkt for bedømmelsen av skjermbildet, og har samme betydning som bunnekket ved kontroll av aksler i hele sin lengde.

Normalt vil avstanden mellom en eventuell sprekk og punkt b være ca. 10 - 35 mm. Det avhenger av hvordan akselen har ligget an i hjulsentret (tilpassingen). Søkeren må plasseres slik at ca. 1/3 av dens diameter ligger utenfor søkeflaten, og føres da i en sik-sak-bevegelse som antydnet i fig. 8. Når søkeren må plasseres så langt ute i periferien, er det for at ganske grunne sprekker skal kunne oppdages. Man vil se at når søkeren føres i retning av akselens sentrum, vil etter hvert ekkoet fra b avta for til slutt å bli helt borte.

Som oftest stikker akselenden ca. 1 mm utenfor hjulcenteret. Når man bruker fett som koblingsmiddel, kan det være fare for at det sendes lydbølger også gjennom hjulcenteret når søkeren er plassert langt ute i periferien. Dette er av støpestål og kan inneholde luftblærer som gir årsak til ekko som man kunne anta skyldes feil akselen. Denne feilkilden må man være oppmerksom på. Ved avpresning av hjulet og ny prøve, vil i så fall dette ekko være forsvunnet.

Ved hovedrevisjon, hvor lagerbæringen er tilgjengelig, er det å foretrekke å benytte vinkellydhode (45°) som vist i Figur 10. Man får da en bedre kontroll av overgangen til lageret da ekko fra kanten b (fig. 8), ikke vil være synlig. Derimot vil man få ekko fra bunnen av kilesporet og området der bør derfor i tvilstilfeller kontrolleres med normalt lydhode fra enden.

Ved endel lok.- og traktoraksler med innvendig lagring er akseldiameteren større i lagringen enn i krympforbindelsen i hjulet. Her vil man ikke få ekko fra en kant "b" som angitt i fig. 8.

Aksel av denne kategori er bl.a.:

El.8, Løpehjulaksel med sfærisk rullelager

El.12, Løpeaksel

Skd.220 c, Drivaksel.

Aksler av disse to kategorier med innvendig lagring er vist på Figur 15.



## 2.15 Kontroll av hjulaksel.

Hvis akselen er hul, kan den også kontrolleres med vinkellydhode. Men man må benytte seg av sprangavstanden. Lydgangen er vist i Figur 11. Det er viktig å kjenne avstanden A. Den kan lett beregnes:

$A = 2d_m \cdot \tan \alpha$  der ifølge figuren

$$d_m = \frac{60 + 55}{2} = 57,5 \text{ mm}$$

Hvis man benytter en vinkel på  $45^\circ$  blir

$$A = 2 \cdot 57,5 = 115 \text{ mm (tan } 45^\circ = 1).$$

Før man har fått noe erfaring, er det nyttig å lage seg en kalibreringsplate av stål, med dimensjoner  $57,5 \times 120 \times 5$  mm. Ut fra den kan man da eksperimentelt bestemme avstanden A, og likeledes på hvilken delstrek på skjermen man kan vente ekko fra en feil i overflaten. Skulle en sprekk ha utviklet seg fra innsiden (det er også mulig), vil ekko fra denne være synlig på halve avstanden.

NSB har for tiden ingen hule hjulaksler på det vanlige rullende materiell.

## 2.16 Lokomotivaksler med utvendig lagring.

Under forutsetninger av at kontrollen blir foretatt ved revisjon, brukes vinkellydhodet så fremt det er mulig å komme til. Akselpartiene under navet kontrolleres omhyggelig. Dessverre lar det seg ikke alltid gjøre å benytte vinkellydhode pga. drivanordninger og andre hindringer. I slike tilfelle har man ikke annet å gjøre enn å benytte normaltlydhode, og kontrollere akselen fra enden. Hvis akselen har diameteroverganger, oppstår det som oftest bølgetransformasjoner, dvs. omforming fra longitudinale til transversale bølger. Følgen blir et uryddig og komplisert oscillogram. Den beste og faktisk den eneste løsningen er da å gjennomprøve en ny aksel, som forutsettes feilfri, og med en bestemt apparatinnstilling notere seg de "obligatoriske" ekko som ses på skjermen, og sammenligne bildet med oscillogrammet fra den mistenkte akselen.

Lokomotivaksler med utvendig lagring er vist på fig. 16 og 17.

Når akselen skal kontrolleres i hele sin lengde fra enden, må apparatet innstilles slik at man får hele lengden inn på skjermen.

Dybdeinnstilling: ca. 2,5 m.

Følsomheten skrur opp til maksimum, men ikke høyere enn at bildet er oversiktlig.

Man betrakter da ekkogrammet høyre del. Akselen kontrolleres fra begge ender. Ekkogrammet skal vise kraftig ekko fra enden, likeså for hulkilene. Skjematisk er ekkogrammet vist i Figur 12.

### **2.17 Kontroll av drivaksel montert i hulaksel.**

Aksel montert inne i en hulaksel kan normalt ikke kontrolleres med vinkellydhode. Man må derfor benytte normallydhode og søke fra enden (se Figur 12).

De sprekker som hittil er funnet i denne akseltypen, ligger ikke under navet, men ca. 30 mm fra hulkilens begynnelse (kanten) målt innover mot midten av akselen. Ovennevnte akselområde må derfor vies spesiell oppmerksomhet.

I dette tilfelle blir akselen kontrollert i hele sin lengde, og sees andre ubegrunnede ekko, er det grunn til å mistenke den for å ha sprekkdannelse. Vanligvis har man flere aksler av samme type til kontroll samtidig, slik at man har mulighet for å sammenligne ekkogrammene. Like aksler skal selvsagt vise det samme ekkogram.

Det har forekommet totalt brudd på EI.8-aksel. Bruddet var omtrent på midten. Men om dette skyldes vanlig tretthetsbrudd eller andre årsaker vites ikke. I hvert fall må hele akselen kontrolleres nøye.

### **2.18 Kontroll av aksler for EI 11 og EI 13.**

Erfaringen har vist at for disse akseltyper kan brudd oppstå omtrent på midten. Man må forutsette at sprekken utvikler seg gradvis som følge av utmatting. Som følge av dette må akselen i tillegg til navsetene.

Akselenden er, på grunn av sin konstruksjon ikke særlig godt egnet for kontroll fra enden. Men sprekker på midten av akselen, med en dybde på ca. 3 - 4 mm, skulle kunne oppdages med normallydhode og fra enden.

Fremgangsmåten blir da den samme som ved kontroll av drivaksel montert i en helaksel.

For å være på den sikre siden er det tryggest ved revisjon å kontrollere hele akselen mellom hjulene og under navene med 45 lydhode.

### **2.19 Kontroll av aksler for Di3.**

Akslene ultralydundersøkes ved hver 30 000 km kontroll for banemotor. Dessuten skal akslene ultralydkontrolleres når de blir frigjort for banemotor.

Akslene magnetkontrolleres ved hvert bytte av hjulskiver.

For disse aksler gjelder spesielle regler for metallisering av akselbæring for banemotor.

## **2.20 Kontroll av aksler for motorvogner og annet trekkmateriell.**

Generelt kan det sies at samtlige aksler, hvor ikke mekaniske hindringer gjør det umulig, kan kontrolleres med 35° og 45° vinkellydhoder. Drivaksler, hvor drivanordningen er montert like inn til hjulet, kan bare kontrolleres med vinkellydhode ved det ene navområdet. Det andre navsetet, hvor man ikke kommer til med vinkellydhode, kontrolleres med normaltlydhode fra motsatt tappende.

For en del akslers vedkommende begrenses søkeflaten til to "halvmåner", men likevel har man kunnet registrere sprekker på ca. 4 - 5 mm dybde. Kontrollen ansees derfor å være betryggende.

En annen mulighet for kontroll av det samme navsetet, er vinkelinnstrålingen fra akseltappen, sprangavstandmetoden, men dette fordrer at lageret fjernes. Det er ofte mindre arbeidskrevende å fjerne drivanordningen, om man skulle finne det nødvendig med vinkellydhode å lokalisere sprekker på meget tidlig utviklingstrinn. Erfaringen har for øvrig vist at den enden av hjulsatsen hvor drivanordningen befinner seg, er mest utsatt for sprekkdannelse.

## **3. Behandling av aksler med påviste feil.**

Alle aksler, som etter kontrollørens erfaring synes å ha sprekkdannelse eller andre feil, skal settes ut og magnetundersøkes.

Det parti av akslen hvor det er konstatert at feilen befinner seg, avmerkes med kritt. Er f.eks. feilen under navet, kan det tegnes en ring rundt navet.

### **3.1 Magnetisk undersøkelse og behandling av aksler med sprekker.**

Hensikten med magnetkontrollen er å foreta en nøyaktig undersøkelse av de akselpartier hvor ultralydkontroll har indikert at det kan være sprekke eller annen feil i akselen. Ved magnetkontroll kan man med tilstrekkelig sikkerhet fastslå sprekkes beliggenhet og utstrekning (lengde).

For videre å kunne fastslå hva som skal foretas med akselen, er det nødvendig å måle sprekkes dybde. Instrumentet for måling av sprekkybden skal derfor inngå som supplement til det øvrige magnetprøveutstyr. Sprekkes dybde skal i alle tilfelle måles.

Hvis ultralydkontrollen indikerer sprekke under et hjulsenter skal dette avpresses 40 mm og området undersøkes nøye. Hvis eventuell sprekke er over 1 mm dyp skal akselen kasseres. Hvis en aksel ved magnetkontroll finnes å være sprekkefri, kan den sendes ut i trafikken igjen. På skjema føres: "M kontroll - ikke feil".

### **3.2 Merking av kontrollerte og feilfrie aksler.**

Feilfrie aksler påmales to grønne flekker med diameter 75 mm. Merkene plasseres 180° forskjøvet slik at de lettere kan finnes igjen. Videre påmales med grønn farge månedens nr. og årstallets to siste siffer med 40 mm høye typer. Til merking kan sjablon nr 1, skisse S-441-B nyttes.

Den samme merkemåte nyttes også på aksler som er funnet feilfrie etter magnetkontroll.

#### **4. Kassering av aksler.**

Kasserte aksler skal merkes forsvarlig f eks påmales et 300 mm bredt rødt bånd rundt hele akselen Sprekkes beliggenhet avmerkes forsvarlig f eks med rød maling. Hjulsentrene avpresses så snart som mulig etter kassering

På skjemaet anføres "Kassert - sprekk ved ----"

Kasserte aksler skal ikke skrotes uten videre. De forskjellige akseltyper disponeres av verkstedene etter nærmere avtale med Teknisk sektor.

#### **5. Bruk og vedlikehold av ultralydapparater.**

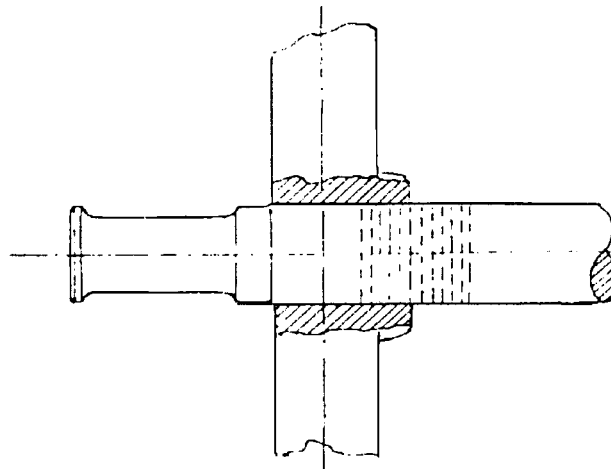
Hvis det oppstår problemer av noen art i forbindelse med kontroll av f eks en bestemt akseltype skal problemet forelegges Teknisk sektor som vil være behjelpelig.

Teknisk laboratorium foretar reparasjon av instrumentene. Oppstår det feil, skal dette omgående avmeldes. Laboratoriet har et apparat i reserve som lånes ut i reparasjonstiden.

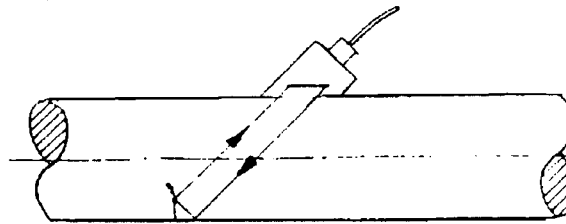
Utskifting av avbrente sikringer og lignende småreparasjoner forutsettes utført av operatøren.

Nedslitte vinkelsøkere skal justeres når innstrålingsvinkelen er økt 50°. Teknisk laboratorium har utviklet en effektiv utskiftbar slitesåle som lett vintkan byttes på stedet. Nye slitesåler fås ved henvendelse til laboratoriet.

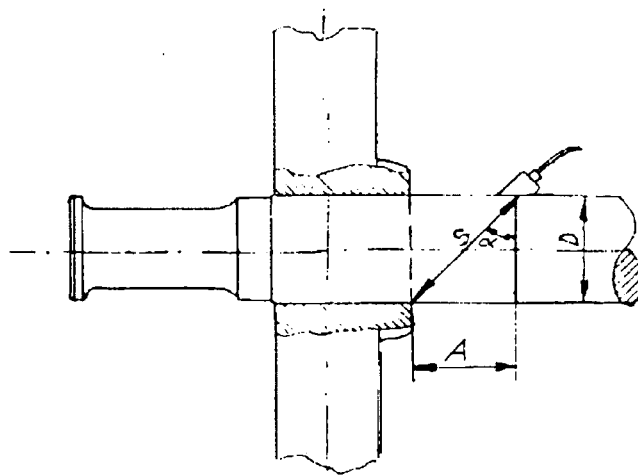
Det forutsettes at operatørene rapporterer om mulige forhold som synes å tyde på at enkelte serier eller typer av aksler kan være beheftet med feil som ofte forårsaker sprekk.



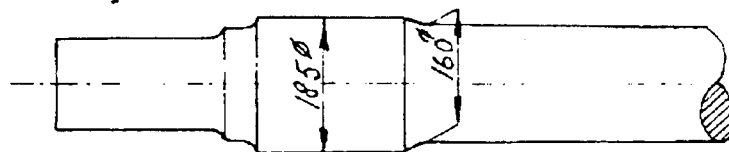
Figur 1



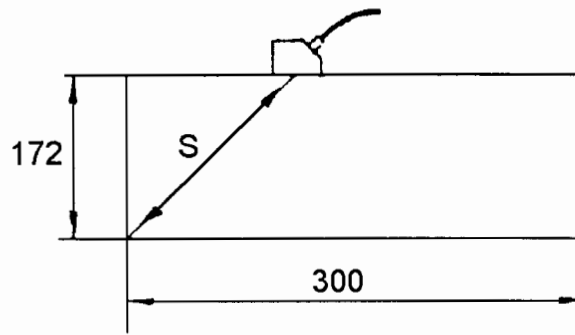
Figur 2



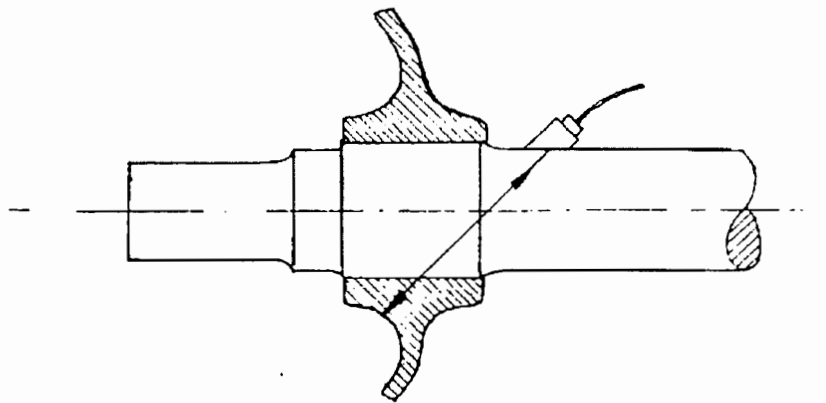
Figur 3



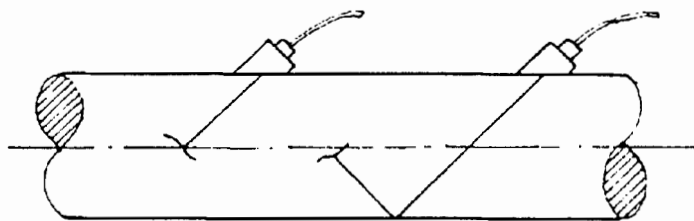
Figur 4



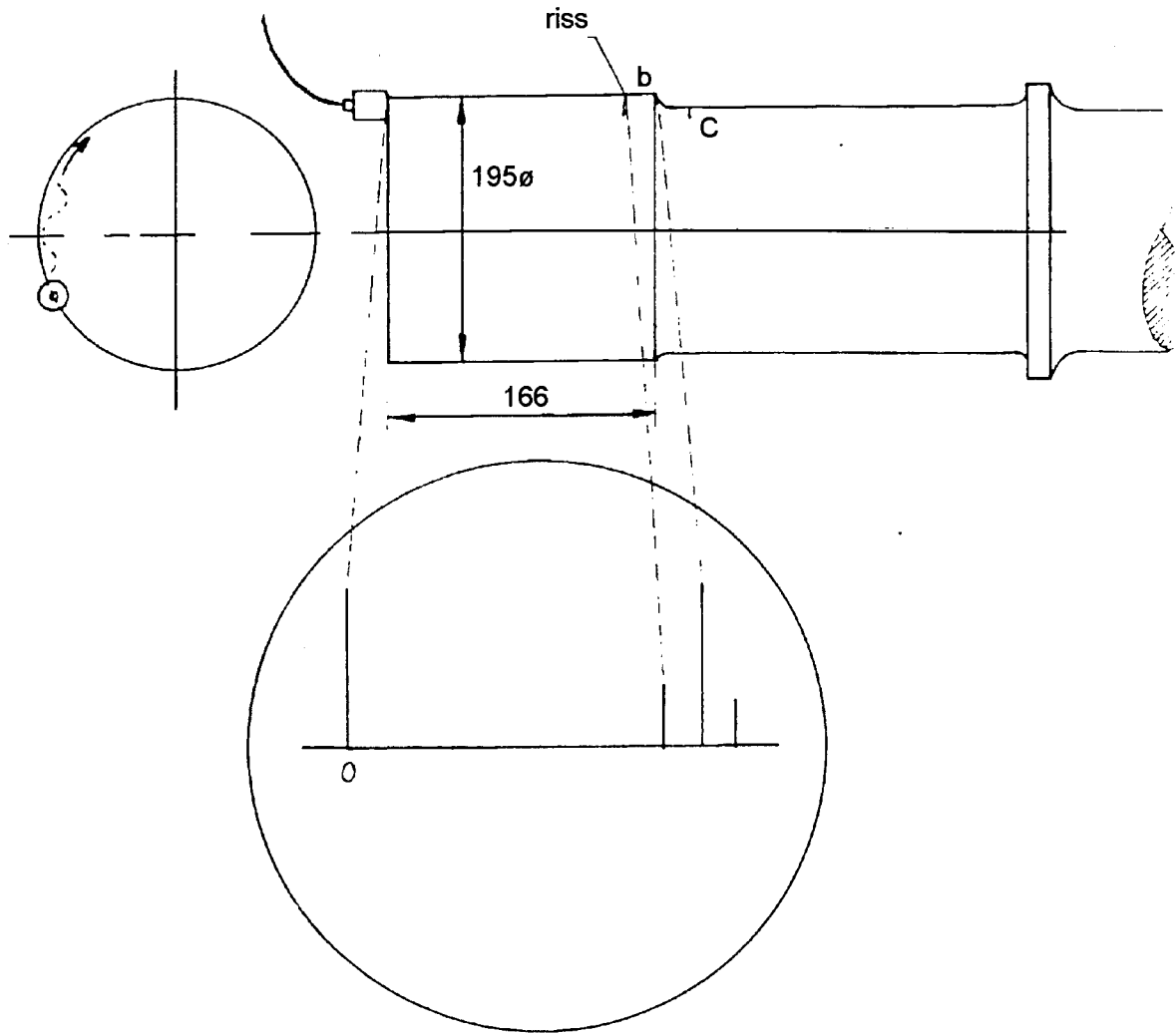
Figur 5



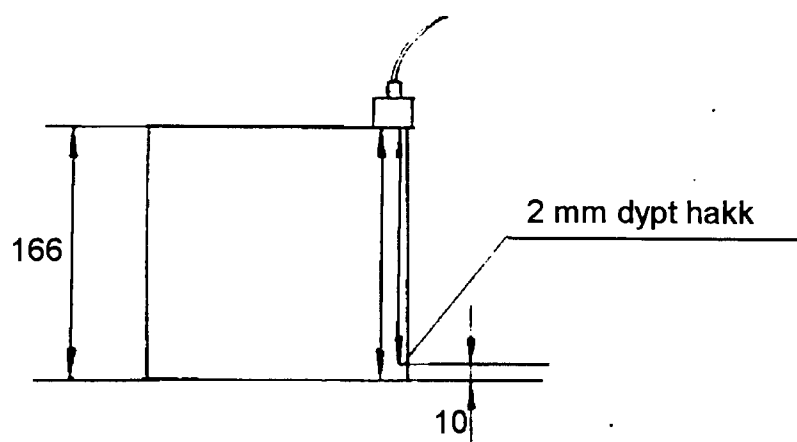
Figur 6



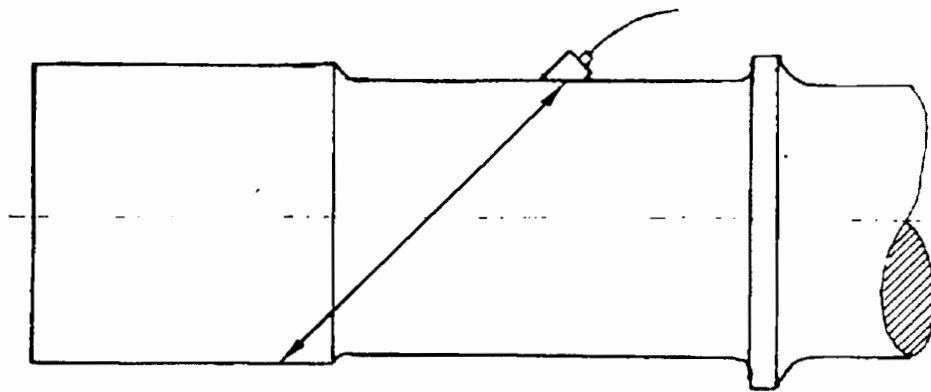
Figur 7



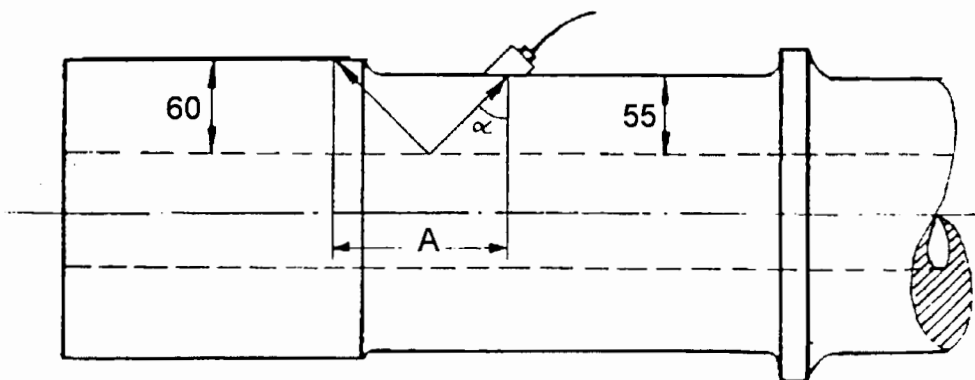
Figur 8



Figur 9

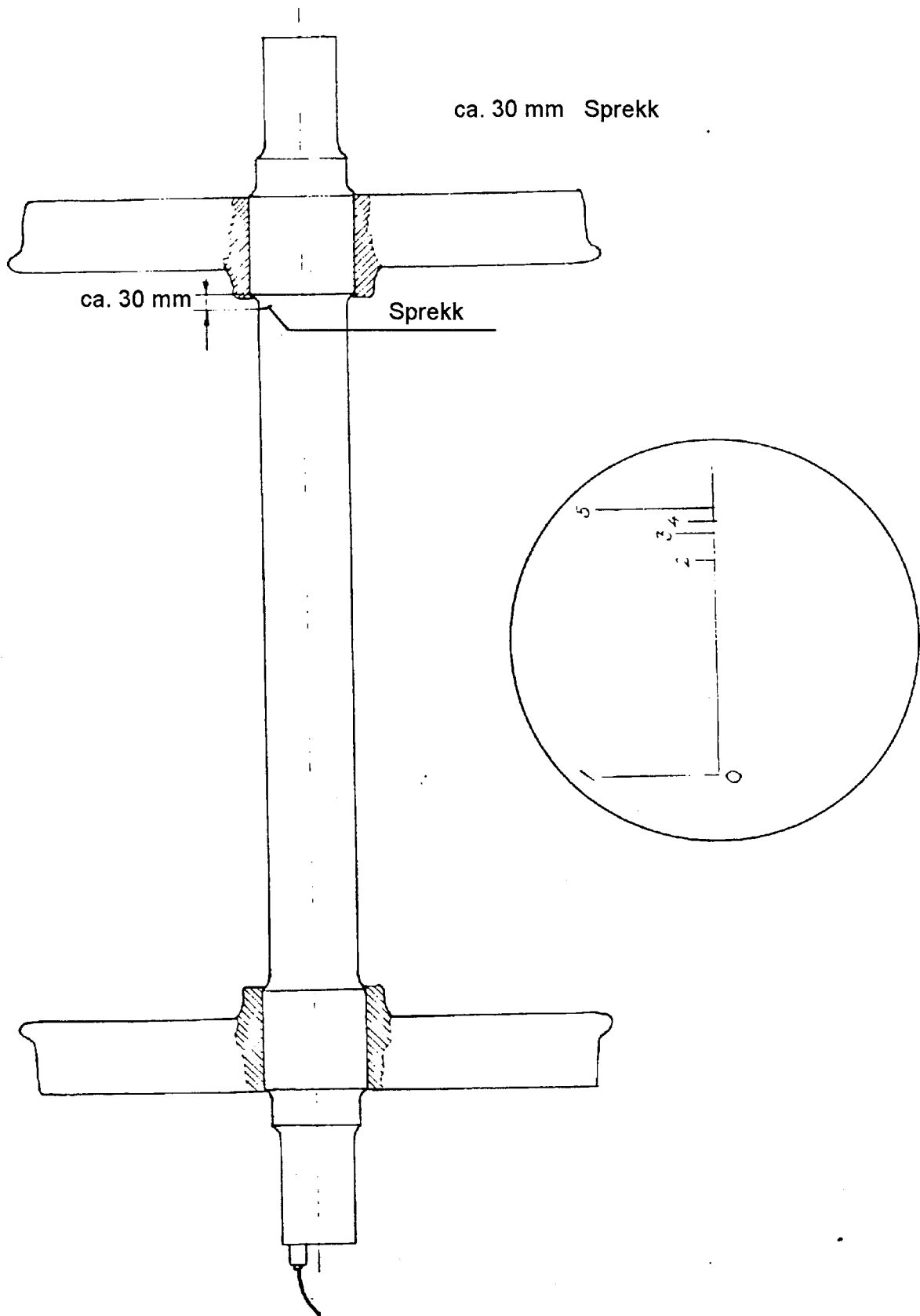


Figur 10

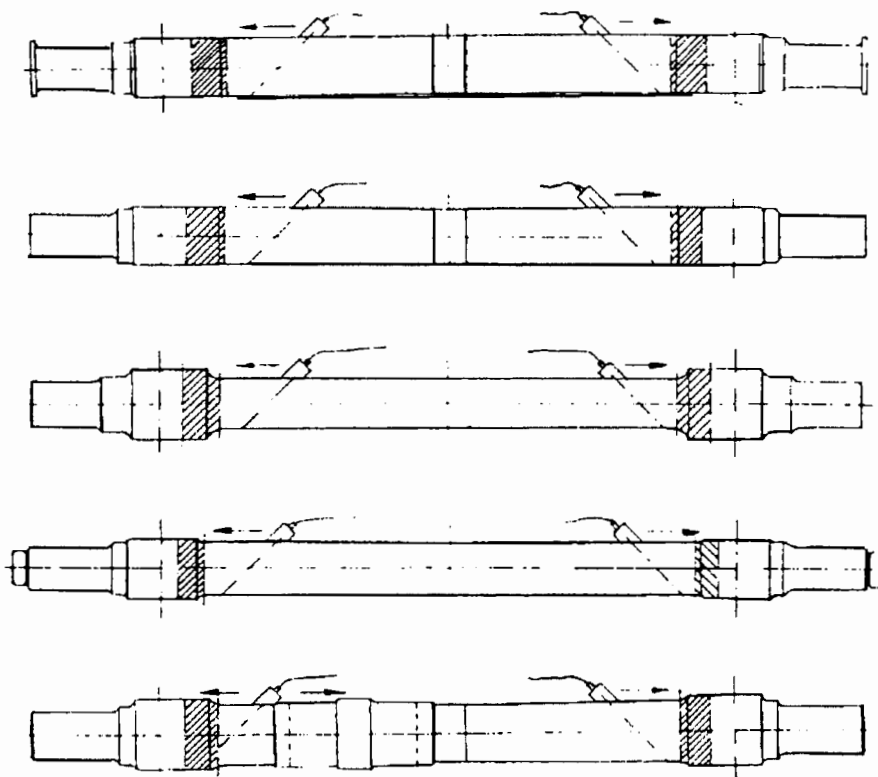


Figur 11

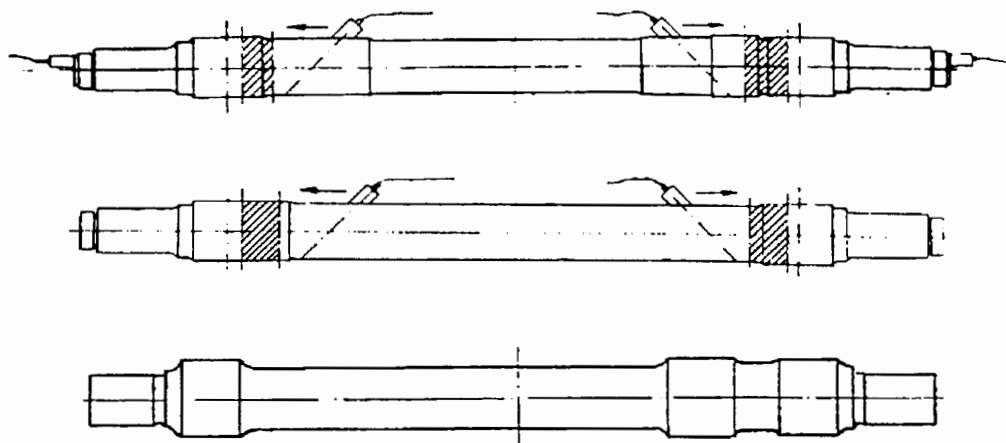




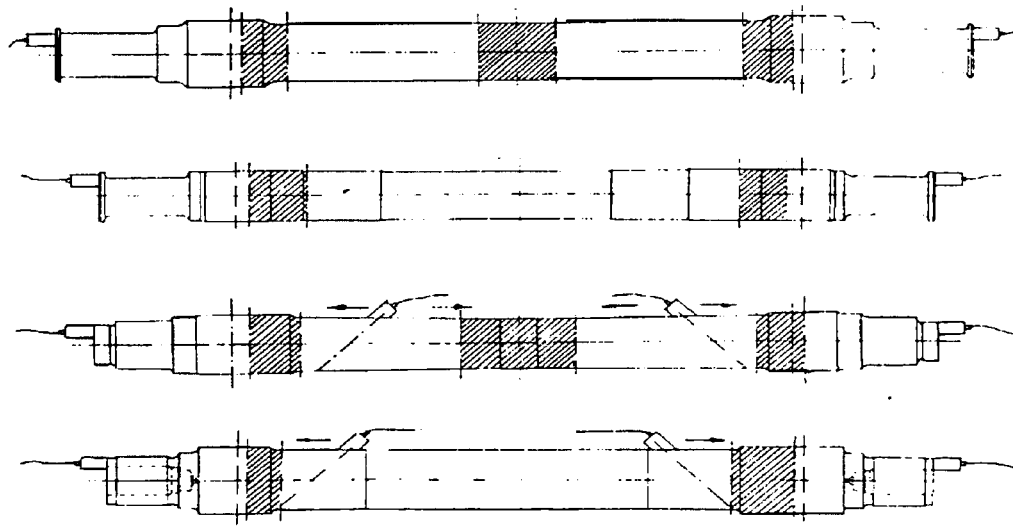
Figur 12



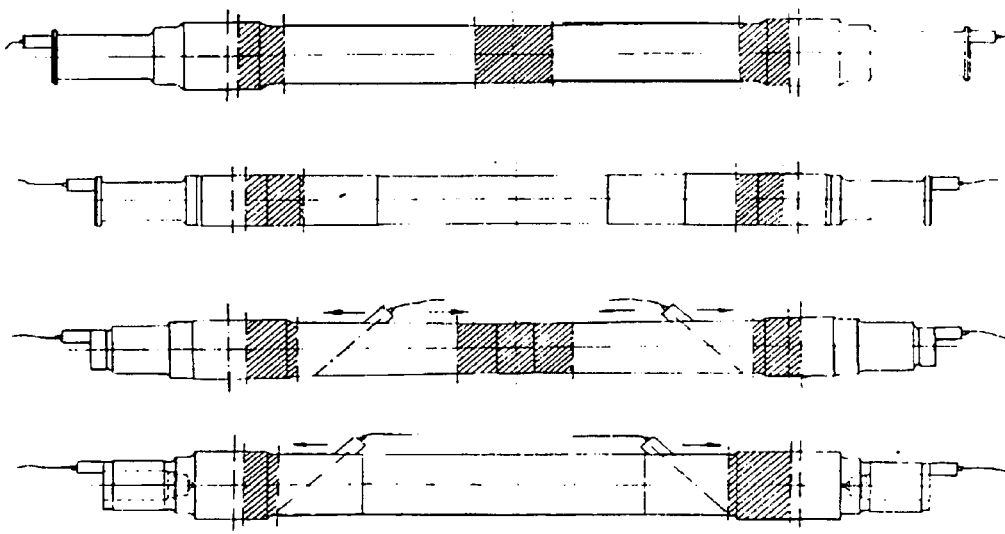
Figur 13



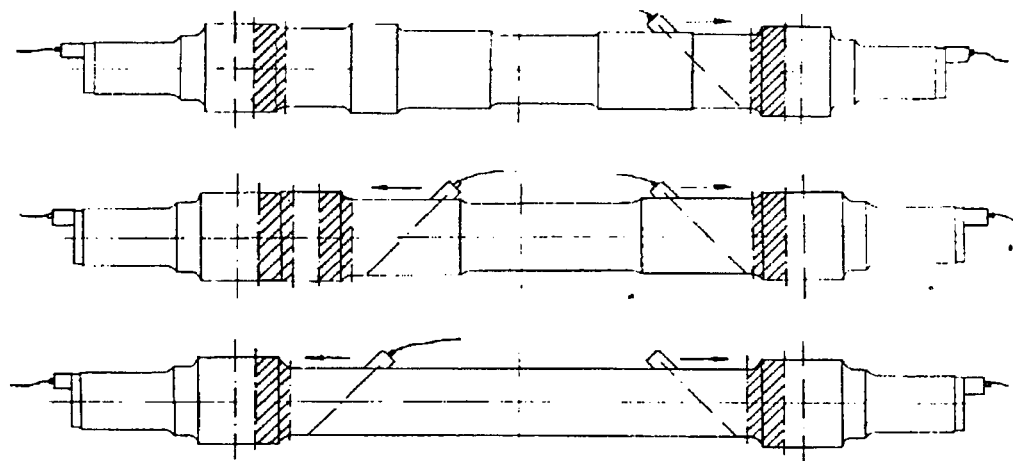
Figur 14



Figur 15



Figur 16



Figur 17



