

UITLIJNING KRUKASSEN - CONTROLEMETINGEN - ASHALZEN1. ALGEMEEN

- a. Tijdens de constructie van de fundatieplaat worden de zadels voor de hoofdaslagers meestal in één bewerking uitgedraaid, zodat aangenomen mag worden dat te dien tijde deze zuiver in lijn staan.  
Van grote Hoofdmotoren worden soms ook wel de zadels naar het midden toe iets dieper uitgedraaid, zodat deze in één vloeiende holle lijn komen te liggen.  
Op de proefstand wordt de fundatieplaat zuiver horizontaal opgesteld en de uitlijning middels pianodraad of telescoop gecontroleerd.
- b. Indien lagers met gelijke kroondikte worden gemonteerd en de krukas zuiver is afgewerkt, zal deze zuiver liggen. Het afwerken van een krukas kan nooit 100% nauwkeurig gebeuren, evenmin het afwerken van zadels en metalen, zodat kleine afwijkingen blijven bestaan. Dit is echter binnen bepaalde grenzen toelaatbaar.
- c. Een schip en fundatie is echter niet volkomen stijf en vervormt bij verschillende beladingstoestanden. Dit is vooral bij nieuwere schepen het geval waar de verbanddelen van het schip lichter en de fundatieplaat van gelast staal is gemaakt. De invloed hiervan op een krukas van een Hoofdmotor is aanmerkelijk en uiteraard afhankelijk van de lengte en stijfheid.
- d. Er bestaat geen volledige overeenstemming over het meest gunstige ligging van een krukas in een schip.  
In het algemeen kan worden gezegd, dat de uitlijning goed is, waar de asleiding ligt volgens een vloeiende lijn.  
Een holle ligging zou beter zijn dan een bolle ligging, omdat een bol liggende draaiende as minder stabiel ligt en de ashalzen hierbij niet rustig in de lagers liggen, wat verhoogd gevaar geeft voor beschadigingen van het witmetaal.  
Wij hebben goede ervaring met een uitlijning waarbij de krukas recht ligt bij ongeveer half afgeladen schip, zodat de krukas hol ligt bij leeg schip en in wat mindere mate bol bij afgeladen schip.
- e. In het algemeen zullen alle lagers in meer of mindere mate uitslijten. Veelal heeft men de keuze tussen het verhogen van één of meerdere metalen of het verlagen van andere, soms kan het beoogde resultaat bereikt worden door metalen te verwisselen.
- f. Behalve deflectiemetingen, dienen tevens kroondikte, brugmaat en de zakking van de ashals na uitgenomen ondermetaal van de betreffende lagers bestudeerd te worden.  
Uit deze combinatie van metingen kan meestal geconcludeerd worden hoe een slechte uitlijning kan worden verbeterd.  
Het doel dient te zijn een zo klein mogelijk verschil in de deflecties tussen twee opeenvolgende krukken te verkrijgen, hetgeen wijst op een vloeiend verloop van de krukas hartlijn.

Er kunnen zich echter gevallen voordoen waar met al deze gegevens nog geen goed resultaat bereikt kan worden doordat de ligging van de zadels t.o.v. elkaar veranderd is.

In zo een geval kan een draadmeting een goede hulp zijn (zie S1-3-6 T/M 10) Dit is echter niet altijd gemakkelijk uitvoerbaar, zeker niet bij grotere motoren waar de meting in meerdere trappen moet gebeuren.

Bij een schip in bedrijf kunnen trillingen, b.v. veroorzaakt door hulpmotoren of belading, oorzaak zijn dat de draad onrustig is, hetgeen de zuiverheid van metingen zeker niet ten goede komt.

- g. Een rechte uitlijning bij leeg schip met midscheeps geplaatste machinekamer heeft bij afgeladen schip een sterk bol liggende fundatie als gevolg, waarbij de verbindingen tussen de cilindermantels en kettingkast, alsmede de fundatiebouten aan vóór en achterkant van de motor zwaar op trek worden belast, hierbij bestaat verhoogde kans op losse of gebroken bouten en fretting corrosion of inslaan van chocks aan voor en achterkant van de motor.

Dit laatste heeft als gevolg dat de as nog boller komt te liggen en de deflecties nog meer negatief worden.

Verbetering kan worden bereikt door de motor met de middenste fundatiebouten vast, voor en ook achter 0,5 à 1 mm op te keggen en over 1,5 cilinderafstand met nieuwe chocks of het veel gemakkelijker aan te brengen orange-chockfast te onderstoppen.

In een dergelijk geval is het niet juist de deflecties van de krukas te verbeteren door eindlagers met grotere kroondikte te plaatsen, daar dit alleen de krukas en niet de constructie ten goede komt.

- h. Een alternatief is om, met behoud van onveranderde stand van het drukblok, naar voren toe werkend de motor eerst zodanig op te keggen dat de gewenste enigszins holle krukasligging wordt verkregen, waarna overeenkomstig nieuwe onderstoppen aan te brengen.

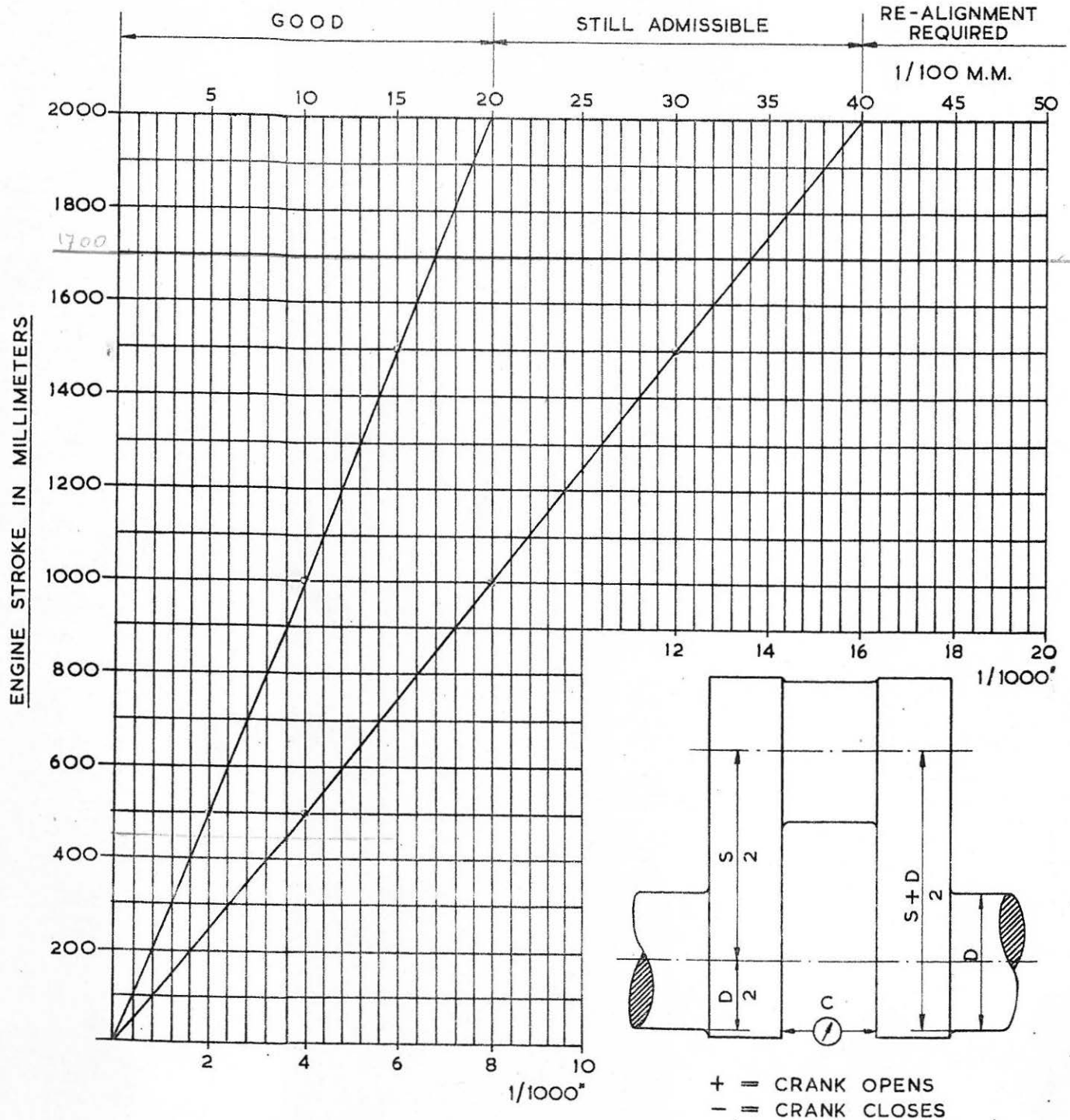
Waar extreem slechte ligging van de krukas tengevolge van ernstige fretting t.p.v. vulstukken het nodig maakt om de motorfundatie opnieuw te stellen, is het aanbrengen van chockfast onderstoppen in feite de enige duurzame oplossing aangezien het dan praktisch onmogelijk is om nieuwe stalen vulstukken een voldoende aanrakingsvlak te geven.

Dit omdat de door fretting beschadigde plaatsen van motor- en scheepsfundatie niet toegankelijk zijn voor bijwerken.

## 2. KROONDIKTE - BRUGMAAT

- a. Ervan uitgaande dat de uitlijning bij nieuwbouw goed was, is een een-voudige controle mogelijk door het opmeten van de kroon dikte der metalen of het meten van de z.g. brugmaat (Lloyd's gauge). De laatste dient steeds bij eenzelfde stand van de krukas te worden gemeten om afwijkingen door onzuiverheid van de ashalsen te elimineren. Afwijkingen door vervorming van de scheepsfundatie, intering/inslaan van chocks, loszittende fundatiebouten of trekankers worden bij deze controle echter niet gemeten.
- b. Indien de krukas in een rechte, of in een vloeiende lijn ligt en het totale gewicht gelijk verdeeld door de ondermetalen wordt gedragen zal elke, tussen twee krukken gelegen ashals, nadat het betreffende onder-metaal is uitgenomen, nagenoeg eenzelfde zakking vertonen. Een ashals, die zwaar op een metaal ligt (metaal hoog t.o.v. de naastgelegen metalen) zal een grotere zakking dan de overige ashalsen ondergaan. Van een metaal die laag ligt t.o.v. de daarnaast gelegen metalen zal de ashals minder zakken. Een zakking van 0 mm, zal erop wijzen dat het ondergelegen metaal te licht, of helemaal niet draagt. In het meetrapport TDV 127 is derhalve het brugmaat verschil vóór en ná uitnemen ondermetaal opgenomen.
- c. Met voelers kan worden gecontroleerd of een ashals geheel vrij ligt van het ondermetaal. Een andere methode is de as met een strongback in het lager aan te drukken en hierbij de verandering in de brugmaat of de deflecties te meten. De krukas van een grote Hoofdmotor is relatief slap, hier zal het zelden voorkomen dat een ashals in het geheel niet draagt. Het meten met voelers brengt hier als risico met zich mede dat een gedeelte voeler kan afbreken, het ondermetaal moet dan worden uitgenomen om het afgebroken stukje voeler te verwijderen, anders is een warmloper het gevolg. Wij adviseren deze methode niet te gebruiken bij Hoofdmotoren. Bij hulpmotoren is het vaak mogelijk een niet dragend ondermetaal met de hand, of licht tikken op de kant van het metaal geplaatst stukje hout, te doen draaien, wat aangeeft dat het metaal niet belast wordt. Deze methode is vaak doeltreffend gebleken.

### CRANK DEFLECTION DIAGRAM



### 3. KRUKWANG DEFLECTIES

#### a. Krukwang deflecties algemeen

- i. Een eenvoudige controle op de ligging van de krukas wordt verkregen door het meten van de verandering in de afstand tussen de krukwangen, met de kruk achtereenvolgens in bodem, BB, top en SB bij een rechtsdraaiende motor (z.g. deflectiemetingen).
- ii. Terwille van uniformiteit dient bij het noteren van krukwangdeflecties te worden uitgegaan van het volgende:  
De deflectie is "nul" bij de stand waarbij de kruk juist zoveel in de vooruitrichting door de bodemstand getornd is, dat de drijfstang ruimte laat voor het plaatsen van het klokje.  
Het opengaan van de krukwangen wordt aangegeven als +.  
Het dichtgaan van de krukwangen wordt aangegeven als -.
- iii. Het doorbuigen van het schip, dus de beladingstoestand, heeft invloed op de deflecties. Teneinde bij het vergelijken met vroegere opmetingen met deze factor rekening te kunnen houden, dient bij deflecties van de Hoofdmotoren steeds de diepgang voor en achter te worden opgegeven. In het bijzonder voor schepen met de machineinstallatie midscheeps is het belangrijk de mate van de op- of doorbuiging van het schip te weten; dit gegeven wordt verkregen door tevens de diepgang midscheeps bij rechtliggend schip te noteren (of als het schip een helling heeft de gemiddelde aflezing van BB en SB).
- iv. De druk van de overbrenging van de tornmachine kan de deflecties, vooral van de achterste kruk, aanzienlijk beïnvloeden, speciaal bij horizontale worm (Stork). Met het oog hierop dient vóór het aflezen de tornmachine iets te worden teruggedraaid; zodanig dat de grote tandkrans ontlast wordt.
- v. De uitlijning is in het algemeen bevredigend als alle deflecties positief of negatief zijn en de max. toelaatbare waarde niet wordt overschreden. Wanneer een ashals tussen twee krukken laag ligt t.o.v. de voorgaande en volgende ashals, zullen de krukwangen aan weerszijden van deze ashals bij het bewegen van de krukpen van bodem naar top openen. Bij een hol liggende as worden hier extra grote positieve deflecties gemeten.  
Bij een bol liggende as worden negatieve deflecties gemeten; hier wordt de laag gelegen ashals aangegeven doordat de krukken aan weerszijden van deze ashals positieve deflecties hebben.
- vi. In het algemeen zijn de topdeflecties het belangrijkste, omdat deze de uitlijning in het verticale vlak aangeven en normaal in dit vlak door slijtage de grootste afwijkingen optreden. Er kan echter wel degelijke "misalignment" in het horizontale vlak ontstaan, b.v. door het excentrische uitdraaien van nieuwe metalen of doordat de zadels niet in lijn liggen. Foutieve uitlijning in het horizontale vlak wordt aangegeven door deflectiemetingen bij krukstand BB en SB.

- vii. Normaal dienen deze metingen gelijk te zijn en ongeveer de helft van de topdeflecties.  
Kleine afwijkingen hiervan kunnen veroorzaakt worden door onzuivere ashalzen, grote afwijkingen worden veroorzaakt door foutieve uitlijning en kunnen moeilijkheden geven.
- viii. Op blz. S1-3-4 is een Sulzer grafiek voor deflecties opgenomen, deze is in de plaats gekomen van een eerdere grafiek die 25% grotere waarden aangaf, zoals toelaatbaar voor motoren met relatief lange slag, zoals B & W Hoofdmotoren.  
Met het oog op het gevaar van beschadiging van de metalen, in het bijzonder van hulpmotoren, menen wij thans dat het aanbeveling verdient de door Sulzer aangegeven lagere waarden aan te houden.  
Indien deflecties in het gebied "realignment required" vallen, dient in het algemeen de uitlijning te worden verbeterd, afhankelijk van het verloop der deflectiemetingen van opeenvolgende krukken. Indien b.v. de deflecties van twee opeenvolgende krukken van teken verschillen, zal reeds voor het bereiken van de grenslijn "realignment required" tot verbetering dienen te worden overgegaan als de som van de absolute waarden van deze deflecties genoemde lijn met 25% overschrijden.

b. Krukwang deflecties hulpmotoren

- i. In het algemeen komt de krukas van elke scheepsmotor in de bedrijfs-toestand iets bol te liggen t.o.v. de koude toestand. Bij koude motor gemeten negatieve deflecties worden in bedrijf nog meer negatief. Bij het beoordelen en corrigeren van deflecties dient dit mede in overweging te worden genomen.
- ii. Werkspoor neemt bij koude en warme hulpmotor krukasdeflecties.  
Bij de TMA 276 motoren (S = 500 mm), met vast aangekoppelde generatoren is het gewenst dat de laatste kruk in koude toestand een positieve verticale deflectiewaarde heeft, om te bereiken dat deze kruk in warme toestand de door Werkspoor voor nieuwe geplaatste motoren gestelde grenswaarden van -0,045 mm niet overschrijdt. Waar dit niet het geval is, kan dit veelal reeds worden bereikt door het generatorlager 0,10 mm. hoger te zetten.  
  
Werkspoor tracht in bedrijfstoestand, dus warm, zoveel mogelijk de nulmaat te benaderen. Hierbij zal in koude toestand de verticale deflectie van de laatste kruk een positieve waarde hebben.
- iii. Voor nieuwe geplaatste Stork BRO 216 motoren (S = 300 mm.) is de gestelde grenswaarde voor de deflecties 0,03 mm. Door het overhangend gewicht van het vliegwiel en de aandrijvende helft van de flexibele koppeling, heeft de naastliggende kruk echter een aanzienlijk grotere negatieve deflectie, ca. 0,08 mm. Dit is ook het geval bij kruk 8 van de B & W 8T23HH (S = 300) hulpmotoren van de STRAAT N-schepen.

c. Reconstructie krukasligging uit deflectiemetingen

- i. Krukasdeflecties zijn in de eerste plaats afhankelijk van de op- of doorzetting (Eng. offset) van elk hoofdlager t.o.v. de verbindingslijn van het voorgaande en volgende hoofdlager.  
Anders gezegd, van de hoogten van de driehoeken op elk drietal opeenvolgende lagers.
- ii. De beïnvloeding van de laatste kruk door de asleiding kan men vervangen denken door die van een extra kruk "T" volgende op de laatste kruk.
- iii. Waar zich tussen een paar krukken twee lagers bevinden, b.v. voor een kettingaandrijving, mogen deze als één lager beschouwd worden.
- iv. Een zwaar vliegwiel aan het vrije einde van de motor, of, zoals bij toepassing van een flexibele koppeling, vrij vliegwiel plus aandrijvende koppelingshelft, veroorzaakt aanzienlijk negatieve deflecties bij de naastliggende kruk.
- v. De invloed van deze, bij een perfecte uitlijning, reeds aanwezige eigen, of natuurlijke deflecties kan het nauwkeurigst worden geëlimineerd door van de gevonden deflecties de deflecties volgens het nieuwbouw protocol af te trekken.
- vi. Doordat elke kruk ligt tussen twee verschillende drietallen lagers, zijn de deflecties de algebraïsche som van twee partiële deflecties.  
Als vuistregel geldt dat de orde van grootte van het gelijke paar partiële deflecties van het tussen een drietal opeenvolgende lagers gelegen paar krukken, gelijk is aan het hoogteverschil van het middenste t.o.v. het voorgaande en volgende lager.
- vii. Gezien kruk No.1 aan het vrije aseinde slechts onder invloed staat van één naastliggende kruk, mag worden aangenomen dat de deflectie van kruk No.1 op zichzelf gezien een juiste weergave is van de onderlinge positie van de aangrenzende lagers. Vandaar dat kruk No.1 wordt gebruikt als uitgang voor een op het volgende blad weergegeven schema, waarmee uit gemeten deflecties een kromme kan worden geconstrueerd die de vorm van de asligging weergeeft.  
De werkelijke hoogteverschillen in de asligging zijn 2 x zo groot als van de aldus geconstrueerde kromme.

RECONSTRUCTIE ASLIGGING UIT GEMETEN DEFLECTIES (in 1/100 mm)

Breng de deflectie van kruk No.1 onder de streep en trek dit getal af van de deflectie van kruk No.2. De uitkomst wordt afgetrokken van de deflectie van kruk No.3, waarna deze uitkomst wordt afgetrokken van kruk No.4, enz. De waarde onder de streep bij de achterste kruk, eveneens overgebracht naar rechts boven de streep, is een aanwijzing voor de ligging van de tunnelas t.o.v. de achterste kruk.

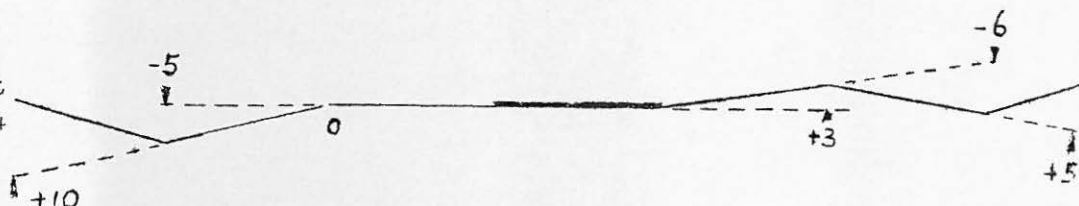
Kruk No.	1	2	3	4	5	6	(T)
Gemeten deflecties	+10	+ 5	-5	+3	-3	-1	
Partieële deflecties	(	+10	-5	0	+3	-6	+5
	(	—	—	—	—	—	—
	(	+10	- 5	0	+3	-6	+5

Voor het uitzetten van de asliggings-kromme worden alleen de partieële deflecties gebruikt en wel als volgt:

Trek, uitgaande van een der middenste krukken, een horizontale lijn ter aanduiding van die gekozen kruk (in dit voorbeeld kruk No.4) en zet nu op de volgende wijze de askromme uit, t.w. naar links gebruikmakend van de part. deflecties onder de streep en naar rechts gebruikmakend van de part. deflecties boven de streep.

Kruk No.	1	2	3	4	5	6	(T)
Partieële deflecties	(	+10	-5	0	+3	-6	+5
	(	+10	- 5	+3	-6	+5	
Lager No.	1	2	3	4/5	6	7	8

Asliggings-kromme uitgezet vanaf kruk NO.4 (Schaal voor deflecties: 1/100 mm = 1 mm)



De gevonden kromme geeft de werkelijke vorm van de asligging weer, terwijl de hoogteverschillen in werkelijkheid 2x zo groot zijn als volgens de gekozen schaal voor deflecties.

Volgens de kromme ligt lager No.2 dus 0,10 mm laag.



d. Corrigeren van een minder goede asligging

Een minder goede asligging kan worden gecorrigeerd door verhogen, verlagen en verwisselen van lagers.

Verhogen is duur en bewerkelijk, deze oplossing komt in de laatste plaats. Het reconstrueren van de aslijn uit deflecties is een belangrijk hulpmiddel tot het vinden van mogelijkheden de aslijn te verbeteren door verlagen van lagers.

Soms kan een goed resultaat worden bereikt door lagers te verwisselen, de volgende methode geeft snel inzicht in het effect hiervan.

e. Rekenschema voor deflecties

i. Een verhoging of een zakking van een hoofdasmetaal geeft een afwijking in de deflecties van de twee naastgelegen krukken, doch ook aan de hier voor en achter gelegen kruk, echter in tegengestelde richting.

Waar zich ter weerszijden van het beschouwde lager twee krukken bevinden is bij benadering de verandering in de totale deflecties ca.  $\frac{1}{2}$  van de verandering in kroondikte.

ii. Het volgende geeft een inzicht in het effect dat verwisselen van lagers zou hebben; voor dit doel is het rekenschema een gemakkelijk hulpmiddel.

Stel dat de kroondikte van het 4e lager 6/100 mm. meer is dan van lager 3; de te verwachten nieuwe deflecties bij verwisseling van deze lagers kunnen als volgt worden berekend:

Lager no.	1	2	3	4	5	6
Kruk no.	1	2	3	4	5	
Bestaande deflecties (1/100 mm.)	-0,5	+1,5	+2,5	-9	-1,5	
Optellen voor verhogen lager 3 met 6/100 mm.	+3	-3	*	-3	+3	
Optellen voor verlagen lager 4 met 6/100 mm.		-3	+3	*	+3	-3
Nieuwe deflecties	+2,5	-4,5	+2,5	-3	-4,5	

iii. Het veranderen van de kroondikte van het 2e lager geeft bij benadering een even grote verandering in de deflecties van de 1e kruk als de verandering in kroondikte bedraagt.

Waar zich tussen een paar krukken twee lagers bevinden, zoals bij gedeelde krukassen, mag men deze lagers als één beschouwen.

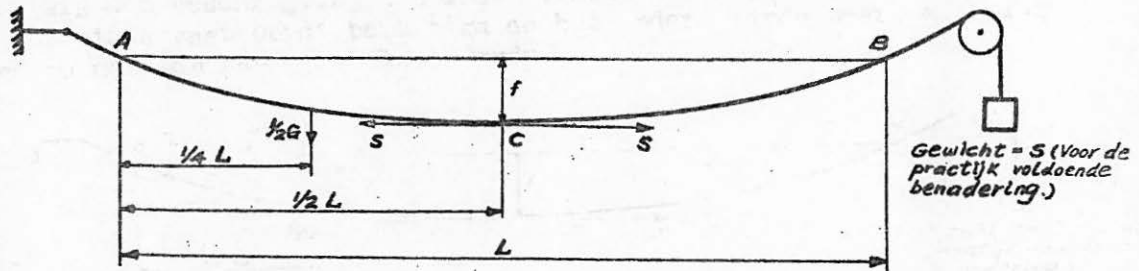
In het algemeen behoort de kroondikte van voorste en achterste lager niet te worden veranderd.

4. UITLIJN TELESCOOP EN GESPANNEN STAALDRAAD

- a. Waar de hiervoor genoemde controle middelen onvoldoende aanwijzing geven voor de ligging van de asleiding en bij het opnieuw uitlijnen, dient de ligging van de as t.p.v. de metalen gemeten te worden t.o.v. een referentie lijn van bekende vorm.

Waar gebruik wordt gemaakt van een uitlijn-telescoop heeft men de beschikking over een rechte referentie lijn; de afwijkingen der lagers kunnen hierbij direct door de telescoop worden afgelezen.

- b. Men kan echter ook gebruik maken van een gespannen staaldraad; hieronder geven wij een beschrijving van deze methode waarbij van de staaldraad het ene einde vast wordt bevestigd en het andere einde over een rol gevoerd en met een gewicht belast wordt.



- c. De doorsakking van een gedeelte draad tussen 2 op een horizontale lijn gelegen punten A en B zijn om symmetry redenen het grootst in het punt C dat even ver van A als van B is gelegen. In C is dus de raaklijn aan de draad horizontaal zodat de spankracht S, die in de normaaldoorsnede G optreedt, eveneens horizontaal gericht is.

1. Volgens de momentenstelling toegepast op het linker gedeelte van de draad, is een evenwichtsvoorwaarde:

$$S \times f = \frac{1}{2} G \times \frac{1}{2} L \quad \text{of} \quad f = \frac{L}{8S} \times G$$

Bij deze afleiding is aangenomen dat het zwaartepunt van het gewicht van het beschouwde gedeelte van de draad op  $\frac{1}{2}L$  aangrijpt, wat in verband met de geringe doorsakking geoorloofd is.

S = spankracht (gram); q = normaaldoorsnede (cm<sup>2</sup>)

t = trekspanning (gram/cm<sup>2</sup>); S = q x t; G = gewicht (gram)

L = lengte(cm); sg = soortelijk gewicht (gram/cm<sup>3</sup>);

G = q x L x sg; S x f =  $\frac{1}{2} G \times \frac{1}{2} L$ ; q x t x f =  $\frac{1}{2} q \times L \times sg \times \frac{1}{2} L$ ;

$$f = \frac{sg \times L^2}{8 t} \text{ cm.}$$

Het s.g. van een stalen draad is 8 gram/cm<sup>3</sup>; hiervoor wordt de formule van de doorsakking  $f = \frac{L^2}{8 t}$

Bij een trekspanning t = 116,5 kg/mm<sup>2</sup> = 11.650.000 gram/cm<sup>2</sup> wordt

de doorzakking  $f = 0,86 \times 10^{-7} \times L^2$ .

(Indien de zakking in  $1/100$  mm, en de lengte in meters wordt uitgedrukt, wordt de formule  $f = 0,86 \times L^2$ )

- ii. Indien de zakking in "1/1000 inch" en de lengte in "feet" wordt uitgedrukt, moet de getalwaarde voor de doorzakking

$\frac{1}{0,0254} \times 30,48^2$  keer zo groot genomen worden.

De formule voor de doorzakking wordt dan  $f = 0,0313 L^2 = \frac{1}{32} L^2$  of zoals het gewoonlijk wordt uitgedrukt:  $f = \left(\frac{L}{2}\right)^2 \times \frac{1}{8}$ .

Bij deze aan Engelse vakliteratuur ontleende methode wordt pianodraad gebruikt van 0,018 inch = 0,457 mm diameter (swg 26); de normaaldoorsnede hiervan is 0,00164 cm<sup>2</sup>. Deze draad wordt gespannen met een gewicht van 42 lbs = 19,1 kg. De trekspanning in de draad is hierbij  $19,1 : 0,00164 = 11,650$  kg/cm<sup>2</sup>.

Deze waarden zijn gekozen om bij gebruik van Engelse maten tot een gemakkelijk hanteerbare formule te komen.

- iii. Uiteraard kan men ook andere draadafmetingen gebruiken. In Japan wordt pianodraad gebruikt van 0,016 inch = 0,406 mm diameter; de normaaldoorsnede hiervan is 0,0013 cm<sup>2</sup>. Deze draad wordt gespannen met een gewicht van 13 kg. De trekspanning in de draad is hierbij  $13 : 0,0013 = 10.000$  kg/cm<sup>2</sup>.

De formule voor de doorzakking is hierbij  $f = L^2$  (f in  $\frac{1}{100}$  mm, L in meters).

Deze waarden zijn gekozen om bij gebruik van metrieke maten tot een gemakkelijk hanteerbare formule te komen.

- iv. Om redenen van uniformiteit houden wij ons aan de Engelse methode.

- d. Met het oog op het bereik van de micrometer wordt de draad zo veel mogelijk evenwijdig aan de as gespannen; door eventueel achteroverliggen van het schip wordt de vorm van de door de staaldraad gevormde lijn niet meetbaar beïnvloed bij, zoals hier, t.o.v. de lengte zeer geringe doorzakkingen van de staaldraad.
- e. Het opzetten van een grafiek - aan de hand van tekeningen meetpunten op schaal aan de bovenkant van een vel mm papier uitzetten. De doorzakking in het midden berekenen en op een andere schaal (b.v. 1 mm =  $2/100$  mm =  $1/1000$  inch) naar beneden uitzetten. De doorzakking op  $\frac{1}{4}$  en  $\frac{1}{8}$  van de lengte vanuit beide uiteinden; deze is resp.  $\frac{3}{4}$  en  $\frac{7}{16}$  van de doorzakking in het midden. Vervolgens door de genoemde punten een vloeiende lijn trekken.

- f. Wanneer niet alle assen ter plaatse van de meetpunten een gelijke diameter hebben, worden opmetingen voor de dunste asgedeelten vanuit deze parabool uitgezet; voor de dikkere asgedeelten wordt op een afstand  $1/2$  (diameter van het betreffende asgedeelte - diameter dunste asgedeelte) op de voor de doorzakking gebruikte schaal beneden de parabool uitgezet.

Bij een groot verschil in asdiameter (b.v. krukas, stuwas en tunnelassen) wordt een stalen blokje aangemaakt, waarvan de dikte gelijk is aan het halve verschil in diameter. Dit blokje wordt op de dunste as geplaatst tijdens het meten, dus tussen as en micrometerstaaf.

- g. Bij motoren tot 6 cilindres zal het in het algemeen mogelijk zijn de krukas in zodanige stand te tornen, dat de lijn  $\pm 10$  mm boven de krukwingen, resp. balanceergewichten, tussen de drijfstangen doorgetrokken kan worden; indien men een gedeelte van de asleiding achter de motor mee wil meten, dient hiertoe een gat in de eindkolom geboord te worden.

De draad moet zuiver recht boven de krukas gespannen worden, waarbij het ene einde wordt vastgeklemd en het andere - met het gewicht belaste vrije einde - over een rol gelegd wordt; als rol moet een kogellager gebruikt worden om de wrijving zo klein mogelijk te maken. Het klemstuk voor de draad en rolhouder wordt nauwkeurig in de verticale hartlijn van de motor vastgebout.

- h. Voor het eigenlijke meten wordt gebruik gemaakt van een micrometer bevestigd op een uit twee - door een ebonieten bus van elkaar gescheiden - gedeelten bestaande stalen staaf.

Beide staafgedeelten worden met een zaklantaarn verbonden.

Deze staaf wordt een zodanige lengte gegeven, dat de draad op alle meetplaatsen binnen de bek van de micrometer valt.

- i. De afstand tot de staaldraad wordt gemeten door de staaf op de as te plaatsen en de micrometer zo te verstellen, dat deze de staaldraad juist raakt; dit moment wordt aangegeven door opflikkeren van het lampje.

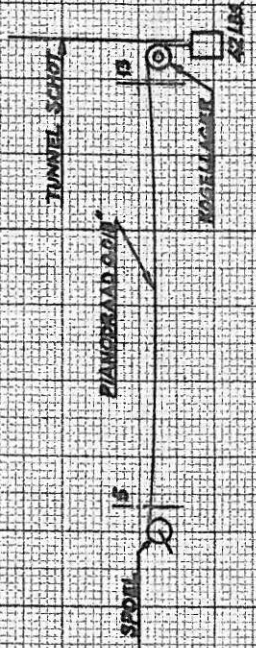
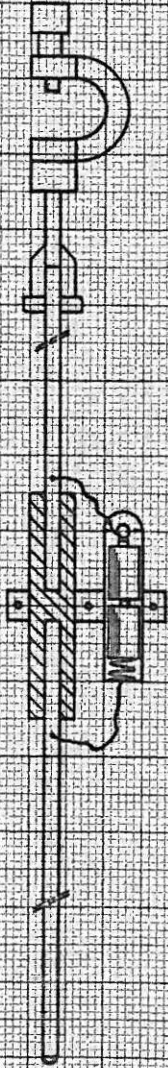
In plaats van een buitenmicrometer kan ook een binnenmicrometer worden gebruikt.

- j. De opgemeten waarden worden in de vooraf gemaakte grafiek op schaal naar beneden afgezet

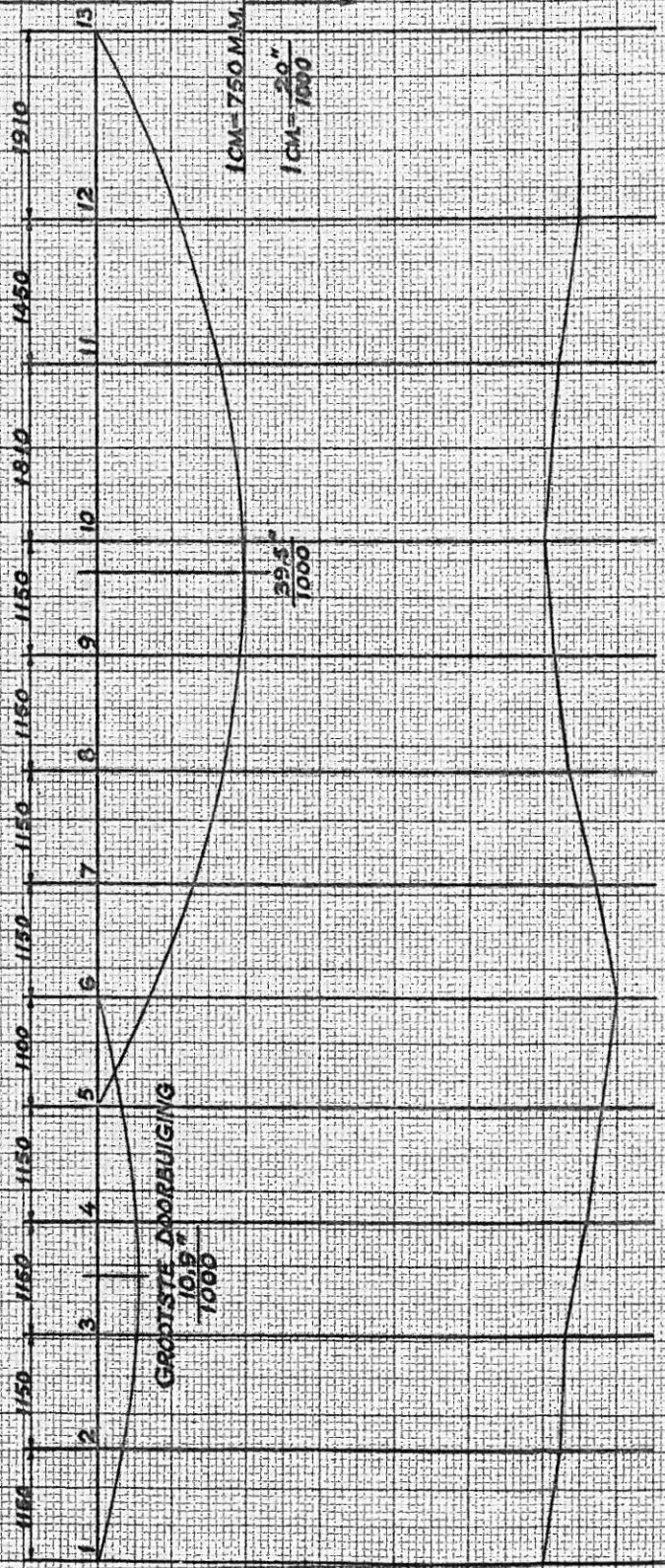
De verbindingslijn van deze punten geeft de asligging weer.

- k. Op bladz. S1 - 3 - 9 is het meetgereedschap en een grafiek voor het uitzetten van de aflezingen van de micrometer aangegeven.

u



TUNNEL  
SCHIOT



- l. Wanneer voor de eerste maal wordt uitgelijnd met een staaldraad, mag men niet zonder meer aannemen, dat de in tekeningen of lijsten opgegeven diameters van de asgedeelten nog juist zijn; vóór het meten dienen deze met een micrometer te worden gecontroleerd.
- m. Wanneer het niet mogelijk is over het te meten asgedeelte een staaldraad te spannen, moet na de meting over het eerste asgedeelte de draad boven het tweede asgedeelte gespannen worden, waarbij tenminste twee meetpunten elkaar moeten overlappen.  
Terwijl de absolute stand van de draad bij de eerste meting niet van belang is, is dit wel het geval bij de tweede meting; deze draad moet n.l. zo gespannen worden, dat de vanuit de kromme van deze draad uitgezette waarden voor de elkaar overspannende asgedeelten samenvallen. Soms kan de draad niet op dezelfde hoogte gespannen worden; dit is geen bezwaar, de staaf van de micrometer kan dan verlengd worden.

(In plaats van de tweede draad zodanig te spannen, dat de punten van de elkaar overlappende asgedeelten samenvallen, kan men de tweede draad ook willekeurig spannen en de voor deze draad getekende kromme zodanig verschuiven, dat hetzelfde wordt bereikt.)

5. METINGEN VAN ASHALZEN

- a. Ashalzen kunnen de volgende afwijkingen vertonen:
- onrondheid
  - excentriciteit, d.w.z. de hartlijn van de ashals valt niet samen met, doch ligt evenwijdig aan de hartlijn van de krukas.
  - scheef staan; d.w.z. de hartlijn van de ashals kruist de hartlijn van de krukas.
- b. De onrondheid kan worden gecontroleerd door het bovenmetaal af te nemen - het ondermetaal blijft op zijn plaats - en met twee micrometerklokjes voor en achter op de ashals geplaatst, de verticale afwijking te meten na telkens  $45^{\circ}$  of  $90^{\circ}$  tornen.
- c. Voor het meten van de excentriciteit of scheefheid dient het ondermetaal te worden uitgenomen en de klokjes opzij tegen de ashals te worden geplaatst. Excentriciteit wordt aangegeven door gelijke afwijking van de klokjes, scheefheid door tegengestelde afwijking.
- d. Doordat een krukas aan beide zijden van de ashals niet symmetrisch is, kunnen met aangekoppelde drijfstangen afwijkingen ontstaan door ongelijke gewichtsverdeling. Deze metingen dienen dan ook bij voorkeur uitgevoerd te worden met opgehangen drijfwerk (z.g. naakte krukas).
- e. Normaliter worden bovengenoemde metingen alleen dan verricht, wanneer herhaalde moeilijkheden met een lager worden ondervonden. Van grote motoren is in het algemeen een afwijking van 0,15 mm toelaatbaar. Een vaste maat is hiervoor niet te geven; sommige motoren draaien zonder moeilijkheden met grotere afwijkingen, terwijl andere reeds bij kleine afwijkingen moeilijkheden geven.
- f. In het laatste geval zijn er andere factoren in het spel, waarvan wij noemen: ruwe ashalzen, astrillingen, ondeugdelijke constructie van lagers, onvoldoende warmteafvoer, ondeugdelijk witmetaal etc. Gezien aan boord alleen aan de oppervlakte van de ashalzen iets gedaan kan worden, gaan wij daar verder op in. Op de constructie van de lagers komen wij in een later hoofdstuk terug.

6. OPPERVLAKTE TOESTAND VAN ASHALZEN

- a. Het is van het grootste belang dat ashalzen zo glad mogelijk zijn afgewerkt, omdat een ruwe oppervlakte het vormen van een smeeroliefilm belemmert en bij hogere belasting "wiping" tengevolge zal hebben.
- b. Indien een ashals beschadigd is, hetzij door vuil of door ruwe behandeling, dient de beschadiging zo goed mogelijk te worden bijgewerkt met een oliesteen en als laatste bewerking met polijstpapier, waarbij rijkelijk petroleum wordt gebruikt. Voor het laatste zijn rollen polijstpapier ( $\pm 2''$  breed) in de handel, welke een of tweemaal om de as geslagen kunnen worden.

- a. Bij ernstige beschadiging dient gebruik te worden gemaakt van een "lapping tool", d.i. een uit twee helften bestaande gietijzeren bus, welke inwendig op de asdiameter is uitgedraaid. Hiermede kan de as, door middel van fijn schuurpasta, glad geschuurd worden. Deze bewerking mag alleen in overleg met de T.D. gebeuren. Na het lappen dient de as ook hier weer met polijstpapier nabewerkt te worden (zie onder b) tot alle schuurpasta verwijderd is en een zuiver glad oppervlak is verkregen.
- d. Bovenstaande geldt uiteraard niet alleen voor ashalzen, doch evenzeer voor krukpenen, kruispennen en andere draaiende zwaar belaste onderdelen.