

# Het nieuwe Dieselmotoren Boek

## DIESEL I MOTOREN

voor de scheepvaart en elektrische centrales

VAN 0 TOT 100.000 kW

2e geheel herziene druk



Kees Kuiken

## DIESEL II MOTOREN

voor de scheepvaart en elektrische centrales

VAN 0 TOT 100.000 kW

2e geheel herziene druk



Kees Kuiken

**Kees Kuiken**

**Target Global Energy Training**



# DIESELMOTOREN

voor de scheepvaart en elektrische centrales

VAN 0 TOT 100.000 kW



De tweede geheel herziene druk is bestemd voor een ieder die op wat voor manier dan ook in aanraking komt met dieselmotoren voor de scheepvoortstuwing en dieselcentrales:

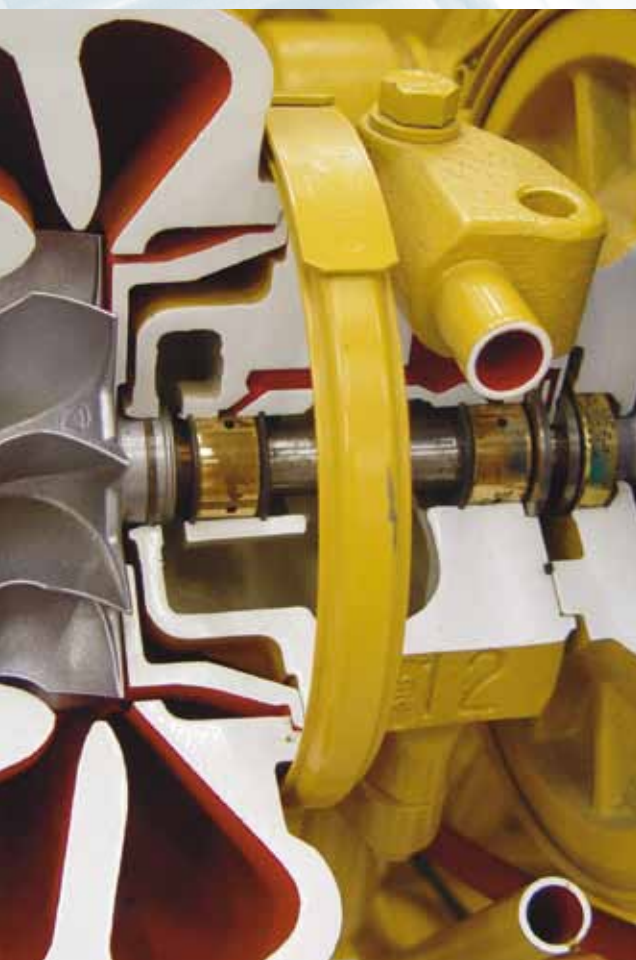
- Maritieme instituten, zeevaartscholen en technische universiteiten.
- Onderhouds- en revisiebedrijven.
- Scheepvaartmaatschappijen, binnenvaart, zeevisvaart, grote vaart, ferries en passagiersschepen.
- Verzekeringsmaatschappijen.
- Classificatiebureaus.
- Toeleveranciers aan de scheepvaart.
- Motorfabrikanten en onderdelenleveranciers.
- Leveranciers van brandstof en smeerolie.
- Dieselcentrales.
- Technische adviesbureaus.
- Scheepswerven.
- Olie- en gasindustrie.

Bij het samenstellen van de tweede druk is wederom voor een praktische benadering gekozen met gedetailleerde uitleg van bepaalde onderwerpen zonder dat er teveel theoretische achtergrond vereist is.

Extra onderwerpen aangedragen door de motorfabrikanten, onderhouds- en revisiebedrijven en maritieme instituten zijn in de tweede geheel herziene druk verwerkt waardoor het totaal aantal pagina's is toegenomen van 954 tot 1136.

## Extra onderwerpen:

- Theoretische berekeningen van de benodigde hoeveelheid lucht.
- Theoretische berekeningen van het rendement van dieselmotoren.
- Het vervaardigen van kleppen. *Maerkisches Werk.*
- Het vervaardigen van onderdelen van grote tweeslagkruishoofdmotoren. *Machinefabriek Zuid Korea.*
- Het vervaardigen van zuigers. *Mahle.*
- Het vervaardigen van krukassen. Een uitbreiding van de bestaande informatie. *Alfing.*
- Het centrifugaal gieten van cilindervoeringen. *Jørgensen.*
- Langzaam varen, 'slow steaming', met grote containerschepen. *MAN Diesel.*
- Overmatige slijtage, 'scuffing', van cilindervoeringen van grote tweeslagkruishoofdmotoren. *Maersk.*
- Hoger rendement en lagere emissies bij MAN Diesel tweeslagkruishoofdmotoren.
- Lagermateriaal en problemen met schade aan lagers. *Miba.*
- Een beschrijving van een schadegeval van een 4R32 Wärtsilä vierslagdieselmotor.





- Een nieuw uitlijnsysteem voor motoren en schroefassen. *Machine Support.*
- Het meten van de torsie in de schroefas. *VAF Instruments.*
- Een derde voorbeeld van de berekeningen van trillingen in een voortstuwingssysteem. *Wärtsilä.*
- Extra informatie over biobrandstoffen.

Verder is veel tekst van de eerste druk verbeterd en zijn veel afbeeldingen verbeterd of vernieuwd.



Veel bedrijven en instituten hebben bijgedragen aan de totstandkoming van de tweede druk door het verstrekken van informatie en afbeeldingen. Ook werden bij meer dan 140 bedrijven bezoeken afgelegd en interviews afgenomen. Zeer veel bedrijven en scholen hebben de eerste Nederlandse druk besteld en gebruiken het boek als informatie, naslag- en lesboek.

Prijs per boek (twee delen, 1136 pagina's) € 145,- exclusief verpakking- en verzendkosten.

Bestellingen rechtstreeks per e-mail: [targettraining@planet.nl](mailto:targettraining@planet.nl).

Voor een snelle afwikkeling hebben wij uw volledige naam en verzend- en afleveradres nodig.

Kortingen bij bestellingen van meer dan 25 boeken. Voor maritieme instituten en technische scholen speciale kortingen.

Het boek is verpakt in folie en een zware dubbele kartonnen verpakking.





**1.1 Diesel-Engine**

Die Diesel-Engine ist ein Verbrennungsmotor, bei dem die Zündenergie durch die Selbstzündung des Kraftstoff-Luft-Gemisches entsteht. Im Gegensatz zu Benzinmotoren wird hier kein Zündkerze verwendet. Die Zylinderköpfe sind durch Pleuellager an Pleuellern verbunden, die wiederum an Pleuellagerlagern auf Pleuellagerbolzen ruhen. Die Pleuellagerbolzen sind an Pleuellagerlagern befestigt, die an Pleuellagerbolzen ruhen. Die Pleuellagerbolzen sind an Pleuellagerlagern befestigt, die an Pleuellagerbolzen ruhen.

**1.2 Pleuellager**

Das Pleuellager ist ein Pleuellager, das die Pleuellagerbolzen an Pleuellagerlagern befestigt. Es besteht aus Pleuellagerbolzen, Pleuellagerlagern und Pleuellagerbolzen. Die Pleuellagerbolzen sind an Pleuellagerlagern befestigt, die an Pleuellagerbolzen ruhen.

**1.3 Pleuellagerbolzen**

Der Pleuellagerbolzen ist ein Pleuellagerbolzen, der die Pleuellagerbolzen an Pleuellagerlagern befestigt. Er besteht aus Pleuellagerbolzen, Pleuellagerlagern und Pleuellagerbolzen. Die Pleuellagerbolzen sind an Pleuellagerlagern befestigt, die an Pleuellagerbolzen ruhen.

**1.4 Pleuellagerlager**

Das Pleuellagerlager ist ein Pleuellagerlager, das die Pleuellagerbolzen an Pleuellagerlagern befestigt. Es besteht aus Pleuellagerbolzen, Pleuellagerlagern und Pleuellagerbolzen. Die Pleuellagerbolzen sind an Pleuellagerlagern befestigt, die an Pleuellagerbolzen ruhen.

**1.5 Pleuellagerbolzen**

Der Pleuellagerbolzen ist ein Pleuellagerbolzen, der die Pleuellagerbolzen an Pleuellagerlagern befestigt. Er besteht aus Pleuellagerbolzen, Pleuellagerlagern und Pleuellagerbolzen. Die Pleuellagerbolzen sind an Pleuellagerlagern befestigt, die an Pleuellagerbolzen ruhen.

**1.6 Pleuellagerlager**

Das Pleuellagerlager ist ein Pleuellagerlager, das die Pleuellagerbolzen an Pleuellagerlagern befestigt. Es besteht aus Pleuellagerbolzen, Pleuellagerlagern und Pleuellagerbolzen. Die Pleuellagerbolzen sind an Pleuellagerlagern befestigt, die an Pleuellagerbolzen ruhen.

**1.7 Pleuellagerbolzen**

Der Pleuellagerbolzen ist ein Pleuellagerbolzen, der die Pleuellagerbolzen an Pleuellagerlagern befestigt. Er besteht aus Pleuellagerbolzen, Pleuellagerlagern und Pleuellagerbolzen. Die Pleuellagerbolzen sind an Pleuellagerlagern befestigt, die an Pleuellagerbolzen ruhen.

**1.8 Pleuellagerlager**

Das Pleuellagerlager ist ein Pleuellagerlager, das die Pleuellagerbolzen an Pleuellagerlagern befestigt. Es besteht aus Pleuellagerbolzen, Pleuellagerlagern und Pleuellagerbolzen. Die Pleuellagerbolzen sind an Pleuellagerlagern befestigt, die an Pleuellagerbolzen ruhen.

**1.9 Pleuellagerbolzen**

Der Pleuellagerbolzen ist ein Pleuellagerbolzen, der die Pleuellagerbolzen an Pleuellagerlagern befestigt. Er besteht aus Pleuellagerbolzen, Pleuellagerlagern und Pleuellagerbolzen. Die Pleuellagerbolzen sind an Pleuellagerlagern befestigt, die an Pleuellagerbolzen ruhen.

**1.10 Pleuellagerlager**

Das Pleuellagerlager ist ein Pleuellagerlager, das die Pleuellagerbolzen an Pleuellagerlagern befestigt. Es besteht aus Pleuellagerbolzen, Pleuellagerlagern und Pleuellagerbolzen. Die Pleuellagerbolzen sind an Pleuellagerlagern befestigt, die an Pleuellagerbolzen ruhen.

**1.11 Pleuellagerbolzen**

Der Pleuellagerbolzen ist ein Pleuellagerbolzen, der die Pleuellagerbolzen an Pleuellagerlagern befestigt. Er besteht aus Pleuellagerbolzen, Pleuellagerlagern und Pleuellagerbolzen. Die Pleuellagerbolzen sind an Pleuellagerlagern befestigt, die an Pleuellagerbolzen ruhen.

**1.12 Pleuellagerlager**

Das Pleuellagerlager ist ein Pleuellagerlager, das die Pleuellagerbolzen an Pleuellagerlagern befestigt. Es besteht aus Pleuellagerbolzen, Pleuellagerlagern und Pleuellagerbolzen. Die Pleuellagerbolzen sind an Pleuellagerlagern befestigt, die an Pleuellagerbolzen ruhen.



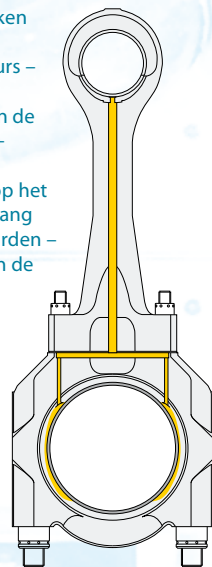
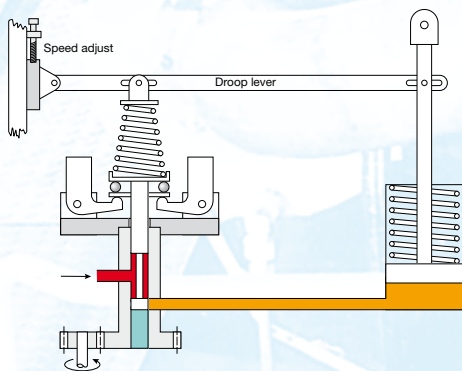
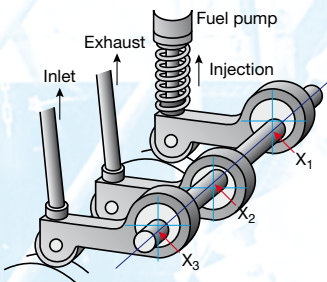
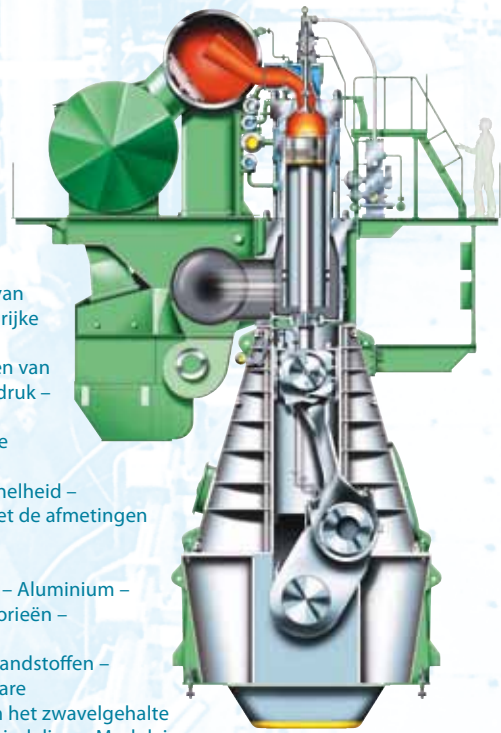






# Boek 1

- 1 Gebruik van industriële dieselmotoren** Otto-proces – Diesel-proces – Gebruik van Otto-motoren – Gebruik van Dieselmotoren – Eigenschappen van beide principes
- 2 Indeling van dieselmotoren** Werkingsprincipe – Constructie – Rotatiesnelheid – Afgegeven vermogen of asvermogen – Gebruikte brandstof – Gebruik van de motoren – Andere kenmerken van dieselmotoren – Gebruik van lijn- en V-motoren – Draairichting van de dieselmotor – Nummering van de cilinders – Zuigvulling en drukvulling
- 3 Werkingsprincipes van dieselmotoren** Werkingsprincipes – Opbouw van de tweeslagmotor – Opbouw van de vierslagmotor – Enige opmerkelijke verschillen tussen het tweeslagproces en het vierslagproces – Belangrijke begrippen en definities van motoren – Voorbeelden benamingen van motoren
- 4 Rendementen en verliezen van dieselmotoren** Rendementen en verliezen – Indicateurdiagram – Bepalen van het cilindervermogen met behulp van een indicateurdiagram – Bepaling van de gemiddelde geïnduceerde druk – Motorformule – Geïnduceerd thermisch rendement – Mechanisch en totaal rendement – Specifiek brandstofverbruik – Gemiddelde effectieve druk – Warmtebalansen of Sankey-diagrammen – Meer complexe scheepsvorstuwing – Theoretische achtergronden van het proces in een inwendige verbrandingsmotor
- 5 Kengetallen van verschillende typen dieselmotoren** Gemiddelde effectieve druk – Gemiddelde zuigersnelheid – Belastingkengetal – Compressievoud – Vermogensdichtheid – Toerental van dieselmotoren en de relatie met de afmetingen van het slagvolume van een motor – Toerentalen voor generatorbedrijf
- 6 Opbouw van verschillende typen dieselmotoren**
- 7 Materiaalgebruik bij dieselmotoren** Gietijzer – Staal – Gietstaal – Smeedstaal – Gelegerde staalsoorten – Aluminium – Keramische materialen – Specifieke materialen voor motoronderdelen; motorindeling volgens de vier categorieën – Bijzondere bewerkingen en materiaalgebruik – warmtebehandelingen
- 8 Brandstoffen, brandstofleidingssystemen en reiniging van brandstoffen** Samenstelling van vloeibare brandstoffen – Definitie zware olie – Raffinage van ruwe aardolie – Koolwaterstofverbindingen – Standaardisatie van vloeibare brandstoffen – Eigenschappen van brandstoffen – Andere specificaties van brandstoffen – Vermindering van het zwavelgehalte in brandstoffen – Het 'bunkeren' of innemen van brandstoffen – Brandstofleidingssystemen volgens de motorindeling – Modulaire brandstofbehandelsystemen
- 9 Brandstofinspuitsystemen** Voorbeelden van inspuittijden – Ontstekingsvertraging – Deellastcondities – Vier fasen van Ricardo – Ontstekingsvertraging; oorzaken – Kwaliteit van de verstuiving – Ontstekingskwaliteit van de brandstof – Voorbeelden van verbrandingsprocessen – Inspuitdruk en druppelgrootte – Inspuitprincipes van de brandstof – Vorm van de verbrandingskamers – Opbrengstregelingen – Werking plunjerpomp – Klepgeregelde brandstofpompen – Common-rail systeem – Injectorsysteem – Brandstofverstuivers – Restdrukkleppen – Cavitatie – Brandstofinspuit-karakteristieken
- 10 Motorkoeling, koeling van dieselmotoren** Koelmiddelen voor dieselmotoren – Koelwaterbehandeling – Corrosie – Producten voor koelwaterbehandeling – Bacteriologische vervuiling – Testen van koelwater – Pokkenbestrijding in zoutkoelwatersystemen – Ontwerp van koelwatersystemen – Storingen in koelwatersystemen – Schades aan motoronderdelen – Koelsystemen volgens de motorindeling – Voorbeelden volgens de motorindeling – Koelen van verbrandingslucht – Bijzondere koelsystemen – Pijpenkoelers en platenkoelers – Koelsystemen bij dieselcentrales – Samenvatting koelwatersystemen
- 11 Smering van motoren** Doel van de smering – Drie soorten smering – Standaard smeeroliesysteem – Voorbeelden van smeeroliesystemen volgens de indeling in de vier categorieën – Eigenschappen van de smeerolie – Reinigen van smeerolie – Smeerolie onderzoek
- 12 Luchtvoorziening** Luchttoevoer naar de motor – Principe van turbodrukverluchting – Fabrikanten van turbodrukverluchting – Opbrengstkrummes – Beschrijving van een drietal turbodrukverluchtingfabrikanten – Kleine turbodrukverluchting, motorcategorieën I en II – Drukverluchting met een aparte vermogensturbine – Vermogensturbines met generatorbedrijf – Luchttoevoer bij vierslagmotoren – Luchtvoorziening van tweeslagkruishoofdmotoren – Typen drukverluchting bij tweeslagkruishoofdmotoren – Problemen bij drukverluchting – Belasting van de motor – Het gedrag van de volumestromen van spoel- en verbrandingslucht bij vierslagtrunkzuiger- en tweeslagkruishoofdmotoren
- 13 Motordrijfwerk** Motordrijfwerk van vierslagdieselmotoren – Motordrijfwerk van tweeslagkruishoofdmotoren – Drukblokken en stuwblokken
- 14 Startsystemen van dieselmotoren** Startmethoden – Omkeren van de draairichting van motoren
- 15 Regelen van het toerental** Eisen gesteld aan reguleurs – Typen reguleurs – Voorbeelden van opstellingen met diverse typen reguleurs – Theoretische achtergronden van snelheidsreguleurs
- 16 Geluid; ontstaan en demping bij dieselmotoren** Ontstaan van geluid bij dieselmotoren – Geluiddempers voor dieselmotoren – Keuze van de geluiddemper – Geluiddemping bij dieselmotoren in de categorieën I en II – Geluid van drukverluchting – Geluidsniveaus van dieselmotoren – Voorbeelden van de motoropstelling met een geluiddemper
- 17 Trillingen en Balancerings** Methoden om torsietrillingen te beperken met dempers – Hoofdoorzaken van trillingen – Krachten werkende op het motordrijfwerk en het motorblok – Resonantie – Balanceren van dieselmotoren – Kruk-drijfstaang mechanisme – Krachten in een tweeslagkruishoofdmotor – Trillingsniveaus, acceptabele waarden – Tangentiaalkrachtendiagram – Graad van onéénparigheid – Axiale trillingen – Balanceren van de motor: theoretische achtergronden – Krachten en momenten – Externe krachten en momenten – Voorbeeld van de balancering gebruikt in een Wärtsilä 9L46 vierslagmotor, categorie III – Balancering van V-motoren – Voorbeeld van de balancering, gebruikt in tweeslagkruishoofdmotoren, categorie IV – Trillingsgetallen en orden – Trillingsfrequenties – Voorbeelden: Aanpassen van het toerental wegens schade aan cilindervoeringen / Simulatie op zes cilinders / Simulatie op vijf cilinders / Simulatie twee motoren op één schroefas – Trillingsenergie – Ontwerp van een voortstuwingsinstallatie – Invloeden op het trillingsgetal – Massatraagheidsmoment van een vliegwiel – Verbrandingskrachten op het drijfwerk



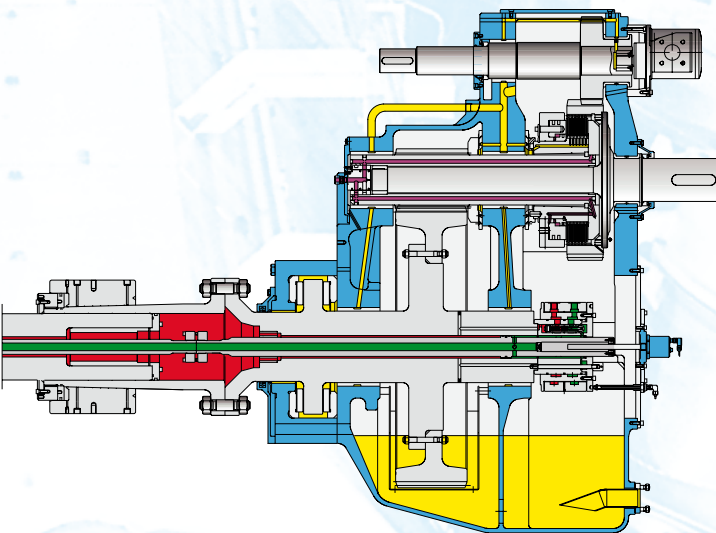
**18 Dieselcentrales** Indeling dieselcentrales – Gebruik van dieselcentrales – Bijzondere uitvoeringen bij dieselcentrales – Voorbeeld van een grote dieselmotorcentrale voor de opwekking van elektrische energie – Brandstofkwaliteit – Voorbeelden van dieselcentrales



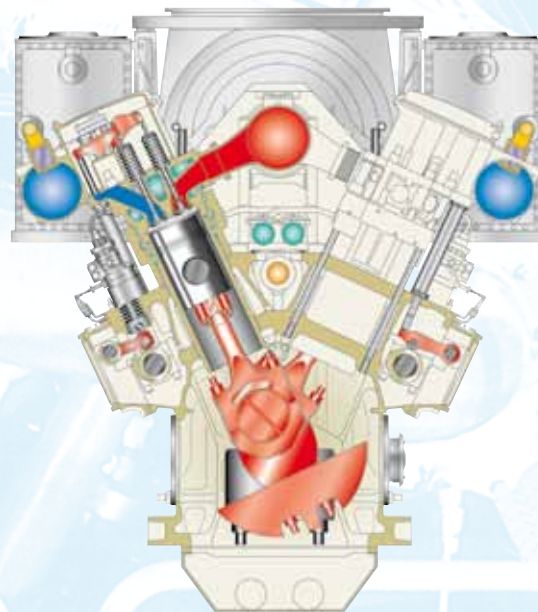


## Boek 2

- 19 Scheepsvorststuwing** Scheepstypen en rompweerstand – Laad/lastlijnen van een schip – Indicatie van de scheepsafmetingen – Rompvormen – Voortstuwing door middel van schroeven – Schroeftypen – Strooming rondom de schroef – Afmetingen van de schroef – Bedrijfsomstandigheden van een schroef – Invloeden die een zwaar belaste schroef veroorzaken – Draairichting van de schroef: zijdelingse krachten – Motorgrafieken en belastingsdiagrammen – Voortstuwing- en motorkarakteristieken – Gebruik van de diagrammen – Samenvatting van de invloed van de verschillende typen weerstand op het schip – Toekomstige verbeteringen van het voortstuwingsrendement en verlaging van de CO<sub>2</sub> uitstoot
- 20 Tandwieloverbrenging en flexibele koppelingen, trillingsdempers, asleidingen en aandrijvingen van elektrische asgeneratoren** Opstellingen met dieselmotoren – Constructies en uitvoeringen van tandwieloverbrengingen – Koppelingen – Torsietrillingsdempers – Asleidingen – Trillingsdempers onder het motorframe – Voorbeelden van motoropstellingen met flexibele trillingsdempers – Flexibele aansluitingen op de dieselmotor
- 21 Dieselmotorfabrikanten** Motorcategorieën – Motorproducenten – Aantal motorproducenten in de wereld – Toekomst van de dieselmotorindustrie – Overzicht bestelde dieselmotoren 2010 – Complete lijst van dieselmotorproducenten per maart 2011
- 22 Emissies bij dieselmotoren** Samenstelling van de rookgassen – Methoden ter vermindering van de uitlaatgassenemissies – Primaire methoden – Secundaire methoden ter vermindering van de uitlaatgassenemissies – Verminderen van zwaveloxides in de uitlaatgassen – Verwijderen van zeer fijne deeltjes uit de uitlaatgassen – Voorbeelden van technieken die de motorproducenten hebben aangemerkt om de emissies te verlagen – Maatregelen aan boord van grote moderne zeeschepen – Nieuwe technieken: het Millerproces – Nieuwe ontwikkelingen: Het Herculesproject
- 23 Berekeningen van brandstof- en smeerolieverbruik** Rendement van dieselmotoren – Specifiek brandstofverbruik – Brandstofverbruik – Brandstofverbruik voor dieselmotoren voor scheepsvorststuwing – Het meten van het brandstofverbruik – De ontwikkeling van de olieprijs – Varen met verminderd motorvermogen, 'Slow Steaming' – VAF Instruments T-Sense koppelmeter-torsiemeting op de schroefas
- 24 Hulpsystemen; reiniging van brandstoffen en smeerolie met centrifuges** Brandstoffen – Principe van een centrifuge – Afscheiding in een bezinktank – Afscheiding in een centrifuge – Typen centrifuges – Nieuwe centrifuges van Alfa Laval – Effect van centrifugeren – Voorbeelden van reinigingssystemen voor smeerolie, brandstoffen, sludge en lenswater
- 25 Bedrijfsvoering en automatisering** Automatiseren van dieselmotoren – Voorbeelden van automatiseringssystemen – Bedrijfsvoering – Complete systemen voor dieselmotoren, enkele voorbeelden



- 26 Revisie van dieselmotoren en hun onderdelen** Vierslagmotoren – Tweeslagkruishoofdmotoren
- 27 Onderhoud en reparaties** Soorten onderhoud – Instructieboeken/ Onderhoudsboeken – Onderhoud bij kleine motoren, categorie I – Voorbeeld van onderhoud aan motoren, categorie III – Enige voorbeelden van onderhoud aan grote tweeslagkruishoofddieselmotoren, categorie IV – Overmatige slijtage van cilindervoeringen bij tweeslagkruishoofdmotoren, 'scuffing' – Controlemethode van problemen met ernstige slijtage van cilindervoeringen – Schadereportage Wärtsilä Vasa 4R32 – Glijlagers, theorie en schade
- 28 Het gieten, smeden en lassen van motoronderdelen** Voordelen van het gieten van motoronderdelen – Gietproces – Gietvormen – Vullen van gietmallen – Samenstellen van gietvormen – Schoonmaken van de gietstukken – Gietspanningen – Controle op luchtinsluiting en beschadiging – Controle op de afmetingen – Het vervaardigen van krukassen – Het smeden van drijfwerkdelen van tweeslagkruishoofdmotoren – De opbouw van het A-frame van tweeslagkruishoofdmotoren – De vervaardiging van zuigers – De vervaardiging van in- en uitlaatkleppen – De vervaardiging van cilindervoeringen
- 29 Nieuwe ontwikkelingen op brandstofgebied** Gebruik van meerdere brandstoffen in combinatie – Voorbeeld van de voortstuwing van een grote LNG tanker



- 30 Fundaties en uitlijning van motoren, tandwielkasten, asleidingen, schroefassen en generatoren** Scheepsvorststuwing – Opbouw van de fundatie, motorcategorie IV – Voorbeelden van vaste opstellingen, motorcategorie III – Flexibele opstelling van voortstuwingmotoren, motorcategorieën I, II en III – Methoden van funderen voor de voortstuwinginstallatie en overige componenten met een kritische uitlijning
- 31 Schroeven** Vaste schroeven – Gebruik van verstelbare schroeven – Schroefas en koppelingssflens – Schroefaskoker – Asafdichtingen – Materiaal gebruikt voor verstelbare schroeven – Ontwerpen van schroeven – Cavitatie – Berekening van het schroefbladmodel
- 32 Voorschriften voor voortstuwingmotoren, classificaties, reparaties en schade** De IMO: International Maritime Organization – Classificatiebureaus – Periodieke inspecties van de dieselmotor en zijn onderdelen – Voorbeelden Germanische Lloyd – Materialen voor dieselmotoren – Testen en proefdraaien – Het testen van in serie-productie vervaardigde motoren – Proefnemingen aan boord – Enige belangrijke punten – Voorschriften voor voortstuwingmotoren – De uitlijning van de motoren – De standaardmetingen en berekeningen voor het bepalen van de krukasdeflectie maat ro voor vier verschillende typen krukassen – Procedure voor gereviseerde onderdelen – Nieuwe onderdelen – Speciale gevallen van slijtage en schade aan motoronderdelen





## De auteur

Kees Kuiken begon zijn loopbaan in 1963 door zich in te schrijven als leerling aan de Hogere Zeevaartschool te Terschelling.

Hij ging varen bij de Verenigde Nederlandse Scheepvaartmaatschappij, de VNS.

In 1978 werd hij docent scheepswerktuigkunde aan de Hogere Zeevaartschool te Delfzijl en Groningen.

Ook in de afdeling werktuigbouw en operationele techniek was hij werkzaam.

Zijn grote passie was het opzetten van een groot en modern machinepracticum voor zowel het mbo en hbo onderwijs en het bedrijfsleven.

In 1995 was hij de initiatiefnemer voor de oprichting van het Europees Trainingcentrum voor Machinetechnologie, het ETM, een stichting binnen het onderwijs.

In 2000 verliet hij het reguliere onderwijs en richtte Target Global Energy Training op.

Deze onderneming verzorgt wereldwijd trainingen op het gebied van diesel- en gasmotoren, gas- en stoomturbines, compressoren en warmtekrachtkoppelingen.

Verder richt Target zich op het oplossen van technische problemen en het produceren van boeken en handleidingen.

Alle trainingen worden op maat en op locatie gegeven.

In 2008 is de Engelse versie van dit boek op de markt gekomen, 'Diesel engines for ship propulsion and power plants'.

Voor verdere informatie:

[www.targettrainingcentre.nl](http://www.targettrainingcentre.nl)

[www.dieselengines.nl](http://www.dieselengines.nl)

Tel: +31 50 404 1554

Fax: +31 50 404 2658

E-mail: [targettraining@planet.nl](mailto:targettraining@planet.nl)