

teknologi

21 SJÖVÄRDIGA AXLAR

Ny innovativ programvara överbryggar klyftan mellan teori och praktik vid axelkonstruktion.

25 ATT FÖRSTÅ LAGERLIVSLÄNGD

Smörjning och föroreningar är två av de viktigaste faktorerna som påverkar ett lagers livslängd.



ENHETLIG PROGRAMVARA för marina framdrivningsaxlar

ShaftDesigner är ett innovativt CAE-verktyg (Computer Aided Engineering) för konstruktion, installation, underhåll och reparation av marina framdrivningsaxlar.

Med sitt breda användningsområde utgör programvaran en bro mellan teori och praktik för upprikning och montering av axlar. På det sättet får konstruktörer hjälp att ta fram axlar med optimal funktion.

Programvaran ShaftDesigner har utvecklats för alla delar av livscykeln i ett fartygs framdrivningssystem. Den kan noggrant representera samtliga komponenter i framdrivningssystemet, så att användaren i alla faser av ett projekt kan dra nytta av de olika applikationsmodulerna.

Programmet erbjuds av Machine Support i Nederländerna. Tanken är att göra konstruktion och upprikning av axlar enklare. Programvaran har tagits fram som ett svar på marknadens behov och är ett resultat av samarbete med klassningssällskap och le-

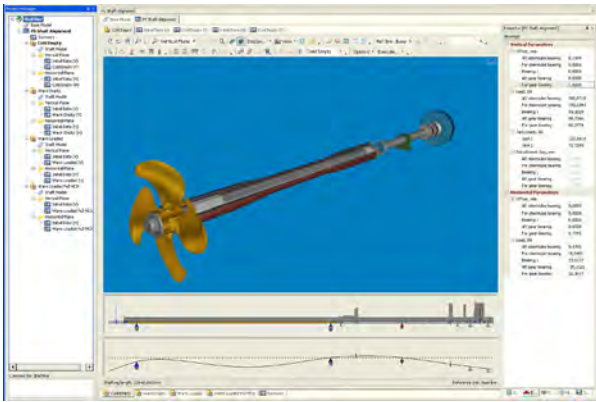


Fig 1: Applikationsfönster för axeluppriktning.

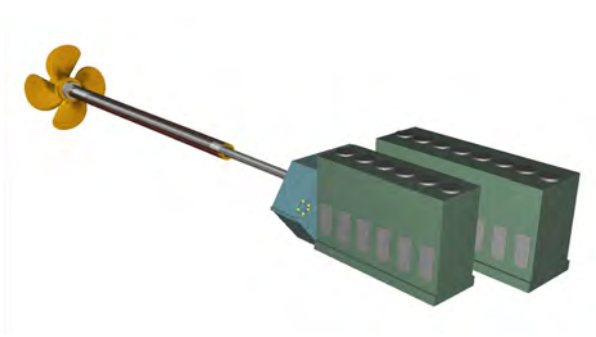


Fig 2: Modell av tvåmaskin-installation.

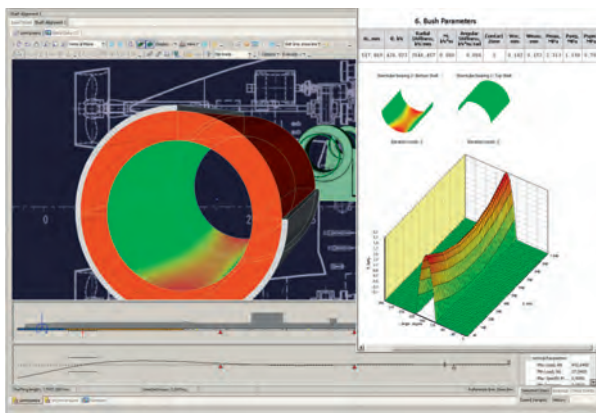


Fig 3: Kontakttryck i lagerbussning.

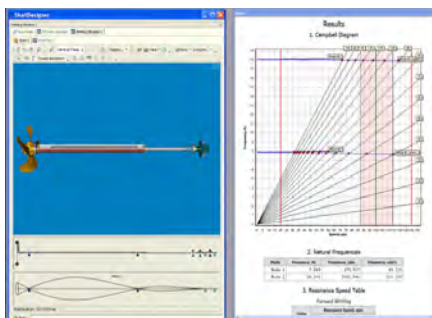


Fig 4: Rotationsvibration.

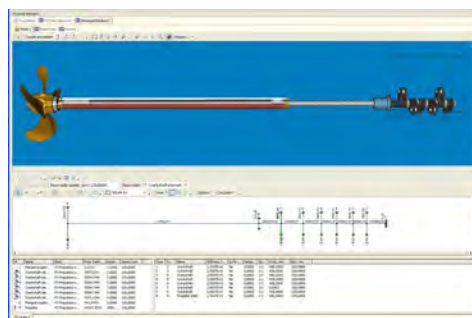


Fig 5: Automatiskt skapad beräkningsmodell för torsionsvibration.

dande OEM-tillverkare av komponenter i framdrivningssystem.

För första gången har konstruktörer tillgång till en enkel och flexibel modell som möjliggör all slags axelrelaterade beräkningar. Dessutom kan användaren analysera olika driftförhållanden, från barlast till maxlast, kall och varm maskin, liksom olika tillstånd, från en enkel okopplad axel till ett färdigmonterat system av axelsträngar. Med detta program går det att undvika tidigare vanliga situationer där användaren måste administrera många olika datamodeller och filer för de mest skilda beräkningar och möjliga drifttillstånd. Vidare överbryggas klyftan mellan programkapacitet och dagens nivå av förståelse för teknik och metoder kring axelsträngar.

Stor vikt har lagts vid användargränssnittet. Detta har skett i kombination med enkel 3D-modellering, med målet att skapa en realistisk 3D-representation av framdrivningssystemet, baserad på de tre huvudsakliga modelleringsteknikerna (fig 1).

BASMODELL FÖR ALLA BERÄKNINGAR
Programvaran beskrivs som ett 3D CAE-system med multiprojekt-, multiaxel- och multitillståndskapacitet, för beräkning av axelsträngar till fartyg. Det använder en basmodell för att beräkna axeluppriktning, rotationsvibration, böjvibration (lateral) samt axial- och torsionsvibration.

Genom att det är ett multiaxelsystem kan programvaran användas för att konstruera allt från en enkel axelsträng till ett komplett framdrivningssystem med flera axelsträngar, maskiner och andra komponenter. Dessutom kan det i varje applikation ingå ett antal tillstånd för systemet (fig 2).

En av styrkorna hos ShaftDesigner är att alla beräkningar baseras på en enda basmodell. När den väl har skapats kommer sena-

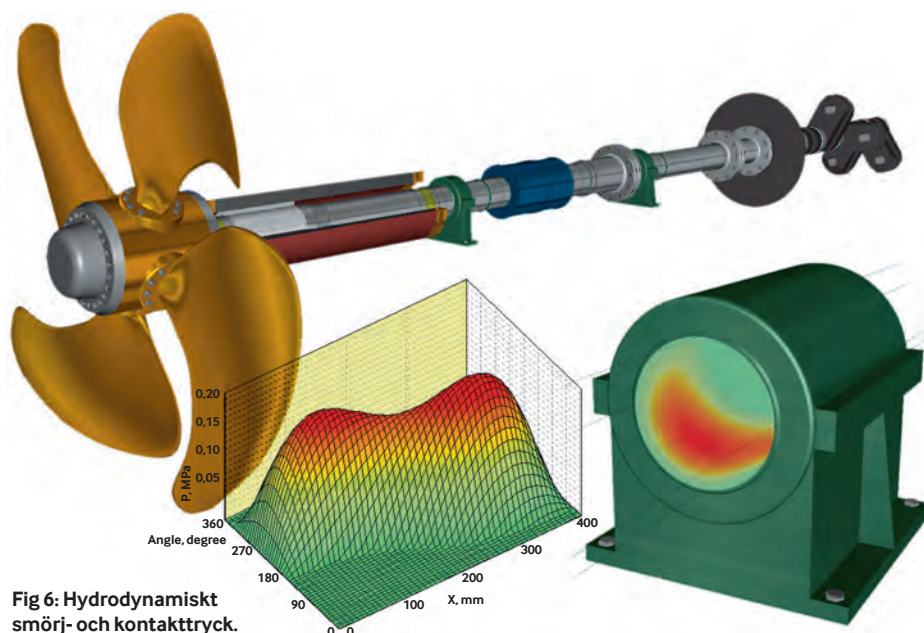


Fig 6: Hydrodynamiskt smörj- och kontaktryck.

re förändringar automatiskt att återspeglas i samtliga applikationer. Genom att programvaran arbetar i en grafisk 3D-miljö kan alla ändringar kontrolleras visuellt. Detta minimerar risken för fel på grund av mänskliga misstag (fig 6).

TRE MODELLERINGSTEKNIKER

Programvaran omfattar tre principer för modellering:

- fri dra-och-släpp-modellering med efterföljande positionskorrigering av objektet
- dra-och-släpp-modellering där nya delar snäpper mot tidigare skapade objekt-positioner
- gruppvis placering med ett specifikt avstånd från en tilldelad ursprungsposition

Alla modelleringsfel kan enkelt korrigeras med en "Ångra-/Gör om"-funktion eller via "historikfönstret".

AXELUPPRIKTNINGSBERÄKNINGAR

Syftet med axeluppriktning beräkningar är att fastställa lägen för axelsträngens lager under uppriktning, eller att optimera lagerbelastningen i axelsträngar. Detta möjliggör säker drift av fartygets framdrivningssystem under alla specificerade driftförhållanden.

Läget för axelsträngens lageraxel definieras av vertikala och horisontella offsetvärden för lagerbussningens mittpunkt och av vinkeln mellan basreferenslinjen och lagerbussningens mittaxel. Axelsträngens utböjning beräknas automatiskt när programmet arbetar (fig 3).

Applikationsmodellen byggs upp automatiskt utgående från basmodellen. Varje ändring i basmodellen uppdaterar omedelbart axelsträngens utböjning. De tekniker för axeluppriktning som stöds av Shaft-Designer är direkt beräkning, offsetundersökning, geometrisk uppriktning, kedjeuppriktning och töjningsgivaruppriktning. Tack vare programvarans kapacitet för reverse-engineering är det även möjligt att beräkna uppriktning utgående från uppmätt böjbelastning, lagerpåkänning, domkraftbelastning, "sag & gap" och axelutböjning.

Applikationsmodellen kan utvecklas ytterligare för att uppfylla specifika tillämpningskrav. Användaren kan lägga till objekt som koncentrerade krafter, temporära stöd-punkter och domkrafter för att verifiera teoretiska uppriktningresultat i praktiken. Genom att användaren för in tillkommande stöd-punkter och krafter inleds omedelbart omberäkning av axelsträngens utböjning.

VIBRATIONSBERÄKNINGAR

Fem applikationsmoduler är tillgängliga för användning med basmodellerna. De täcker in de olika typerna av vibration, det vill säga rotationsvibration, axial- och torsionsvibration, böjvibration och kopplad vibration.

Det primära resultatet från beräkning av rotationsvibration är en lista över kritiska frekvenser för fram- och bakriktad rotation (fig 4). Excitering av första ordningens vibration motsvarar synkron rotation. Resultatet presenteras i form av en resonanstabell och grafiskt som ett Campbelldiagram.

För böjning beräknar vibrationsapplikationen fria vibrationsegenskaper som egenfrekvenser, modformer och kritiska varvtal. Resultatet presenteras i form av ett Campbelldiagram och en resonanstabell.

Modulen för axiell vibration innefattar möjlighet att beräkna såväl fri som forcerad vibration. Det ingår många alternativ för exciterings- och dämpningsparametrar vid beräkning av forcerad vibration. Resultatet presenteras som en resonanstabell och en kurva som visar vibrationsnivån vid olika varvtal.

Torsionsvibration beräknas utgående från en massa-elastisk modell skapad med en grafisk editor (fig 5). Den inkluderar fri och forcerad vibration. Resultatet presenteras – dels som en kurva som visar vibrationer vid olika varvtal – dels i en resonanstabell. För torsionsvibration är det effektivare att manuellt mata in värden i stället för att utgå från en basmodell, eftersom torsionsvibration kräver specifika data. Vid kopplad vibration beräknas axial-torsionsvibrationsparametrar för installationer med direktkopplade dieselmaskiner. Alla dessa beräkningar integreras i en och samma lösning.

Resultatet levereras i form av detaljerade rapporter i XML-format, som enkelt kan



MACHINE SUPPORT

Machine Support levererar stöd- och monteringsmaterial, liksom många typer av tjänster, för uppriktning och montering av maskiner. Företaget, som förvärvades av SKF år 2000, har över tjugofem års erfarenhet av kompletta lösningar för montering och uppriktning av maskiner. Machine Supports omkring 50 medarbetare erbjuder sin expertis inom marinteknik till fartygsägare, operatörer, fartygsbyggare, reparationsvarv och OEM-tillverkare världen över (fig 8).

www.shaftdesigner.com
www.machinesupport.com

Fig 8: Machine Support erbjuder även bearbetnings-service på plats.

anpassas till önskat målformat. Machine Support har använt programvaran i mer än 120 projekt världen över. I framtidsplanerna ingår att ytterligare uppdatera programvaran, för att exempelvis göra det möjligt att importera 3D-projekt och modeller från 3D CAD-program levererade av tredje part.

LIVSCYKELAPPLIKATION

ShaftDesigner är alltså en applikation som gör nytta under ett fartygs hela livscykel, från konstruktionsfasen, via byggnad till underhåll och reparation. Ur konstruktörens synvinkel är ShaftDesigner ett utmärkt verktyg för att undersöka offsetvärden, utgående från av användaren inställda acceptansgränser, och optimera framdrivningssystemets komponentpositioner. Denna funktion, använd på ett tidigt stadium, ger god fördelning av lagerbelastning och därmed säker drift av axelsträngen. Detta bidrar till att undvika tidsödande och kostsam (om-)uppriktning längre fram. På samma sätt möjliggör de olika modulerna beräkning av potentiellt skadliga vibrationer baserat på en specifik layout av framdrivningssystemet. Detta skapar möjligheter att undersöka olika layoutalternativ och konsekvenser av dessa.

Under tillverkningsfasen, och när ingen modell finns tillgänglig från konstruktions-



Fig 7: En tönjningsgivare monteras på axeln.

fasen, kan fartygsbyggare fortfarande skaffa sig viktiga fördelar genom att modellera framdrivningssystemet före den egentliga axeluppriktningen. Exakta mätresultat kan enkelt matas in i ShaftDesigner. Modellen uppdateras automatiskt varje gång ny information matas in. Programmet levererar

nödvändiga data för olika axeluppriktning-metoder, till exempel domkraftbelastning, laseruppriktning och uppriktning med tönjningsgivare. Alla dessa metoder kan användas under olika faser av installationen av en axelsträng (fig 7).

Slutligen, för underhålls- och reparationsändamål, kan man genom beräkning av uppriktning och möjliga vibrationer, på ett tidigt stadium hitta omständigheter som skulle kunna påverka axelsträngens komponenter. Till exempel går det att hitta punkter där lager belastas högt och där förslitning bör kontrolleras. Detta minskar stilleståndstiden för fartyget om haveri skulle inträffa. Med ShaftDesigner är det dessutom mycket enkelt att verifiera och utvärdera axeluppriktning efter en incident. ■

Av Geoffrey de Vlaam, SKF Machine Support BV, Nederländerna

SAMMANFATTNING

Den nya programvaran från Machine Support i Nederländerna är avsedd att underlätta konstruktion, installation och reparation av marina framdrivningsaxlar. ShaftDesigner har en tillämpningspotential som sträcker sig över fram-

drivningssystemets hela livscykel. Programmet representerar noggrant alla komponenter i systemet och är utvecklat för att göra konstruktion och uppriktning av axlar noggrannare och enklare.