

In 7 stappen stil aan boord

Zó beperk je

Meestal is de motor de schuldige van de herrie aan boord. Maar... hoe dring je dat geluid terug? Alles over trillingen, absorptie en ontdreuning, kortom: lawaaibestrijding.

TEKST JAN FRATERMAN | FOTO'S BERTEL KOLTHOF, JAN FRATERMAN, BART HAUTVAST

Het goede nieuws: terugdringen van het motorgeluid is ook op een bestaand jacht goed mogelijk. Het slechte nieuws: wil je het lawaai écht verminderen, dan is dit best een flinke klus. In de meeste zeiljachten is de motorkamer zo compact, dat de motor van zijn plaats moet om het isolerende materiaal goed te kunnen

aanbrengen. Bij motorboten is de situatie vaak wat gunstiger. Desondanks waren we in de goed toegankelijke motorkamer van de Tijgerhaai genoodzaakt onderdelen te demonteren – startaccu, uitlaat en dergelijke – om de nodige werkruimte te krijgen.

Een veel gemaakte fout: alleen de wanden isoleren waar je goed bij kunt en de

rest laten voor wat het is. Zonde! Want het resultaat is vrijwel nihil. Hinderlijk motorgeluid terugdringen lukt pas goed, wanneer alle wegen worden aangepakt waarlangs het geluid de oren van de bemanning bereikt. Een simpel voorbeeld om dit duidelijk te maken. Stel je voor: een kantoorruimte aan een drukke verkeersweg.



motorlawaai



◀ Alle luiken open: de motorkamer van de Tijgerhaai met de nieuwe VW-Marinemotor, maar zonder enige vorm van geluidsisolatie. De overstap naar een moderne aandrijving met saildrive maakte een einde aan veel *contactgeluid*. Hierdoor daalde bijvoorbeeld in het stuurhuis het geluidsniveau van 70 naar 63 decibel (op kruissnelheid). In de kuip – pal boven de niet-geïsoleerde motorkamer – is vooral sprake van *luchtgeluid*. Hier daalde de herrie van 87 naar 82 decibel, helaas nog veel te veel. Dat vereist een goed plan van aanpak.

Op een mooie zomerdag staan alle ramen wijd open om een verkoelend briesje binnen te laten. Helaas komt door de open ramen ook het verkeerslawaai ongehinderd binnen. In een poging de geluidsoverlast te verminderen, zet je alle ramen op een kier. Dat helpt weinig: het geraas rolt nog steeds op vrijwel dezelfde sterkte naar binnen. Geërgerd besluit je om alle ramen dan maar te sluiten, op één na. Dat blijft op een kier om toch nog een beetje lucht binnen te krijgen. Het resultaat: iets minder lawaai, maar nog altijd hinder-

lijk. Pas als het laatste kiertje wordt gesloten, is het plotsklaps stil. En al helemaal, indien alle ramen zijn voorzien van (geluid- en kouwerend) dubbel glas. De moraal van dit verhaal: wanneer zogeheten *geluidslekken* over het hoofd worden gezien, gaat het effect van al je andere werk grotendeels verloren. Meer dan twee procent van het totaal te isoleren oppervlak aan geluidslekken is al funest. Denk bij geluidslekken aan doorvoeren van slangen, leidingen, stroomkabels, de schroefas, niet volledig aansluitende betimmeringsdelen tussen motorkamer en interieur. En als een van de grote boosdoeners: de luchtinlaten van de motorkamer. Die mogen natuurlijk niet dicht, maar zijn wel te isoleren.

TWEE SOORTEN GELUID

Terugdringen van het motorlawaai vereist zorgvuldigheid. Maar laten we er van uitgaan dat we een Pietje Precies zijn en alle geluidslekken weten te dichten. Dat scheelt aanmerkelijk in

Geluidsiingenieurs van Sonus aan het meten in redactieboot Tijgerhaai.

het zogeheten *luchtgeluid*, het lawaai dat via de atmosfeer ('de lucht') direct vanaf de motor ons oor bereikt. Jammer genoeg is dichten van alle geluidslekken bijna nooit voldoende voor een echt goed resultaat. De motor geeft namelijk ook geluid door via het schip zelf. We noemen dit *contactgeluid*, het geluid dat ons oor bereikt via de weg motor-fundatie-romp-betimmering-vloer-ramen. Maar bijvoorbeeld ook via de bedieningskabels van de motor naar de stuurstand. Denk hierbij aan het ouderwetse spelletje met twee conservenblikken, verbonden door een strak gespannen touwtje. Wie het wil proberen: prik in de bodems van twee conservenblikken een gaatje, steek hierdoor dun vliegertouw dat je aan een spijker vastzet. Trek met twee personen het touwtje strak door elk een conservenblik stevig vast te houden. Zie daar de 'touwtelefoon': hou het open eind van het blik aan je oor, de ander spreekt in het blik aan het andere eind van het

touw. Zelfs als de afstand meer dan tien meter is, kun je elkaar horen, zolang het touw maar strak staat.

Trillingen die door de motor worden doorgegeven, zijn in feite ook een vorm van contactgeluid. De motortrillingen brengen via de romp andere onderdelen van de boot in beweging, die op hun beurt weer luchtgeluid produceren: trillende ramen, de rammelende fluitketel op het kooktoestel, rammelende kastdeurtjes, vloerluiken, het bestek in de keukenla, noem maar op. Contactgeluid en trillingen moet je altijd zo dicht mogelijk bij de bron aanpakken. De sluiting van een rammelend kastdeurtje wat strakker draaien, is natuurlijk niet verkeerd. Maar veel effectiever (en uiteraard meer werk) is om de directe

ling; op moderne motorjachten een van de erkende middelen om aandrijf-lawaai in te perken. Wat weinigen zich realiseren: de technische levensduur van homokinetische koppelingen is – afhankelijk van merk en type – 1.000 tot 2.000 draaiuren. Wellicht dat een scheepsexpert in geval van overmatige trillingen en lawaai ook tot de conclusie komt dat er aan de constructie van uw schip iets moet worden verbeterd, bijvoorbeeld verstevigen van de motorfundatie.

2 Misschien is de motor na 20 jaar of langer toe aan revisie, of vervan-

Pas als het laatste kiertje wordt gesloten, is het plotsklaps stil

omgeving van de motor trillingvrij te maken. Waar het om gaat, is dat de motor geen trillingen doorgeeft aan de rest van het schip. We noemen dit *isoleren* en *ontdreunen*. In het plan van aanpak gaan we hier dieper op in bij de stappen 6 en 7.

PLAN VAN AANPAK

Hinderlijk motorlawaai terugdringen bestaat uit een combinatie van maatregelen, die elk op zich weinig resultaat opleveren, maar het moeten hebben van hun samenhang. Een goed resultaat lukt alleen met een compleet plan van aanpak. Zoals beschreven, is een zorgvuldige uitvoering belangrijk.

Bovendien moeten alle maatregelen in verhouding staan tot elkaar. Aan één of twee onderdelen heel veel geld en aandacht besteden en andere laten voor wat ze zijn, is geld verspillen. Zoals bij veel zaken geldt hier, dat de zwakste schakel de sterkte van de ketting bepaalt.

1 Begin met het (laten) controleren van de motorinstallatie. Staan motor en schroefas nog wel goed in lijn? Na vijf of meer bedrijfsjaren is dit beslist niet vanzelfsprekend. En na tien jaar zijn de rubberen trillingdempers waar de motor op staat, vrijwel zeker toe aan vervanging (zie de ervaringen in volgend nummer). Hetzelfde geldt voor de homokinetisch schroefaskoppe-



Meten van geluid en trillingen op de Tijgerhaai door de ingenieurs van Sonus. We beginnen met het in kaart brengen van de oude situatie: de Vetus-Peugeot diesel met V-drive. Op basis hiervan weten we precies wat ons werk uiteindelijk oplevert.



Alleen isoleren waar je goed bij kunt, heeft geen zin. Op de Tijgerhaai moeten de startaccu en de uitlaat eruit om overal bij te kunnen. Bij de meeste zeilboten is de ruimte dermate krap dat de motor van zijn plaats moet.

Een schoolvoorbeeld van contactgeluid: de stalen steunen van de V-drive staan direct op de stalen motorfundatie. Dit zie je ook bij de klassieke, starre opstelling van kleine scheepsmotoren. Hieraan valt weinig te verbeteren zonder de motoropstelling radicaal te moderniseren. Dus begon het plan van aanpak voor de Tijgerhaai in 2004 met het zoeken naar een alternatief voor de star opgestelde V-drive. Hierover is uitgebreid verslag gedaan in de serie 'Saildrive voor de Tijgerhaai' (zie Waterkampioen 2, 5 en 12/13 van 2005).



ging door een modern type (stiller, schoner, zuiniger, lichter). Een moderne motor en dito aandrijving kunnen bijdragen aan een stiller schip (de Tijgerhaai is het bewijs), maar wonderen bestaan niet, evenmin als fluisterstille scheepsdiesels. Zijn motor en aandrijving verder in orde, dan volgen de maatregelen hieronder. Ook bij een nieuwe motor moet u die beslist uitvoeren om een 'stil' schip te krijgen.

3 Dicht alle geluidslekken in de motorkamer. Dit kan variëren van het met een goede, water- en oliebestendige kit afdichten van alle naden en kieren, het met minerale wol dichten van doorvoeren van leidingen, maar ook het dichten van grotere openingen met bijvoorbeeld watervast multiplex. Denk vooral aan ruimtes die direct aan de motorkamer grenzen, zoals hondenkooien, achterkajuiten en bakskisten.

4 Voorzie de luchtaanzuiging van de motorkamer (inlaatroosters, luchtschelpen) van een akoestische isolatie. Ruisfilterslang (ook in gebruik bij hete-luchtkachels) kun je eenvoudig aansluiten op een luchtschelp. Luchtroosters hebben als het goed is een afwaterend labrynt, een omkasting met dwarsschotten die de luchtweg verlengen. Een labrynt kun je aan de binnenzijde beplakken met absorberend materiaal (zie punt 5). Pas wel op dat de luchtinlaat niet te krap wordt als gevolg van de dikte van het absorberende materiaal (drie centimeter of dikker). In het ergste geval is een groter labrynt nodig. Een handige doe-het-zelver kan hier kosten besparen.

5 Verminder het lawaai in de motorkamer door wanden en plafonds te bekleden met geluidabsorberend materiaal. Leveranciers van akoestische ma-

terialen voor jachten hebben hiervoor verschillende producten in hun leveringsprogramma.

De goedgekeurde producten hebben een brandvertragende toplaag. Handig voor het aanbrengen is een zelfklevende rug. Laat u goed adviseren aan welke eisen de wanden, schotten en het absorptiemateriaal voor uw situatie moeten voldoen qua dikte en samenstelling. Er bestaan ook combinaties van absorberend materiaal (open structuur) en ontdreuning (massa/gewicht toevoegen; zie punt 7).

Absorberende matten of platen hebben een open structuur met nauwe kanaaltjes waarin de beweging van de luchtdeeltjes wordt geremd en wordt omgezet in warmte.

De meeste schuimsoorten zijn nauwelijks geluidabsorberend, omdat die bestaan uit een celstructuur en niet uit kanaaltjes.

6 Contactgeluid moet je zo dicht mogelijk bij de bron aanpakken. Zorg als eerste voor een zo soepel mogelijke opstelling van de motor. Ouderwetse of versleten trillingdempers vervangen

Houden drummers een hand op het trommelvel, dan wordt het trillen gedempt

door nieuwe, levert vaak een flinke verbetering op. Stugge dempers vervangen door een soepeler type zorgt voor minder trillingen – en dus minder lawaai. De motorleverancier of de leverancier

van de trillingdempers kan adviseren welk type voor uw scheepsmotor geschikt is. Een oudere motor kan op dit punt beperkingen opleggen. Soepele motorsteunen vereisen altijd een flexi-

bele askoppeling en meestal ook een stuw-drukklager. Op oudere jachten zijn die niet altijd aanwezig.

De moderne homokinetische koppelingen zijn populair, omdat ze zowel een flexibele verbinding

geven als de stuwdruk opnemen via een ingebouwd lager. Goedkoper en ook goed is een relatief eenvoudige rubberen askoppeling en een apart stuw-drukklager.

Meten van trillingen op een van de motorsteunen. De trillingdempers veren in de loop der jaren dieper in, met als gevolg een slechte uitlijning. Dat veroorzaakt trillingen, dus lawaai. Periodiek controleren van de motor-schroefasuitlijning is niet overdreven. Na tien á vijftien jaar de trillingdempers vervangen is ook een aanrader.



Een van de grootste geluidslekken: de luchtinlaat van de motorkamer. Die kun je uiteraard niet afdichten, maar is wel te isoleren.

7 Ontdreunen. Laatste in de rij, maar beslist niet over te slaan. Ondanks alle hiervoor genomen maatregelen, zal een draaiende motor altijd trillingen veroorzaken. Ontdreunen betekent: trillingen dempen in grotere oppervlaktes, zoals de scheepsbodem rond de motor en boven de schroef en de wanden, vloeren en luiken van de motorkamer. Dit kan door op deze vlakken zogeheten visco-elastisch materiaal te lijmen dat een hoge stijfheid combineert met een hoge inwendige demping. De firma Merford levert hiervoor stalen plaatjes van 20 x 10 centimeter en een tweecomponenten rubberlijm. De norm is om minimaal 50 á 60 procent van het te ontbreunen oppervlak te beplakken met ontbreuningsplaatjes. Volgend nummer gaan we hierop dieper in. Het effect van ontbreuning is te begrijpen als je dit vergelijkt met een drumband. Houden de muzikanten tijdens het trommelen een hand op het trommelvel, dan wordt het trillen gedempt en klinken hun trommels opeens zacht en dof in plaats van hard en hol. 

DE KOSTEN?

Aan het benodigde materiaal hangt uiteraard een prijskaartje. Op de Tijgerhaai, een tien meter lange stalen motorboot, hebben we ongeveer 14 m² geïsoleerd en 1.800 euro materiaal gebruikt. Bij een 7,50 meter lang polyester zeilkottertje met tweecilinder Yanmar diesel kostte het ongeveer 500 euro (3,5 m²), inclusief vier nieuwe, moderne trillingdempers. Begin met het zo goed mogelijk in kaart brengen en opmeten van de motorkamer: het aantal vierkante meters scheepsbodem, wanden en plafonds/luiken, dikte en soort materiaal van de wanden (staal, watervast multiplex, polyester, enzovoort). Op basis van die gegevens en de motorgegevens kan een leverancier van geluidsisolerend materiaal zeggen wat nodig is en kan een eerste begroting worden gemaakt. Bij een compleet plan van aanpak (ontdreunen, absorberen) kunt u grofweg uitgaan van 120 á 150 euro per vierkante meter aan materiaal. Dit is exclusief arbeidsloon en bijkomend werk als reinigen/ontvetten van de motorkamer, de- en monteren van onderdelen (of de complete motor), aanpassen van de uitlaat, de luchtinlaat van de motor, en dergelijke. Onderschat het belang van dit soort maatregelen niet. Meer weten? In volgend nummer kijken we naar de praktijk en doen we verslag van de resultaten.

SCHROEFLAWAAI

Moderne meerbladschroeven zijn 'stillere' dan de gemiddelde driebladschroef, maar dat betekent niet dat een driebladsschroef altijd moet worden vervangen. Als de afmetingen en de vrijslag in orde zijn, moet hinderlijk schroeflawaai (bijvoorbeeld in een achterkajuit) door middel van ontdreuning worden aangepakt. De gebruikelijke manier: aan de binnenzijde de scheepsbodem boven de schroef beplakken met ontdreuningsplaatjes. Dat is vooral bij stalen knikspanrompen vaak erg effectief en veel goedkoper dan een andere schroef. Op de foto's het meten van trillingen op het vlak van de Tijgerhaai en de schroeven waarmee we hebben proefgevaard en gemeten (zie volgend nummer).



HOEVEEL TIJD?

Gaat u zelf aan de slag: stel de klus niet uit tot maart of april. Jan Fraterman deed dat op de zeilboot – noodgedwongen – wel, met als resultaat dat op 11 juli van dit jaar zijn boot nog op de wal stond. Met een na 26 jaar weer 'zo-goed-als-nieuwe' motorkamer en een aanmerkelijk stillere motor ging hij een week later toch op vakantie, dat wel. Op redactieboot Tijgerhaai kostte het van top tot teen isoleren van de motorkamer (14 m²)

bijna honderd uur werk, inclusief bijkomende werkzaamheden en voorbereiding zoals advies inwinnen, uitzoeken en bestellen van materiaal en dergelijke. De motorkamer van de zeilboot had slechts 3,5 m² aan te isoleren oppervlak, maar hiervoor moest wel de motor van zijn plaats. De teller stond op bijna vijftig uur werk voordat de start sleutel weer kon worden omgedraaid.

ADRESSEN

Voor het terugdringen van het lawaai op de Tijgerhaai hebben we gebruik gemaakt van de expertise en de materialen van onderstaande bedrijven. Meer merken en adressen staan in de Waterkampioen Boordgids; zie www.waterkampioen.nl

Sonus bv raadgevende ingenieurs
Postbus 468
3300 AL Dordrecht
(078) 631 21 02
www.sonus.nl
sonus@sonus.nl

Merford Akoestische Materialen
Postbus 160
4200 AD Gorinchem
(0183) 64 38 00
www.noisecontrol.nl
www.akoestiekwinkel.nl
merford@merford.nl

WEL OF GEEN APARTE MOTORKIST?

Bij stalen motorjachten is een aparte (wegneembare) motoromkisting in opkomst. Werven beschouwen dit blijkbaar als een van de goede middelen om het motorlawaai terug te dringen, als alternatief voor het isoleren van de hele motorkamer.

Ad van de Griend van de firma Sonus trekt echter een bedenkelijk gezicht, als we voorstellen dit ook in de Tijgerhaai te doen. Hij heeft een paar goede argumenten:

- 1 Het lawaainiveau binnen in een kleine motorkist kan wel tot zo'n 20 decibel toenemen ten opzichte van het geluid in een relatief grote motorkamer. Hierdoor gaat een flink deel van het effect van het isolerende materiaal in de kist verloren.
- 2 Geluidlekken zijn lastig te dichten, omdat de kist wegneembaar moet

zijn. Denk vooral aan de aansluiting rond de fundatie.

- 3 Een motorkist moet een luchtinlaat hebben, die uiteraard net als de luchtinlaat van de totale motorkamer geluidgedempt moet zijn.
- 4 Routinecontroles aan de motor (oliepeil en dergelijke) zijn lastig uit te voeren. Hiervoor moet de motorkist worden geopend.
- 5 Een motorkist verandert niets aan meetrillen van wanden, vloeren en de bodem van de motorkamer. Ontdreunen van een groter oppervlak blijft bijna altijd aan te raden.
- 6 Geluidsisolerende materialen zijn effectiever naarmate het behandelde oppervlak groter is. Dit pleit ervoor de complete motorkamer te isoleren.