

Geluid- en trillingsbestrijding

Tijdens de rondvraag op de ledenvergadering van 25 november j.l. werden een aantal vragen gesteld over geluidsisolatie. Ik heb in mijn Doerak een aantal maatregelen getroffen met een m.i. goed resultaat en meende tijdens de vergadering u daar deelgenoot van te maken. Al snel werd duidelijk dat mijn ervaringen niet in een beknopt rondvraaggrondje konden worden behandeld en heb toen aangeboden mijn ervaringen op papier te stellen ter publicatie in ons clubblad.

Onderstaand mijn relaas. Ik ben mij ervan bewust dat het een lang verhaal is geworden, maar ik meen dat bestrijding van lawaai in onze Doerakken slechts op één manier kan worden uitgevoerd, nl op de goede (en goed voorbereide) manier en bovendien met goede materialen: dan pas is er eer van het werk en lonen de daaraan verbonden, relatief hoge, kosten de moeite.

Bert Hovener, m.s. "Toermalijn"

Inleiding

Zoals we allemaal weten zijn er vanouds in de Doerakken weinig of geen geluids- en trillingsreducerende maatregelen toegepast. De enige maatregelen zijn de aan de onderzijde met schuim geïsoleerde kuipluiken die op dunne schuimrubber strips op de vloerliggers steunen.

Maar ja....., varen met een Doerak is dan ook niet gewoon, maar alléén bestemd voor echte stoere stalen no-nonsense doordouwers, die niet van poespas houden ! Dus een beetje lawaai, daar zeuren wij niet over !!

Echter tegenwoordig maakt een minimum aan geluid en trillingen deel uit van het vaarcomfort. Geluid en trillingen, die vaak onlosmakelijk met elkaar zijn verbonden, worden als zeer storend ervaren.

Geluid reduceren en voorkomen is dan ook niet makkelijk en zeker niet goedkoop (tenminste als het succesvol dient te zijn).

Als we dit probleem in onze Doerakken, waar de motor "koud" op een, overigens voldoende zware ingelaste fundatie onder de kuipvloer staat opgesteld met de overige schaarse geluidsisolerende voorzieningen, zelf goed willen aanpakken lijkt dit al snel een hele klus te worden: tenminste als je weet hoe het verhaal over geluid en trillingen in elkaar zit, hoe, waar en waardoor het in de Doerak wordt veroorzaakt, hoe je het aan moet pakken en welke goede/juiste materialen je daarvoor moet gebruiken.

Beginsituatie

Onze Doerak 1050 AK is voorzien van een 6 cilinder Ford Lehman, 100 pk, met droge uitlaat, opgesteld op "stugge" trillingsdempers, star verbonden aan de schroefas, die is voorzien van een flexibel rubber buitenlager. Het motorblok is een (te) zwaar, door Nedalo bv gemariniseerde industriemotor die een zwaar (laagfrequent), rauw geluid maakt. De kuipluiken zijn aan de onderzijde voorzien van "schuim" en de luiken rusten middels "rubberstrips" op de vloerdragers. Bij navraag in Meppel bleek dit geheel en al de standaarduitvoering waarmee de bouwer in 1969 meende "goed te doen" en het lawaai,tja....dat was dus ook standaard !

Bovendien is de ruimte onder de luiken een prachtige grote stalen klankkast met aan beide zijden van de motor extra (klank)versterkers: de stalen water- en dieseltank, die afhankelijk van de vullingsgraad een fraaie geluidsbijdrage leveren.

Varen op kruissnelheid: in de kuip praten met forse stemverheffing (zeg maar een beetje schreeuwen) en de marifoon "niet" te verstaan.

Geluid in de kuip: 90-92 d(B)A, (decibel); uit het gat onder en in de stuurconsole: 100 d(B)A.

Volgens de richtlijnen van de ANWB onacceptabel en bovendien schadelijk.

Kortom niet het "moderne vaarcomfort" waarover ik in mijn inleiding sprak.

Wij wilden modern vaarcomfort, zo "schreeuwden" wij regelmatig tegen elkaar tijdens het varen dus niet meer zeuren en tijdens de winterperiode aan de slag !!

Onderstaand heb ik in volgorde van stappen weergegeven hoe ik het probleem heb geïnventariseerd, aangepakt en m.i. heb opgelost.

Informatievergaring en geluidsleer

"Lezen en nog eens lezen, vragen en nog eens vragen, kijken en nog eens kijken"

Informatievergaring

Aan ANWB-advies heb ik informatie opgevraagd over de geluidsisolatie. Tot mijn ongenoegen ontving ik info-materiaal van ca. 10 jaar oud. Met een "boze" brief heb ik e.e.a. geretourneerd. De ANWB heeft mij nadien telefonisch benaderd en geprobeerd antwoord te geven om mijn specifieke vragen. Verder als het voorlezen uit de Vetus catalogus kwam men niet en voorts was men alleen maar in staat om vage algemene informatie te verstrekken. Wel werd "aangeboden" om een jachtextpert aan boord uit te nodigen en aldaar de zaak te bekijken. Van de term "no cure, no pay" hadden ze bij de ANWB nog nooit gehoord.

Van dit "aanbod" heb ik dus geen gebruik gemaakt en veel wijzer ben ik van de ANWB (helaas) niet geworden. Afsluitend heb in de ANWB "uitgedaagd" in de nabije toekomst een technisch verantwoord en steekhoudend artikel in de waterkampioen te schrijven over geluidsbestrijding. Tot mijn verbazing werd hieraan in december 2000 gevolg gegeven, maar toen was ik al klaar. Veel van mijn vragen over materialen, ondernemingen e.d. zijn in dit artikel terug te vinden, maar toch wordt m.i. teveel verwezen naar specialisten en een opstelling met een homokineet met stuwdrukklager en soepele dempers en nog steeds te weinig aandacht besteed aan de "doe het zelf" met een bestaand schip, waarin een homokineet en stuwdrukklager niet gewenst zijn of domweg niet passen.

Vragen aan de technische redactie van Motorboot leverde een reactie op van de fa. CALDIC Isolatietechniek bv. Helaas een nutteloos verhaal en wederom het verwijzen naar specialisten en de keuze voor een stuwdrukklager met homokineet.

Omdat ik ook een vraag had gesteld over de ventilatie in het motorruim gaf CALDIC ook formules om e.e.a. te berekenen. Narekenen met collega's leverde alleen maar frustratie op: wij kwamen er niet uit en volgens mij konden ze bij CALDIC niet goed rekenen. Enige tijd later werd ik telefonisch benaderd door de fa ADT uit Dordrecht naar aanleiding van (mijn vraag en) het antwoord van CALDIC bv in Motorboot. ADT ergerde zich aan het antwoord en wees mij (gelukkig) op de gemaakte reken- en formulefouten. Gelukkig was ADT wel in staat om op mijn specifieke vragen antwoord te geven, maar ja... mijn gesprekspartner had ook een boot.

Via mijn collega's kwam ik terecht bij ondernemingen die zich bezig hielden met het bestrijden van industriellawaai en per toeval trof ik iemand die ook een "herrie-boot" bezat (een stalen knikspant-zeeschouw met overeenkomsten met de Doerak). Van

deze techneut en watersporter heb ik veel opgestoken. Via mijn werkgever, Akzo Nobel Engineering, kwam ik uit op een ruim assortiment akoestische materialen van Merford bv. Deze materialen zijn verkrijgbaar bij Exalto in Hardinxveld-Giessendam.

Alle verkregen informatie heb ik gebruikt voor mijn eigen Doerak-probleem, mijn eigen motorsituatie, mijn eigen portemonnee en voor mij eigen "doe-het-zelf kwaliteiten".

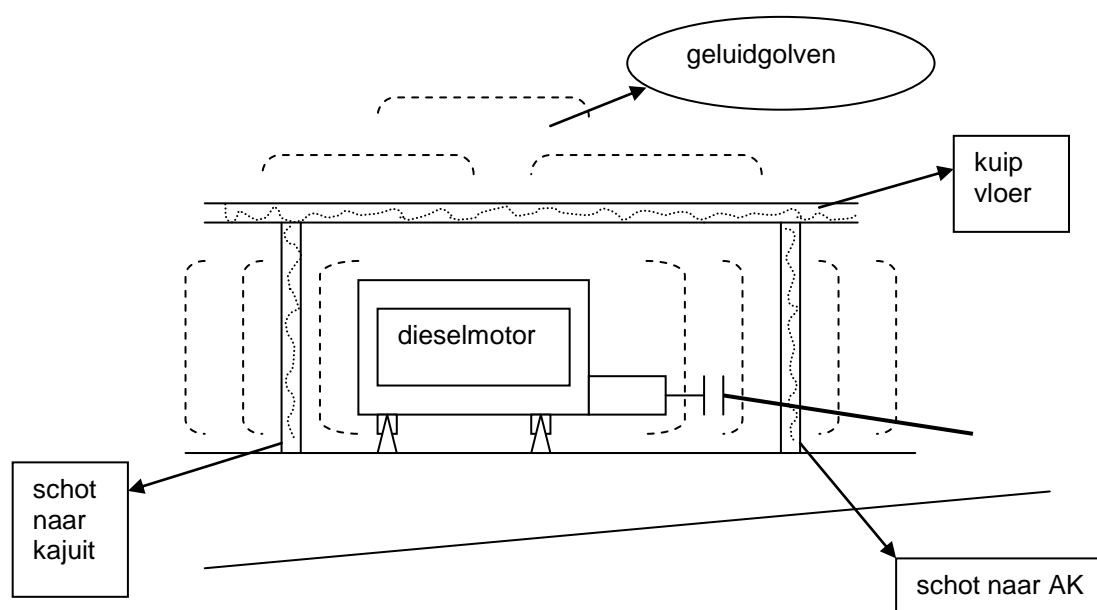
Om mijn ervaringen over te brengen ontkom ik (helaas) niet aan een stukje theorie over geuid.

Geluidsleer

Omdat er twee soorten geluid in een boot voorkomen die een verschillende aanpak en verschillende soorten materialen vereisen geef ik eerst een omschrijving van beide soorten en de oorzaak ervan

1. Luchtgeluid

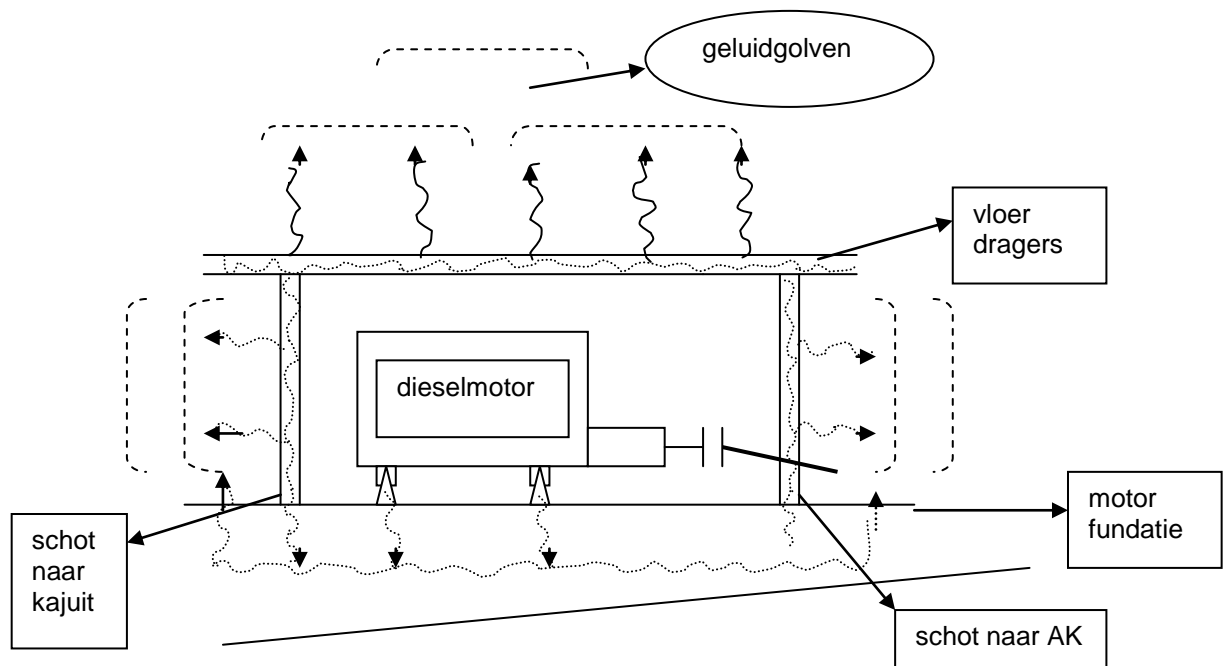
De door de motor in trilling gebrachte lucht in de motorkamer brengt de omliggende wanden (en tanken) in trilling die op hun beurt de lucht achter/boven die wanden/vloeren in trilling brengen. De trillende lucht nemen we (in de kuip) waar als geluid: luchtgeluid (zie figuur 1)



Figuur 1: Voorbeeld van een motor die luchtgeluid veroorzaakt

2. Kontaktgeluid

De motor (maar ook b.v. de keerkoppeling, schroef, besturingskabels etc) draagt trillingen over op het casco, motorkamerschotten, vloerdragers, in mindere mate ook als de motor op trillingsdempers staat. De trillingen planten zich in het casco voort en zijn overal in het schip weer als geluid hoorbaar (doordat door trillende casco-delen weer lucht in trilling brengt) (zie figuur 2)



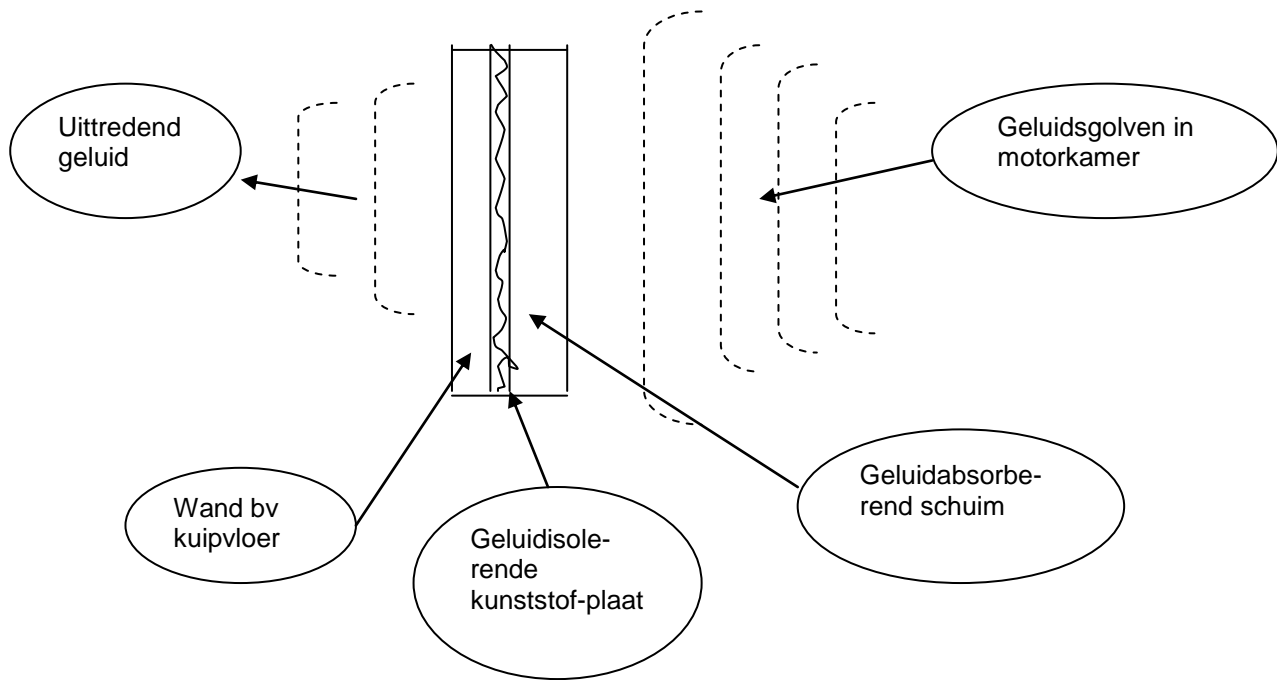
Figuur 2: Voorbeeld van een motor die contactgeluid veroorzaakt

Hoe luchtgeluid isoleren ?

Luchtgeluid kan met 2 soorten materialen worden bestreden, n.l.:

- met massa, hoe zwaarder en soepeler een wand, hoe moeilijker geluid erdoor zal kunnen dringen. Van te "lichte" wanden (hout, polyester) kan de massa verhoogd worden door er geluidsisolerende kunststofplaten tegen te lijmen. Dit zijn zware (hoe zwaarder hoe beter) rubberachtige platen die met contactlijm op wanden en vloeren aangebracht kunnen worden (b.v. de vloer van de kuip).
- met geluidabsorberend schuim in de motorkamer, hoe dikker hoe beter met een olie/vet werende toplaag, zodat geen brandbare stoffen in het schuim kunnen dringen. Geluidabsorberend materiaal in de motorkamer zorgt ervoor dat de wanden minder geluid reflecteren. Hierdoor wordt het stiller in de motorkamer waardoor er ook minder geluid naar buiten komt.

Het beste resultaat wordt verkregen als beide methodes samen worden toegepast (zie figuur 3) dus geluidsisolerende platen op de "lichte" wanden en vloeren en verder de wanden en het "plafond" van de motorkamer zoveel mogelijk beplakken met geluidabsorberend schuim (dus ook over de geluidsisolerende platen heen).



figuur 3: motorkamervloer/-wand of omkasting bekleed met isolerende en absorberende platen

Hoe contactgeluid isoleren?

Met ons oor kunnen we contactgeluid niet of nauwelijks van luchtgeluid onderscheiden.

Toch zijn er wel aanwijzingen die kunnen duiden op contactgeluid b.v.:

- een starre, of op slechte, oude trillingsdemper opgestelde motor:
 - ⇒ de meeste Doerakken hebben een starre verbinding van koppeling aan de schroefas. Dus het is zeer belangrijk dat het flexibele buitenlager in topconditie is.
 - ⇒ trillingdempers moeten in goede staat verkeren
- starre doorvoeringen en star aan het schipbevestigde trillende leidingen:
 - ⇒ met name droge stalen uitlaten dienen te zijn voorzien van een goed aangelast "flexibel" expansiestuk tussen warmtewisselaar/spruitstuk en stalen uitlaat)
- schroefcavitatie hoorbaar als een knetterend geluid in het achterschip:
 - ⇒ er zijn schroeven in stillere uitvoeringen en meerbladsschroeven veroorzaken minder schroefgeluid en minder cavitatie, maar hiervoor is m.i. een specialist nodig (Jooren, de scheepsschroevendokter)
- schroefgeluid veroorzaakt door de druggolven die tegen het vlak botsen, iedere keer als er een schroefblad voorbij komt.
 - ⇒ Dit is bij de Doerakken een veel voorkomend probleem omdat de schoef relatief dicht tegen het vlak zit.

Door de schroef te ontkoppelen tijdens het varen (en de motor op hetzelfde toerental vrij te laten draaien) kan men horen of er sprake is van veel schroeflawaai danwel cavitatie. Door middel van geluidmetingen kan men dan vaststellen wat de bijdrage is

van het totale schroeflawaai. Let op: geluidmeten en rekenen met geluid is helaas heel wat anders dan twee en twee bij elkaar optellen, dus dit vereist enige (logaritmische) kennis van zaken.

De maatregelen om luchtgeluid te verminderen helpen niet tegen contactgeluid. Om contactgeluid te verminderen dienen in de eerste plaats de bronnen die trillingen overdragen ontkoppeld te worden van het schip !!!!

Via de trek- en drukkabel van de koppeling en de gaskabel(s) worden motortrillingen op en in de de stuurkast overgedragen. De stuurkast kan deze trillingen weer als hoorbaar geluid uitzenden. Ook bij de Doerakken is dit een veel voorkomende bron van geluid.

Dit geluid kan worden verminderd door:

- de stuurkast aan de binnenzijde zoveel mogelijk te beplakken met geluidisolerende platen.
Het zal duidelijk zijn dat dit een “rot klus” is, gezien de kleine ruimte en slechte bereikbaarheid
- gashandle met rubber ertussen op of tegen de stuurkast monteren (maar moet dan nog wel passen !)
- ervoor zorgen dat de kabels geen direct contact maken met motor, casco of betimmering
Exalto heeft Morse-materialen en -onderdelen die kunnen worden toegepast op en aan de motor, echter de montage vraagt “enige” kennis van zaken en afsluitend een juiste afstelling van kabels: m.i. werk voor de vakman !

Kontaktgeluid verminderen door te ontdreunen

Dit werk vraagt veel kennis over de plaatsen waar dit geluid ontstaat of kan ontstaan. Ook is het raadzaam, alvorens te gaan ontdreunen, vast te stellen hoeveel geluid er waar ontstaat.

Bewust heb ik dit karwei nog niet toegepast omdat ik kon vaststellen dat dit in mijn geval niet het grootste probleem was. Bovendien is ontdreunen van een bestaande Doerak niet een karweitje dat je op een regenachtige middag uitvoert !

Zwevende vloeren

Naast de bovengenoemde maatregelen is het buitengewoon zinvol de vloeren in de kuip, waar wij Doerakvaarders het meeste geluid/lawaai waarnemen, te ontkoppelen van de vloerliggers.

Op de vloerliggers worden stroken trillingsisolierend schuim gelijmd. De vloer wordt hierop vastgelijmd. De zwevende vloer die zo ontstaat wordt niet meer aangestoten door de trillingsenergie in/uit het casco of door het luchtgeluid uit de motorkamer, waardoor de vloer veel minder geluid uitzendt.

In onze Doerakken is dit niet mogelijk omdat we dan niet meer in de motorkamer kunnen komen. Echter zeer vlakke kuipluiken op goede dikke schuimstrips neemt veel lucht- en contactgeluid weg, dus hier iets goeds van maken is zeer de moeite waard.

Stuurkast

Het zal niemand verbazen dat de stuurkast in de Doerak een forse bijdrage levert aan het lawaai:

uit de vloer in het kuipluik onder de stuurkast is een uitsparing gezaagd om de staaldraad-stuurkabels, de trek en drukkabel van de koppeling, de gaskabel en bijna

alle bedrading in de stuurkast in te voeren. Het aanbrengen van isolerend en absorberend materiaal in de stuurkast is bijna ondoenlijk. In de inleiding heb in aangegeven dat mijn stuurkast 100 d(B)A gaf. Toch is het mogelijk om eenvoudige en voor ons haalbare geluidsreducerende maatregelen te treffen.

Uitvoering

Zoals eerder vermeld is het zeer verstandig eerst het contactgeluid aan te pakken. Hiermee wordt voorkomen dat veel tijd en geld wordt besteed aan het aanbrengen van kunststofplaten en schuim en na deze klus helaas te moeten vaststellen dat er niet veel verbetering is opgetreden.

Stap 1 – aanpak contactgeluid “rondom de motor- en voortstuwingsinstallatie”:

Gelet op de opstelling van de motor en de starre verbinding aan de schroefas, heb ik door Nedalo bv en mijn Jachthaven/-werf de opstelling laten beoordelen/aanpassen:

- trillingsdempers voldoende “flexibel” en in goede staat (door Nedalo)
- verbinding aan schroefas uitgelijnd (door Jachthaven/-werf)
- Flexibel buitenlager in goede staat (door Nedalo, Jachthaven/-werf)
- Druk- en trekkabel van koppeling en gaskabel laten voorzien van trillingsdemperset van Exalto (door Jachthaven/-werf)
- Flexibel expansiestuk tussen uitlaatspruitstuk en droge stalen uitlaat laten vernieuwen (door Jachthaven/-werf)
- Demper van droge uitlaat vernieuwd (zelf gedaan)
- Droge uitlaat geheel opnieuw geïsoleerd, zowel tegen warmte als tegen geluid, met speciaal materiaal uit de industrie (zelf gedaan)
- Alle kabels, snoeren, kabels en leidingen (dieseltoe- en afvoer) netjes gebundeld en vastgezet en dusdanig bevestigd (of vrij gehangen van motorblok of staalconstructie) dat geen trillingen of rammels meer konden optreden (dus daar waar nodig flexibel gemonteerd aan de motor) (zelf gedaan)
- de motor is uitgerust met kielkoeling dus alle verbindingen van motorblok naar koelleidingen (in en uit) gecontroleerd en enkele rubberen manchetten vernieuwd met soepele slangstukken (zelf gedaan)
- vloerdragers ontdaan van oude dunne schuimstrips en nieuw, 50 mm breed en 8 mm dik celrubberstrip aangebracht (zelf gedaan).
- schroeflawaai (cavitatie en schroefgeluid): meestal werd er gevaren met open deur en luik naar de achterkajuit. Het schroeflawaai klinkt dan uit de AK de kuip. We varen nu met deur en luik gesloten en de aanpak van dit geluid gaat mogelijk naar de toekomst

Stap 2 – aanpak luchtgeluid in de motorkamer:

In eerste instantie wilde ik kiezen voor het alléén aanbrengen van zware Isomat TS platen en Acusticab schuimplaten aan de onderzijde van de kuipluiken. Echter een aantal problemen hielden mij tegen:

- het luchtgeluid zou dan toch noch kunnen doordringen via de uitsparing van het kuipluik in de stuurstand (en daar sta of zit je met je oren “bovenop”)
- mijn kuipluiken bestaan uit 18 mm multiplex met daarop gelijmd (en gespijkerd) een 10 mm teakdelen vloer. Helaas trekken bij

temperatuurverschillen de verschillende houtsoorten van deze vloer niet gelijkmatig “krom” en ontstaan er kieren (dus geluidlekken) tussen vloerliggers en luiken (ondanks de 8 mm stripjes).

- de diesel en watertank zouden blijven “meezingen” in het motorruim
- het luchtfilter van een 6 cilinder diesel motor maakt nogal wat “aanzuigherrie” en dat zou blijven. Een ander stil luchtfilter (oliebad-gedempt of cycloonfilter) passend en tegen een “redelijke” prijs heb ik niet kunnen vinden (Nedalo bood een stil cycloonfilter aan (Hfl 600,-) maar dit paste weer niet, voor een gesloten luchtfilter was er geen ruimte)
- het motorkamer geluid kan nog steeds de gangboorden en de stalen opstaande delen langs de kuip in trilling brengen en juist bij geluidmetingen had ik vastgesteld dat deze bronnen aanzienlijk bijdroegen aan het lawaai in de kuip

Ik heb toen gekozen voor het aanbrengen van een zgn geïsoleerde motorkast. Al passend en metend bleek er voldoende ruimte om een stevige omkasting met deksel te maken. E.e.a. vereist wel veel werk om de wanden (en deksels) van de kast “strak om” de uitlaat, koelpijpen, kabels en leidingen aan te brengen, maar met decoupeerzaag, bandschuurmachines en een ouderwetse figuurzaagopleiding (gezien onze leeftijden draaien wij onze hand daar niet voor om !!) leek het mij mogelijk. Wel heb ik eerst mallen gemaakt van hardboard om het zagen van de dikke wanden te vereenvoudigen.

Toen ik het idee voor de motorkast had uitgewerkt dook er een nieuw probleem op: verbrandingslucht voor de diesel en afvoer/ventilatie van de stralingswarmte van het motorblok.

Het is alom bekend als je een dichte motorkast maakt en daarna beluchtingsgaten aanbrengt bijna alle inspanning en geld van de geluidisolatie teniet doet (dit blijkt uit alle geraadpleegde literatuur en ook de echte deskundigen waarschuwen hiervoor). Zowel de ANWB als de redactie van Motorboot boden absoluut geen oplossing (zie informatievergaring). Contacten met ADT en collega's hebben mij een oplossingsrichting aangeboden: zoek geluiddempers die gebruikt worden bij het bestrijden van industrielaawaai (Akzo Nobel Engineering) en zorg ervoor dat de temperatuur in de motorkast niet hoger wordt dan 55^o – 60^o C (ADT). Het aanzuigen van warme lucht uit de motorkamer heeft geen invloed op de prestatie van de motor. (een dieselauto in de tropen rijdt toch ook !!!). Deze stellingen werden voldoende berekend onderbouwd door deze deskundigen, dit in tegenstelling tot de m.i. onjuiste verhalen van ANWB en Caldic bv, die zoals gebruikelijk voorlazen uit de Vetuscatalogus. Op het voorrekenen van “mijn” stellingen hadden de heren geen weerwoord.

Gebruik nooit zómaar een ventilator in de motorkast tijdens het varen: meestal ontstaat er dan een onbalans in de luchthuishouding: de motor krijgt te weinig verbrandingslucht of de ventilator begeeft het). Wel is het mogelijk om met een stilstaande motor na het varen de warme lucht uit de motorkast met een ventilator af te voeren, maar u raadt het al: dan heb je weer een opening in de motorkast en daar komt het geluid weer.....!

Het advies luidde: na het varen de motor nog ca. 10 minuten onbelast (in vrijstand) met ietwat verhoogd toerental laten draaien: warme lucht wordt opgebruikt voor de verbranding, waterkoeling gaat door en er is weinig vrijkomende stralingswarmte (dit is natuurlijk niet altijd mogelijk maar het werkt wel, kijk maar naar je temperatuurmeter van het koelwater !!!).

Ook zeer belangrijk is het plaatsen van de accu's BUITEN de motorkast !!!!!

De uitvoering van de motorkast:

- In de constructie van de vloerliggers (verticale en horizontale hoekprofielen) was het mogelijk om aan beide zijden van de motor 4 multiplex schotten van 18 mm te monteren (vanaf de buitenzijde vastgeschroefd). Het multiplex is niet watervast omdat watervaste kwaliteit minder massa bezit en massa is belangrijk, zoals we nu weten. Na het passend maken van de schotten zijn ze aan beide zijden geleverd met 2 lagen grondverf.
- Tegen het voorste en achterste motorschot zijn verticaal 4 hardhouten balkjes gekit en geschroefd om de multiplex schotten tegen te bevestigen. In deze balkjes zijn uitsparingen gemaakt om de bedrading door te voeren en deze zijn vervolgens dichtgekit.
- De schotten zijn aan de binnenzijde beplakt met 6 mm Isomat TS kunststofplaten m.b.v. speciale contactlijm behorend bij de platen. Op de kunststofplaten is 52 mm geluidabsorberend zelfklevend Acusticab schuim geplakt.

De kunststof is goed te snijden met een stanleymes, het schuim is alleen op maat te snijden met een elektrisch mes.

In plaats van 18 mm multiplex en daarop 6 mm Isomat TS is het ook mogelijk om Merfoplexplaten te gebruiken: 2 multiplexlagen van 10 mm met daartussen 6 mm Isomat TS. De platen, 122 cm x 244 cm waren voor mij veel te groot om te vervoeren, dus niet voor gekozen. Bovendien leek het mij makkelijker eerst de schotten op maat te maken en daarna af te werken. Qua prijs scheelt het net zo gek veel.

- De schotten worden in de hoeklijnen geschroefd met RVS parkers. Let er wel op om de schotten niet koud te monteren (contactgeluid !!!) maar breng dunne foamstrippen aan tussen schot en stalen hoeklijn. De schotten zijn afgesteund op de langsspanen waarin de motor hangt/staat. Steun de schotten op de dwarsspanen wederom af op rubberstrips.
- De doorvoeren van leidingen, uitlaat enz enz in de schotten: zorg ervoor dat de uitsparing in het multiplex met Isomat TS zo strak mogelijk past en maak de schuimuitsparing ietsje kleiner: zó dicht/klemt het schuim mooi de leiding o.i.d. af. Als je kans maakt op rammelen van de leiding in het schot, bevestig dan om de leiding een rubber manchetje van celrubberschuim.
- Rechts(SB)vóór boven een gat van 15 cm in het schot met daarin een lucht-geluiddemper, lang 60 cm, zó gemonteerd/opgehangen dat deze precies onder de luchtkoker uitkomt. Links(BB)achter beneden ook een gat van 15 cm en daarin een lucht-/geluiddemper van 150 cm, zó gemonteerd en gebogen achter de watertank (dus onder het gangboord) dat deze uitkomt onder/in de richting van de luchtkoker.

De geluiddempers bestaan uit een flexibele geperforeerde aluminium binnenkoker, binnen bekleed met geperforeerde folie. Om deze aluminium binnenkoker, 5 cm isolatieschuim en daaromheen een dichte flexibele aluminium buitenschaal. De diameter van 2 x 15 cm is ruim voldoende voor verbrandingslucht en ventilatie.

- Het (oude/bestaande) luchtfilter is binnen de kist geplaatst. Eerst goed schoongemaakt/uitgespoeld met wasbezem (je staat er verstuwd van hoeveel en hoe snel zich vuil en stof ophoopt in het filter. Een schoon filter betekent minder luchtgeluid door aanzuiging. (kijk eens naar je luchtfilter en maak het regelmatig schoon of vervang tijdig)
- Tegen de verticale schotten aan de bovenzijde aluminium hoeklijnen geschroefd (uiteindelijk met kit ertussen) om de deksels van de kist in te leggen. De deksels zijn gelijk de schotten en voorzien van kunststofplaat en schuim. In het voorste deksel moest ik een "dakkapelletje" maken omdat de

olievuldop iets uitstak. De deksels liggen op een schuimstrip, 5mm dik, in de aluminium hoeklijnen. Het schuim van de deksels past strak tussen het schuim van de verticale schotten, e.e.a. voor een goede, zuigende afdichting.

- 5 vloerluiken zijn beplakt met 52 mm schuimplaten. Het vloerluik boven de olievluldop is beplakt met 30 mm schuim vanwege de beperkte ruimte tussen deksel en motorkop

Stap 3 - Verminderen contactgeluid en schroefgeluid door ontdreunen

Gelet op het resultaat, 70 – 72 d(B)A, varend op kruissnelheid met een dichte achterkajuit, heb ik het ontdreunen van de vloer inde AK boven de schroef voorlopig achterwege gelaten. (maar nog niet uit mijn hoofd gezet!!!).

Kosten (in guldens !!) en materialen

<u>Bestrijding contactgeluid</u> Controle dempers, uitlijnen, trillingdemperset, nieuw expansiestuk, nieuwe uitlaatdemper, demperisolatie, rubbersokken, slangkemma, 8mm schuimstrip, hulpmaterialen enz. (de gekochte materialen en het arbeidsloon van derden; het meeste “geluidwerk” door derden is gedaan tijdens de grote beurt van de motor en in de loods van de jachtwerf tijdens eigen werkzaamheden)	Hfl. 1050,-
<u>Bestrijding luchtgeluid</u> Isomat TS 14 kunststofplaten (totaal) Acusticab 51 N/A zwart schuim (totaal) Soundcoll MT5 kontaklijm Multiplexplaat 18 mm en overig gebruikt hout Aluminium hoeklijnen en celrubber strippen Luchtdempers 2 stuks Ø 15 cm/15 cm, lengte 1m per stuk	Hfl. 300,- Hfl. 575,- Hfl. 70,- Hfl. 250,- Hfl. 250,- Hfl. 400,-
<u>Overige materialen</u> Stanleymesjes, decoupeerzaagjes, elektrisch mes, RVS parkers enz. enz.: stelpost	Hfl. 250,-

Isomat TS 14, Acusticab 51 N/A zwart, Merfoplex en Soundcoll MT zijn materialen, in de handel gebracht door Merford bv en voor de “consument” verkrijgbaar bij Exalto bv in Hardinxveld-Giessendam.

Expansiestuk uitlaat, uitlaatdemper, trillingdempers voor de Morsebesturing verkrijgbaar bij Exalto bv.

Luchtgeluiddemper wordt in de handel gebracht door Bergschenhoek bv uit Bergschenhoek. Waar voor de consument te koop ????

Eindsituatie en resumé

Een omvangrijke klus tegen een aanzienlijk bedrag, maar varen met 90 – 92 d(B)A is zeker geen pretje en gezien het bereikte geluidniveau van 70 – 72 d(B)A en een maximale temperatuur in de motorkist van 55⁰ C, na de klus, heb ik de inspanning en kosten (ca. Hfl. 3500,-) er graag voor over gehad: “wij varen comfortabel”.

Er is nog meer resultaat te halen uit het bestrijden van het schroefgeluid en het geluid van de droge uitlaat, maar of ik er in de toekomst toe kom is nog de vraag. Ik heb veel tijd besteed aan het verzamelen van goede en juiste informatie en helaas moet ik stellen dat er in de industriële wereld van geluid- en lawaai bestrijding meer kennis te halen was dan in onze eigen “bootjeswereld”. Veel kennis heb ik verkregen van en via mijn eigen collega’s en van een vriend/1^e monteur in mijn jachthaven. Ook

was het voor mij mogelijk om materialen via mijn werkgever te verkrijgen (wat al gauw 25% scheelt !)

Het is een lang verhaal geworden maar als u alle achtergronden snel vergeet en u richt op de verschillende geluidbronnen in uw Doerak, de goede materialen en mijn praktische ervaringen, waar mogelijk, gebruikt, dan valt het nog mee en kan ik niets anders doen als u succes en stilte toewensen.