



STØJ- OG VIBRATIONSGUIDE



Auktionsgade 1b
6700 Esbjerg

Tel: +45 75 18 05 66
post@f-a.dk

Fax: +45 75 18 05 75
www.f-a.dk

STØJ- OG VIBRATIONSGUIDE

Støj- og vibrationsguide

Redigeret af:

Direktør Flemming Nygaard Christensen, Fiskeriets Arbejdsmiljøråd

Udgivet:

3. udgave januar 2013 - Webudgave / bogform.

Støj- og vibrationsproblemer har fået mere og mere opmærksomhed i de senere år. Det skyldes dels, at myndighederne i dag stiller større krav til, hvilket støjniveau der må være om bord i et fiskefartøj, og dels at erhvervet ikke længe mere betragter støj som noget, "der bare er der". Søfartsstyrelsen formulerer deres krav på støjområdet således:

Unødig støjbelastning skal undgås. Støjniveauet under arbejdet skal derfor holdes så lavt, som det er rimeligt under hensyntagen til den tekniske udvikling. Fastsatte grænseværdier skal overholdes.

Støj- og vibrationsproblemer kan og skal – indenfor rimelighedens grænser – derfor bekæmpes. Hvis problemerne skal løses, kræves der imidlertid både viden, vilje og kunnen. Der eksisterer i dag en stor viden på området, og der er mange måder at bekæmpe problemerne på.

Denne guide samler nogle af de erfaringer og den viden, der findes på området. Det er Fiskeriets Arbejdsmiljøråds håb, at håndbogen kan hjælpe og rådgive værfter, fiskere og sikkerhedsudvalg o.a. så eventuelle problemer bedre kan håndteres.

Målet er at skabe et praktisk og brugbart værktøj. Der er udarbejdet en række løsningsforslag til typiske støjproblemer, og bogen indeholder desuden en grundviden, der er nyttig, når støjproblemer skal diskuteres og bekæmpes.

Støjproblemer kan bekæmpes, men det er vigtigt at vide, hvordan det gøres på den bedste og billigste måde. Bekæmpelse af støjproblemer kræver, at man tænker sig om, ellers risikerer man at spilde både tid og penge. God læselyst og held og lykke med bekæmpelsen af støj og vibrationer.

Med venlig Hilsen

Direktør
Flemming Nygaard Christensen



Kapitel 1

Definitioner og nyttig viden om støj og vibrationer	11
1.1 HVAD ER STØJ?	11
1.2 HVAD ER VIBRATIONER?	12
1.3 STØJ ER SOM RINGE I VANDET	13
1.4 FREKVENNS	14
1.5 EGENFREKVENNS	14
1.6 RESONANS	14
1.7 LYDTRYKNIVEAU	14
1.8 RENTONE- OG BREDBÅNDET STØJ	15
1.9 FREKVENNSANALYSE	15
1.10 DÆMPNING	16
1.11 EFTERKLANGSTID	17
1.12 LUFT- OG STRUKTURBÅREN STØJ	17

Kapitel 2

Støjens virkning på øret og kroppen	19
2.1 STØJ OG HØRELSE	19
2.2 ØRETS OPBYGNING	20
2.3 STØJENS VIRKNING PÅ MENNESKET I HVERDAGEN	21
2.4 HØRESKADERS OPSTÅEN	22
2.5 RISIKO FOR HØRESKADER	22
2.6 DE SKADELIGE VIRKNINGER	23
2.7 PERSONLIGE VÆRNEMIDLER	24

Kapitel 3

Måling og beregning af støjbelastninger	27
3.1 MÅLING OG BEREGNING AF STØJ	27
3.2 BEREGNING AF STØJBELASTNING	28
3.3 EKSEMPEL PÅ STØJBEREGNING	29
BEREGNINGSMETODE	29
TABEL 3.1 STØJPOINT FOR STØJNIVEAU 75-115 DB(A)	30
TABEL 3.2 OMSÆTNING AF STØJPOINT TIL LAEQ	
OVER EN 24 TIMERS ARBEJDS DAG	31

Kapitel 4

Den analytiske problemløsningsmodel	33
4.1 GENERELT	33
4.2 UNØDIG STØJ OM BORD I FISKESKIBE	34
4.3 DEN ANALYTISKE PROBLEMLØSNINGSMODEL BRUGT PÅ STØJOMRÅDET	34

Kapitel 5

Principper for dæmpning af støj og vibrationer	41
5.1 GENERELT	41
5.2 HVORDAN ER DET BEDST AT REDUCERE STØJ OG VIBRATIONER?	41
5.3 ISOLERING OG ABSORPTION	42
5.4 MASSE OG STIVHED	43
5.5 PRINCIPPER FOR DÆMPNING AF STØJ P.G.A. VIBRATIONER	44
5.6 ABSORPTIONSKOEFFICIENTER OG REDUKTIONSTAL	46
5.7 EKSEMPEL PÅ BRUG AF ABSORPTIONSTAL OG FREKVENSANALYSE	48

Kapitel 6

Forskellige typer støj- og vibrationskilder om bord i et fiskefartøj	51
6.1 PROPELLER	51
6.2 MASKINERI OM BORD	54
6.3 HYDRAULIK	55
6.4 VENTILATION	55

Kapitel 7

Elastisk opstilling af maskineri	57
7.1 INDLEDNING	57
7.2 HVOR EFFEKTIV EN STØJDÆMPNING ER ELASTISK OPSTILLING?	59
7.3 ELASTISK OPSTILLING KRÆVER OMTANKE	60
7.4 SVINGNINGSDÆMPERE - GUMMIKLODSE	61
7.4.2 SVINGNINGSDÆMPERENS BEGRÆNSNINGER	61
7.4.3 FASTMONTERET GEAR MED FLEKSIBEL KOBLING	62
7.4.4 KOMPENSATORER OG OPHÆNGNINGER TIL RØGGASANLÆG	63
7.5 RØRFORBINDELSER	64
7.5.2 INSTALLATION AF RØRSYTSEM	67
7.6 DRIFT OG VEDLIGEHOLD	68
7.7 ERFARINGER FRA EKSISTERENDE ANLÆG	68

Kapitel 8

Eksempel på problemløsning med nogle delløsninger	71
BESKRIVELSE AF OMBYGNINGEN AF R 500 PERNILLE KIM	72
A - HVAD ER PROBLEMET? – KORTLÆGNING AF STØJEN	73
B1 - HVAD VED VI OM PROBLEMET?	73
B2 - HVAD KAN VI GØRE FOR AT LØSE PROBLEMERNE?	73
C1 - HVAD VIL VI GØRE?	74
C2 - HVORDAN VIL VI GØRE DET?	74
D - EVALUERING	74

Kapitel 9

Løsningsforslag	77
9.1 MASKINRUM: HOVEDMOTOR	78
9.2 MASKINRUM: STØJ FRA UDSTØDNING	79
9.3 MASKINRUM: STØJ FRA PROPELLER	80
9.4 MASKINRUM: MOTORER, PUMPER ETC.	81
9.5 MASKINRUM: STØJ FRA RØRSYSTEMER	82
9.6 MASKINRUM: STØJ FRA HYDRAULIKSYSTEM	83
9.7 MASKINRUM: STØJ FRA VENTILATION	84
9.8 APTERING: STØJ FRA HOVEDMOTOR	85
9.9 APTERING: STØJ FRA UDSTØDNING	86
9.10 APTERING: STØJ FRA PROPELLER	87
9.11 APTERING: STØJ FRA MOTORER, PUMPER ETC.	88
9.12 APTERING: STØJ FRA RØRSYSTEMER	89
9.13 APTERING: STØJ FRA VENTILATION	90
9.14 APTERING: STØJ FRA HYDRAULIKSYSTEMER	91
9.15 APTERING: GENERELT	92
9.16 APTERING: DØRK	93
9.17 APTERING: SKOT	94
9.18 APTERING: LOFTGARNERING	95
9.19 ARBEJDSSTEDER UNDER DÆK: STØJ FRA HOVEDMOTOR	96
9.20 ARBEJDSSTEDER UNDER DÆK: STØJ FRA UDSTØDNING	97
9.21 ARBEJDSSTEDER UNDER DÆK: STØJ FRA MOTORER, PUMPER ETC.	98
9.22 ARBEJDSSTEDER UNDER DÆK: STØJ FRA RØRSYSTEMER	99
9.23 ARBEJDSSTEDER UNDER DÆK: STØJ FRA HYDRAULIKSYSTEMER	100
9.24 ARBEJDSSTEDER UNDER DÆK: STØJ FRA VENTILATION	101
9.25 ARBEJDSSTEDER UNDER DÆK	102
9.26 ARBEJDSSTEDER ÅBENT DÆK	103
9.27 ARBEJDSSTEDER ÅBENT DÆK: STØJ FRA HYDRAULIKSYSTEMER	104

Appendiks 1

Uddrag af sagsbehandling af støjforhold på fiskeskibe	107
---	-----

Appendiks 2

Meddelelser fra Søfartsstyrelsen A, arbejdsmiljø i skibe, kapitel A III B(1), fysiske arbejdsmiljøpåvirkninger, 1. januar 2006	115
---	-----

Appendiks 3

Cases	139
LIDEN KIRSTEN T 229	139
REYKJANES E 157	141
KAP FARVEL T 216	141
LANGHOLM L 320	143
FISKERIETS ARBEJDSMILJØTJENESTE SAMARBEJDER MED VÆRFTER, FISKERE OG HÅNDVÆRKERE	150
BLUE LADY HM 408	150
VIKING H 190	153

MASKINRUM



Kapitel 1

Definitioner og nyttig viden om støj og vibrationer

1.1 HVAD ER STØJ?

Støj er et fænomen, det kan være svært at få styr på. Alle som ved noget om det benytter typisk et sprog, der mere minder om kinesisk end en forklaring på dansk. Ganske vist forstår man godt de fleste af ordene, men man forstår ikke betydningen af den måde, de er sat sammen på.

I hverdagen taler vi om støj eller larm som værende noget, der irriterer, forstyrrer eller smerter. Der er støj overalt. Måden, vi opfatter lyd på, er afhængig af, hvordan vi oplever den. Vi taler først om lyd som værende støj, når den bliver generende eller uønsket.

Lidt populært er det vel næppe forkert at hævde, at støj er lyd, men at lyd ikke nødvendigvis behøver at opfattes som støj. To personer kan have en vidt forskellig opfattelse af, hvordan musikken ved eksempelvis en Heavy Metal koncert har været. Den ene vil måske sige, at det var "fed" musik, den anden person vil måske ærgre sig over, at han eller hun ikke tog et par høreværn med.

Denne mere følelsesladede og individuelle vurdering af, om noget er støj eller ej, vil vi ikke beskæftige os med her. Vi er interesserede i at finde ud af, om lydene, der blev spillet under koncerten, er skadelige for hørelsen eller ej, og i så fald hvad der kan gøres for at minimere den.

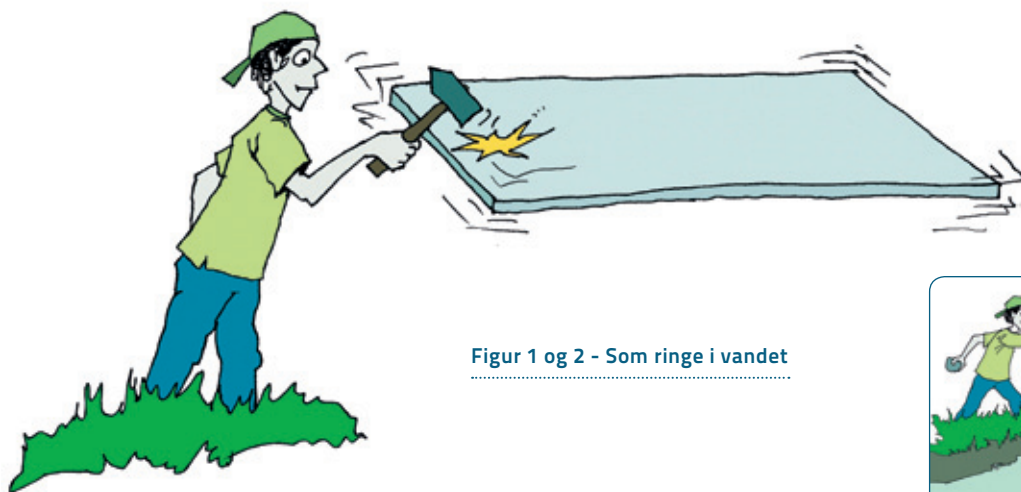
En maskinmester, der i mange år har været beskæftiget i et maskinrum om bord på et skib, betragter måske støjen fra maskinen som "sød musik". Selvom "maskinen spinder som en kat", kan den udgøre en risiko for høreskader, hvis der ikke tages nogle forhåndsregler.

Kort fortalt kan støj defineres således:



Støj er lyde, der har en negativ indflydelse på menneskers fysiske og psykiske velvære.

For at kunne forstå hvad støj er, så er der nogle grundlæggende begreber, som man skal kende. Dem vil vi forsøge at beskrive i det følgende. Men først vil vi give læseren en kort introduktion til det, denne bog også handler om – nemlig vibrationer.



Figur 1 og 2 - Som ringe i vandet



1.2 HVAD ER VIBRATIONER?

Når man taler om støj, bør man også tale om vibrationer. Vibrationer findes overalt om bord i et fiskefartøj. Der er mange vibrationskilder, der alle giver deres større eller mindre bidrag til, at vibrationer af forskellig intensitet kan mærkes ombord.

Vibrationer er svingninger, der fremkaldes af de kræfter, som påføres eksempelvis dæk, fundament, spant, garnering etc. (figur 1). Kræfter er omdannet energi hvilket nødvendigvis må betyde, at vibrationer også er omdannet energi. Energi, der slippes løs, omdannes altid til varme. Vibrationer omdannes derfor også til varme.

Uhensigtsmæssige vibrationer kan, udover at skabe en masse unødigt støj, også betyde dårligere trivsel om bord og have en negativ effekt på skibets konstruktion. Revner i strukturen er et typisk eksempel på, hvad uhensigtsmæssige vibrationer kan medføre.

1.3 STØJ ER SOM RINGE I VANDET

Lyd er trykssvingninger i luft. De frembringes som regel ved at flader eller genstande bringes til at svinge og derved overfører en tilsvarende svingning til luften. Den nemmeste og mest klassiske måde, at illustrere en trykssvingning og den måde de forplanter sig på, er ved følgende eksempel:

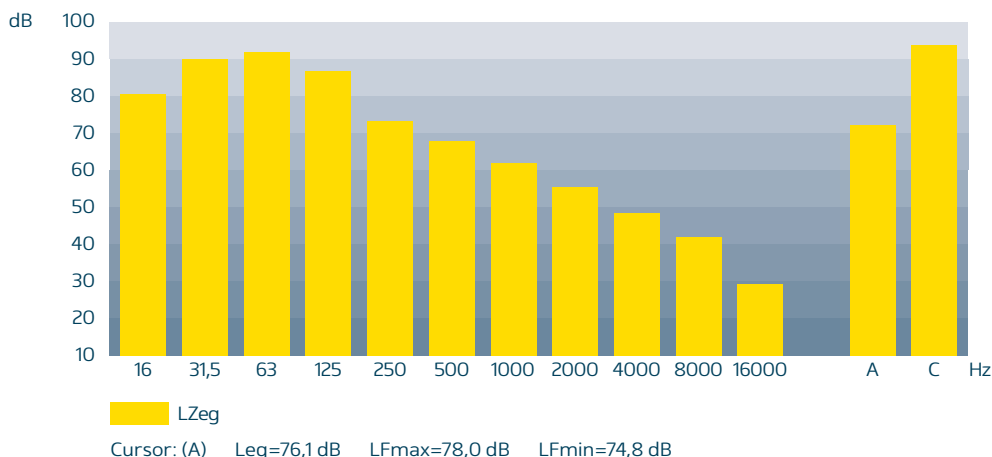
Hvis man kaster en sten i en sø, kan man se, at der dannes små bølger/ringe på overfladen. Disse bølger kan man også kalde svingninger i vandet. Svingningerne ligesom ruller hen over overfladen, og man kan se, hvordan de spreder sig som ringe (figur 2).

På samme måde opstår der bølger/ringe eller svingninger i en stålplade, hvis man slår på den med eksempelvis en hammer. Svingningerne forplanter sig i luften. Når svingningerne rammer ørets trommehinde, sættes den i bevægelse, hvilket er ensbetydende med, at man hører et brag eller et bank. Vibrationerne i stålpladen er via lydbølger i luften blevet til svingninger på trommehinden.

1.4 FREKVENNS

Støj og lyde opstår med andre ord, når svingninger i luften rammer ørets trommehinde. Nu er der imidlertid forskel på, hvordan lyde og støj lyder. I dagligdagen kalder vi det for lydens karakter. Når vi hører et tågehorn fra et større skib, siger vi, at tonen er dyb. Og når vi hører én slå en ske mod et glas, taler vi om en høj lyd. Udover det taler vi også om, at lyden er metallisk, skvulpende, knirkende eller måske susende.

Disse mere subjektive beskrivelser af lyde bruger vi ofte, når vi skal gengive en oplevelse, vi har haft. Uden disse beskrivelser af støj og lyde ville vores sprog hurtigt komme til kort.



Figur 3 - Måling efter ombygning - Gennemsnit: 69,2 dB (A)

Frekvensanalyse fra målingen i den kombinerede kabys og messe i bagbord side efter ombygningen

Om lyden er dyb eller høj afgøres af dens frekvens. Frekvenser måles som svingninger pr. sekund. Når f.eks. en guitarstreng anslås, så fremkalder den en tone, og man kan se, at strengen svinger. Tonen – frekvensen – ændres ved, at man trykker ind på guitarens gribebræt. Tonen bliver enten højere eller dybere, alt efter hvor man presser ind på gribebrættet. Høje toner har høje frekvenser, og dybe toner har lave frekvenser.

Generelt regner man med, at det menneskelige øre kan opfatte svingninger mellem 20 – 15.000 Hertz (HZ). Hz = svingninger pr. sekund.

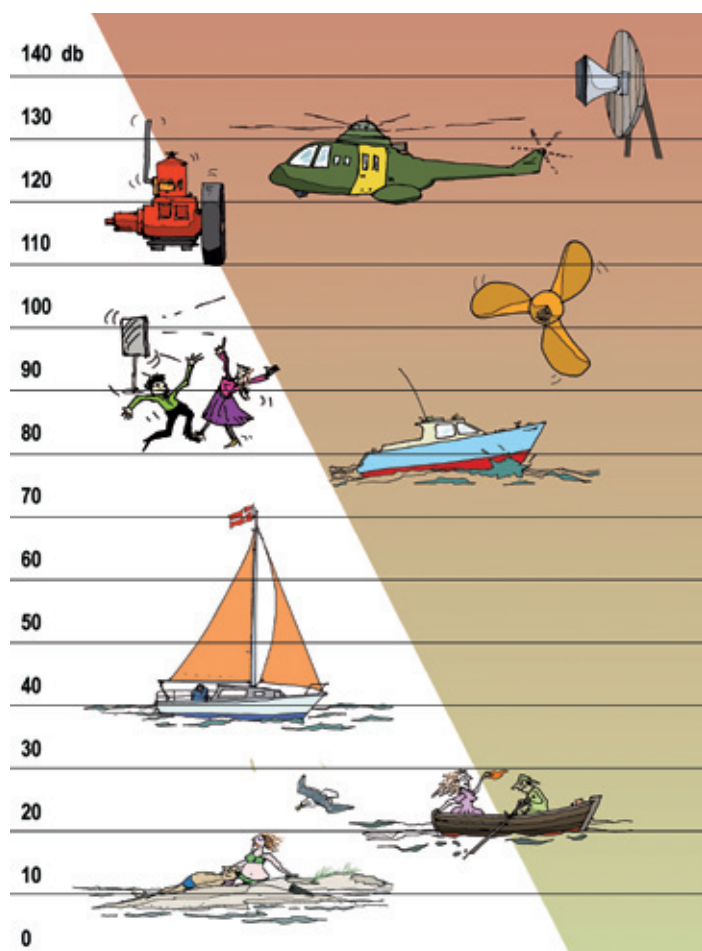
Lyde og støj i hverdagen består dog sjældent kun af én tone. Støjen/lydbilledet er typisk sammensat af flere toner/frekvenser. Nogle gange er lydbilledet konstant og uden variationer, andre gange ændres det hele tiden.

Om bord på et fiskefartøj er lydbilledet ofte konstant, hvorimod lyden/støjen fra en landevej er varierende, for den ændrer sig, hver gang en bil kører forbi.

I lydtekniske termer kalder man et konstant lydbillede for en harmonisk svingning. Det betyder, at den er karakteriseret ved, at den gentages efter et vist tidsrum.

Frekvenserne frembragt af de forskellige støj-kilder giver ved sammenlægning det kombinerede signal. Det totale lydbillede kan på denne måde vises grafisk i et frekvensspektrogram. Frekvensspektrogrammet beskriver amplituden (lydtrykket) som funktion af frekvensen. Figur 3 er eksempel på, hvordan forskellige periodiske signaler og frekvenser påvirker hinanden og hvorledes det kombinerede lydbillede ser ud.

For at få et indtryk af lydtryksniveauet set i forhold til frekvensen benyttes en frekvensskala. Frekvensskalaen kobler støjens lydtryk sammen med frekvensfordelingen. Af praktiske grunde er frekvensskalaen delt op i frekvensbånd. Lydtrykket bestemmes herefter indenfor hvert bånd ofte benævnt 1/1 eller 1/3 oktav. Når der er tale om frekvensanalyse om bord i fiskeskibe, skal frekvensanalysen altid udføres i 1/1 oktav.



Figur 4 - Decibelskala

Udsættes en person for kontinuert støj på mere end 80 dB(A) i 40 timer om ugen gennem længere tid, vil dette indebære en risiko for høreskader.

1.5 EGENFREKVENNS

Alle konstruktioner, elementer, komponenter, motorer etc. har en egenfrekvens. Som forklaret ovenfor betyder ordet frekvens svingninger pr. sekund. Ordet egenfrekvens er derfor de enkelte deles eller konstruktioners egne svingninger pr. sekund.

Når en kraft påtvinges eksempelvis et dæk eller skot, vil antallet af svingninger være afhængig af konstruktionens stivhed og vægt. Konstruktionens antal svingninger pr. sekund er dens egenfrekvens.

På fiskefartøjer er stor stivhed i konstruktionen ensbetydende med, at intensiteten af svingningen dæmpes hurtigere. Konstruktionen er simpelthen bedre til at optage kraften, den påtvinges.

1.6 RESONANS

Resonans er et fænomen, der kan opstå, når en konstruktion eller et element påtvinges en kraft med en frekvens lig elementets egenfrekvens. Hvis kraften er stor nok, vil elementet svinge eller vibrere voldsommere og kan fremkalde resonansstøj. Resonans opstår tit under havne-manøvre, hvor eksempelvis et bestemt omdrejningstal på propellen, der er atypisk under normale driftsbetingelser, skaber mere støj og flere rystelser i skibet.

1.7 LYDTRYKNIVEAU

Lydtrykniveau angives i decibel og forkortes **dB**. Decibel er – i tekniske vendinger – en logaritmisk skala. Brugen af decibelskalaen (figur 4) er praktisk, fordi den udtrykker styrken af

1 dB

Mindste ændring i lydtrykniveau der kan opfattes af det menneskelige øre.

3 dB

Hvis støjen fra to identiske kilder (f.eks. to hjælpemotorer der hver for sig har et lydtrykniveau på 100 dB) lægges sammen, vil der ske en forøgelse af lydtrykniveauet (støjniveauet) på 3 dB.

6 dB

Det menneskelige øre vil opfatte denne stigning som en væsentlig forskel i lydtrykniveauet.

10 dB

Opfattes som en fordobling af støjen.



lyden. Skalaen forholder sig objektivt til støjens og fortæller, hvornår der kan være risiko for høreskader. Decibelgrænserne (lyd-trykniveau) er bestemmende for, hvor meget det må støj bestemte steder på et skib, hvilket gør dem meget operationelle.

Ovenstående variationer i lydtrykniveau angiver størrelsesordenen for, hvordan en given ændring i dB opfattes af det menneskelige øre.

Decibelskalaen er tilpasset det menneskelige øre. Det gør den meget brugbar i hverdagen.

1.8 RENTONE- OG BREDBÅNDET STØJ

Lyd indeholder som tidligere nævnt frekvenser. Støj, der domineres af en frekvens, kaldes for rentonestøj. Frekvensen fra eksempelvis en generator under havneophold, hvor ingen andre maskiner er i brug, vil fremkalde rentonestøj. Ligeledes er klartonen fra en telefon eller lyden fra fjernsynets prøvebillede en rentonet lyd.

Modsat indeholder bredbåndstøj flere frekvenser, hvilket typisk er et forhold, der gælder om bord i fiskefartøjer. Der findes mange støjklender om bord, som alle bidrager med hver deres frekvens. Støjen indeholder med andre ord flere komponenter. Støjsignalet består af en kombi-

nation af disse støjtyper med bredbåndet støj overlejret med et antal mere eller mindre rene toner. Idet støj som regel består af mange frekvenser, og man ønsker at få et overblik over dem, deles frekvensskalaen op. Hver del kaldes et frekvensbånd. Frekvensbånd af forskellig bredde anvendes af praktiske hensyn. For et oktavbånd er øverste grænsefrekvens det dobbelte af nederste grænsefrekvens. Centerfrekvensen defineres som middelværdien af øvre og nedre grænsefrekvens for båndet.

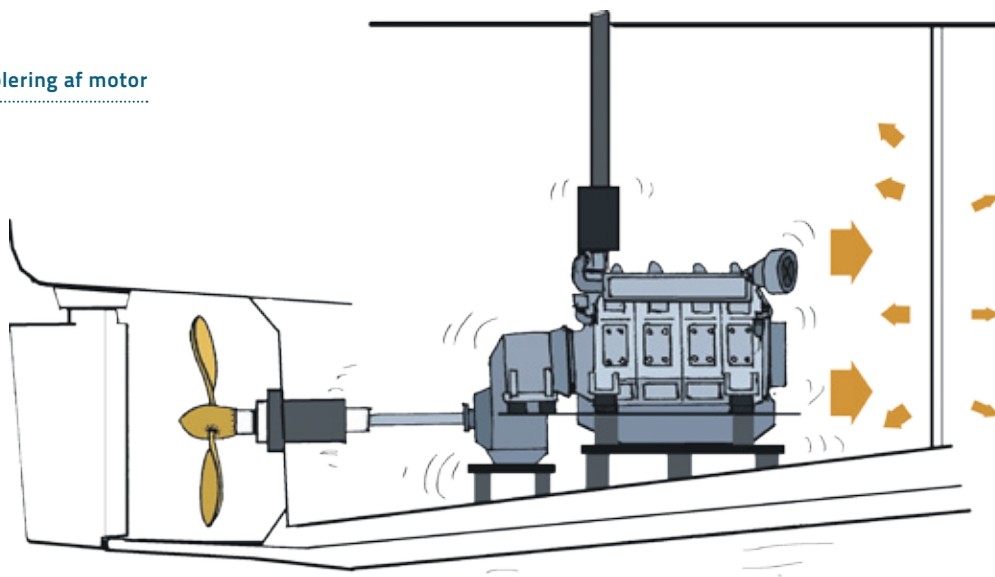
Måleapparater er i stand til at inddеле støjen i frekvensbånd. Det gør det muligt at identificere hvilke frekvensområder, der bidrager mest til støjen.

1.9 FREKVENSANALYSE

For at få et støjbillede laver man en frekvensanalyse. Enhver maskine efterlader et akustisk fingeraftryk afhængig af type.

Normalt vil man dele frekvenserne op i områder kaldet oktavbånd. Denne opdeling giver en hurtig og simpel oversigt over lydniveauet ved de forskellige frekvenser og dermed mulighed for at se, om det er det generelle niveau eller enkelte frekvenser, der udgør støjen.

Figur 5 - Isolering af motor



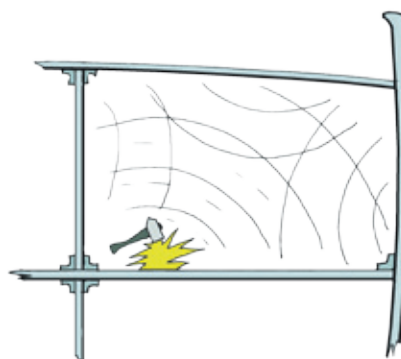
Denne analyse giver en bedre mulighed for at finde den rette løsning på det aktuelle problem. På side 13 er der vist en frekvensanalyse.

1.10 DÆMPNING

Alle, der har prøvet at snakke sammen med en arbejdskollega i en stor tom auktionshal, ved hvor høj lyden kan opleves, og kan ganske givet også genkalde sig det ekko, der ofte høres i sådanne haller. Alle, der har prøvet at flytte ind i et nyt hus eller en ny lejlighed, kan sikkert også huske den rungende lyd, et møbleret værelse giver, når man træder ind i det.

Når vi har haft disse oplevelser af lyden, ved vi godt, at den rungende lyd bliver dæmpet, så snart der kommer fisk og mennesker ind i auktionshallen, eller når der kommer møbler ind i værelset. Ekkoet og den rungende lyd formindskes eller forsvinder.

I mere tekniske vendinger siger man, at et ekko formindskes, når lydbølgerne absorberes. Når noget absorberes, kan man lidt populært sige, at det forsvinder ind i et andet materiale, som når man tørrer vand op med en svamp.



Figur 6 - Lyden reflekteres

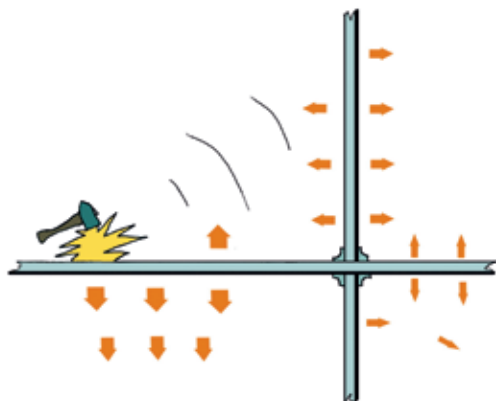
I det hele taget kan man sammenligne mange dæmpningsmaterialer med en almindelig svamp. Nogle svampe suger meget vand til sig, og andre suger mindre vand til sig. Svampens struktur, og det materiale, som svampen er lavet af, er bestemmende for, hvor god svampen er til at opsamle vandet. På tilsvarende måde kan man sige, at strukturen og dæmpningsmaterialet afgør, hvor meget lyden dæmpes i et eller andet vilkårligt værelse eller rum.

1.11 EFTERKLANGSTID

Et rums efterklangstid er et mål for, hvor hurtigt ekkoet eller lydrefleksionerne dør ud. Efterklangstiden er den tid, det tager lydtrykniveauet at falde 60 dB, efter en lydkilde er blevet afbrudt. Rummets volumen og mængden af absorberende materiale er afgørende for efterklangstiden.

Som det fremgår af figur 6, reflekteres lyden i rummet uden absorptionsmaterialer rundt i rummet. Tiden, det tager, før lyden "har lagt sig" eller "er klinget af", er derfor længere.

Hvorvidt man ønsker en lang eller kort efterklangstid, afhænger af rummets formål. I en koncertsal, hvor store orkestre spiller symfonier, vil man typisk have brug for en anden efterklangstid end på et kontor. For rum eller lokaler på land er der fastsat grænser for efterklangstiden.



Figur 7 og 8 - Strukturbåren støj

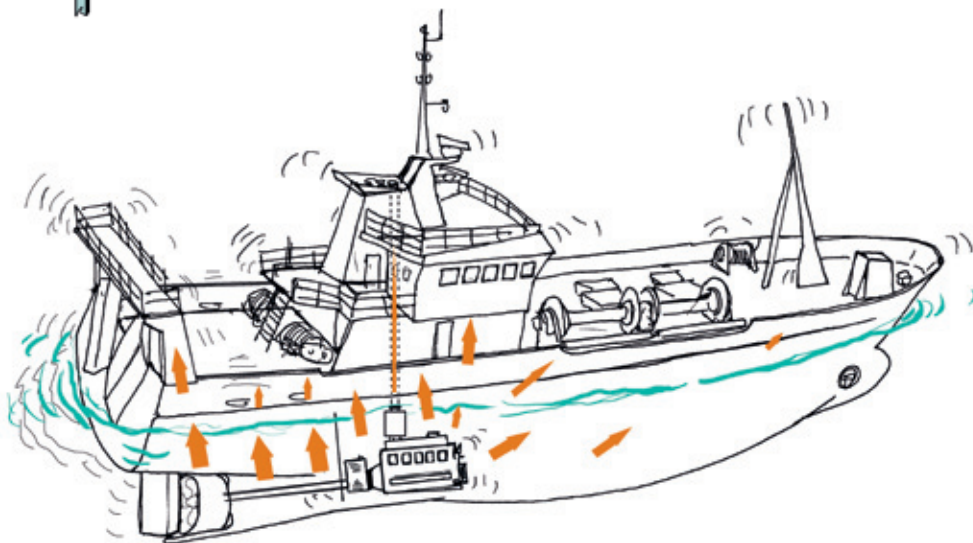
1.12 LUFT- OG STRUKTURBÅREN STØJ

Støjen og vibrationerne, der findes om bord i et skib, kommer hovedsageligt fra hoved- og hjælpemaskineri, pumper, propeller, hydraulik etc. Støjen består af to bidrag, der transmitteres af to forskellige transmissionsveje.

For det første består den af et bidrag, som stammer fra udstrålet luftlyd i lokalet, hvor kilden befinder sig. Denne støj udbredes gennem åbninger. Dette bidrag til støjen kaldes den luftbårne støj.

Det andet bidrag skyldes, at støjkilden transmitterer og genererer svingninger/vibrationer i skibets konstruktion. Disse svingninger/vibrationer sætter de omgivende skotter, bjælker, dæk etc. i svingninger, som så transmitteres gennem skibets konstruktion, hvor den igen udstråles som lyd af dørk, skot, garnering, lofter og vinduer. Dette bidrag kaldes strukturbåren støj.

Alt efter hvor langt man er fra støj- og vibrationskilden, udgør den strukturbårne støj om bord i fiskefartøjer typisk det største problem. Om det er struktur- eller luftbårne støj, har imidlertid først betydning ved valg af metode til reduktion af støjen. Luftlyd pakkes ind eller isoleres, hvori strukturbåren støj skal bekæmpes ved at isolere støjkilden fra resten af skibets konstruktion.



Vidste du...

...at en dæmpning af
støjniveauet med 3 dB
betyder, at man kan opholde
sig dobbelt så længe i støjen
med samme risiko for
høreskade...

Kapitel 2

Støjens virkning på øret og kroppen

2.1 STØJ OG HØRELSE

Øret er et højt udviklet og sensitivt sanseorgan, der er i stand til at opfatte meget fine nuancer i lyden. I hverdagen tænker vi ikke meget over, hvordan øret virker. Det, vi er optaget af, er, om vi kan høre det, vi skal, om lyden er for høj, eller om den eksempelvis er irriterende eller beroligende.

Til beskrivelse af lydstyrken bruges decibelskalaen. Decibelskalaen er lagt således an, at et menneske med normal hørelse kan høre et lydtryksniveau over 0 decibel (dB). I den anden ende af høreskalaen findes menneskets smertetærskel, der er på 120 dB.

Decibelskalaen er en såkaldt logaritmisk skala. Det betyder, at en øgning af lydstyrken med 3 dB fordobler lydenergien, der når øret. En dæmpning af støjniveauet med 3 dB betyder, at man kan opholde sig dobbelt så længe i støjen med samme risiko for høreskade.

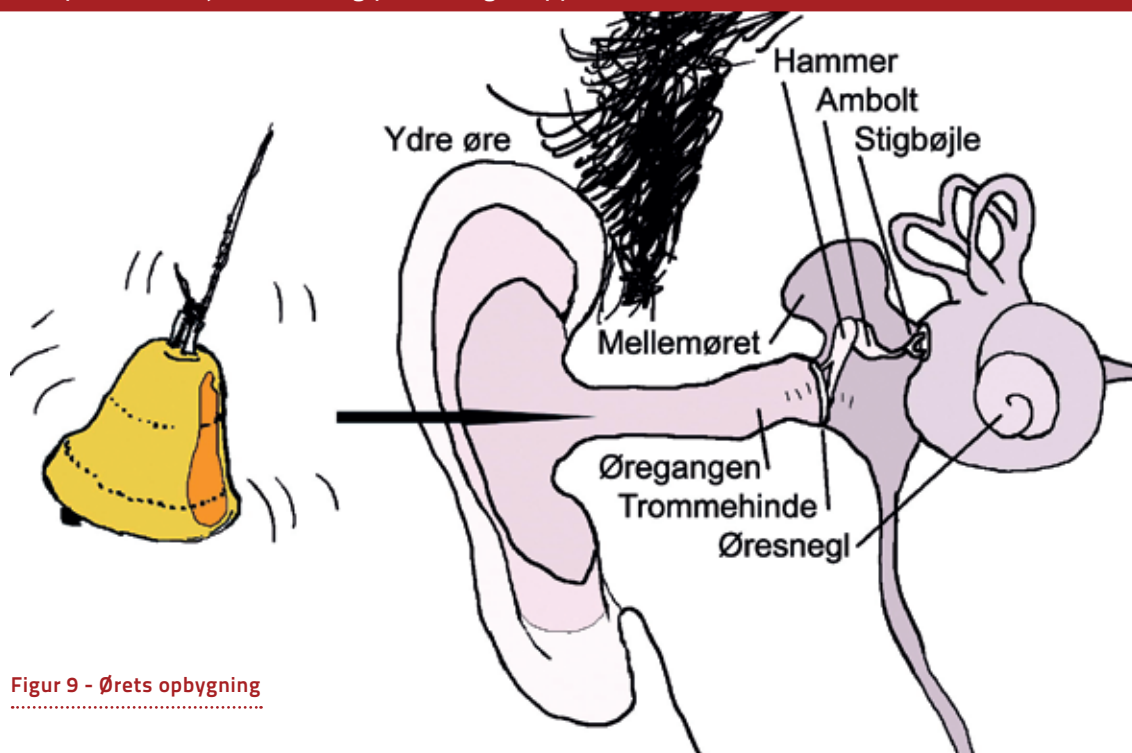
Et højt lydtryksniveau i kort tid kan således give samme støjbelastning som et lavere niveau i længere tid. Af nedenstående tabel ses, hvor længe det er muligt at opholde sig i et støjfyldt lokale ved forskellige støjniveauer. I tabellen ses, at effekten af støj i 8 timer ved 90 dB er den samme som i 10 minutter ved 107 dB. Lydtryksniveauet er derfor afgørende for, hvor længe man kan tåle støjen.

Hvad angår menneskets egen fornemmelse af lydvariationer, så opleves en stigning på 10 dB som en fordobling af lydniveauet. Dette vil med andre ord sige, at 90 dB lyder dobbelt så kraftigt som 80 dB. Blot en sænkning af støjen på nogle få dB har derfor også betydning.

Til sammenligning af støjniveauer kan nævnes, at almindelig samtale foregår med en styrke på ca. 60 dB. Overstiger støj fra omgivelserne 75 dB, er det nødvendigt at hæve stemmen. Ved baggrundsstøj over 90 dB må man råbe til hinanden.

8 timer	→	85 db(A)
4 timer	→	88 db(A)
2 timer	→	91 db(A)
30 minutter	→	97 db(A)
15 minutter	→	100 db(A)





Figur 9 - Ørets opbygning

2.2 ØRETS OPBYGNING

Øret kan opdeles i tre dele. Det ydre øre, mellemøret og det indre øre. Vi ser kun det ydre øre samt øregangen ind til trommehinden. Funktionen af det ydre øre er at forstærke lyden, inden den rammer trommehinden, og at bidrage til at retningsbestemme lyde.

Mellemøret er et luftfyldt hulrum, hvor der sidder tre små øreknogler – hammeren, ambolten og stigbøjlen. Disse knogler overfører svingningerne fra trommehinden til det indre øre. I mellemøret findes der også to små muskler. Den ene bruges til at spænde trommehinden, og den anden bruges til at sikre, at der ikke kommer for store svingninger i stigbøjlen. På den måde kan øret i korte perioder selv dæmpe en smule for store lydstyrker.

Det indre øre er et væskefyldt hulrum, hvor ligevægtsorganet og øresneglen findes. I øresneglen sidder en række hårceller. De omformer svingningerne til nerveimpulser, der via nervebanerne sendes til hjernen.

Ørets følsomhed varierer i forhold til tonehøjden. Derfor sker der i øret en vis vægtning af lydbilledet, som man hører, hvorfor det er hensigtsmæssigt at korrigere/vægte de målte lydtryksniveauer, så de passer bedre med det, der høres. Det gøres med et såkaldt "A-vægtningsfilter". A-vægtningen bevirker, at der "skæres af" de høje og de dybe toner, når der måles. Når en målt lydstyrke er korrigeret med A-vægtningsfilter, angives lydstyrken som dB(A).

2.3 STØJENS VIRKNING PÅ MENNESKET I HVERDAGEN

Støj har en række sundhedsmæssige virkninger på mennesker

- Vedvarende støjbelastning over 80 dB(A) indebærer risiko for høreskader.
- Vedvarende støjbelastning på 85 dB(A) indebærer risiko for alvorlige høreskader.
- Vedvarende støjbelastning på 90 dB(A) indebærer, at risikoen for alvorlige høreskader er næsten tre gange så høj som ved en støjbelastning på 85 dB(A).
- Kraftig impulsstøj med spidsværdier over 130-140 dB(C) kan skade hørelsen selv ved ganske få kortvarige påvirkninger. Impulsstøj kommer fra fx slag, metal mod metal.
- Støj kan medføre tinnitus (susen for ørerne) og lydoverfølsomhed (hvor selv lyde med forholdsvis lavt niveau forekommer meget generende).
- Støj kan bl.a. ved at ændre åndedrætsrytme og øge blodtrykket belaste og skade organismen over længere tid.
- Visse kemiske stoffer kan gøre øret mere følsomt for støj eller kan på anden måde skade hørelsen.
- Kraftige vibrationer, der optræder sammen med støj, kan forøge risikoen for høreskader.
- Svag støj kan forstyrre arbejdsfunktioner, der kræver koncentration, og selv svag støj kan være psykisk belastende.

Støj påvirker således ikke kun hørelsen, men hele kroppen og den måde den fungerer på, og de psykologiske virkninger af støj kan være lige så slemme som de fysiske. Mens en høj støjpåvirkning (sundhedsskadelig støj) kan medføre hørenedsættelse, kan en mindre støjpåvirkning (generende støj) også give en række sundhedsmæssige effekter.

Når kroppen udsættes for støj, reagerer den ved at producere en række hormoner, der øger kroppens beredskab mod farer – såkaldte stresshormoner, der ruster kroppen til flugt eller kamp for at overleve. På den måde kan reaktionen være nyttig, men hvis der ikke er brug for et sådant beredskab, kan støj medføre en u hensigtsmæssig stressreaktion.

Et højt vibrationsniveau kan have en tilsvarende negativ effekt, og kombinationen af støj og vibrationer, som er hyppig på skibe, må derfor begrænses mest muligt.

2.4 HØRESKADERS OPSTÅEN

Når man har været støjeksponeret, er hørelsen påvirket i noget tid efter. Herefter bliver hørelsen som regel normal. Men gentager det sig, kan der komme varige kroniske skader på hørelsen. Kronisk hørenedsættelse opstår, når en person udsættes for vedvarende støj på over ca. 80 dB(A) over længere tid. Støjens styrke og varighed er afgørende for risikoen for høreskader, som stiger ved flere års ophold i støjende omgivelser.

Dansk Standard har på baggrund af viden og erfaringer udarbejdet nedenstående tabel (DS 797, "Bedømmelse af støjeksposering på arbejdspladsen med henblik på hørebeskyttelse") til vurdering af denne risiko.

Høreskaden opstår ved, at de mikroskopiske hårceller, der opfanger bevægelser i øresneglens væske, nedslides. Hårcellerne bliver først deformeret og herefter ved yderligere støjpåvirkning ødelagt. Sker dette, er høreskaden permanent.

Høreskader kan også opstå ved en enkelt og meget kraftig støjimpuls som f.eks. en eksplosion. Herved kan et område med hårceller blive ødelagt momentant. Denne høreskade vil også være permanent. Gentagne korte støjpåvirkninger af høj intensitet, som fx et hårdt slag fra metal på metal (såkaldt impulsstøj), er særlig tilbøjelige til at give høreskader som dem, der opstår efter vedvarende støjpåvirkning.

2.5 FORSKELLIGE RISICI FOR HØRESKADER

Mennesker har forskellig risiko for, at en høreskade opstår. De mest følsomme personer får begyndende hørenedsættelse kort tid efter udsættelse for sundhedsskadelig støj, mens andre tåler støjen meget længere. Derfor kan det være fornuftigt at undersøge støjudsattes hørelse ved en såkaldt audiometri (høreprøve), som kan fange begyndende hørenedsættelse, allerede før man selv er opmærksom herpå.

Støjbelastning på arbejdspladsen i 10 år

Risiko for høreskade

80 dB(A)	0%
85 dB(A)	4%
90 dB(A)	11%
95 dB(A)	24%

Støj påvirker også andet end hørelsen

- Støjudløst stress kan påvirke åndedrætsrytme og blodtryk
- Støj påvirker koncentrationsevnen
- Støj reducerer arbejdsevne og produktivitet
- Støj kan give hovedpine
- Støj forstyrrer nattesøvnen
- Støj øger risikoen for fejl og ulykker



2.6 DE SKADELIGE VIRKNINGER

Høreskaden starter ved de høje toner omkring 4000 Hertz. Derfor viser en begyndende høreskade sig ved, at den skadede person synes, at andre mumler, da han har besvær med at høre forskel på konsonanter som eksempelvis t- og s-lyde. Der er allerede nu opstået en permanent høreskade, og personen kan opleve misforståelser, og at andre ikke gider tale med ham, fordi han er svær at kommunikere med. Ved yderligere høreskade inddrages flere frekvensområder. Når evnen til at kommunikere med andre bliver forringet, er det særlig svært at

følge med i samtaler, hvor flere personer taler samtidigt eller at kommunikere, hvis der er baggrundsstøj. Kommunikationsproblemer kan også øge risikoen for ulykker om bord.

Tinnitus er et symptom, der i mange tilfælde følger med en høreskade og mærkes som en generende ringende lyd eller susen for ørene. Tinnitus er beskrevet som at sætte en støvsuger-slange op til øret eller som en kraftig tone - som klartonen fra en telefon. Tinnitus kan optræde i en periode eller blive kronisk og kan i så tilfælde medføre søvnbesvær, irritabilitet og i ekstreme tilfælde depression.

2.7 FOREBYGGELSE AF STØJSKADER

Støjniveauet under arbejde skal holdes så lavt, som det er teknisk muligt og rimeligt, og de akustiske forhold skal være tilfredsstillende. Unødig støjbelastning kan dæmpes ved hjælp af tekniske løsninger eller organisatoriske tiltag, og det er bedst at dæmpe støj ved kilden. Støjende udstyr, fx maskineri, kan gøres mindre støjende ved udskiftning (fx til mindre støjende udstyr), ved vedligeholdelse (fx fastgørelse eller smøring) eller ved indkapsling.

Unødig støjbelastning skal undgås både ved forekomst under og over grænseværdien. Man kan bl.a. tage følgende forhold i betragtning, når man skal vurdere, om støjbelastningen er unødig:

Er god praksis i branchen fulgt?

Er velkendte måder til at støjdæmpe maskiner udnyttet?

Er maskinerne ordentligt vedligeholdet?

Er støjende og ikke støjende aktiviteter adskilt?



Ved ophold i støjende omgivelser, hvor støjen ikke kan reduceres, skal der anvendes høreværn (prop eller kop). Ved korrekt og konsekvent brug kan ørepropper mindske støjbelastningen med 10-20 dB og ørekopper med 20-30 dB.

Disse værdier kan kun opnås hvis:

- **Høreværnet bruges hele tiden, mens man er udsat for støjen.**
Den samlede beskyttelse falder betydeligt, hvis høreværnet fjernes – selv i kort tid.
- **Høreværnet bruges korrekt.**
- **Høreværnet passer til den medarbejder, som bruger det.**
Ørepropperne skal passe til øregangen, og ørekopperne skal slutte tæt om ørerne.
- **Høreværnet vedligeholdes ordentligt.**

Hvis disse betingelser ikke er opfyldt, kan man højst regne med, at støjbelastningen mindskes med ca. 10 dB.

Vidste du...

...at en person, der udsættes
for kontinuert støj
på mere end 80 dB(A)
i 40 timer om ugen
gennem længere tid,
vil få beskadiget hørelsen...

Kapitel 3

Måling og beregning af støjbelastninger

3.1 MÅLING OG BEREKNING AF STØJ

For at finde frem til hvor meget en person belastes af den støj, han færdes i, skal der både foretages målinger og beregninger. Det skyldes, at den samlede støjbelastning skal ses over en hel arbejdsdag. En variation i lydtrykniveauet/støjniveauet på kun ganske få dB har nemlig stor indflydelse på, hvor skadelig støjen er. Den totale støjbelastning kræver, at alle støjvariationer medtages. Det er ligeså skadeligt at være udsat for 110 dB i 5 minutter som at være udsat for 85 dB(A) i 8 timer.

Generelt er retningslinierne til vurdering af støj rettet mod støjens virkning på mennesket. Denne vurdering retter sig mod risikoen bl.a. for:

- Høreskader
- Manglende taleforståelse
- Manglende trivsel

Til at analysere og vurdere støjbelastningen omkring en person benyttes i praksis en metode, der tager udgangspunkt i personens arbejdsområde. Støjbelastningen måles på de steder, hvor personen er beskæftiget over en hel dag. Her må man bestræbe sig på at placere mikrofonen ca. 10 cm. fra personens værst belastede øre.

Målingen foretages over en støjmæssig typisk periode af arbejdsdagen. Hvis man er overbevist om, at lyden ikke varierer, er det i mange tilfælde tilstrækkeligt at måle støjniveauet over 1 minut – eller kortere. Såfremt lyden varierer i styrke, bør målingen forlænges, således at en gennemsnitsværdi for hele dagen kan bestemmes.

Hvis personen i løbet af dagen er udsat for meget varierende støjniveauer, bør personen følges hele dagen, og målingerne bør foretages løbende. På denne måde kan man ved hjælp af nogle simple formler beregne en gennemsnitsbelastning over hele dagen. Gennemsnitsbelastningen over hele dagen kaldes i det lydtekniske sprog for:

$$L_{Aeq}$$

L_{Aeq} (det ækvivalente konstante lydtrykniveau) svarer til værdien af et konstant lydtrykniveau målt over samme periode. Det konstante lydtrykniveau er en form for udjævning af støjen over en given periode. Udjævningen – L_{Aeq} værdien – gør, at man bedre kan vurdere dens skadelige effekt på mennesket. Det gør det med andre ord nemmere at vurdere, hvor skadelig den varierende og samlede støjpåvirkning er for det enkelte menneske.



Kortlægning af støjforhold foretages ved brug af godkendt, vedligeholdet og kalibreret måleudstyr. Fiskeriets Arbejdsmiljøråd er i besiddelse af dette udstyr.

Smældene og skarpe lyde, som opleves, bør også medtages i beregningen. I praksis skal de medtages, hvis spidsværdierne overstiger 115 dB(A) mere end én gang i minuttet. Impulslyde bør derfor altid indregnes i L_{Aeq} -værdien. Korrektionen er på 5 dB, som lægges til den målte værdi for det givne tidsrum.

Sådanne kraftige impulser kan forekomme f.eks. ved:

- Slag – metal mod metal
- Hydraulikstøj ved brug af grej
- Resonansområder

3.2 BEREGNING AF STØJBELASTNING

Støjbelastning defineres som tidligere nævnt ved L_{Aeq} , hvor 85 dB(A) svarer til en 8 timers arbejdsdag. En arbejdsdag om bord i et fiskefartøj er imidlertid ofte længere. Støjbelastningen om bord kan derfor være større.

Øret får simpelthen ikke den samme mulighed for at "hvile ud" efter dagens arbejde.

Hvor meget denne belastning kan være, fremgår af beregningen herunder. Her vil vi gennemgå en typisk støjbelastning om bord i et fiskefartøj, hvor der er blevet foretaget systematiske støjmålinger.

3.3 EKSEMPEL PÅ STØJBEREGNING

Til beregningen af den samlede støjbelastning om bord benyttes en støjpointberegning. Fordele ved støjpointberegningen/metoden er, at den er relativ simpel at lære og meget nem at benytte i praksis. Der skal ikke foretages store og vanskelige beregninger, og resultatet af ens anstrengelser er næsten lige så brugbart, som hvis man benyttede sig af matematiske formler.

Følgende eksempel er opdigtet.

En fisker er i løbet af arbejdsdagen beskæftiget med diverse arbejder om bord i sit skib.

I løbet af 24 timer er han udsat for følgende støj (L_{Aeq}):

Hydraulikstøj	94 dB(A) i 2 timer
Arbejde på dæk	77 dB(A) i 6 timer
Arbejde med redskaber	87 dB(A) i 3 timer
Arbejde i maskinrum	100 dB(A) i 2 timer
Ophold i messe	75 dB(A) i 4 timer
Ophold i lukaf (hvile)	70 dB(A) i 7 timer

BEREGNINGSMETODE

Til beregning af støjbelastningen anvendes tabel 3.1 og tabel 3.2. Fra eksemplet ovenfor kan aflæses at:

Hydraulikstøj, 94 dB(A) i 2 timer
= 250 støjpoint

Da 94 dB(A) ikke findes i tabellen, benyttes den nærmeste værdi, som er: 95 dB(A)

Arbejde på dæk 77 dB(A) i 6 timer	10 støjpoint
Arbejde med redskaber 87 dB(A) i 3 timer	40 støjpoint
Arbejde i maskinrum 100 dB(A) i 2 timer	790 støjpoint
Ophold i messe 75 dB(A) i 4 timer	5 støjpoint
Ophold i lukaf (hvile) 70 dB(A) i 7 timer	0 støjpoint
Støjpoint ialt	1095 støjpoint

Tabel 3.1

Støjpoint for støjniveau 75-115 dB(A) og varighed fra 2 minutter til 8 timer pr. dag

Varighed pr. dag	Støjniveau, dB(A)								
	75	80	85	90	95	100	105	110	115
2 min.					5	15	40	130	415
3 min.					5	20	65	200	625
4 min.					10	25	85	265	835
5 min.				5	10	35	105	330	1040
6 min.				5	10	40	125	395	1250
8 min.				5	15	55	165	515	1670
10 min.				5	20	70	210	660	2080
12 min.			5	10	25	80	250	790	2500
14 min.			5	10	30	90	290	920	2920
16 min.			5	10	35	105	330	1050	3330
18 min.			5	10	40	120	375	1190	3750
20 min.			5	15	40	130	415	1320	4170
24 min.			5	15	50	160	500	1580	5000
30 min.			5	20	65	200	625	1980	6250
36 min.			10	25	75	235	750	2370	7300
42 min.		5	10	30	90	275	875	2770	8750
48 min.		5	10	30	100	315	1000	3160	10000
1 time		5	15	40	125	395	1250	3950	12500
1 time 12 min.		5	15	45	150	475	1500	4740	15000
1 time 24 min.		5	20	55	175	555	1750	5530	17500
1 time 36 min.		5	20	65	200	630	2000	6320	20000
1 time 48 min.		5	25	70	225	710	2250	7110	22500
2 timer	5	10	25	80	250	790	2500	7910	25000
2 timer 24 min.	5	10	30	95	300	950	3000	9490	30000
2 timer 48 min.	5	10	35	110	350	1110	3500	11100	
3 timer 12 min.	5	15	40	125	400	1260	4000	12600	
3 timer 36 min.	5	15	45	140	40	1420	4500	14200	
4 timer	5	15	50	160	500	1580	5000	15800	
5 timer	5	20	65	200	625	1980	6250	19800	
6 timer	10	25	75	235	750	2370	7500	23700	
7 timer	10	30	90	275	875	2770	8750	27700	
8 timer	10	30	100	315	1000	3160	10000	31600	

I tabel 3.2 ses at:

1000 støjpoint svarer til 95 dB(A)

1250 støjpoint svarer til 96 dB(A)

Den totale og gennemsnitlige støjbelastning som fiskeren udsættes for, kan herefter findes ved at gå ind i tabel 3.2. Idet 1095 støjpoint er nærmere 1000 end 1250, fastsættes belastningen til at være 95 dB(A) over 24 timer. Ser man på de enkelte processers støjpoint, fremgår det,

at maskinrumsstøjen giver det største bidrag. Til trods for at fiskeren "kun" opholder sig her i 2 timer, er støjen fra maskinrummet forsat den værste støjkilde.

Ifølge Søfartsstyrelsens tekniske forskrift om støj i skibe, må den daglige personlige støjbelastning (12 timer) ikke overstige 83 dB(A). I ovenstående eksempel er denne grænse overskredet. Fiskeren bør derfor som minimum bruge høreværn, når han arbejder i maskinrummet.

Tabel 3.2

Omsætning af støjpoint til L_{Aeq} over en 24 timers arbejdsdag

Sum af støjpoint	Energiækvivalent støjniveau dB(A)
10	75
15	77
20	78
25	79
30	80
40	81
50	82
60	83
80	84
100	85
125	86
160	87
200	88
250	89
315	90
400	91
500	92
630	93
800	94
1000	95
1250	96
1600	97
2000	98
2500	99
3150	100
4000	101
5000	102
6300	103
8000	104
10000	105
12500	106
16000	107
20000	108
25000	109
31500	110

Vidste du...

...at som fisker kan du få
Fiskeriets Arbejdsmiljøråd
til at hjælpe dig med
at kortlægge dit støjniveau
og beregne din støjbelastning
om bord...

Kapitel 4

Den analytiske problemløsningsmodel

4.1 GENERELT

Når noget er uafklaret, er der ofte tale om, at vi har et problem. Nogle vil kalde det en opgave. Problem eller opgave: Begge løses, men fremgangsmåden vil variere.

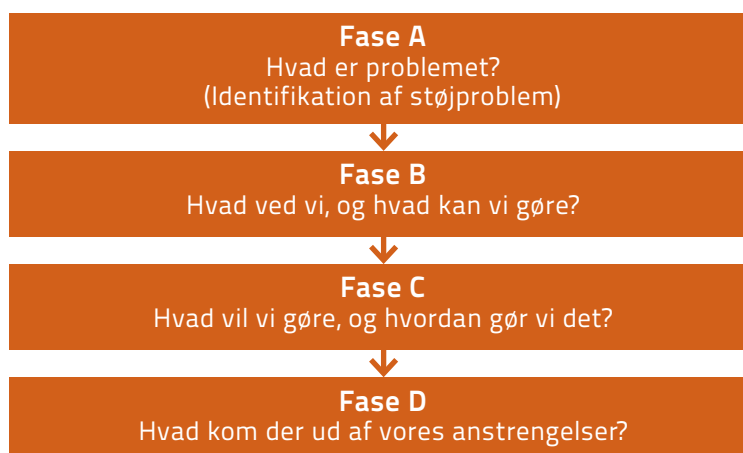
Undersøgelser viser, at 80 % af alle problemer løses intuitivt. Det vil sige, at vi løser dem på baggrund af vores erfaring og uddannelse. Denne type problemer/opgaver tager sjældent ret lang tid at finde en løsning på og betragtes derfor sjældent som noget, der kræver mange overvejelser.

De sidste 20 % af alle problemer løses enten ved at prøve sig frem eller ved at være analytisk. Ikke alle mennesker har prøvet at løse problemer analytisk. Derimod har de fleste sikkert på et eller andet tidspunkt stødt på problemer, der er blevet løst ved at prøve sig frem.

Den analytiske problemløsningsmodel er velegnet, når større og uoverskuelige opgaver skal løses. Metoden er speciel velegnet, idet den fastsætter et forløb for problemløseren. Man tvinges i løbet af problemløsningsprocessen til at tage stilling til en række spørgsmål, der ellers let kan overses.

Problemløsningsmodellen, vi gennemgår her, er den samme, som gennemgås på de arbejdsmiljøkurser, der afholdes for HSU-medlemmerne (havnesikkerhedsudvalg). Blot er den tilpasset behandlingen af støjproblemer, således at man her har et godt værktøj til at analysere sig frem til en løsning.

Problemløsningsmodellen er opdelt i følgende hovedpunkter – 4 faser:



4.2 UNØDIG STØJ OM BORD I FISKESKIBE

Om bord i fiskeskibe har man et problem, når besætningen udsættes for unødigt støj. Søfartsstyrelsen stiller i den "Tekniske forskrift om arbejdets udførelse om bord i skibe" i § 13 følgende krav vedrørende støj:

"Unødig støjbelastning skal undgås. Støjniveauet under arbejdet skal derfor holdes så lavt, som det er rimeligt under hensyntagen til den tekniske udvikling. Fastsatte grænseværdier skal overholdes."

Dæmpningen af støj er imidlertid ikke kun noget, man skal gøre for at opfylde myndighedernes krav. Det er i højere grad et spørgsmål om at passe på sin hørelse. Alt for mange fiskere har på grund af mange års udsættelse for unødigt støj en nedsat hørelse. Det er derfor ikke målet udelukkende at udarbejde et værktøj, der hjælper én til at overholde Søfartsstyrelsens krav.

4.3 DEN ANALYTISKE PROBLEMLØSNINGS MODEL BRUGT PÅ STØJOMRÅDET

Inden man går i gang med at løse eventuelle problemer, bør det gøres klart, hvad der er det reelle problem. Det er vigtigt, for det arbejde man skal til at påbegynde, at få startet fornuftigt. Hvis man ikke har fået identificeret problemet, vil mange gode intentioner løbe ind i endnu flere problemer, og mange gode kræfter vil være spildt.

Symptombehandling skal undgås. Eksempelvis er det bedre at lukke vinduet, hvis man sidder i træk, end at tage mere tøj på. Det, at man fryser er kun et symptom. Det åbne vindue er det reelle problem.

Man bør gøre sig klart, hvad der er årsagen til symptomerne, ellers løser man ikke problemet.

Problemer kan skyldes flere forhold. Pas derfor på ikke at stemple ét forhold som årsagen. Det kan hæmme den videre problemløsning.

Fase A

Hvad er problemet? - Kortlægning af støjen

At finde ud af, at der er støjproblemer om bord i et fiskefartøj, er sjældent noget problem. Det er ofte sværere at identificere kilderne til støjproblemerne, idet disse som regel er sammensat af mange støjklender. Forholdene skal undersøges, og der skal foretages en analyse af støjbilledet. Til identifikation af kilder til støjproblemer foreslås følgende fremgangsmåde:

1. Under hvilke driftskonditioner er der støjproblemer?

- Kortlægning af støjen i rummet
- I hvilke frekvensområder er der problemer?
- Hvad er støjniveauet målt i dB(A)?
- Permanent eller pludselig støj?

(Fiskeriets Arbejdsmiljøråd er i besiddelse af de nødvendige måleinstrumenter, og rådet foretager gerne kortlægningen af støjforholdene om bord).

Hvilke maskiner eller roterende dele kører?

- Hovedmotor
- Hjælpe motorer
- Kraftudtag
- Ventilation
- Propelstigning
- Pumpe
- Hydraulik

Undersøg driftsbetingelserne

- Fart
- Sø- og vejrforhold
- Vanddybde
- Omdrejningstal på maskiner og pumper
- Propeller pitch
- Olieforbrug
- Dybgang
- Står døre og vinduer åbne?
- Er pakninger i døre og vinduer intakte?

2. Kortlægning af støjklender

- Hvilke støjklender er der?
- Støjklendens driftsbetingelser og variationer
- Vibrerer støjklenden/omgivelserne?
- Hvordan opleves støjen i de forskellige rum?
- Hvordan lyder støjen?

3. Analyse af de indsamlede data

- Har vi overblik over støjforholdene til at bestemme problemet, eller har vi brug for flere analyser eller mere viden?
- Er der tale om struktur- og/eller luftbåren støj?

Fase B

1. Hvad ved vi om problemet?

I bestræbelserne på at udarbejde og vælge det rigtige løsningsforslag, har man brug for de rigtige informationer. Fase B er der, hvor man mere eller mindre ukritisk samler al den viden man har og kaster en masse løsningsforslag på bordet.

Det handler om ikke at begrænse sig. Al viden og alle løsningsforslag er i princippet lige gode. Inden man lægger sig fast på en bestemt løsning, er det vigtigt at skaffe de rigtige oplysninger ved eksempelvis at:

- undersøge den daglige praksis og fremgangsmåde
- kortlægge typiske hændelser og forløb
- undersøge om andre har stødt på lignende problemer
- tale med personer på stedet (følelser, meninger og kendsgerninger er alle oplysninger)
- afholde møder med de involverede parter
- dele de erfaringer man har
- bruge håndbøger, vejledningsmateriale, love og regler, etc.
- om nødvendigt at inddrage specialister, ledere eller andre personalegrupper i projektet

I informationsfasen er det vigtigt at få skrevet så mange informationer ned som muligt. Informationer, der i første omgang virkede ligegyldige, kan senere vise sig at være overordentlig vigtige for løsningen af problemet. Alt, der på en eller anden måde kan relateres til problemet, skal derfor registreres. Det er bedre med for mange oplysninger end for få.

a) Støjkilden set i forhold til resten af skibet

- Hvordan er støjkilden isoleret?
- Hvordan er isoleringen i det rum, hvor støjkilden står?
- Under hvilke driftsbetingelser er der problemer?
- Hvordan opleves vibrationerne i og omkring støjkilden?
- Ved hvilke omdrejningstal er der problemer?
- Hvordan er støjkilden fastspændt og tilsluttet de tilstødende rør, fundamenter og skotter?
- Er støjkilden i ubalance?

b) De belastede rum

- Hvordan er rummet støjisoleret?
- Er der tilladte støjgrænser, der skal overholdes?
- Hvordan er isoleringen monteret?
- Hvilken slags isolering er der brugt?
- Hvor gamle er isoleringsmaterialerne?
- Er isoleringen intakt?
- Hvad bidrager mest til støjen i rummet – dæk, skotter eller loft?
- Hvordan er rummet møbleret?
- Hvor er støjkilden placeret i forhold til rummet?

c) Generelle forhold

- Hvor på skibet opholder vi os mest og under hvilke betingelser?
- Hvordan påvirker støjen os i hverdagen?
- Hvilke støjproblemer kan løses ved kilden?
- Hvor er det vigtigst at få dæmpet støjen?
- Hvad siger lovgivningen om støjgrænser?
- Hvor længe opholder vi os i rummet?

Fase B**2. Hvad kan vi gøre for at løse problemet?****a) Eventuelle løsninger**

Kapitel 9 giver en række løsningsforslag til bekæmpelse af forskellige støjproblemer.

Når en løsning skal vælges, er det vigtigt at få besvaret følgende spørgsmål:

- Hvad vil de forskellige løsninger koste?
- Hvilke løsningsforslag giver den største effekt til laveste omkostninger?
- Hvor meget ønsker vi at investere?
- Hvilke materialer er godkendt af Søfartsstyrelsen?
- Hvem kan bistå med råd og vejledning?
- Hvilke erfaringer har andre gjort sig med tilsvarende problemer?

Fase C

1. Hvad vil vi gøre?

Besvarelsen af dette spørgsmål kan først ske, når mange af ovenstående spørgsmål er blevet besvaret. Fordele og ulemper skal holdes op mod hinanden, økonomiske vurderinger skal foretages, alternative tekniske løsninger skal diskuteres, og den forventede effekt sammenholdt med den økonomiske investering skal vurderes etc.

I modsætning til fase B skal man i fase C forholde sig kritisk til de mange løsningsforslag. Man skal finde ud af, hvad man vil gøre, og hvordan man vil føre løsningsforslaget ud i livet. Det er her, det viser sig, om man har været langt nok omkring problemet, til at kunne træffe de rigtige beslutninger og iværksætte den rigtige løsning.

Når løsninger på støjproblemer skal besluttet, er der nogle grundprincipper, der skal huskes:

- Forsøg altid først at bekæmpe støj-problemet ved kilden. Det vil altid give de bedste resultater.
- Se på nogle af de erfaringer andre har gjort sig. Der er ingen grund til at opfinde løsninger, der allerede eksisterer.
- Vær sikker på at løsninger, der vælges, er i overensstemmelse med de håndværksmæssige principper på området. Håndværkerne, der løser opgaven, skal vide, hvad de har med at gøre.
- Vær sikker på, at løsninger opfylder myndighedernes krav.
- Sørg for at løsninger er praktiske og funktionelle.
- Kan ændrede arbejds- og driftsprocedurer løse nogle af problemerne?
- Vær sikker på at de rigtige og vigtigste støjkloder er blevet identificeret.

Fase C

2. Hvordan vil vi gøre det?

Der skal udarbejdes en handlingsplan for, hvordan man ønsker at løse opgaven. Spørgsmål som skal besvares:

- Hvordan gør vi?
- Hvad gør vi?
- Hvem gør hvad?
- Hvornår gør vi det?
- Hvorfor gør vi det?
- Hvilke materialer skal vi bruge?
- Hvilke leverandører skal vi benytte?

Det er vigtigt at få skabt overblik over handlingsplanen. Arbejdet skal tilrettelægges og planlægges hensigtsmæssigt. Lav eventuelt en aktivitetsplan hvoraf det fremgår, hvordan opgaven løses fra A til Z.

Fase D**Evaluering – hvad fik vi ud af vores anstrengelser?**

Lav altid en evaluering af de valgte løsninger. Nye støjmålinger kan vise, hvor meget støj dæmpning man har opnået. Den opnåede dæmpning skal naturligvis sammenholdes med prisen.

Vidste du...

...at fiskere kan få
gratis rådgivning i forbindelse
med støjdæmpning hos
Fiskeriets Arbejdsmiljøråd
fx ved nybygning, ombygning,
motorudskiftning og indflagning...

Kapitel 5

Principper for dæmpning af støj og vibrationer

5.1 GENERELT

Mulighederne for støj dæmpning om bord i et fiskefartøj er mange. Man skal tænke sig om, før man lægger sig fast på en endelig løsning. Det er vigtigt, at konstruktøren kender de håndværksmæssige principper for støj dæmpning, så han undgår mange af de faldgruber, som findes.

5.2 HVORDAN ER DET BEDST AT REDUCERE STØJ OG VIBRATIONER?

Der findes i dag en stor viden indenfor støj- og vibrationsbekæmpelse. Der er mange leverandører og konsulenter, som kan vejlede og levere mange udmærkede materialer og komponenter til dette formål.

Det er dog et vigtigt princip, man altid skal huske: Forsøg altid at bekæmpe støj- og vibrationsproblemerne ved kilden.

Bekæmpelse af støj- og vibrationsproblemer ved kilden betyder i princippet, at støj kilden enten skal "pakkes ind" eller isoleres fra resten af skibet.

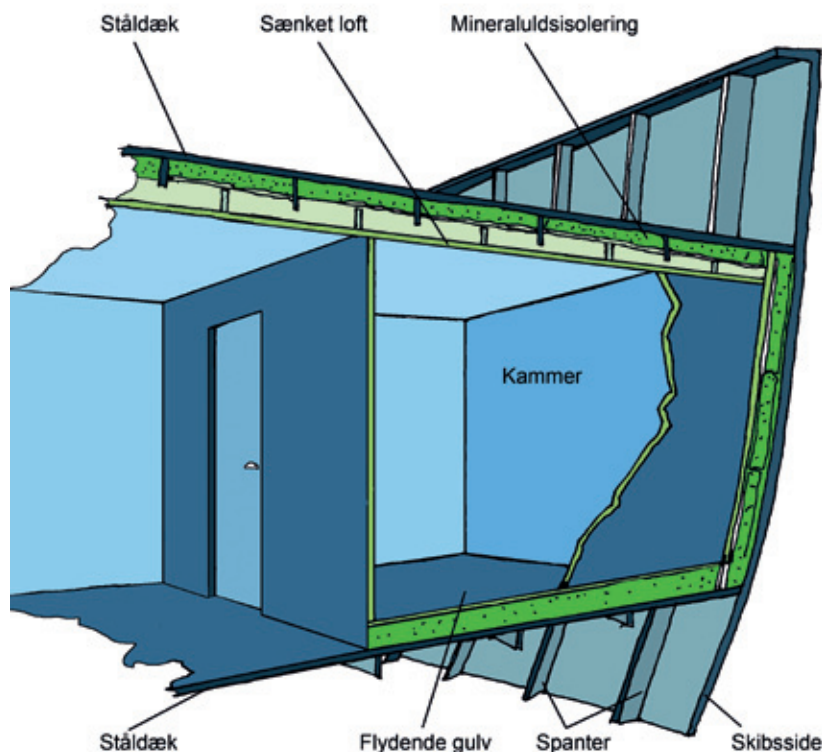
Ved dæmpning af kilden kan man gribe ind på 3 forskellige steder:

- Hvor lyden skabes
- Under udbredelsen i eller ved støj kilden
- Hvor lyden udstråles

I nogle tilfælde er det ikke muligt at finde løsninger på de tre områder. Man må derfor bruge andre metoder, nemlig symptom løsninger. Symptom løsninger er i princippet alle løsninger, der ikke løses ved kilden. På eksisterende skibe vælges ofte symptom løsninger. Dette skyldes, at de ofte er nemmere at håndtere.

Et typisk eksempel på en symptom løsning kan være:

- Indkapsling af maskinrum mod udtrængning af støj
- Ophængning af absorptionspaneler
- Udskiftning eller montering af pakninger i døre
- Flydende dørk



Figur 10
.....
Eksempel på opbygning
af et kammer

5.3 ISOLERING OG ABSORPTION

Ved isolering ønsker man at isolere den støjende komponent fra resten af skibet. På eksisterende fiskefartøjer er det sjældent, at man har denne valgmulighed. Pladsen er trang, og de mange forskellige driftsbetingelser har også indflydelse på forholdet. Eksempelvis har brugen af fjedrende understøtninger under hovedmotoren vist sig at være problematisk, hvilket gør det svært at isolere denne fra resten af skibet. Ligeledes er det svært at indkapsle maskindele pga. pladsmangel.

I stedet vælger man ofte at isolere et kammer eller et opholdsrum fra resten af skibet. Man har med andre ord valgt at pakke rummet ind. Denne løsning er ofte dyr, og man løser kun støjproblemet i det pågældende rum.

Når man vælger at støjdampe ved hjælp af absorption, ændrer man primært støjforholdene i det rum, hvor absorptionsmaterialet opsættes. Lyden absorberes med andre ord kun i rummet. Hvis det er i maskinrummet, man vælger at opsætte absorptionsplader, vil støjstrålingen fra hovedmotoren være den samme. Ved absorption ændres genklangen i rummet, idet denne reflekteres tilbage i rummet i dæmpet form, hvilket ændrer støjoplevelsen.

De fleste mennesker kender denne oplevelse fra tomme huse eller haller. Hvis der ingen møbler er i rummet, eller gulvet i hallen er hårdt, taler man om "at lyden runger". Denne "ringen" forsvinder først, når der kommer møbler, mennesker eller noget på gulvet til at absorbere lyden. Oplevelsen af støjen bliver anderledes.

Absorbenter i rummet forhindrer, at lyden kastes tilbage. Tæt ved maskiner vil den direkte lyd fortsat synes dominerende og kun dæmpes i mindre grad. Forbedringerne opleves dog mærkbart i rummet som helhed. Når refleksionerne dæmpes, ved man, fra hvilken retning støjen kommer, mens man i et lokale uden lyddæmpning kan have en fornemmelse af at drukne i støj.

Ved absorption dæmpes kun den luftbårne støj. Som det fremgår af figur 11, vil den strukturbårne støj fra hovedmotoren stadig forplante sig via skroget op i skibet.

Det er vigtigt at huske, at strukturbåren støj kun kan dæmpes ved at isolere komponenten fra den resterende del af skibet. Absorptionen hjælper derfor mest lokalt.

Absorptionsmaterialer er sædvanligvis porøse eller fibrøse materialer. Den indre struktur sættes i svingninger, hvorved den indfaldende lydenergi absorberes som følge af friktion i materialet. Denne friktion omsættes til varmeenergi.

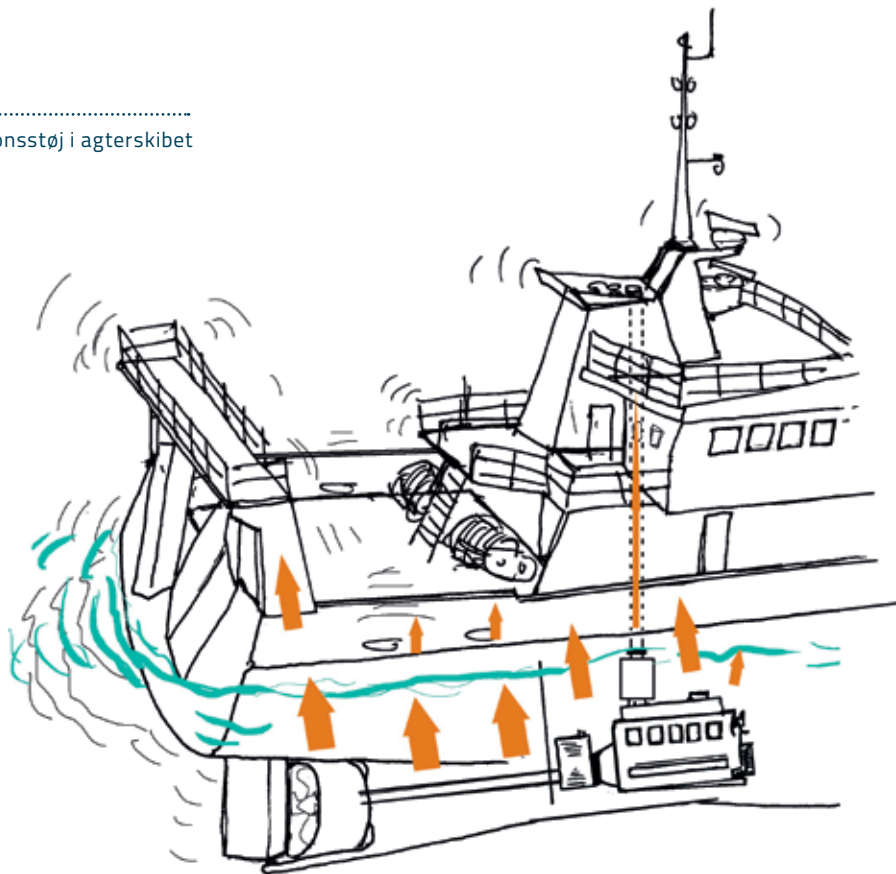
Materialer som glasuld og rockwool er gode absorptionsmaterialer.

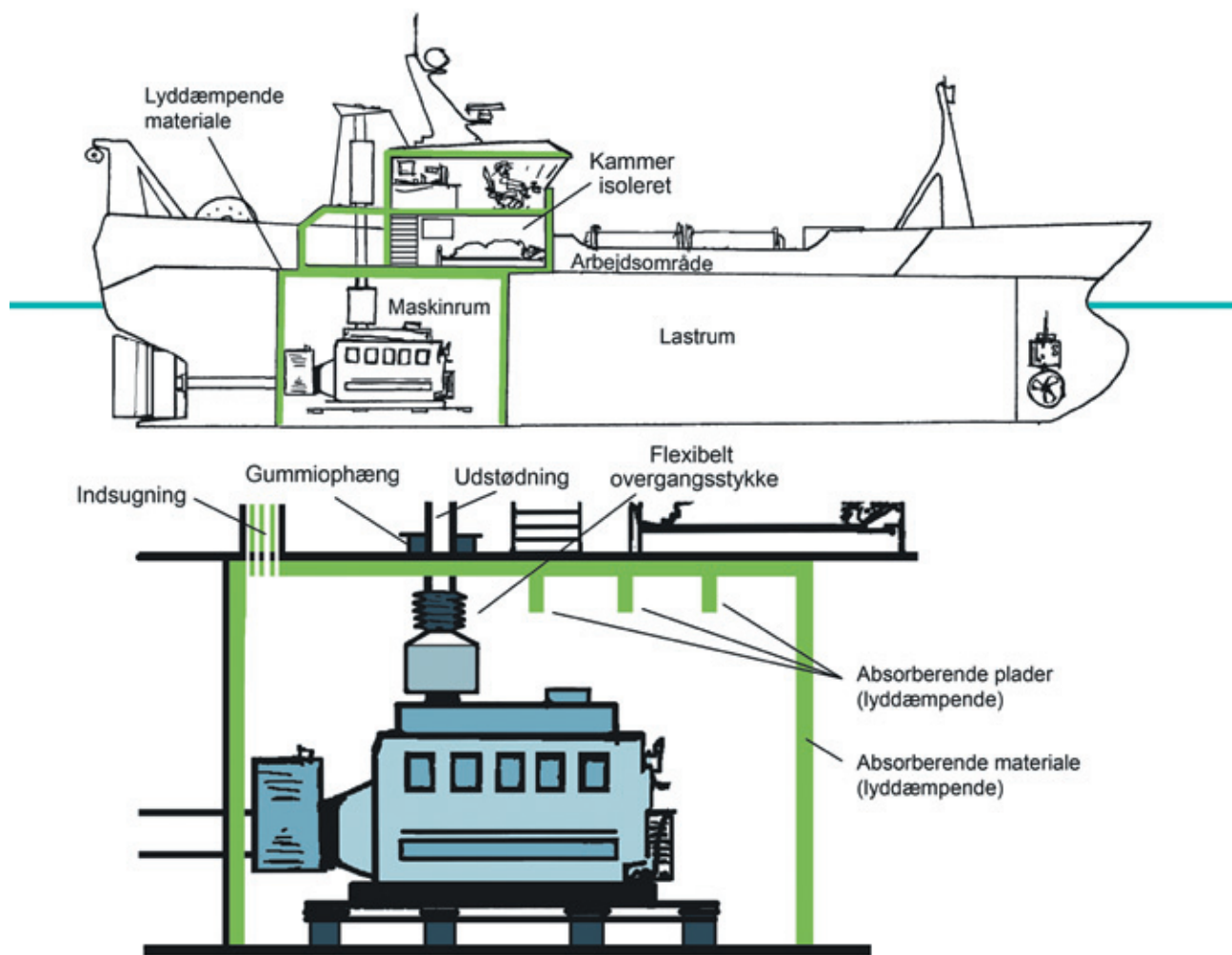
5.4 MASSE OG STIVHED

Til dæmpning af støj i en stålstruktur kan man både øge massen og forøge stivheden. I det svingninger i konstruktioner omdannes til varme, vil en større masse optage energien/støjen/vibrationerne bedre end en lille masse. En forøgelse af stivheden gør en konstruktion bedre til at holde vibrationerne/svingningerne nede.

Figur 11

Strukturbåren vibrationsstøj i agterskibet





Figur 12

Lydisolering af fartøj

En forøgelse af stivheden er i praksis også en forøgelse af vægten. Det kan derfor ofte være svært at bestemme, hvad der giver den største virkning. En forøgelse af massen er imidlertid ikke ensbetydende med en forøgelse af stivheden. Eksempelvis vil en viskoelastisk løsning næppe øge stivheden af konstruktionen nævneværdigt.

5.5 PRINCIPPER FOR DÆMPNING AF STØJ PÅ GRUND AF VIBRATIONER

Støj skyldes generende svingninger i skibets stålstruktur, som forplanter sig til skibets elementer. Elementerne sættes i svingninger, hvilket over-

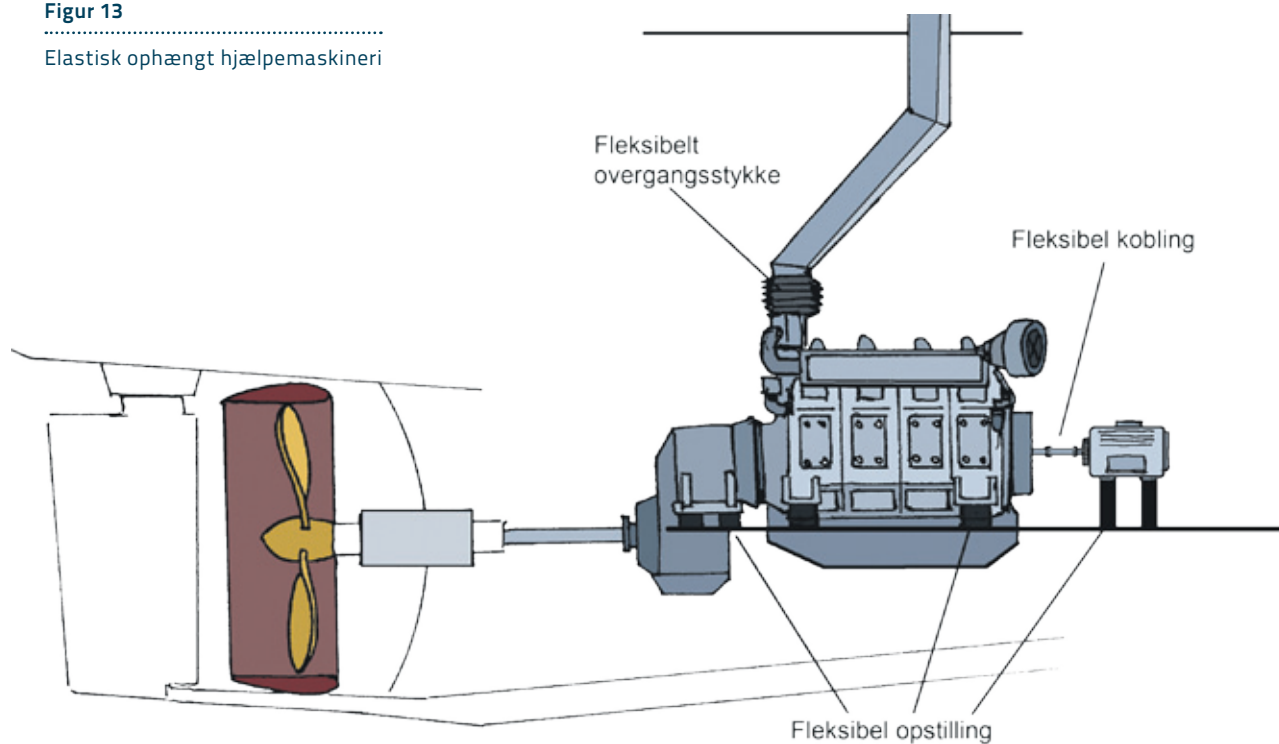
føres til den omgivende luft. De enkelte elementer udstråler støj til de rum, hvis begrænsningsflade de indgår i.

Vibrationer skaber støj. Hvis vibrationer i stålstrukturen kan dæmpes, vil man opnå en dæmpning af støjen. Støjen kan derfor dæmpes ved at forøge stålets egenfrekvens, hvilket gøres ved at gøre strukturen stivere. Eksempelvis kan man reducere vibrationer og støj fra propelleren i agterskibet ved at svejse mere afstivning på stålstrukturen lige over propelleren. Den forøgede stivhed gør strukturen bedre til at optage og dæmpe vibrationerne og dermed også støjen.

Figur 13 viser et par eksempler på, hvordan vibrationerne fra en hjælpemaskine kan dæmpes, og dermed også den støj der ellers ville forplante sig resten af skibet.

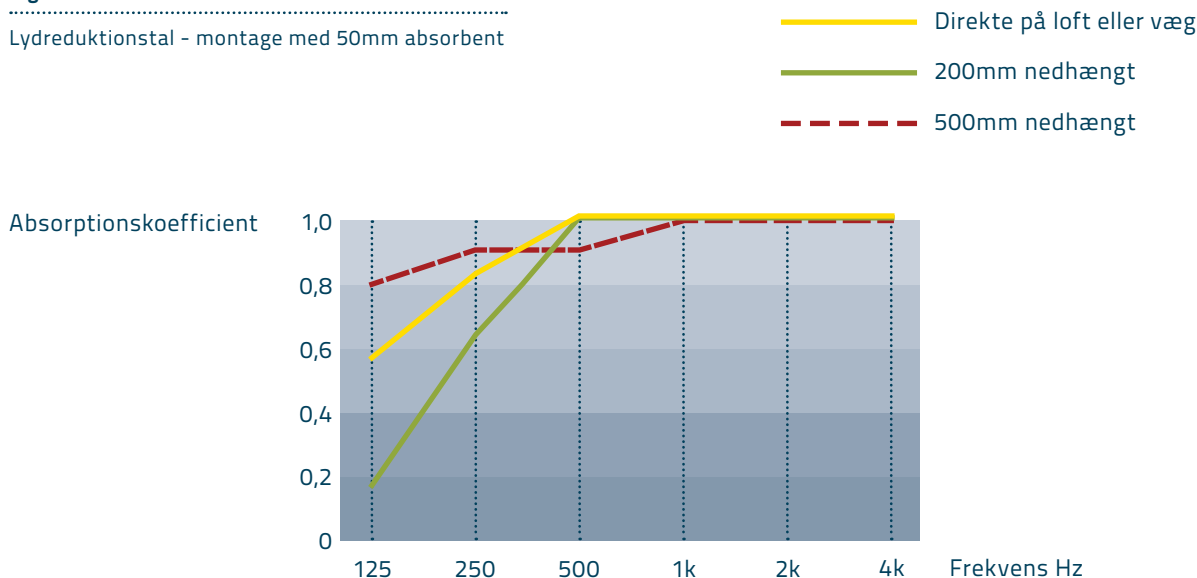
Figur 13

Elastisk ophængt hjælpemaskineri



Figur 14

Lydreduktionstal - montage med 50mm absorbent



5.6 ABSORPTIONSKOEFFICIENTER OG REDUKTIONSTAL

Absorptionsmaterialer har forskellig evne til at optage støjen. De har en absorptionskoefficient, som er et tal for, hvor gode de er til at løse opgaven. Koefficienten er et tal, der fortæller, hvor meget energi (støj), der absorberes af materialet i forhold til den energi, der reflekteres ind. Hvilke absorptionsmaterialer, der er mest velegnede, afhænger af støjens frekvens.

Absorptionskoefficienten α er et udtryk for den støj, der optages i en flade og derved dæmper støjen i rummet. Absorptionskoefficienten ligger mellem 0 og 1 og er afhængig af frekvensen.

Et materiale med en absorptionskoefficient på 0 er 100 % reflekterende (en betonmur har en værdi på ca. 0,02).

Et materiale med en absorptionskoefficient på 1 er 100% absorberende (mineraluld på en væg har en værdi på 0,9 – 1,0 ved frekvenser over 500 Hz).

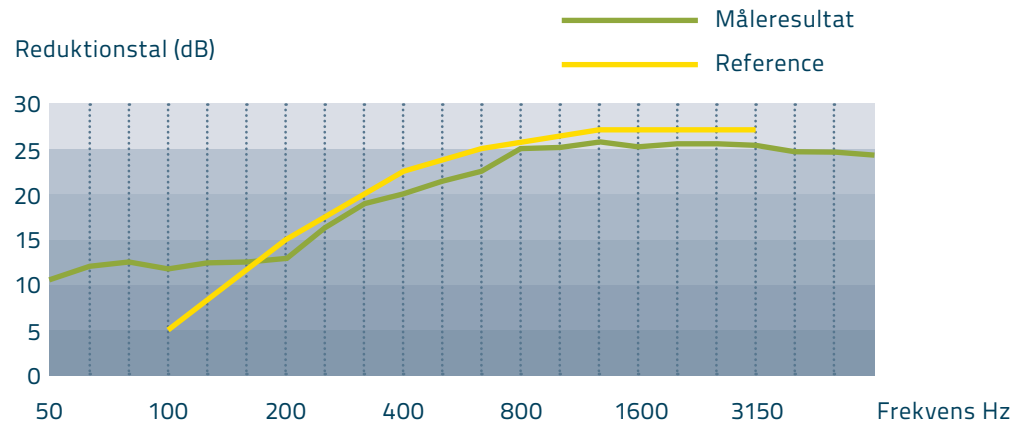
Lydreduktionstallet er et udtryk for den støj, der går gennem en flade og måles i dB. Den er også afhængig af frekvensen. De fleste materialer har en lav værdi ved lave frekvenser og større værdi ved højere frekvenser. Derfor opnås de højeste dæmpninger i de lave frekvenser ved at nedhænge absorbenter 200 - 500 mm fra loftet (figur 14).

Figur 15 og 16 viser et 50 mm og et 100 mm vægelement. Man kan se, at reduktionstallet ved de lave frekvenser øges ved en større tykkelse.

Et lydreduktionstal på 0 dB svarer til, at der ingen reduktion er (et åbent vindue). Et lydreduktionstal på 10 dB svarer til, at lyden er reduceret til 1/10 på den anden side af fladen og føles som en halvering af støjen.

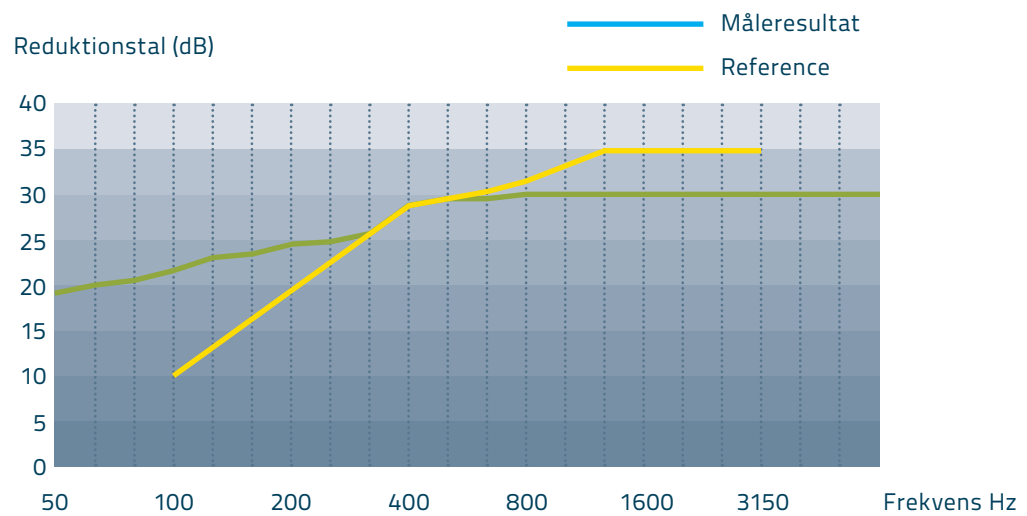
Figur 15

Reduktionstal for NUB 50 element



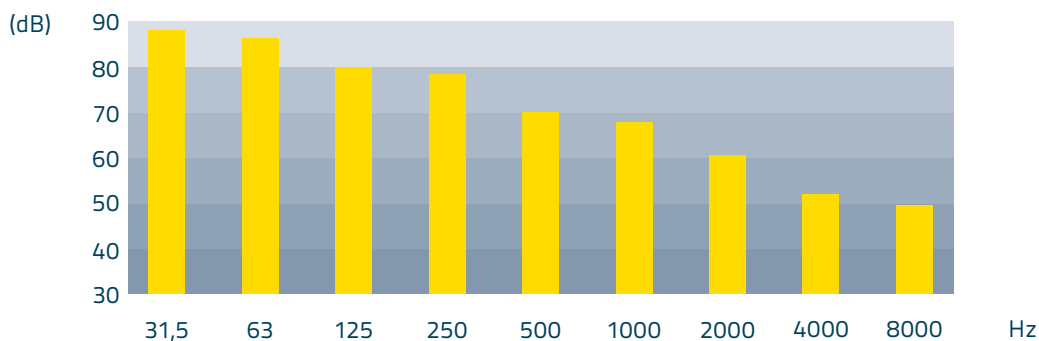
Figur 16

Reduktionstal for NUB 100 dobbelt væg



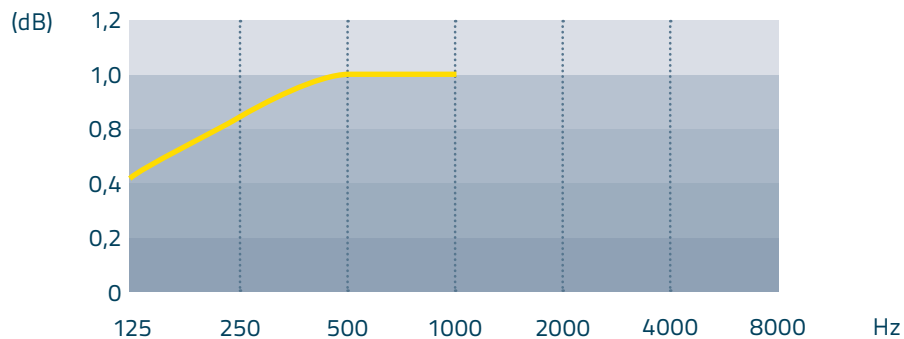
Figur 17

Måling før ombygning - gennemsnit = 73,6 dB(A)



Figur 18

Absorptionskoefficient



5.7 EKSEMPEL PÅ BRUG AF ABSORPTIONSTAL OG FREKVENSPANALYSE

I nedenstående eksempel ses en støjmåling i en messe før og efter støjdæmpende foranstaltninger og den aktuelle forskel i støjen.

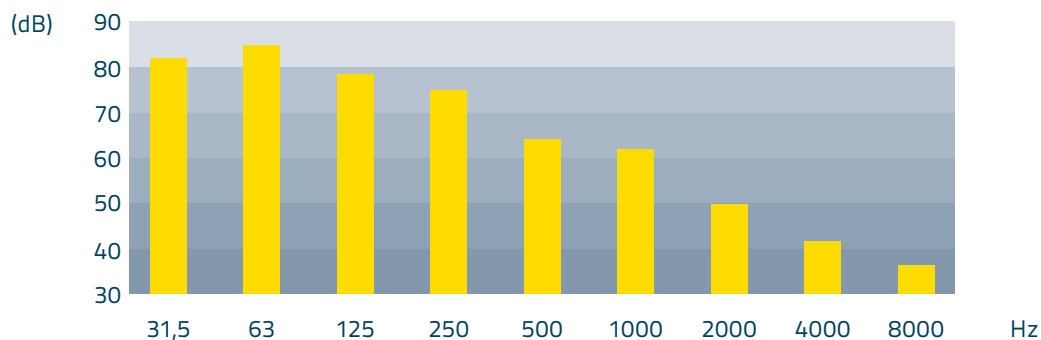
Figur 17 viser støjens frekvensfordeling før ændringer. Støjniveauet er 73,6 dB (A).

Målingen er ganske typisk og viser høje niveauer ved lave frekvenser. I dette tilfælde vil vi installere et absorberende loft bestående af 40 mm absorptionsplade. Det erstatter det originale finerloft for at dæmpe efterklangen og dermed støjen i messen.

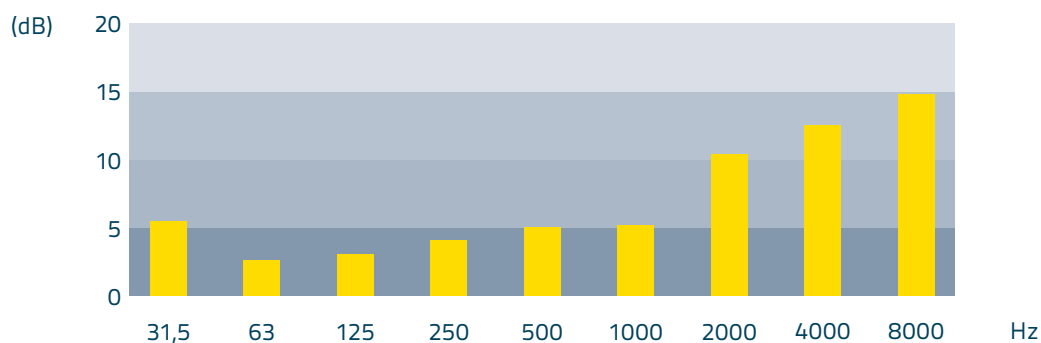
Kurven for absorptionskoefficienten for loftet (figur 18) viser, at vi kan forvente en pæn dæmpning af støjen over 500 Hz. Ved de lave

Figur 19

Måling efter ombygning - gennemsnit = 69,2 dB(A)

**Figur 20**

Støjreduktion



frekvenser kræves tykkere absorptionsplader og stor afstand til dækket. Figur 19 viser støjens frekvensfordeling efter opsætningen af nyt loft. Støjniveauet er nu 69,2 dB(A). Det vil sige en forbedring på 4,4 dB(A).

Figur 20 viser forskellen i støjniveau før og efter ved de forskellige frekvenser. Det ses, at man får en pæn dæmpning ved de høje frekvenser. Man kan også sammenligne diagrammet med loftets absorptionskurve (figur 18) og se, at der er en pæn sammenhæng mellem de to kurver.

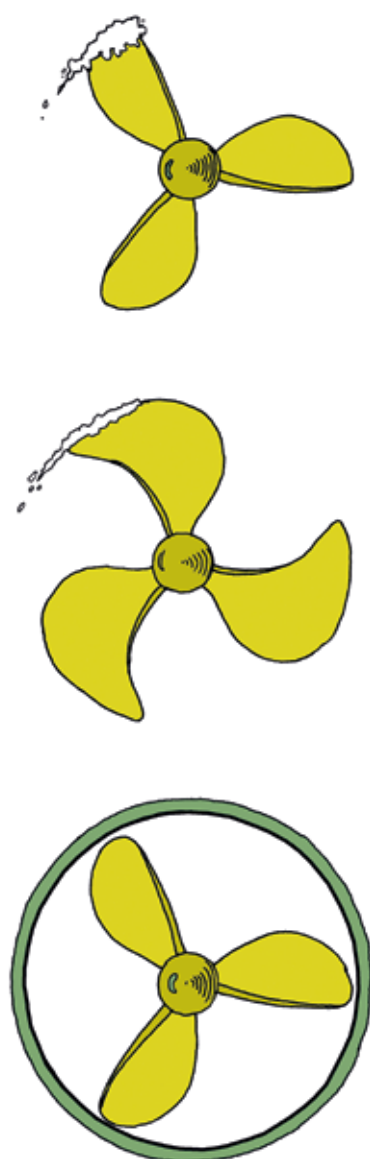
Ved 63-250 Hz ses den laveste dæmpning. Det skyldes, at absorptionskoefficienten er lavere i dette område.

Vidste du...

...at som fisker kan du få
Fiskeriets Arbejdsmiljøråd
til at lave en støjmåling
inden du skifter motor
eller propeller...

Kapitel 6

Forskellige typer støj- og vibrationskilder om bord i et fiskefartøj



Figur 21

6.1 PROPELLER

Hvad skyldes problemerne?

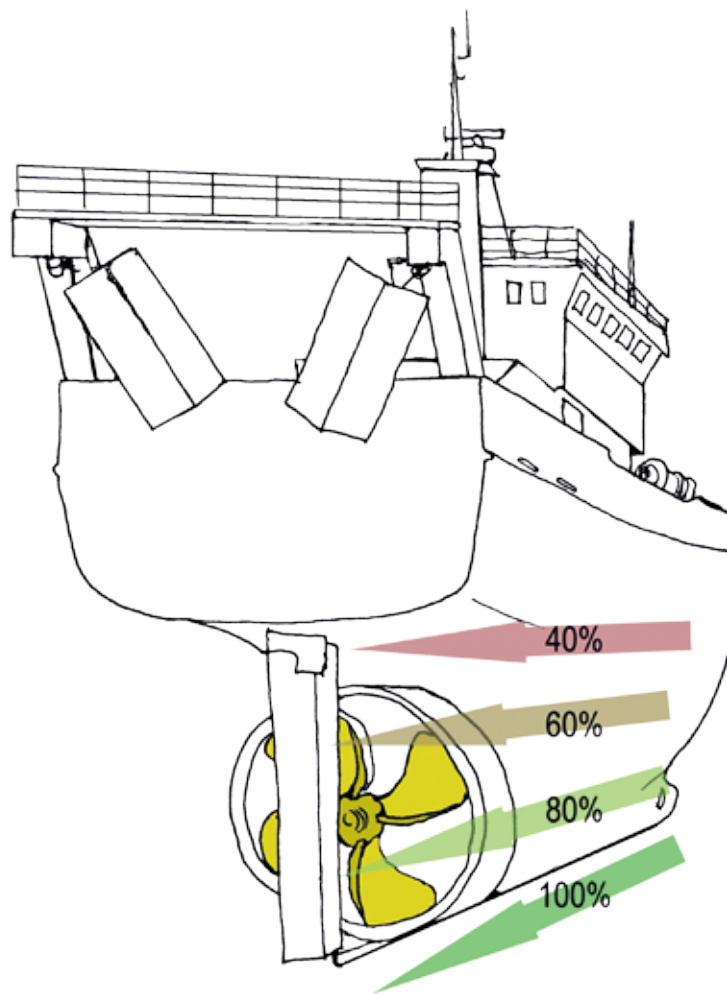
Propelleren er ofte årsag til mange støj- og vibrationsproblemer om bord i fiskefartøjer. Problemerne skyldes bl.a. den trykimpuls hvert propellerblad skaber, hver gang den passerer bunden på skroget. Ligeledes vil varierende kræfter og momenter fra propelleren forplante sig videre op gennem stålstrukturen. Hvis agterskibet eller propelleren ikke er konstrueret tilfredsstillende, vil dette skabe generende vibrationer og støj.

Hvorledes opstår kavitation?

Et andet problem er kavitation. Kavitation opstår, når trykket på forkanten bliver så lavt, at vandet koger. Ved lavt tryk koger vand ved en lavere temperatur. Hermed skabes der bobler, som skaber trykimpulser, som bliver til vibrationer på skroget. Kavitationen starter altid på propellerbladets overkant.

For at forstå fænomenet kavitation er det vigtigt at kigge nærmere på propelleren og dens egenskaber og virkemåde.

Når en propeller drejes rundt, opstår der på dens forkant et undertryk og på dens bagkant et overtryk. Undertrykket på forkanten gør, at skibet suges frem, og overtrykket på bagkanten skubber. Af de to påvirkninger er det undertrykket, der skaber den største fremdrivningskraft. Det vil sige, at undertrykket er den vigtigste kraft for, at få skibet til at flytte sig.



Figur 22

Vandets tilstrømning til propellerne

Propellerbladet kan i princippet sammenlignes med en flyvinge. På vingens overkant skabes der et undertryk og på undersiden et overtryk. Også her er det suget på overkanten, der giver størst kraft.

Et andet forhold, der har afgørende betydning for risikoen for kavitation, er propellerens medstrømsfelt.

Medstrømsfeltet er et udtryk for vandets tilstrømning til propelleren og er afhængig af skrogudformningen og i særdeleshed af agterskibet. Tilstrømningen af vand til en propeller er sjældent fuldstændigt homogent. På de fartøjer, der har en dårlig tilstrømning, er risikoen for kavitation størst. I hele fladearealet, som propelleren passerer under drift, er indstrømningshastigheden forskellig.

I figur 23 ses en medstrømsfordeling. Kurverne i skitsen er trukket gennem punkter i propellerens medstrømsfelt og er angivet med et tal varierende fra 0 – 1. Øverst i figuren ses en medstrømsfaktor på 1.0. Det vil sige, at vandet ikke bevæger sig eller måske ligefrem bevæger sig modsat skibets sejlretning.

0,7 = 30% af skibets hastighed
0,5 = 50% af skibets hastighed
0,1 = 90% af skibets hastighed

Det mest optimale medstrømsfelt vil være 0 i hele propellerens diameter. Et sådant medstrømsfelt vil dog være umuligt at opnå.

For det enkelte skib varierer medstrømsfeltet alt efter, hvor hurtigt skibet sejler. Det betyder, at rystelserne kan være større, når der eksempelvis trawles, idet vandindstrømningen til propelleren er for lille.

Støj- og vibrationsproblemer skabt af propelleren er typisk strukturbårne problemer. Propellerskabte vibrationer kan i alvorlige tilfælde føre til udmattelsesrevner i skroget. Propelleren kan også være en kilde til generende støj, enten direkte eller ved at vibrationerne fører til resonans i strukturen.

Hvordan afhjælpes problemerne generelt?

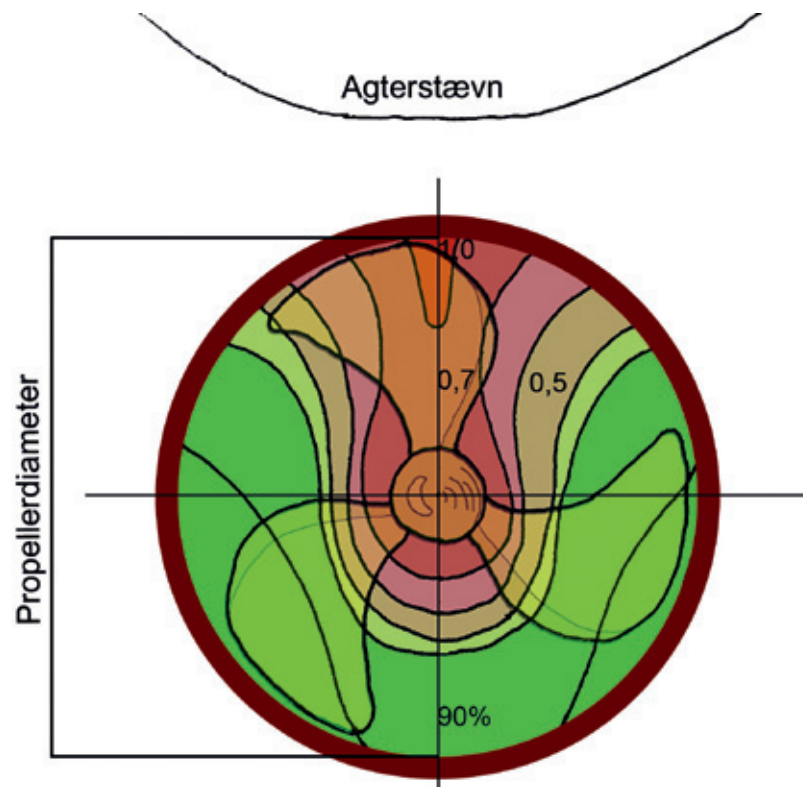
Hvordan støj- og vibrationsproblemer fra propelleren bedst afhjælpes, skal altid vurderes i forhold til det enkelte skib.

Gode løsninger på ét skib er ikke nødvendigvis gode løsninger på et andet. Hvert enkelt skib skal vurderes individuelt, og det kan ofte være svært at løse eventuelle problemer på eksisterende skibe.

Støj- og vibrationsproblemer bør løses på projektstadiet. Optimale skrogformer og gode propellerdesigns er altid nemmere og billigere at opnå, inden skibet bliver bygget.

Figur 23

Medstrømsfordeling





For eksisterende skibe findes der også mulighed for forbedringer. Dog er mulighederne færre, hvis ikke man ønsker at bygge hele agterskibet om, idet skrogformen ikke uden videre lader sig ændre. I kapitel 9 er der oplistet en række løsningsmuligheder.

6.2 MASKINERI OM BORD

Hvad skyldes problemerne?

Motoren giver selvsagt støj- og vibrationsproblemer. Maskinen er fastspændt til et fundament, der indgår i hele skibets stålstruktur, og rystelserne og larmen forplanter sig til resten af skibet.

Der er forskel på, hvor meget de enkelte motorer støjer og vibrerer, og hvordan støjen forplanter sig til resten af skibet. Omdrejningstallet og antallet af "ekstra" maskinkomponenter, der er monteret til hovedmaskineriet, har stor betydning. Turboladere, pumper, gear etc. er alle komponenter, der bidrager til den samlede støj, når skibets maskineri er i drift.

Mulige støj- og vibrationskilder i maskinrummet er der med andre ord mange af, og ofte er det svært at finde ud af, hvad den egentlige årsag til støjproblemet er. Ofte forstærker de enkelte støjkloder hinanden. Hvis man imidlertid kigger isoleret på motoren, skyldes støjen og vibrationer aerodynamisk og mekanisk støj.

Aerodynamisk støj opstår under forbrændingsprocessen. Gaskræfterne skaber under forbrændingsprocessen lydbølger i cylinderen, der forplanter sig gennem indsugningsluften og forbrændingsgassen til cylindervæggen som strukturbåren støj. Lydtrykniveauet vil i første omgang være afhængig af forbrændingsprocessen. Cylinderforingen og topstykkets udformning vil også indvirke på støjudstrålingen.

Mekaniske svingninger overføres fra stemplet gennem stempelstang, aksler, tandhjul, kæder og bæreløjer til motorstrukturen og vil udstråles fra hus, dæksler, luger og lignende.

Mekaniske svingninger medfører også sideværts bevægelser, der er skabt af stemplets sideværts bevægelser mod cylinderforingen. Ventiler og andet udstyr bidrager også til den strukturbårne støj.

Hvordan afhjælpes problemerne?

Støjen og vibrationerne fra motoren er (i modsætning til problemer med propelleren) svære at løse ved hjælp af ændringer af selve motoren. De skal primært løses ved tiltag, der vil støde op til denne. I kapitel 9 fremgår det, hvilke muligheder man har for at tackle støj fra maskindele.

6.3 HYDRAULIK

Hvad skyldes problemerne?

Hydrauliske systemer benyttes om bord på fiskefartøjer som kraftkilde til bl.a. spil, pumper, kraner, fiskeredskaber, styremaskineri etc. Hydrauliske systemer er meget driftsikre og derfor uundværlige. Desværre har de ofte et højt og generende støjniveau. Typisk skyldes det trykimpulserne, der er skabt af hydraulikaggregatets pumper. Man kan populært sige: jo højere tryk, jo højere støj.

Hvordan afhjælpes problemerne?

Nogle gange vil en forøgelse af rørdimensionen hjælpe. Ligeledes bør man sikre sig, at der ikke er unødvendige fittings i systemet, og at rørsystemet ikke har mekanisk kontakt til strukturen. Oliens hastighed må helst ikke overstige 4,5 m/s.

6.4 VENTILATION

Hvad skyldes problemerne?

Støj i ventilationsanlæg skyldes ofte for store lufthastigheder og for stor luftmodstand til ventilatoren.

Hvordan afhjælpes problemerne?

Det kan nogle gange løses med ændrede luftindtag og udblæsning, øget kanal eller ændret ventilator.

Vidste du...

...at der ved ombygninger,
incl. motorudskiftning på
eksisterende fiskeskibe
uanset størrelse altid
skal foretages støjmåling
før og efter, som skal
indsendes til godkendelse
hos Søfartsstyrelsen...

Kapitel 7

Elastisk opstilling af maskineri

7.1 INDLEDNING

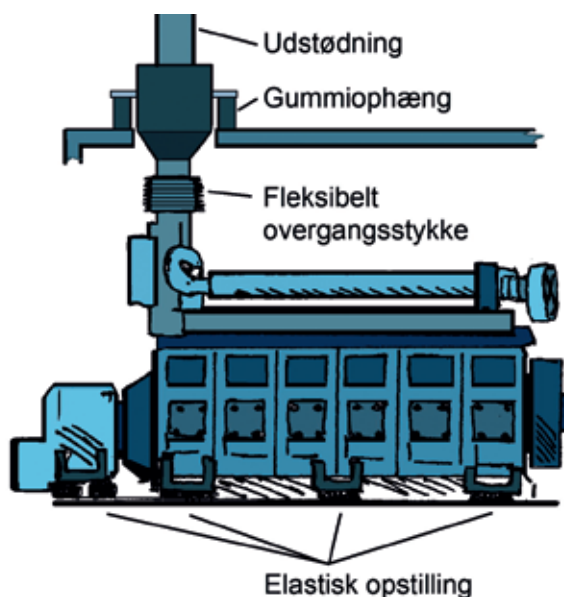
Hovedmaskineriet er en af de kraftigste støjkilder om bord på skibe. Sammen med de enkelte enheder tilsluttet hovedmaskinen (turbolader, gear etc.) skabes forskellige former for støj. Specielt på fiskefartøjer udgør hovedmaskineriet en betydelig støjkilde i apteringsområdet, idet afstanden mellem maskine og aptering ofte er meget lille.

Elastisk opstilling af hovedmaskineriet er en af de måder, man kan dæmpe støjen - særligt når apteringen ligger tæt på hovedmaskineriet.

Ved elastisk opstilling opnås primært en reduktion af den strukturbårne støj. På et fastmonteret hovedmaskineri forplanter støjen sig via fundamentet og op gennem resten af skroget. Ved elastisk opstilling isoleres maskinen fra fundamentet, hvilket betyder, at støjtransmissionen kan reduceres med helt op til 15 dB(A).

På nye skibe - og på de skibe hvor hovedmaskinen er den dominerende støjkilde - betyder Søfartsstyrelsens fastsatte støjgrænser i praksis, at en elastisk opstilling er nødvendig.

I appendiks 1 i "Støjløsningsmodeller i skibe" er Søfartsstyrelsens maksimale og anbefalede støjgrænser gengivet.



Figur 24

Elastisk opstilling af maskineri

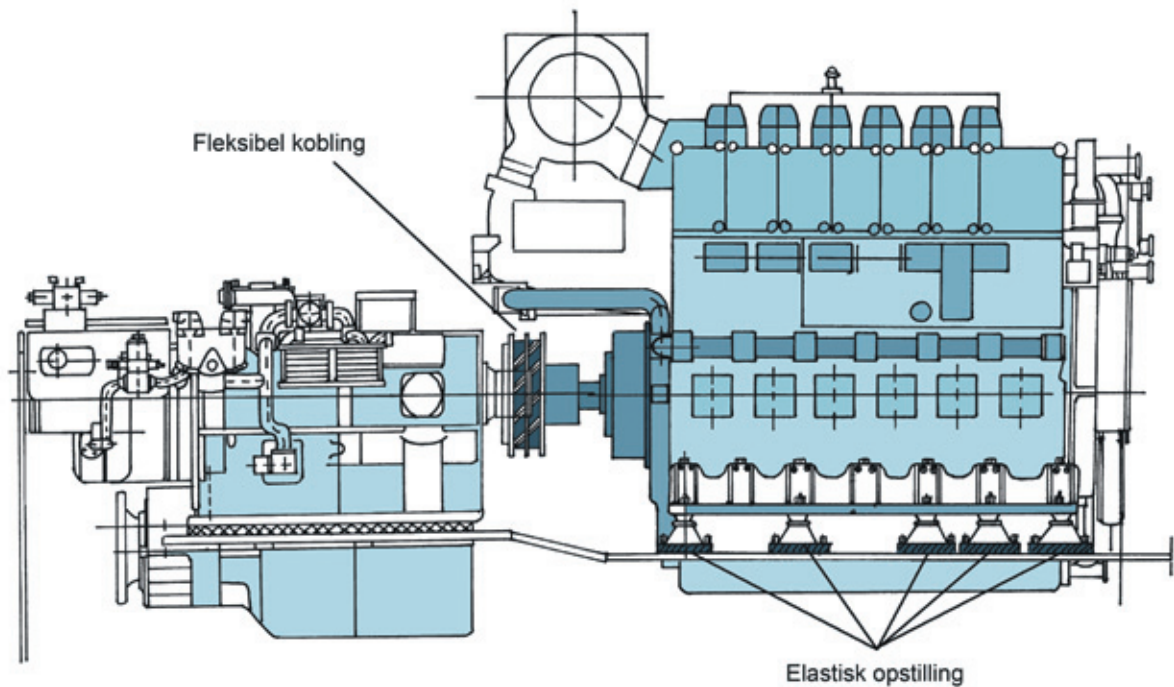
Fortolkningen og håndteringen af dem i praksis findes i den til enhver tid gældende rundskrivelse fra Søfartsstyrelsen. Her fremgår det, at det kan være vanskeligt at overholde de anbefalede værdier - og også de maksimale værdier (se bilaget til støjforskriften).

Søfartsstyrelsen lægger vægt på, at man benytter de bedst kendte løsninger for at reducere støjen så meget som muligt.

For at sikre effektive støjreducerende foranstaltninger gennemført på et tidligt tidspunkt i processen, giver rundskrivelsen anvisning for sagsbehandlingen på følgende skibstyper og ved følgende situationer:

- Nye fiskefartøjer $L > 15$ meter
- Nye fiskefartøjer $L < 15$ meter
- Indkøbte fiskeskibe uanset størrelse
- Ombygninger på eksisterende fiskefartøjer
- Genopbygning efter havari
- Nedbremsning af hovedmotor

Fiskeriets Arbejdsmiljøråd står i den forbindelse gerne til rådighed med råd og vejledning.



Figur 25

Elastisk opstilling af maskineri med fleksibel kobling

7.2 HVOR EFFEKTIV EN STØJDÆMPNING ER ELASTISK OPSTILLING?

Når en lydisolerende foranstaltning vurderes, bør man se på forholdet mellem pris og effektivitet. Hvad angår elastisk opstilling, så er der adskillige eksempler på, at denne form for lyd-dæmpning er effektiv. Desværre kan den også være meget dyr.

Motorleverandører som fx MAN, B&W Alpha Diesel, Wärtsilä, Mitsubishi og Caterpillar har mange år leveret elastisk opstillede maskinanlæg til fiskefartøjer. Erfaringerne fortæller, at der kan opnås en vibrationsdæmpning på op til 90%. Det svarer til en støj-dæmpning på op til 15 dB.

Det har ikke været muligt at skaffe eksempler på, hvor stor en støj-dæmpning der kan opnås ved elastisk opstilling.

Typisk er elastisk opstillede anlæg mest blevet monteret på nybygninger. Gamle anlæg er meget sjældent blevet erstattet med elastisk opstillede anlæg.

Før man går i gang med at støj-dæmpe skibet, må man fortsat være opmærksom på, at en effektiv støj-dæmpning kun opnås ved at inddrage alle støj-kilder i vurderingen. Det kan med andre ord være en dårlig ide at bruge mange penge på at montere hovedmaskinen elastisk, hvis den største støj-kilde er propelleren.

Hvis hovedmaskinen kører perfekt, og ikke er den største bidrager til støjen, så vil propellerstøjen fortsat bevirke, at støj-niveauet er næsten det samme. Det er vigtigt at dæmpe de støj-kilder, der bidrager mest til støjen. Man må ikke glemme den generelle støj-dæmpning på resten af fartøjet.

7.3 ELASTISK OPSTILLING KRÆVER OMTANKE

Elastisk opstilling kræver omtanke. Man skal både være meget omhyggelig og forsigtig. Risikoen for at vælge en forkert løsning er stor. Det kan efterfølgende betyde store vedligeholdelsesomkostninger, tab i indtjening og megen frustration pga. af maskinproblemer.

Som udgangspunkt bør man derfor altid vælge en leverandør, der har den fornødne viden og teoretiske kompetence til at løse opgaven. Ellers går det galt. Elastisk opstilling er ikke kun et spørgsmål om at anskaffe nogle "gummiklodser" (Svingningsdæmpere) og at montere dem under hovedmaskinen.

Ved elastisk opstilling skal der tages hensyn til alle tilslutninger, gearet, gummiklodsernes holdbarhed, tyngdepunkter, aksialtrykket fra skrueakslen, koblingen mellem gearet og hovedmotoren

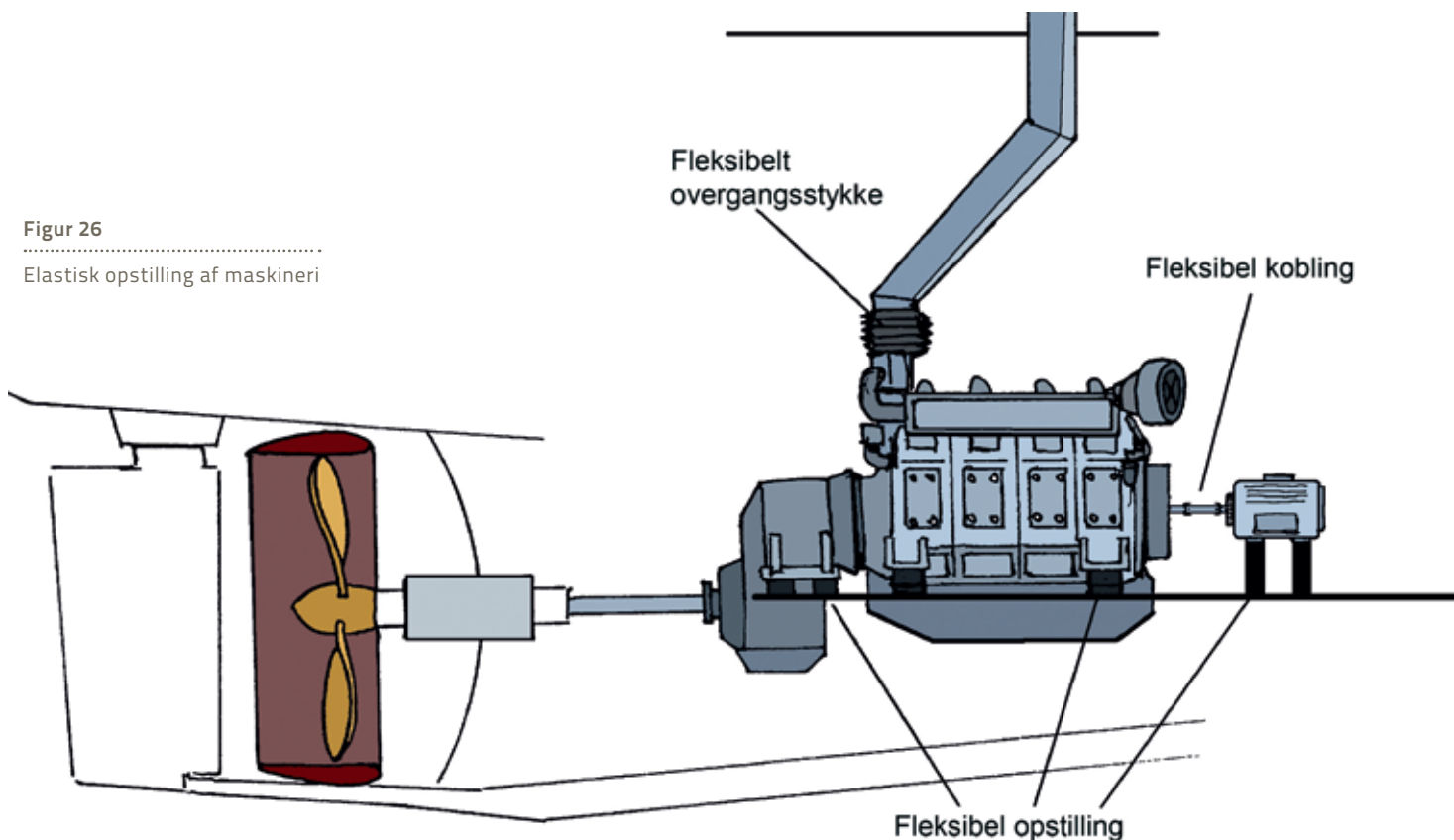
etc. I det hele taget er det vigtigt at sikre sig, at hele maskinanlægget er tilpasset den elastiske opstilling. Alle tilslutninger skal være elastiske, og ingen komponenter må fastmonteres mellem skrog og motor.

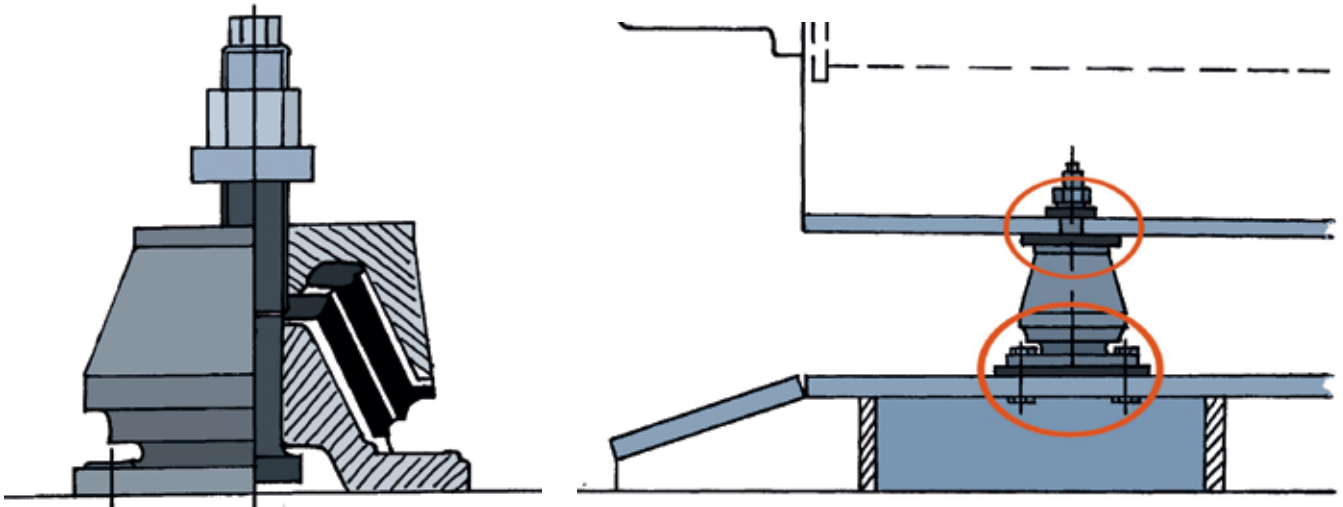
Det følgende afsnit beskriver de elementer, som skal monteres, for at anlægget kan fungere tilfredsstillende. De nødvendige dele til et elastisk opstillet fremdrivningsanlæg består kort beskrevet typisk af følgende:

- Svingningsdæmpere (Gummiunderstøtninger)
- Fleksibel kobling (Højelastisk kobling) mellem gear og hovedmaskineri
- Røggaskompensator
- Fleksible kabler
- Hydraulikkompensatorer

Figur 26

Elastisk opstilling af maskineri





Figur 27 og 28
Svingningsdæmpere

7.4 SVINGNINGSDÆMPERE - GUMMIKLODSE

Svingninger eller vibrationer stammer sædvanligvis fra uafbalancerede roterende eller frem- og tilbagegående dele. Svingningernes størrelse afhænger af ubalancen og hastigheden.

Hvis maskinen er fastmonteret, vil de svingninger, der opstår, forplante sig videre i skibet. Dette kan i værste fald medføre skader på diverse maskindele samt øget slidtage. Samtidigt opstår der uheldige høje vibration- og lydniveauer til gene for de personer, der opholder sig i nærheden.

Idet alle maskiner i en vis udstrækning er i ubalance, vil der altid ske en overførsel af svingninger fra maskinen til resten af skibet. Men hvis man erstatter den faste forbindelse mellem maskine og fundament med svingningsdæmpere, forhindrer man at maskinens ubalance i samme grad påvirker fundamentet.

Svingningsdæmpere består af en gummiklods (naturgummi), hvorpå der er pålimet to stål-

flanger. Alt efter hvor man ønsker at placere svingningsdæmperne, og til hvilket formål man ønsker at benytte dem, vil designet variere. Gummiets hårdhed varierer også.

Brugen af naturgummi frem for syntetiske gummityper skyldes, at produktet har en række fysiske egenskaber, der gør det specielt velegnet til formålet. Naturgummi har en høj udmattelsesstyrke, lav permanent deformation og er relativt upåvirkelig af temperaturvariationer.

Figur 27 og 28 viser, hvordan en typisk svingningsdæmper til marine brug er designet.

7.4.2 SVINGNINGSDÆMPERENS BEGRÆNSNINGER

Ved brug af svingningsdæmpere af naturgummi er der forhold, man bør notere sig:

Gummi må kun udsættes for trykkræfter og forskydningskræfter eller en kombination af begge. Undgå derfor trækkræfter.

Det skal sikres, at gummi (i tilfælde af store ud-bøjninger) frit kan bevæge sig uden at gnide eller ramme andre konstruktionselementer.

Temperaturen må ikke overstige +70 grader. Højere temperaturer forkorter gummiets levetid. Ved temperaturer under -30 grader vil gummiets elasticitet blive reduceret. Temperaturer på dette niveau er dog næppe sandsynlige om bord på fiskefartøjer.

Naturgummi er resistent overfor uorganiske syrer, salte og lud med undtagelse af koncentreret svovlsyre og salpetersyre.

Ozon og mineralolier påvirker naturgummi. Eventuelle skader er derimod ofte kun overfladiske, og elasticiteten påvirkes minimalt. Raffinerede olieprodukter som: dieselolie, hydraulikolie, benzin og paraffin trænger ind i gummi, så det bobler op og bliver blødt. Svingningsdæmpere må derfor beskyttes mod direkte kontakt med disse produkter.

Det skal altid tilstræbes at bruge svingningsdæmpere med en egenfrekvens, der er anderledes end maskinens.

Når gummi er udsat for en deformation skabt af konstant vægt, vil der opstå trykmærker i gummi.

Levetiden på svingningsdæmperne afhænger af driftsprofilen. Typisk - såfremt disse vedligeholdes på korrekt vis - er levetiden 10 - 15 år.

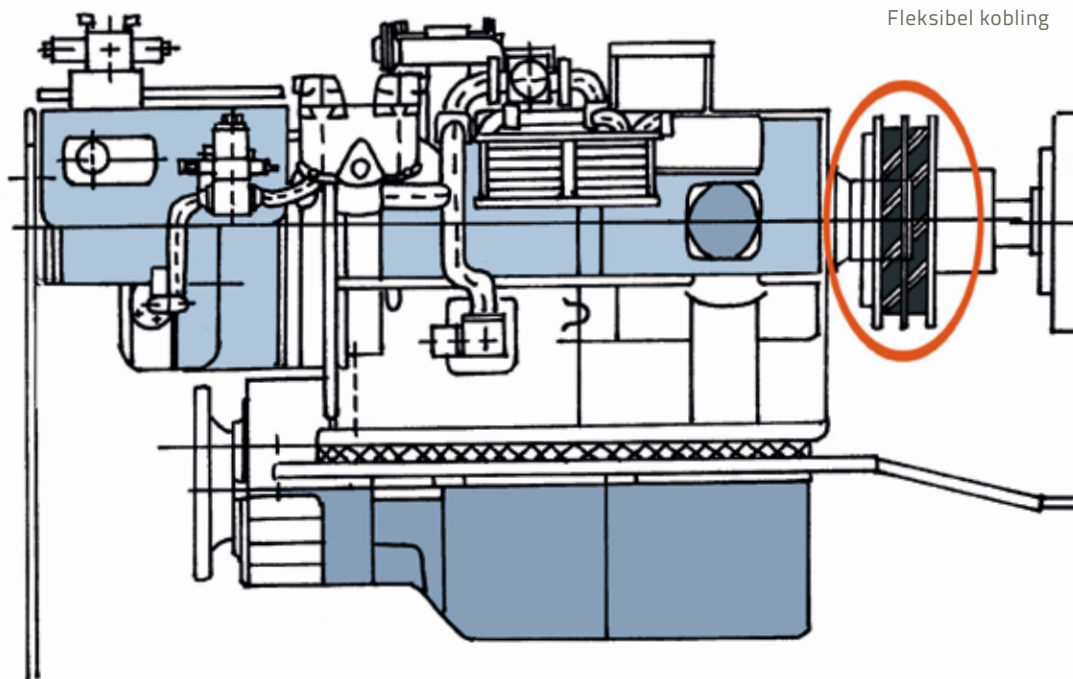
7.4.3 FASTMONTERET GEAR MED FLEKSIBEL KOBLING

Et elastisk opstillet anlæg vil mellem gear og hovedmaskine frembringe større vibrationer end på traditionelt fastspændte anlæg. For at kunne optage kraftoverførslen, skal der monteres en høj elastisk kobling mellem det fastspændte gear og den elastisk opstillede hovedmotor. Eller ved hjælp af en kombineret kobling og "clutsh" monteret på svinghjulet.

De fleksible koblinger er specialdesignede til at optage torsioner og har gode dæmpningsegenskaber. Det er af stor vigtighed, at koblingens egenfrekvens ligger uden for regulatørens egenfrekvens, for at opstillingen ikke går i selvsving.

Figur 29

.....
Fleksibel kobling



7.4.4 KOMPENSATORER OG OPHÆNGNINGER TIL RØGGASANLÆG

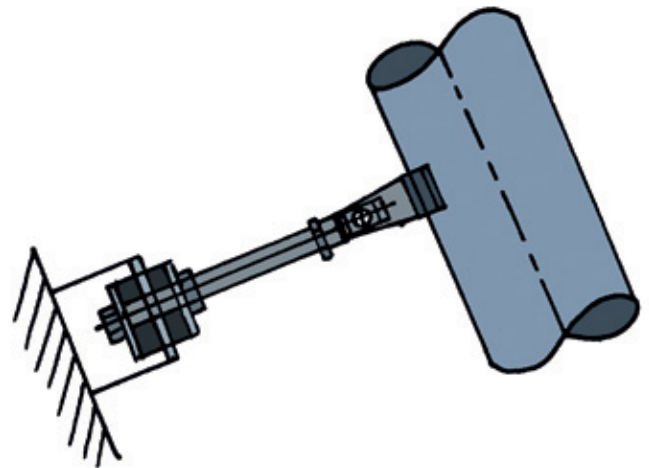
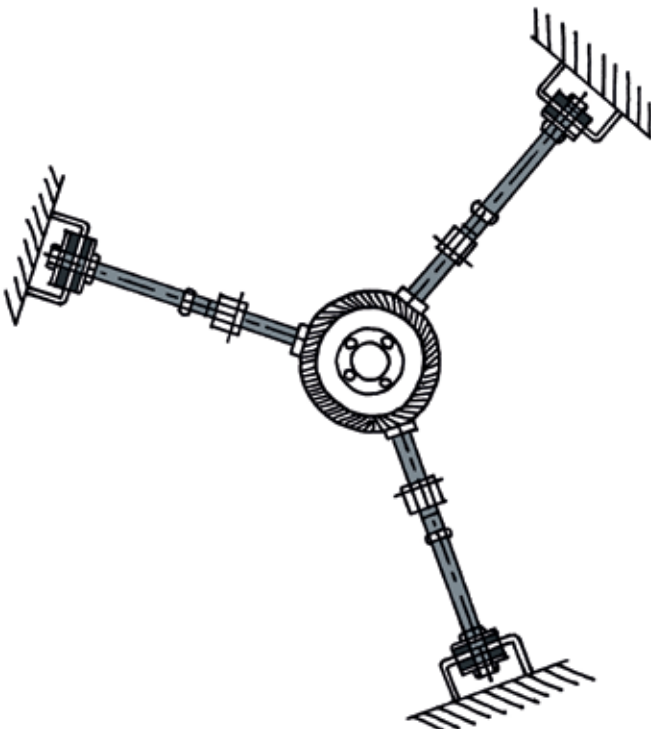
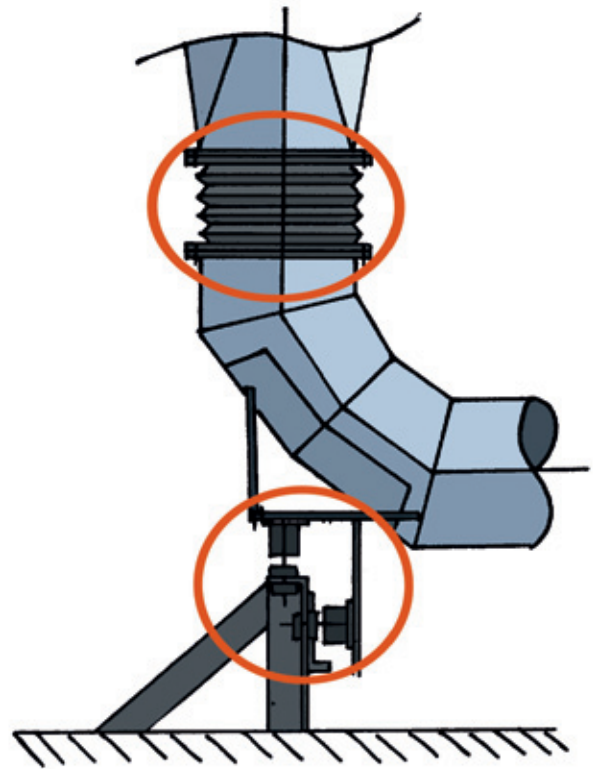
Fra alle maskinanlæg transmitteres der både støj og vibrationer via røggasanlægget. Hvis udstødningen er fastmonteret, vil støjen og vibrationerne overføres til skibets struktur, som efterfølgende vil kunne høres andre steder i skibet. Hvis røggasanlægget ophænges i fleksible bæringer, kan der opnås en væsentlig støj- og vibrationsreduktion.

Firmaer som Rubber Design fastslår, at et godt designet anlæg med fleksible ophæng vil kunne reducere støjen med helt op til 10 dBA i frekvensområdet 45 - 4000 Hz. På baggrund af vægt, transmissionskræfter, temperatur og frekvensområde vælges den optimale løsning.

Til røggasanlægget skal der endvidere monteres fleksible røggaskompensatorer. Røggaskompensatorer skal designes specielt til hovedmotoren, så den er i stand til at optage vibrationerne herfra. Bl.a. leverer firmaerne PipeCon og Discom disse kompensatorer.

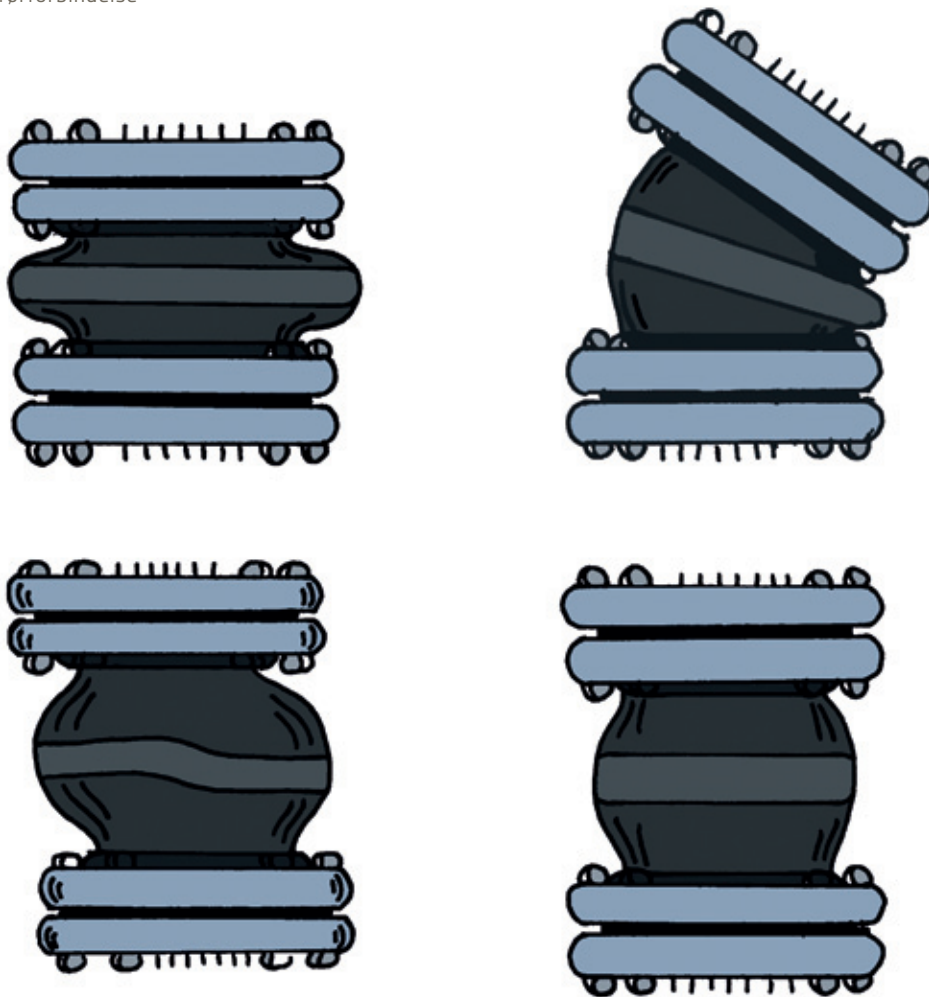
Figur 30

Fleksible rørophæng



Figur 31

Fleksibel rørforbindelse

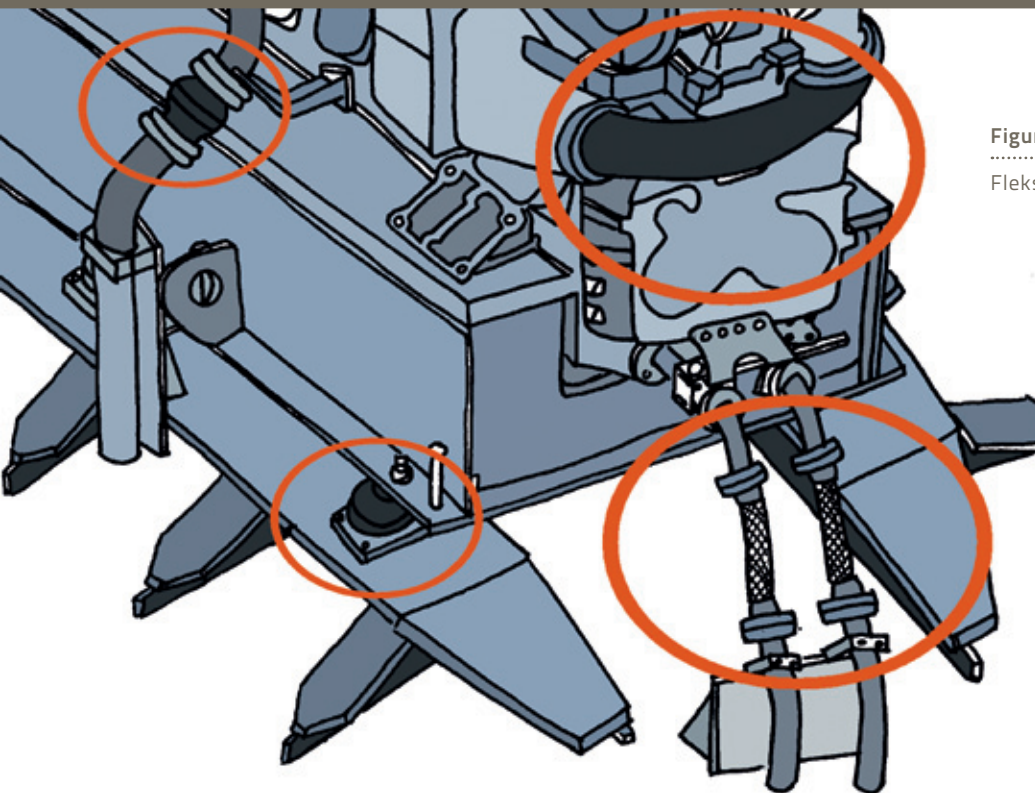


7.5 RØRFORBINDELSER

Der skal tages hensyn til designet og montage af rørsystemet på fleksibelt opstillet motorer. Målet er at få en god isolering af motor mod fundament men også at undgå unødvendig store belastninger på de faste rørtilslutninger.

Der er forskellige løsninger:

- Slinger
(kan fås både som stål- og gummiudførelse)
- Gummikompensatorer
- Vævskompensatorer
- Stålkompensatorer



Figur 32

Fleksible slanger

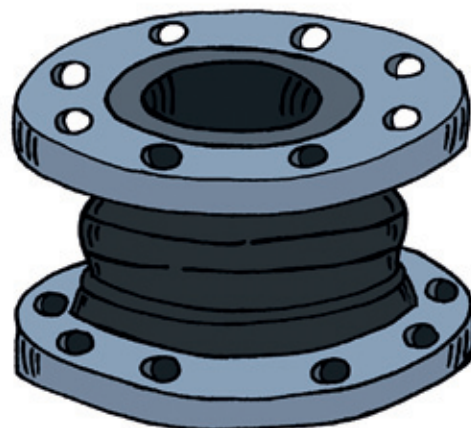
Fleksible slanger bruges primært på rør med en lille diameter og med et højt tryk og ved høje temperaturer. Der findes et utal af slanger til næsten alle former for væsker, tryk og temperaturer. Hvis slangerne opsættes på den rigtige måde, udmærker de sig ved at være meget fleksible.

Enten ved forskudte forbindelser mellem rørsystem og motor eller med slange med "sæk". Slangeløsningen giver større montagefrihed, da unøjagtighed mellem det faste rørsystem og motoren kan optages i disse.

Gummikompensatorer bruges bl.a. til kølevandsforbindelser. Deres egenskaber er gode, fordi de er meget fleksible og har lav fjederkonstant både aksialt og lateralt. Gummikompensatorernes begrænsninger bør dog nøje undersøges før installationen. Her tænkes især på modstandsdygtigheden overfor væsker og omgivelser. Men også for flow, tryk og temperatur i systemet.

Figur 33

Gummikompensator

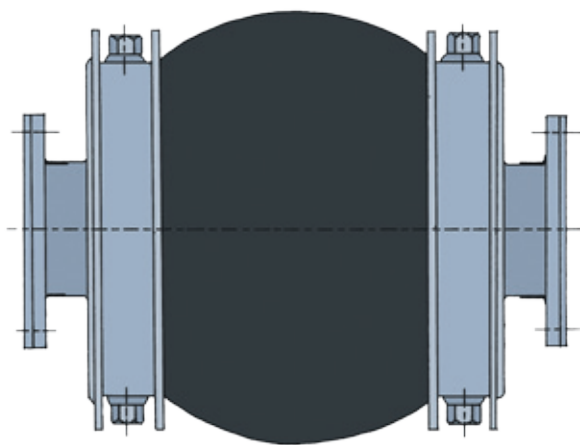


Vævskompensatorer bruges kun til ladeluftindtag. Stålkompensator kan også bruges.

Stålkompensatorer bliver brugt, der hvor fleksible slanger og gummikompensatorer ikke kan bruges. Her tænkes ikke kun på funktionalitet men også pris. En slangeløsning kan blive dyr ved større diametre. Stålkompensatoren bruges primært til forbindelser mellem motorens turbolader og det faste udstødningssystem, men den kan også bruges på andre forbindelser - eksempelvis vand- og oliesystemer.

Figur 34

Vævskompensator



Stålkompensatoren skal vælges ud fra følgende hovedkriterier til fx udstødningssystem:

LAV FJEDERKONSTANT

- i aksialretning (i rørføringens langsgående retning) og en lav fjederkonstant i lateral retning (i rørføringens tværgående retning). Det er fjederkonstanten, der afgør, hvor meget reaktionskræfterne bliver på flangerne, når kompensatorerne bliver belastet (aktion = reaktion).

For at opnå førnævnte skal stålkompensatoren altid have dobbeltbælg. Det er vigtigt for at undgå skader på turbolader ved:

- Motorens vibrationer mod fast rørsystem
- Motorens termiske bevægelser (fra kold til varm motor)
- Det faste rørsystems termiske bevægelser (fra kold til varm røggas)
- Det faste rørsystems vægt

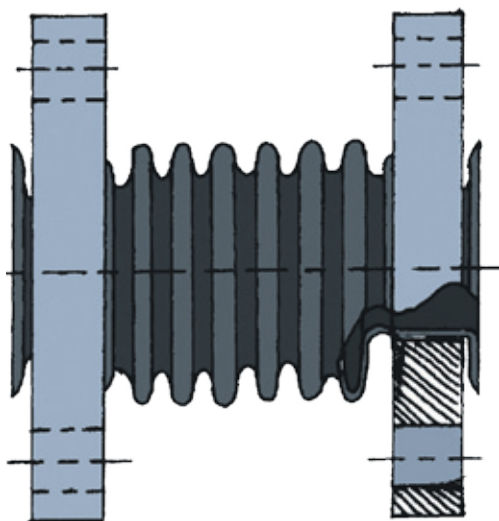
Den lave fjederkonstant forhindrer, at bælgens beskadiges ved start og stop af motor, idet der her kan forekomme store udsvinger pga. midlertidig resonans.

FLERLAGSBÆLG

- sikrer en lang levetid.

DOBBELTBÆLG

- med mellemstykke i stål (normal rørtykkelse) for at modstå indsugning af mellemstykke forårsaget af vakuum.

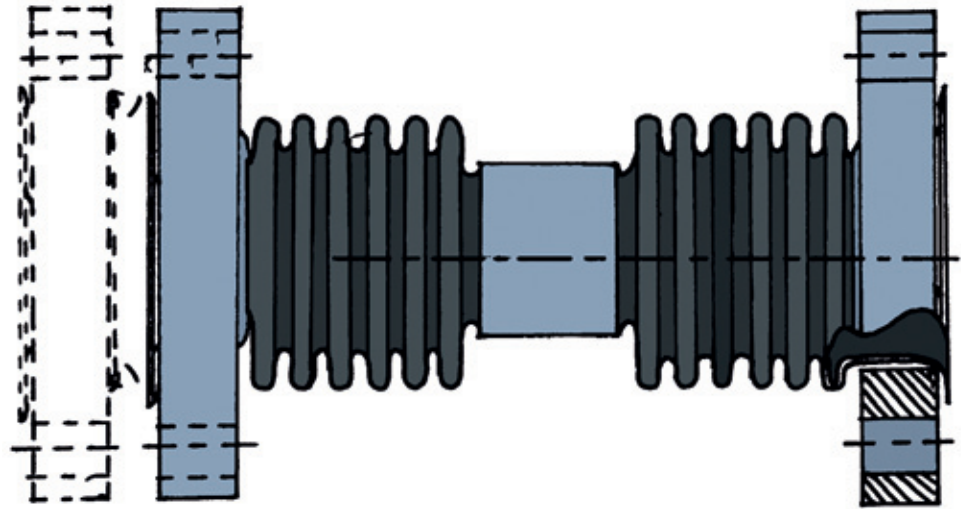


Figur 35

Stålkompensator

Figur 36

Rørfiksering ved turboladerflange

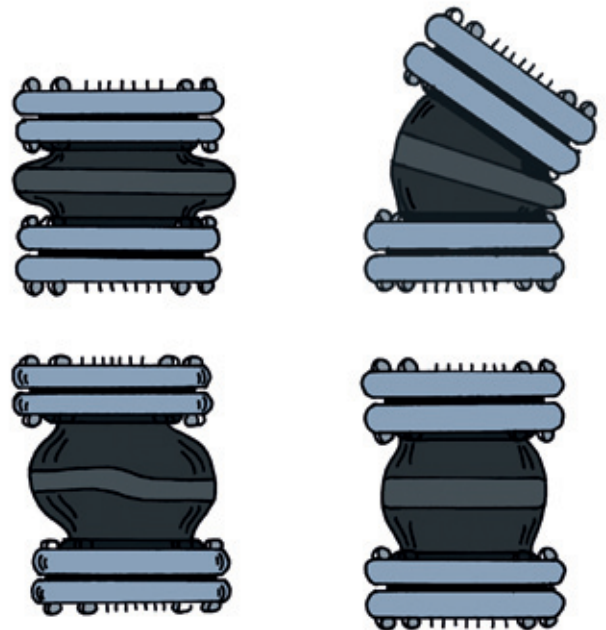


7.5.2 INSTALLATION AF RØRSYTSEM

For alle typer af rørforbindelser er det af stor vigtighed, at der laves en rørfiksering lige efter kompensator eller slange. Derved minimeres belastninger på motorens tilslutninger, hvilket især er vigtigt ved turboladerflange (se figur 36).

I øvrigt er det vigtigt, at fikseringen af røggasrør (og hele røggassystem) bliver lavet med specielle dæmpningselementer, så røggas støj eller pulsationer ikke forplanter sig til skibsstrukturen og giver strukturbåret støj eller vibrationer.

Bl.a. H.C. Puck leverer kompensatorer til kølevand, brændstof og lufttilslutninger. Kompensatorerne består typisk af to flanger og en stålgytserarmering, der er omgivet af gummi. Kompensatorerne er velegnede til elastisk opstillede hovedmaskinerier, idet de indenfor de fastsatte normer både kan bøjes, trykkes, trækkes og parallelforskydes (se figur 37).



Figur 37

Fleksibel rørforbindelse

7.6 DRIFT OG VEDLIGEHOLD

En elastisk opstillet hovedmotor kræver generelt hyppigere opligning. Uden opligning med passende intervaller slides specielt koblingen - mellem gear og hovedmaskine - unødigt. Sværhedsgraden af opligningsproceduren afhænger af hvilke gummiklodser, der vælges. Nogle gummiklodser gør det nemmere at gennemføre opgaven end andre.

Når man skal vælge, hvilken elastisk opstilling man ønsker at montere, bør man derfor være opmærksom på anlæggets opligningsprocedurer. Opligningen bør være nem og praktisk, så skibet ikke binder sig til mange og lange værftsophold.

Desuden bør besætningen altid være opmærksom på, at vibrationsdæmperne ikke udsættes for store mængder olie. Kompensatorerne tager ikke skade af små oliespild, som fjernes umiddelbart efter kontakten. Kun kompensatorer, der er i konstant kontakt med mineralolier, vil tage skade selv efter kort tid.

7.7 ERFARINGER FRA EKSISTERENDE ANLÆG

Erfaringer fra eksisterende anlæg har været blandede. Der har været eksempler på uheldige løsninger, som har medført dyre og irriterende reparationer og driftsstop.

I disse tilfælde har der som regel været tale om løsninger, hvor værftet, leverandøren, eller smeden ikke har forstået alle de overvejelser, som skal gøres, når man opstiller et hovedmaskineri på en elastisk understøtning.

Som tidligere forklaret kræver det omtanke at opstille et hovedmaskineri på gummiklodser. Der er mange overvejelser, man må gøre sig. Det er også nødvendigt at kigge på alle tilslutninger og at foretage de teoretiske beregninger, der sikrer, at anlægget kan holde.

Nogle af leverandørerne, der magter at foretage disse beregninger, og som har allieret sig med kompetente underleverandører, er bl.a. Wärtsilä, Mitsubishi, Caterpillar og Man B&W Alpha Diesel. Erfaringerne fra deres anlæg har været positive. Eksempelvis har Annalise, L56, kørt med en Wärtsilä Cummins på fleksible ophængninger uden ubehagelige overraskelser i adskillige år.

Da Fiskeriets Arbejdsmiljøråd er i løbende kontakt med fiskeskibe, der har elastisk opstillede motoranlæg, opsamles megen erfaring og viden. Man er altid velkommen til at kontakte Fiskeriets Arbejdsmiljøråd.

Vidste du...

...at Fiskeriets Arbejdsmiljøråd
kan lave støjmålinger og
udarbejde støjmålingsrapporten
for dig uden beregning,
når du er fisker...

Kapitel 8

Eksempel på problemløsning med nogle delløsninger

Til løsning af støj- og vibrationsproblemer er tabellerne i kapitel 9 blevet udarbejdet.

Fremgangsmåden beskrevet i kapitel 4 skal sikre, at man gennemarbejder problemerne på en struktureret måde.

I Kapitel 9 findes en række tabeller opdelt i forskellige problemområder, som med fordel kan benyttes til inspiration, når man skal vurdere hvilke løsningsmodeller, der skal anvendes i den enkelte situation.

Inden man går i gang med at bruge tabellerne, er det vigtigt at få fastlagt, hvad der er det reelle problem – eller rettere: Hvor stammer støjen fra? Det er vigtigt, at man er 100 % sikker på, at man har fået identificeret støjkilden/erne. Ligeledes er det vigtigt, at man har foretaget de nødvendige frekvensanalyser. Resultatet af frekvensanalysen er af afgørende betydning for valg af løsning.

I kapitel 4 er problemløsningsmodellen beskrevet. I beskrivelsen indgår en række spørgsmål der, når de er besvaret, vil hjælpe problemløseren med at identificere støjproblemet/kilden. Forsøg aldrig at springe første trin over. Ellers risikerer man, at problemerne ikke løses på den rigtige måde.

Endelig er det vigtigt at huske på, at ingen skibe – selv søsterskibe – er fuldstændig ens. Når man skal vælge en løsning på et støjproblem, bør man altid foretage en vurdering af det enkelte skib. Man må om bord for at lytte, måle, vurdere, mærke efter, prøve sig frem og analysere det, der høres, således at den bedste og billigste løsning vælges.

Hvis man har spørgsmål vedr. problemløsningsmodellen og de udarbejdede skemaer i kapitel 9, kan der rettes henvendelse til Fiskeriets Arbejds miljøråd.

I dette eksempel har vi taget udgangspunkt i en ombygning af industritrawleren PERNILLE KIM R 500, som blev ombygget i Thyborøn foråret 2011.

BESKRIVELSE AF OMBYGNINGEN AF R 500 PERNILLE KIM

SKIBSDATA

Byggeår ————— 1987

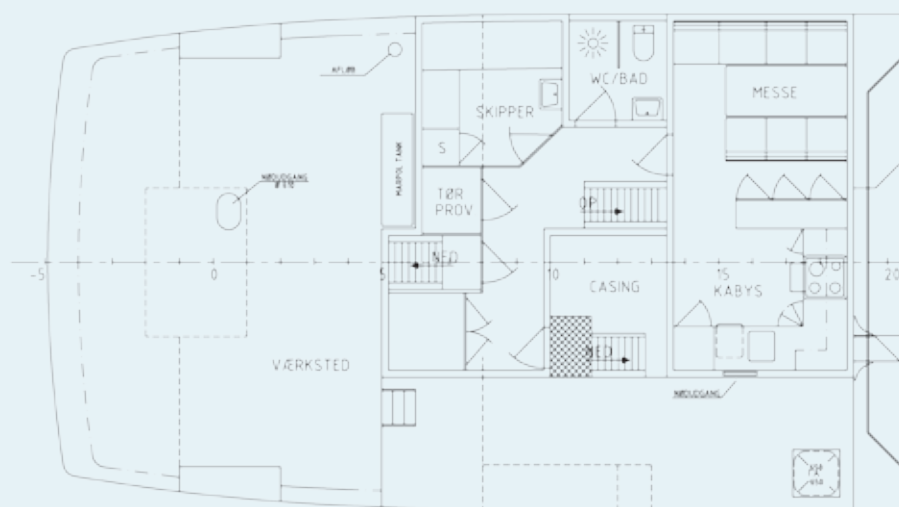
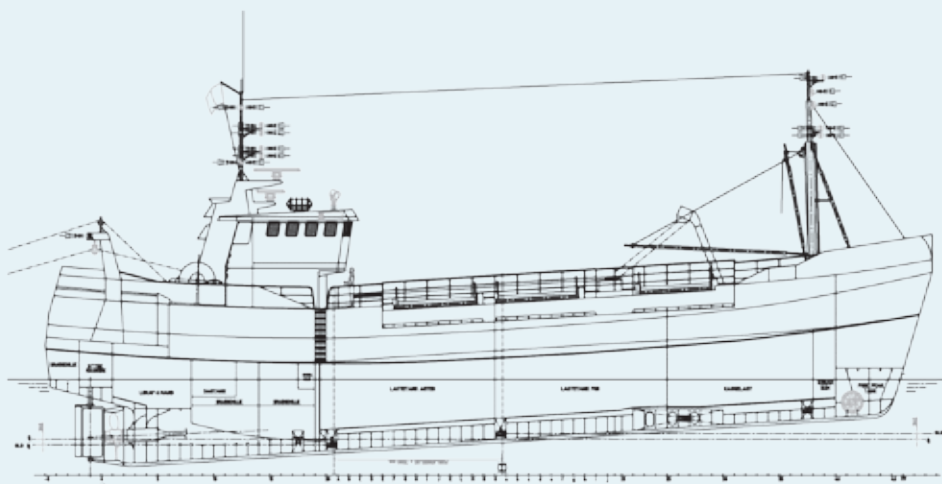
Længde o.a. ————— 37,08 m

Bredde ————— 7,35 m

Dybgang ————— 6,30 m

Maskinkraft ————— ABC 6DCZ. 1210 Hk

Hjælpe maskineri — 2 stk. Scania på 350 Hk



Aptering før ombygning

Ombygningen omfattede følgende: I den kombinerede kabys og messe er alt fjernet og opbygget på ny. Det tidligere toilet og bad er lagt sammen med den kombinerede kabys og messe. Nyt toilet og bad er etableret, hvor den tidligere skipperlukaf var placeret.

Agten for det tidligere skipperlukaf er et nyt lukaf etableret i en del af storesrummet agter.

PERNILLE KIM, der er en industritrawler, er bygget, som de andre fiskefartøjer i 1980'erne. Dengang blev der ikke stillet så store krav til støjbekæmpelsen, hvilket betød, at der ikke fandtes megen støjisolering om bord.

A - Hvad er problemet? Kortlægning af støjen

Der blev foretaget målinger ved 90 % belastning på hovedmotoren, som er den driftskondition, som også bruges i forbindelse med støjmålinger, som skal indberettes til Søfartsstyrelsen.

I tabellen nedenfor ses støjniveauerne målt før ombygningen.

Sted	900 rpm
Kombineret kabys og messe i bagbord side	75,1 dB(A)
Kombineret kabys og messe i styrbord side	76,1 dB(A)
Toilet og bad	80,1 dB(A)
Skipperlukaf	73,9 dB(A)
Gang	76,8 dB(A)

Støjproblemerne om bord i PERNILLE KIM lå i det "klassiske" problemområde fra 125 -1000 Hz. Hovedstøjkilden var propelleren og hovedmotoren.

B1 - Hvad ved vi om problemet?

Støjen fra propelleren og hovedmaskinen forplantede sig op gennem skibet, da hovedmotoren er direkte fastspændt på fundamentet, og i maskinrummet er der ingen væsentlig støjisolering.

Generelt syntes hverken propelleren eller hovedmotoren at være i ubalance. Den eksisterende isolering er gammel og er udført efter de normer og standarder, der blev anvendt på byggetidspunktet.

B2 - Hvad kan vi gøre for at løse problemerne?

Inspiration til løsning af problemerne findes i tabellerne 9.16, 9.17 og 9.18. i kapitel 9. Som angivet i vejledningen til dette kapitel findes der imidlertid både dyre og billige løsninger. Det er derfor på nuværende tidspunkt, man skal til at vurdere effekten af sine tiltag i forhold til prisen.

Den mest effektive måde, at dæmpe støjen på, er altid ved at bekæmpe den ved kilden. På ældre skibe vil dette ofte være meget dyrt. På PERNILLE KIM vil det ideelle være, at montere hovedmotoren på elastisk understøtning og lyddæmpe maskinrummet, men i dette projekt var det ikke en mulig løsning.

C1 - Hvad vil vi gøre?

1. Alle stålskotter strukturdæmpes. Mineralulds-isoleringen af skotter blev foretaget med en kombination af bats 150 ud mod skrogsiden og bats 80 inderst mod paneler og i de indvendige skotter.
2. Ståldørken strukturdæmpes.
3. Alt dørken opbygges med minimum 30 mm. isolering, bats 200 og Hydropanel samt 12 mm finerplade som afslutning.
4. Skotter og loft opbygges med traditionel 12 mm finer med laminat, monteret på svingningsdæmpere, således de er fraisolereet strukturen.
5. Samtidig blev der taget højde for evt. "kortslutninger" mellem skibets skrog og selve apteringen samt støjkluder ved gennemføringer af rør og kabler.
6. I det ny lukaf agter blev der yderligere isoleret med en tungmåtte mellem apteringspanelerne og komfort isoleringen.

C2 - Hvordan vil vi gøre det?

Ombygningen blev foretaget, medens skibet samtidig fik renoveret dæksmaskineri inden tobissæsonen.

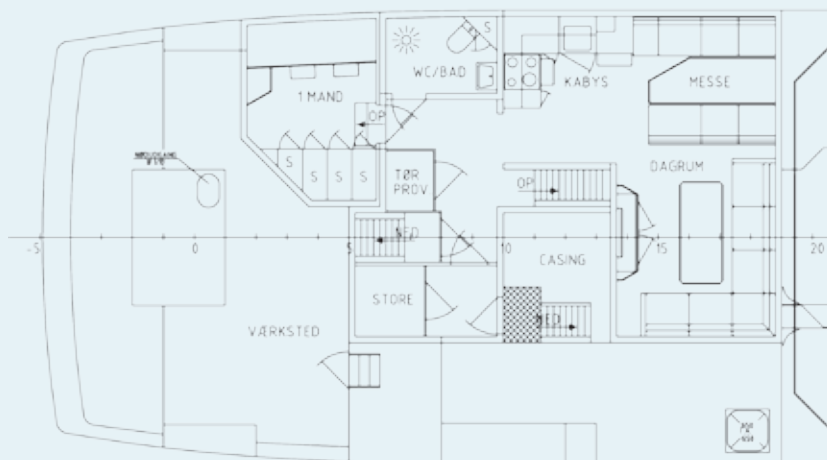
D - Evaluering

Efter ombygningen blev der foretaget nye støjmålinger. I apteringsafsnittet faldt det generelle støjniveau med over 4,2 dB(A), som det kan ses i skemaet nedenfor, og det højfrekvente støjniveau blev sænket yderligere med et mere behageligt lydbillede som resultat, hvilket fremgår af frekvensanalyserne, som også er vist nedenfor.

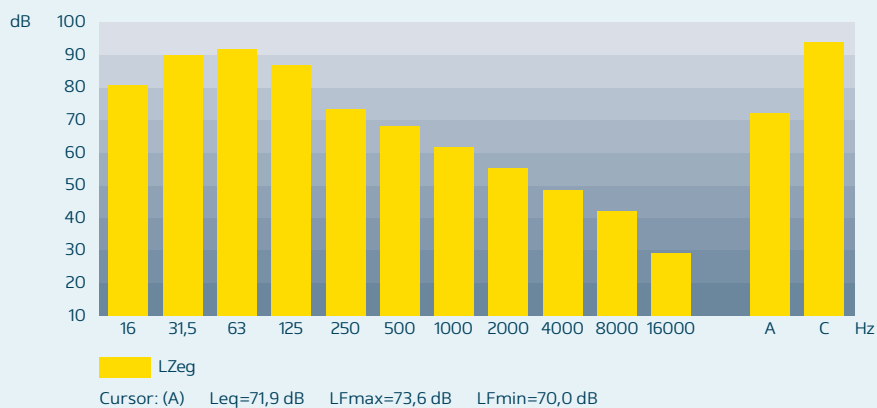
Uddrag af støjmålingsrapport fra ombygning

Pos. nr. iflg. Ga plan	Sted for måling	Arbejds-område	Maks. dB(A)	Anbefalet dB(A)	Målt værdi før ombygning dB(A)	Målt værdi efter ombygning dB(A)	Forbedring dB(A)	Forringelse dB(A)
1	Kombineret kabys og messe BB. side	6	75	70	75,1	70,4	4,7	0
2	Kombineret kabys og messe SB. side	6	75	70	76,1	71,9	4,2	0
3	Toilet og bad	5	75	70	80,1	75,8	4,3	0
4	Skipperlukaf	14	60	55	73,9	69,4	4,5	0
5	Gang	12a	85	85	76,9	71,9	4,9	0

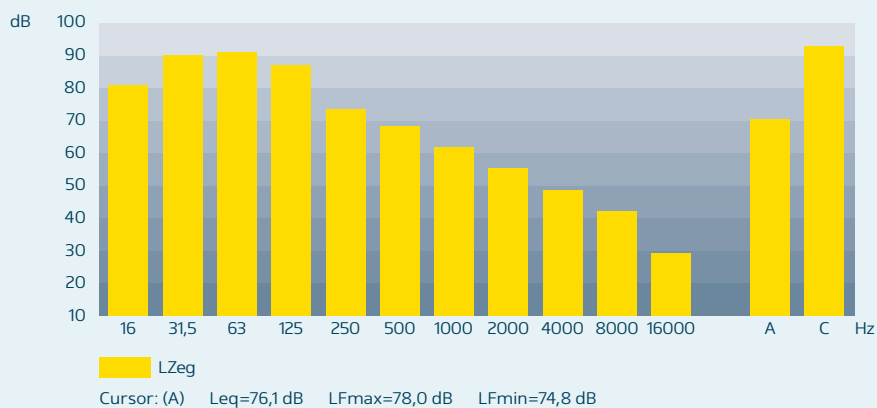
Aptering efter ombygning



Frekvensanalyse fra målingen i den kombinerede kabys og messe i bagbord side, FØR ombygningen



Frekvensanalyse fra målingen i den kombinerede kabys og messe i bagbord side, EFTER ombygningen



Vidste du...

...at Fiskeriets Arbejdsmiljøråd
kan hjælpe dig med
at udarbejde et
støjdæmpningsforslag...

Kapitel 9

Løsningsforslag

Her følger skemaer over mulige løsninger til støj- og vibrationsbekæmpelse. Skemaerne er områdeopdelt. Indenfor disse områder findes en række potentielle støjkloder. Til hver af de beskrevne støjkloder er der udarbejdet en række løsningsforslag.

Skemaerne er opdelt i tre hovedområder:

- Støj i maskinen
- Støj i aptering inklusiv styrehus
- Støj på arbejdssteder over og under dæk

BRUG AF SKEMAERNE

Når man skal finde inspiration i skemaerne til at løse støjproblemer, er der to spørgsmål, man skal besvare:

- I hvilket område på skibet er der støjproblemer?
- Hvad er årsagen til støjen?

Hvis eksempelvis propelleren er skyld i støjproblemerne i messen, skal skema 9.10 benyttes. Skema 9.10 viser, at støj fra propelleren enten kan skyldes kavitation eller en eventuel dyse. Til løsning af disse problemer er der udarbejdet forskellige forslag. Nogle af løsningsforslagene er relativt billige, andre er dyre. Ligeledes vil nogle af løsningerne være meget velegnede på ét skib, men uegnede på et andet.

Når man har arbejdet med skemaerne et stykke tid, vil man opdage, at flere af løsningsforslagene indenfor forskellige områder er de samme.

Denne gentagelse betyder, at man undgår at lede efter løsningsforslag andet sted i bogen.

9.1 MASKINRUM: HOVEDMOTOR

ÅRSAG S struktur L luftbåren	LØSNINGSTYPE K kilde S symptom	LØSNING
(S) Generelt	(K) Afbalancering af hovedmotor	Det sikres, at rest-ubalance er så lille som mulig for at undgå videre transmission af støj.
	(K) Rigtigt arbejdsområde for hovedmotor	Omdrejning og propellerstigning skal så vidt muligt lægges, så støj og vibrationer er lavest muligt.
	(K) Rigtigt oplining af hovedmotor	Det sikres, at oplivning af hovedmotor, gear og aksel er i orden.
(S) Hovedmotor-opstilling	(K) Elastisk opstilling af hovedmotor med fast opstillet separat gear (med indbygget tryk leje)	Motor sættes på vibrationsdæmpere. Vibrationsdæmperne dimensioneres mod øget dynamisk og aksial last i forhold til normale lastskibe. Flex-kobling mellem hovedmotor og gear. Selve dimensioneringen bør foretages af et kvalificeret firma. Det skal sikres, at fundamentet er stift, idet maskinen ikke indgår i stivheden.
	(K) Elastisk opstilling af hovedmotor med påboltet gear og separat fast trykleje	Motor sættes på vibrationsdæmpere. Vibrationsdæmperne dimensioneres mod øget dynamisk og aksial last i forhold til normale lastskibe. Fast fikseret tryk leje installeres. Flexkobling placeres mellem gear og tryk leje. Selve dimensioneringen bør foretages af et kvalificeret firma. Det skal sikres, at fundamentet er stift, idet maskinen ikke indgår i stivheden.
	(K) Elastisk opstilling af hovedmotor og påboltet gear med indbygget trykleje	Motor sættes på vibrationsdæmpere. Vibrationsdæmperne dimensioneres mod øget dynamisk og aksial last i forhold til normale lastskibe. Flex-kobling placeres mellem hovedmotor og gear. Dæmperne under gearet skal dimensioneres for aksial last. Dette kan også løses med hårde fleksible endestop. Selve dimensioneringen bør foretages af et kvalificeret firma. Det skal sikres, at fundamentet er stift, idet maskinen ikke indgår i stivheden.
	(K) Elastisk opstilling af hovedmotor og påboltet gear med indbygget tryk leje	Motor sættes på vibrationsdæmpere. Vibrationsdæmperne dimensioneres mod øget dynamisk og aksial last i forhold til normale lastskibe. Flex-kobling placeres efter gear. Dæmperne under hovedmotor/gear skal dimensioneres for aksial last. Dette kan også løses med hårde fleksible endestop. Selve dimensioneringen bør foretages af et kvalificeret firma. Det skal sikres, at fundamentet er stift, idet maskinen ikke indgår i stivheden.
(L) Udstråling af støj	(K) Indkapsling af motor	I tilfælde hvor hovedmaskinen er den dominerende støjkilde, kan det være en fordel at indkapsle motoren. Dette skal foretages sammen med en fleksibel opstilling af motoren. Ved indkapsling skal man sikre, at den nødvendige køling og luft er til stede. Lufttilførslen udføres med dæmpede labyrinth åbninger. Alle gennemføringer skal lukkes tæt og fleksibelt. Denne løsning kræver en del plads omkring maskinen.
	(S) Indkapsling af maskinrum mod udkrængning af støj	Ved indkapsling af maskinrum isoleres alle flader (rockwool og galvaniseret plade), og gennemføringer og ophæng til komponenter fraisoleres.
	(S) Absorptionspaneler, reduktion af støj i rum	Til dæmpning af støjen i maskinrummet bruges frit hængende absorptions systemer til reduktion af efterklangen. Systemet må ikke kunne opsuge oliedampe.
	(S) Pakninger i døre, åbninger m.m.	Tætsluttende gummiprofilpakninger monteres i døre, luger og lignende.

9.2 MASKINRUM: STØJ FRA UDS TØDNING

ÅRSAG	LØSNINGSTYPE	LØSNING
S struktur L luftbåren	K kilde S symptom	
(S) Ophængning af udstødning	(K) Generelt	Alle faste punkter mellem struktur og udstødning fjernes. Ekspansionsbælge må ikke i noget tilfælde være fuldt sammenpresede eller udtrukne. Udstødning med dæmper må ikke hænge eller bæres af ekspansionsbælge.
	(K) Ophæng lyd-dæmper	Lyddæmper kan opstilles på dæmpeelementer af gummi eller hel-metallisk type. Ved høje dæmpere kan toppen støttes af en ring med "grydesvampe" (sammenpresset ståluld).
	(K) Ophæng rør	Understøtningen af udstødsrøret kan ske som ved lyddæmperen.
	(K) Vandkrave på udstødsrør	Udføres som fast vandkrave på udstødsrør med overfald og kantjern på top af skorsten. Selve udstødsrøret må ikke røre toppen af skorsten (kan løses med grydesvampe eller profilsnor).
(L) Udstråling af lyd fra udstøds- system	(K) Isolering af lyd-dæmper med rør	Effektiv isolering og indkapsling af udstødsrør og lyddæmper også ved ophæng, flanger og ekspansionsbælge.
	(K) Ny lyddæmper	Skræddersyet højeffektiv lyddæmper tilpasset det aktuelle skib med øget dæmpning. Det vil normalt kræve mere plads.
	(K) Fintuning af udstødssystem	Tuning af hele udstødssystemet, så der ikke opstår resonans i systemet.
(L) Udstråling af lyd fra udstøds- system	(S) Isolering af casing	Isolering af flader ind imod aptering.
(L) Stående lydbølger i casing	(S) Bafler i casing	Lydbafler (absorptionspaneler) eller isolering af sider dæmper stående lydbølger og udstødsbrummen. Fri luftgennemstrømning i casing skal tilgodeses.

9.3 MASKINRUM: STØJ FRA PROPELLER

ÅRSAG	LØSNINGSTYPE	LØSNING
S struktur L luftbåren	K kilde S symptom	
(S) Kavitation	(K) Ny / ændret propel	Ny propeller der passer til medstrømsfeltet. Eventuelt en dyse-propeller. Gamle propelleranlæg kan ofte forbedres ved udskiftning, da man har nye og mere effektive beregningsmetoder for optimering af trækraft og støj.
	(K) Ændring af bladtippe	Tilpasse bladtippe til mere støjsvag udformning (dette kan gå ud over trækraft).
	(S) Ændre stigning	Hvis der er problemer ved specielle områder af stigning og omdrejningstal, kan man prøve at undgå disse.
	(S) Område over propeller	Forstærkning af klædning over propeller, ved afstivning og/eller kraftigere plade.
		Pålægning af Antidrøn-materiale eller viskoelastisk sandwich system på klædning over propeller og på dæk.
		Absorptionsmateriale i rum med genklang, vil reducere efterklangstiden og dermed lydniveauet i rummet.
	(S) Isolering i maskinrum mod propeller	Udlægning af cement på område af klædning over propeller.
(S) Støj fra dyse	(K) Forstærkning af fæste for dyse	Isolering af agterskot og klædning.
(S) Kavitation	(S) Ændre trim	Det sikres, at dyseindfæstningen i skroget er stiv og effektivt forankret. Bløde pladefelter stives af.
(S) Kavitation	(S) Placering af zink	Trimme skibet til en kondition, hvor støjen er mindre.
		Zink skal placeres i strømli­n­ier, så de ikke giver unødige strøm­hvirvler omkring propeller.

9.4 MASKINRUM: MOTORER, PUMPER ETC.

ÅRSAG	LØSNINGSTYPE	LØSNING
S struktur L luftbåren	K kilde S symptom	
(S) Afbalancering	(K) Reparation	Pumpen skal være afbalanceret og lejer uden lejeslør etc.
(S) Forkert størrelse/kapacitet	(K) Ny komponent	Størrelsen skal passe til det aktuelle brug. Hvis pumpen er for lille, vil der være stor risiko for kavitation og overlast, med deraf følgende vibrationer og støj.
(S) Maskinophæng/opstilling	(K) Stabilt fundament	Fundamenter for pumper og maskiner skal være stive og effektivt indfæstet til fast struktur.
	(K) Dæmpere	Opstilling på gummidæmpere/måtte.
(S) Tilslutninger	(K) Fleksible forbindelser	Ved elastisk opstilling af komponent skal alle tilslutninger så vidt muligt være af en fleksibel type.
(L) Udstråling fra komponent	(K) Indpakning	En del elmotorer kan fås med støjdempningskapper fra leverandøren.
		Komponenten kan opstilles i en lyddæmpet kasse. Der skal tages hensyn til varmeafgivelse, køleluft og lign. Luftindtag og udtag laves som en luftsluse. Alle tilslutninger fraisoleres.
	(K) Indpakning	Hvis indpakning ikke kan lade sig gøre, kan absorptionspaneler til afskærmning opsættes.

9.5 MASKINRUM: STØJ FRA RØRSYSTEMER

ÅRSAG	LØSNINGSTYPE	LØSNING
S struktur L luftbåren	K kilde S symptom	
(S) Hastighed / rørdiameter	(K) Ændring af rørdimension	For stor hastighed/tryk kan løses med større rørdiameter.
(S) Rørophæng	(K) Generelt	Rørbøjler skal sidde på stag eller lignende fast punkt og ikke midt i blød plade.
	(K) Fleksibelt ophæng	Rør hænges op i enten fleksible bøjler eller bøjler med gummi-indlæg.
(S) Rørstivhed	(K) Lyre / U-bøjning	Lange stive rør kan udføres med Lyre, u-bøjning eller kompensatorer. Det skal sikres, at rør ikke spænder mellem to faste punkter f. eks. skotter uden at kunne flexe.
(S) Rørgennem- føring	(K) Vandtætte gennemføringer	Hvis muligt laves fleksibel gennemføring. Ellers skal det sikres, at røret ikke er indspændt på begge sider.
	(K) Åbne gennem- føringer	Ved åbne gennemføringer skal det sikres, at røret er fri af åbnin- gen og ikke skramler imod.
(S) Ventiler	(K) Ændret ventiltipe	Udskiftning til butterfly-ventiler hvis muligt, idet de giver mindre støj.
(S) Resonans / egensvingning i rørsystem	(K) Ændring af op- hæng	Rørbøjler flyttes eller ekstra sættes ind for at bryde vibrationen.
	(K) Dæmpning af rør	Dæmpningsmateriale i form af måtte eller påsprøjtning kan pålægges tyndvæggede rør.
	(K) Lyre / U-bøjning	Lyre, u-bøjning eller komponent kan indføres for at bryde mønstret.
(L) Gennem- føringer	(K) Vandtætte gen- nemføringer	Hvis muligt laves fleksibel gennemføring. Ellers skal det sikres, at røret ikke er indspændt på begge sider.
	(K) Åbne gennemfø- ringer	Ved ikke-vandtætte gennemføringer kan hullet lukkes med rock- woolplade på hver side.
(L) Støj udstrålet fra rør	(K) Rørskåle	Rockwool Rørskåle eller lign. for indkapsling, monteret hvor rør direkte udstråler støj.
	(K) Isolering	Armaflex bruges primært mod varme, men giver også en mindre støjreduktion.

9.6 MASKINRUM: STØJ FRA HYDRAULIKSYSTEM

ÅRSAG	LØSNINGSTYPE	LØSNING
S struktur L luftbåren	K kilde S symptom	
(S) Rør- arrangement/ ophæng	(K) Generelt	Undgå skarpe bøjninger og overgange. Rørene må ikke være rette mellem to faste indfæstninger til strukturen. Ophæng skal være fleksible hvis muligt. Fleksible tilslutninger ved skotgenemføring, motor og pumpe.
(S) Tryk- variationer/ hastighed	(K) Lyddæmper	Ved højtryksanlæg kan der indsættes lyddæmpere i systemet.
	(K) Trykakkumulator	I systemer med store trykvariationer kan der indføres en akkumulator.
	(K) Øget rørstørrelse	Ved høje hastigheder og rør med mange bøjninger, bør rørdiameter øges.
(S) Hydraulik- motor/ powerpack	(K) Ophæng	Ophænges/opstilles på dæmpere. Husk fleksible tilslutninger (slangetilslutninger).
(S) Hydraulik- motor/ powerpack	(K) Indpakning	Komponenten kan opstilles i en lufttæt kasse. Der skal tages hensyn til varmeafgivelse, køleluft og lign. Luftindtag og -udtag laves som en luftsluse. Alle tilslutninger fraisoleres.

9.7 MASKINRUM: STØJ FRA VENTILATION

ÅRSAG	LØSNINGSTYPE	LØSNING
S struktur L luftbåren	K kilde S symptom	
(S) Kanalbuller	(K) Afstivning	Krydsafstivning af pladefelter eller knækning af pladerne (pyramideform).
	(K) Dæmpemasse	Dæmpemasse på pladefelt som bitumenplade eller påsprøjtning.
	(K) Lavere hastighed	Større kanal for at reducere lufthastigheden.
	(K) Glatte overgange	Undgå skarpe bøjninger og store ændringer i tværsnit.
(S + L) Ventilator	(K) Modifikation	Elastisk ophæng af ventilator, andet omdrejningstal og anden rotor.
	(K) Ny ventilator	Lavere omdrejningstal. Blade med lavt støjtal.
(L) Luftstøj i kanal	(S) Absorptionsmateriale	Absorptionsmateriale beklædt med tynd plastikfilm for at forhindre afrivning.
	(S) Lyddæmpere	Indsætte lyddæmpere i kanalerne.
	(S) Lavere hastighed	Større kanaltværsnit eller flere kanaler for at reducere lufthastigheden.
(L) Luftstøj i udblæsning	(S) Dæmpet udblæsningsventil	Specielle ventiler og ventiler med større åbning for lavere mundings-hastighed.
(L) Luftstøj i indblæsning	(S) Bafler	Bafler indenfor indblæsningsrist. Det kræver mere plads.
	(S) Større åbning	Større indsugningsrist med jævn overgang til kanal. Vil resultere i lavere hastighed i indsugningen.

9.8 APTERING: STØJ FRA HOVEDMOTOR

ÅRSAG S struktur L luftbåren	LØSNINGSTYPE K kilde S symptom	LØSNING
(S) Generelt	K) Afbalancering af hovedmotor	Det sikres, at rest-ubalance er så lille som mulig for at undgå videre transmission af støj.
	(K) Rigtigt arbejdsområde for hovedmotor	Omdrejning og stigning skal så vidt muligt lægges, så støj og vibration er lavest muligt.
	(K) Rigtig oplining af hovedmotor	Det sikres, at oplining af hovedmotor, gear og aksel er i orden.
	(K) Elastisk opstilling af hovedmotor med fast opstillet separat gear (med indbygget trykleje)	Motor sættes på vibrationsdæmpere. Vibrationsdæmperne dimensioneres mod øget dynamisk last og aksial last i forhold til normale lastskibe. Flex-kobling mellem hovedmotor og gear. Selve dimensioneringen bør foretages af et kvalificeret firma. Det skal sikres, at fundamentet er stift, idet maskinen ikke indgår i stivheden.
	(K) Elastisk opstilling af hovedmotor med påboltet gear og separat fast trykleje	Motor sættes på vibrationsdæmpere. Vibrationsdæmperne dimensioneres mod øget dynamisk last og aksial last i forhold til normale lastskibe. Fast fikseret trykleje installeres. Flex-kobling placeres mellem gear og trykleje. Selve dimensioneringen bør foretages af et kvalificeret firma. Det skal sikres, at fundamentet er stift, idet maskinen ikke indgår i stivheden.
	(K) Elastisk opstilling af hovedmotor og gear med trykleje i gear	Motor sættes på vibrationsdæmpere. Vibrationsdæmperne dimensioneres mod øget dynamisk last og aksial last i forhold til normale lastskibe. Flex-kobling placeres mellem hovedmotor og gear. Dæmpere under gearet skal dimensioneres for aksial last. Dette kan også løses med hårde fleksible endestop. Selve dimensioneringen bør foretages af et kvalificeret firma. Det skal sikres, at fundamentet er stift, idet maskinen ikke indgår i stivheden.
	(K) Elastisk opstilling af hovedmotor og påboltet gear med indbygget trykleje	Motor sættes på vibrationsdæmpere. Vibrationsdæmperne dimensioneres mod øget dynamisk last og aksial last i forhold til normale lastskibe. Flex-kobling placeres efter gear. Dæmpere under hovedmotor/gear skal dimensioneres for aksial last. Dette kan også løses med hårde fleksible endestop. Selve dimensioneringen bør foretages af et kvalificeret firma. Det skal sikres, at fundamentet er stift, idet maskinen ikke indgår i stivheden.
(L) Udstråling af støj	(K) Indkapsling af motor	I tilfælde hvor hovedmaskinen er den dominerende støjkilde, kan det være en fordel at indkapsle motoren. Dette skal foretages sammen med en fleksibel opstilling af motoren. Ved indkapsling skal man sikre, at den nødvendige køling og luft er tilstede. Lufttilførslen udføres med dæmpede labyrint åbninger. Alle gennemføringer skal lukkes tæt og fleksibelt. Denne løsning kræver en del plads omkring maskinen.
	(S) Indkapsling af maskinrum mod udtrængning af støj	Ved indkapsling af maskinrum isoleres alle flader (rockwool og galvaniseret plade), gennemføringer og ophæng til komponenter fra-isoleres.
	(S) Absorptionspaneler, reduktion af støj i rum	Til dæmpning af støjen i maskinrummet bruges frithængende absorptionssystemer til reduktion af efterklangen. Systemet må ikke kunne opsuge oliedampe.
	(S) Pakninger i døre, åbninger m.m.	Tætsluttende gummiprofilpakninger monteres i døre, luger og lignende.

9.9 APTERING: STØJ FRA UDS TØDNING

ÅRSAG	LØSNINGSTYPE	LØSNING
S struktur L luftbåren	K kilde S symptom	
(S) Ophæng af udstødning	(K) Generelt	Alle faste punkter mellem struktur og udstødning fjernes. Ekspansionsbælge må ikke i noget tilfælde være fuldt sammenpresede eller udtrukne. Udstødning med dæmper må ikke hænge eller bæres af ekspansionsbælge.
	(K) Ophæng lyd-dæmper	Lyddæmper kan opstilles på dæmpeelementer af gummi eller hel-metallisk type. Ved høje dæmpere kan toppen støttes af en ring med "grydesvampe" (sammenpresset ståluld).
	(K) Ophæng rør	Understøtningen af udstødsrøret kan ske som ved lyddæmperen.
	(K) Vandkrave på udstødsrør	Udføres som fast vandkrave på udstødsrør med overfald og kantjern på top af skorsten. Selve udstødsrøret må ikke røre toppen af skorsten (kan løses med grydesvampe eller profilsnor).
(L) Udstråling af lyd fra ud- stødssystem	(K) Isolering af lyd-dæmper med rør	Effektiv isolering og indkapsling af udstødsrør og lyddæmper også ved ophæng, flanger og ekspansionsbælge.
	(K) Ny lyddæmper	Skræddersyet højeffektiv lyddæmper tilpasset det aktuelle skib med øget dæmpning. Det vil normalt kræve mere plads.
	(K) Fintuning af udstødssystem	Tuning af hele udstødssystemet, så der ikke opstår resonanser i systemet.
(L) Udstråling af lyd fra ud- stødssystem	(S) Isolering af casing	Isolering af flader ind imod aptering.
(L) Stående lyd- bølger i casing	(S) Bafler i casing	Lydbafler (absorptionspaneler) eller isolering af sider dæmper stående lydbølger og udstødsbrummen. Fri luftgennemstrømning i casing skal tilgodeses.

9.10 APTERING: STØJ FRA PROPELLER

ÅRSAG	LØSNINGSTYPE	LØSNING
S struktur L luftbåren	K kilde S symptom	
(S) Kavitation	(K) Ny /ændret propel	Ny propeller der passer til medstrømsfeltet. Eventuelt en dysepropeller. Gamle propelleranlæg kan ofte forbedres ved udskiftning, da man har nye og mere effektive beregningsmetoder for optimering af trækraft og støj.
	(K) Ændring af bladtippe	Tilpasse bladtippe til mere støjsvag udformning (dette kan gå ud over trækraft).
	(S) Ændre stigning	Hvis der er problemer ved specielle områder af stigning og omdrejningstal, kan man prøve at undgå disse.
	(S) Område over propeller	Forstærkning af klædning over propeller, ved afstivning og/eller kraftigere plade.
		Pålægning af Antidrøn-materiale eller viskoelastisk sandwich system på klædning over propeller og på dæk.
		Absorptionsmateriale i rum med genklang vil reducere efterklangstiden og dermed lydniveauet i rummet.
		Udlægning af cement på område af klædning over propeller.
	(S) Isolering i maskinrum mod propeller	Isolering af agterskot og klædning.
(S) Støj fra dyse	(S) Ændre trim	Trimme skibet til en kondition hvor støjen er mindre.
	(K) Placering af zink	Zink skal placeres i strømmlinier, så de ikke giver unødige strømhvirvler omkring propeller.
	(K) Forstærkning af fæste for dyse	Det sikres, at dyseindfæstningen i skroget er stiv og effektivt forankret. Bløde pladefelter stives af.

9.11 APTERING: STØJ FRA MOTORER, PUMPER ETC.

ÅRSAG	LØSNINGSTYPE	LØSNING
S struktur L luftbåren	K kilde S symptom	
(S) Afbalancering	(K) Reparation	Pumpen skal være afbalanceret og lejer uden lejeslør etc.
(S) Forkert størrelse / kapacitet	(K) Ny komponent	Størrelsen skal passe til det aktuelle brug. Hvis pumpen er for lille, vil der være stor risiko for kavitation og overlast med deraf følgende vibrationer og støj.
(S) Maskin ophæng/ opstilling	(K) Stabilt fundament	Fundamenter for pumper og maskiner skal være stive og effektivt indfæstet til fast struktur.
	(K) Dæmpere	Opstilling på gummidæmpere/måtte.
(S) Tilslutninger	(K) Dæmpere	Ved elastisk opstilling af komponent skal alle tilslutninger så vidt muligt være af en fleksibel type.
(L) Udstråling fra komponent	(K) Indpakning	En del elmotorer kan fås med støjdæmpningskapper fra leverandøren.
		Komponenten kan opstilles i en lyddæmpet kasse. Der skal tages hensyn til varmeafgivelse, køleluft og lign. Luftindtag og udtag laves som en luftsluse. Alle tilslutninger fraisoleres.
	(K) Afskærmning	Hvis indpakning ikke kan lade sig gøre, kan absorptionspaneler til afskærmning opsættes.

9.12 APTERING: STØJ FRA RØRSYSTEMER

ÅRSAG	LØSNINGSTYPE	LØSNING
S struktur L luftbåren	K kilde S symptom	
(S) Hastighed / rørdiameter	(K) Ændring af rørdimension	For stor hastighed/tryk kan løses med større rørdiameter.
(S) Rørophæng	(K) Generelt	Rørbøjler skal sidde på stag eller lignende fast punkt og ikke midt i blød plade.
	(K) Fleksibelt op-hæng	Rør hænges op i enten fleksible bøjler eller bøjler med gummi-indlæg.
(S) Rørstivhed	(K) Lyre / U-bøjning	Lange stive rør kan udføres med Lyre, kompensator eller u-bøjning. Det skal sikres at rør ikke spænder mellem to faste punkter f. eks. skotter uden at kunne flexe.
(S) Rør-gennemføring	(K) Vandtætte gennemføringer	Hvis muligt laves fleksibel gennemføring. Ellers skal det sikres, at røret ikke er indspændt på begge sider.
	(K) Åbne gennemføringer	Ved åbne gennemføringer skal det sikres, at røret er fri af åbnin-gen og ikke skramler imod.
(S) Ventiler	(K) Ændret ventiltipe	Udskiftning til butterflyventiler hvis muligt, idet de giver mindre støj.
(S) Resonans/egensvingning i rørsystem	(K) Ændring af op-hæng	Rørbøjler flyttes eller ekstra sættes ind for at bryde vibrationen.
	(K) Dæmpning af rør	Dæmpningsmateriale i form af måtte eller påsprøjtning kan pålægges tyndvæggede rør.
	(K) Lyre / U-bøjning	Lyre, u-bøjning eller komponent kan indføres for at bryde møn-stret.
(L) Gennem-føringer	(K) Vandtætte gen-nemføringer	Hvis muligt laves fleksibel gennemføring Ellers skal det sikres, at røret ikke er indspændt på begge sider.
	(K) Åbne gennemfø-ringer	Ved ikke-vandtætte gennemføringer kan hullet lukkes med rock-wool plade på hver side.
(L) Støj udstrålet fra rør	(K) Rørskåle	Rockwool Rørskåle eller lign. for indkapsling, monteret hvor rør direkte udstråler støj.
	(K) Isolering	Armaflex bruges primært mod varme, men giver også en mindre støjreduktion.

9.13 APTERING: STØJ FRA VENTILATION

ÅRSAG	LØSNINGSTYPE	LØSNING
S struktur L luftbåren	K kilde S symptom	
(S) Kanalbuller	(K) Afstivning	Krydsafstivning af pladefelter eller knækning af pladerne (pyramideform).
	(K) Dæmpemasse	Dæmpemasse på pladefelt som bitumenplade eller påsprøjtning.
	(K) Lavere hastighed	Større kanal for at reducere lufthastigheden.
	(K) Glatte overgange	Undgå skarpe bøjninger og store ændringer i tværsnit.
(S + L) Ventilator	(K) Modifikation	Elastisk ophæng af ventilator, andet omdrejningstal og anden rotor.
	(K) Ny ventilator	Lavere omdrejningstal. Blade med lavt støjtal.
(L) Luftstøj i kanal	(S) Absorptionsmateriale	Absorptionsmateriale beklædt med tynd plastikfilm for at forhindre afrivning.
	(S) Lyddæmpere	Indsætte lyddæmpere i kanalerne.
	(S) Lavere hastighed	Større kanaltværsnit eller flere kanaler for at reducere lufthastigheden.
(L) Luftstøj i udblæsning	(S) Dæmpet udblæsningsventil	Specielle ventiler og ventiler med større åbning for lavere mundingshastighed.
(L) Luftstøj i indblæsning	(S) Bafler	Bafler indenfor indblæsningsrist. Det kræver mere plads.
	(S) Større åbning	Større indsugningsrist med jævn overgang til kanal vil resultere i lavere hastighed i indsugningen.

9.14 APTERING: STØJ FRA HYDRAULIKSYSTEMER

ÅRSAG	LØSNINGSTYPE	LØSNING
S struktur L luftbåren	K kilde S symptom	
(S) Rørarrangement/ophæng	(K) Generelt	Undgå skarpe bøjninger og overgange. Rørene må ikke være rette mellem to faste indfæstninger til strukturen. Ophæng skal være fleksible hvis muligt. Fleksible tilslutninger ved skotgenemføring, motor og pumpe.
(S) Trykvariationer/hastighed	(K) Lyddæmper	Ved højtryksanlæg kan der indsættes lyddæmpere i systemet.
	(K) Trykakkumulator	I systemer med store trykvariationer kan der indføres en akkumulator.
	(K) Øget rørstørrelse	Ved høje hastigheder og rør med mange bøjninger bør rørdiameter øges.
(S) Hydraulikmotor/powerpack	(K) Ophæng	Ophænges/opstilles på dæmpere med fleksible tilslutninger (slangetilslutninger).
(S) Hydraulikmotor/powerpack	(K) Indpakning	Komponenten kan opstilles i en lufttæt kasse. Der skal tages hensyn til varmeafgivelse, køleluft og lign. Luftindtag og udtag laves som en luftsluse. Alle tilslutninger fraisoleres.

9.15 APTERING: GENERELT

ÅRSAG	LØSNINGSTYPE	LØSNING
S struktur L luftbåren	K kilde S symptom	
(S) Generelt	(S) Fugning	Ved stød mellem plader og lign. lægges en fleksibel og tæt fuge.
Indretning	(S) Fraisoleri	Indretning fraisoleres fra dørk/skot med gummibånd og tyller. Hulrum kan fyldes ud med Rockwool.
Pakninger	(S) Tætning af åbninger	Bløde pakninger indsættes i døre, luger etc.

9.16 APTERING: DØRK

ÅRSAG	LØSNINGSTYPE	LØSNING
S struktur L luftbåren	K kilde S symptom	
Trædørk	(S) Fra-isolering	Dørk oplagt på strøer med gummimellemlag og elastisk fuge langs kanter mod skot.
	(S) Måtte	Tung gummimåtte lagt på dørk og tungt kraftigt tæppe.
	(S) Dæmpemateriale	Flydende dæmpningsmasse påsprøjtet på underside eller dæmpningsplade pålimet på under- eller overside.
	(S) Sandwich	Sandwich bestående af: Eksisterende dørk derpå kernemateriale (cellemateriale) og top lag af enten glasfiber eller finér med fuge langs kanter og gennemføringer.
	(S) Flydende dørk	30-60 mm rockwool marine slabs 140 kg/m ³ + træplade.
Ståldørk	(S) Afstivning	Kraveller kan indsættes, hvor der er vibrationer.
	(S) Måtte	Gummimåtte og tungt kraftigt tæppe.
	(S) Dæmpemateriale	Flydende dæmpningsmasse påsprøjtet på underside eller dæmpe-plade pålimet på under- eller overside.
	(S) Eksisterende cementdørk	Gummimåtte og tungt kraftigt tæppe.
	(S) Ny cementdørk	Nedlægning af Latexcement. Der lægges en elastisk fuge omkring gennemføringer og langs kanter.
	(S) Flydende dørk	Ved flydende dørk skal man sikre sig, at hele dørkpladen ikke har fast forbindelse til den omgivende struktur, og at gennemføringer er aflastede med fugemateriale.
	(S) Standard flydende dørk	30-60 mm rockwool marine slabs 140 kg/m ³ 30-50 mm beton eller lign. + dørkbelægning.
	(S) Lavhøjde flydende dørk	30-60 mm rockwool marine slabs 140 kg/m ³ 2-4 mm stålplade + dørkbelægning.
	(S) Effektiv flydende dørk	Plant dæk, 2-3 mm viskoelastisk belægning med 1,5-2 mm stålplader 400x500 mm ilagt som klinker, 30-60 mm rockwool marine slabs 140 kg/m ³ 30-50 mm, speciel dæmpende beton + dørkbelægning.
	(S) Standard flydende dørk	Plant dæk, 2-3 mm viskoelastisk belægning med 1,5-2 mm stålplader 400x500 mm ilagt som klinker, 30-60 mm rockwool marine slabs 140 kg/m ³ , Speciel stålsandwichplade på toppen + dørkbelægning.

9.17 APTERING: SKOT

ÅRSAG	LØSNINGSTYPE	LØSNING
S struktur	K kilde	
L luftbåren	S symptom	
Træskot	(S) Afstivning	Skottet kan afstives med kraftige lister.
	(S) Dæmpning	Dæmpning med påsprøjtet dæmpningsmasse.
		Dæmpning med pålimet tung Bitumenplade.
Stålskot	(S) Afstivning	Stålskot afstives yderligere med kraelier, hvis det vibrerer kraftigt.
	(S) Dæmpning	Pålægning af viskoelastisk masse og stålplade som modhold.
	(S) Gennemføringer	Gennemføringer i skottet gøres hvis muligt fleksibelt for at undgå indspænding.
Flydende skotgarnering	(S) Generelt	Ved strukturstøj dæmpes stålskot med dæmpningsmasse, bitumenplade, 100 mm Rockwool 32 kg/m ³ batts og plastfilm (dampspærre).
	(S) Færdige skotpanelementer	Ved flydende dørk placeres skottet på den flydende dørk, topbefæstningen gøres fleksibel. Ved alm. dørk lægges gummibånd i bundskinne.
	(S) Træpaneler	Opspantning fraisoleres stålet med gummityller, evt. tung MDF plade sættes på en gummifuge/bånd for fraisolering. Lysninger og lign. fraisoleres stålet.
	(S) Reduktion af efterklangstid	Opsætning af absorptionspaneler på skot på kritiske steder reducerer efterklangstiden. Hvis der er plads, må de gerne rykkes 20-50 mm ud fra skottet.
	(S) Tilslutninger på skot	Elkabler og lign. skal have løs bukning ved kontakter og lign.

9.18 APTERING: LOFTGARNERING

ÅRSAG	LØSNINGSTYPE	LØSNING
S struktur L luftbåren	K kilde S symptom	
Generelt	(S)	Underside af dæk isoleres, også omkring stag.
Loftplader (træ)	(S) Fleksibel opspanning	Opspanning fra isoleres stålet med gummityller. Pladerne placeres med fleksibel fuge langs kanterne.
Færdige loftpanel-elementer	(S) Færdige loftpanel-elementer	Paneler med opspanning ophænges elastisk, således at de ikke har direkte kontakt med skot og dæk.
Absorptions-paneler	(S) Reduktion af efterklangstid	Absorptionspladekassetter kan opsættes direkte oppe i loft-panelerne eller under loftet.

9.19 ARBEJDSSTEDER UNDER DÆK: STØJ FRA HOVEDMOTOR

ÅRSAG S struktur L luftbåren	LØSNINGSTYPE K kilde S symptom	LØSNING
(S) Generelt	(K) Afbalancering af hovedmotor	Det sikres, at rest-ubalance er så lille som mulig for at undgå videre transmission af støj.
	(K) Rigtigt arbejdsområde for hovedmotor	Omdrejning og stigning skal så vidt muligt lægges, så støj og vibration er lavest muligt.
	(K) Rigtig oplining af hovedmotor	Det sikres, at oplining af hovedmotor, gear og aksel er i orden.
(S) Hovedmotor-opstilling	(K) Elastisk opstilling af hovedmotor med fast opstillet separat gear (med indbygget trykleje)	Motor sættes på vibrationsdæmpere. Vibrationsdæmperne dimensioneres mod øget dynamisk og aksial last i forhold til normale lastskibe. Flex-kobling mellem hovedmotor og gear. Selve dimensioneringen bør foretages af et kvalificeret firma. Det skal sikres, at fundamentet er stift, idet maskinen ikke indgår i stivheden.
	(K) Elastisk opstilling af hovedmotor med påboltet gear og separat fast trykleje.	Motor sættes på vibrationsdæmpere. Vibrationsdæmperne dimensioneres mod øget dynamisk og aksial last i forhold til normale lastskibe. Fast fikseret trykleje installeres. Flex-kobling placeres mellem gear og trykleje. Selve dimensioneringen bør foretages af et kvalificeret firma. Det skal sikres, at fundamentet er stift, idet maskinen ikke indgår i stivheden.
	(K) Elastisk opstilling af hovedmotor og gear med trykleje i gear	Motor sættes på vibrationsdæmpere. Vibrationsdæmperne dimensioneres mod øget dynamisk og aksial last i forhold til normale lastskibe. Flex-kobling placeres mellem hovedmotor og gear. Dæmperne under gearet skal dimensioneres for aksial last. Dette kan også løses med hårde fleksible endestop. Selve dimensioneringen bør foretages af et kvalificeret firma. Det skal sikres, at fundamentet er stift, idet maskinen ikke indgår i stivheden.
	(K) Elastisk opstilling af hovedmotor og påboltet gear med indbygget trykleje	Motor sættes på vibrationsdæmpere. Vibrationsdæmperne dimensioneres mod øget dynamisk og aksial last i forhold til normale lastskibe. Flex-kobling placeres efter gear. Dæmperne under hovedmotor/gear skal dimensioneres for aksial last. Dette kan også løses med hårde fleksible endestop. Selve dimensioneringen bør foretages af et kvalificeret firma. Det skal sikres, at fundamentet er stift, idet maskinen ikke indgår i stivheden.
(L) Udstråling af støj	(K) Indkapsling af motor	I tilfælde hvor hovedmaskinen er den dominerende støjkilde, kan det være en fordel at indkapsle motoren. Dette skal foretages sammen med en fleksibel opstilling af motoren. Ved indkapsling skal man sikre at den nødvendige køling og luft er til stede. Lufttilførslen udføres med dæmpede labyrinth åbninger. Alle gennemføringer skal lukkes tæt og fleksibelt. Denne løsning kræver en del plads omkring maskinen.
	(S) Indkapsling af maskinrum mod udtrængning af støj	Ved indkapsling af maskinrum isoleres alle flader (rockwool og galvaniseret plade), og gennemføringer og ophæng til komponenter fra-isoleres.
	(S) Absorptionspaneler, reduktion af støj i rum	Til dæmpning af støjen i maskinrummet bruges frithængende absorptionssystemer til reduktion af efterklangen. Systemet må ikke kunne opsuge oliedampe.
	(S) Pakninger i døre, åbninger m.m.	Tætssluttende gummiprofilpakninger monteres i døre, luger og lign.

9.20 ARBEJDSSTEDER UNDER DÆK: STØJ FRA UDS TØDNING

ÅRSAG	LØSNINGSTYPE	LØSNING
S struktur L luftbåren	K kilde S symptom	
(S) Ophæng af udstødning	(K) Generelt	Alle faste punkter mellem struktur og udstødning fjernes. Ekspansionsbælge må ikke i noget tilfælde være fuldt sammenpresede eller udtrukne. Udstødning med dæmper må ikke hænge eller bæres af ekspansionsbælge.
	(K) Ophængt lyd-dæmper	Lyddæmper kan opstilles på dæmpeelementer af gummi eller hel-metallisk type. Ved høje dæmpere kan toppen støttes af en ring med "grydesvampe" (sammenpresset ståluld).
	(K) Ophængt rør	Understøtningen af udstødsrøret kan ske som ved lyddæmperen.
	(K) Vandkrave på udstødsrør	Udføres som fast vandkrave på udstødsrør med overfald og kantjern på top af skorsten. Selve udstødsrøret må ikke røre toppen af skorsten (kan løses med grydesvampe eller profilsnor).
(L) Udstråling af lyd fra ud- stødssystem	(K) Isolering af lyd-dæmper med rør	Effektiv isolering og indkapsling af udstødsrør og lyddæmper også ved ophæng, flanger og ekspansionsbælge.
	(K) Ny lyddæmper	Skræddersyet højeffektiv lyddæmper tilpasset det aktuelle skib med øget dæmpning. Det vil normalt kræve mere plads.
	(K) Fintuning af ud-stødssystem	Tuning af hele udstødssystemet, så der ikke opstår resonanser i systemet.
(L) Udstråling af lyd fra ud- stødssystem	(S) Isolering af casing	Isolering af flader ind imod aptering.
(L) Stående lyd- bølger i casing	(S) Bafler i casing	Lydbafler (absorptionspaneler) eller isolering af sider dæmper stående lydbølger og udstødsbrummen. Fri luftgennemstrømning i casing skal tilgodeses.

9.21 ARBEJDSSTEDER UNDER DÆK: STØJ FRA MOTORER, PUMPER ETC.

ÅRSAG	LØSNINGSTYPE	LØSNING
S struktur L luftbåren	K kilde S symptom	
(S) Afbalancering	(K) Reparation	Pumpen skal være afbalanceret og lejer uden lejeslør etc.
(S) Forkert størrelse / kapacitet (S)	(K) Ny komponent	Størrelsen skal passe til det aktuelle brug. Hvis pumpen er for lille, vil der være stor risiko for kavitation og overlast med deraf følgende vibrationer og støj.
(S) Maskin- ophæng/ opstilling	(K) Stabilt fundament	Fundamenter for pumper og maskiner skal være stive og effektivt indfæstet til fast struktur.
(S) Tilslutninger	(K) Fleksible forbindelser	Ved elastisk opstilling af komponent skal alle tilslutninger så vidt muligt være af en fleksibel type.
(L) Udstråling fra komponent	(K) Indpakning	En del elmotorer kan fås med støjdempningskapper fra leverandøren.
		Komponenten kan opstilles i en lyddæmpet kasse. Der skal tages hensyn til varmeafgivelse, køleluft og lign. Luftindtag og -udtag laves som en luftsluse. Alle tilslutninger fraisoleres.
	(K) Afskærmning	Hvis indpakning ikke kan lade sig gøre, kan absorptionspaneler til afskærmning opsættes.

9.22 ARBEJDSSTEDER UNDER DÆK: STØJ FRA RØRSYSTEMER

ÅRSAG	LØSNINGSTYPE	LØSNING
S struktur L luftbåren	K kilde S symptom	
(S) Hastighed/ rørdiameter	(K) Ændring af rørdimension	For stor hastighed/tryk kan løses med større rørdiameter.
(S) Rørophæng	(K) Generelt	Rørbøjler skal sidde på stag eller lignende fast punkt og ikke midt i blød plade.
	(K) Fleksibelt op-hæng	Rør hænges op i enten fleksible bøjler eller bøjler med gummi-indlæg.
(S) Rørstivhed	(K) Fleksibelt op-hæng	Lange stive rør kan udføres med lyre eller u-bøjning. Det skal sikres, at rør ikke spænder mellem to faste punkter f.eks. skotter uden, at det kan flexe.
(S) Rør-gennemføring	(K) Vandtætte gennemføringer	Hvis muligt laves fleksibel gennemføring. Ellers skal det sikres, at røret ikke er indspændt på begge sider.
	(K) Åbne gennemføringer	Ved åbne gennemføringer skal det sikres, at røret er fri af åbnin-gen og ikke skramler imod.
(S) Ventiler	(K) Ændret ventiltipe	Udskiftning til butterflyventiler hvis muligt, idet de giver mindre støj.
(S) Resonans/ egensvingning i rørsystem	(K) Ændring af op-hæng	Rørbøjler flyttes eller ekstra sættes ind for at bryde vibrationen.
	(K) Dæmpning af rør	Dæmpningsmateriale i form af måtte eller påsprøjtning kan pålægges tyndvæggede rør.
	(K) Lyre/ U-bøjning	Lyre eller u-bøjning kan indføres for at bryde mønstret.
(L) Gennem-føringer	(K) Vandtætte gen-nemføringer	Hvis muligt laves fleksibel gennemføring. Ellers skal det sikres at røret ikke er indspændt på begge sider.
	(K) Åbne gennemfø-ringer	Ved ikke vandtætte gennemføringer kan hullet lukkes med rock-woolplade på hver side.
(L) Støj udstrålet fra rør	(K) Rørskåle	Rockwool Rørskåle eller lign. for indkapsling, monteret hvor rør direkte udstråler støj.
	(K) Isolering	Armaflex bruges primært mod varme, men giver også en mindre støjreduktion.

9.23 ARBEJDSSTEDER UNDER DÆK: STØJ FRA HYDRAULIKSYSTEMER

ÅRSAG	LØSNINGSTYPE	LØSNING
S struktur L luftbåren	K kilde S symptom	
(S) Rør- arrangement/ ophæng	(K) Generelt	Undgå skarpe bøjninger og overgange. Rørene må ikke være rette mellem to faste indfæstninger til strukturen. Ophæng skal være fleksible hvis muligt. Fleksible tilslutninger ved skotgenemføring, motor og pumpe.
(S) Tryk- variationer/ hastighed	(K) Lyddæmper	Ved højtryksanlæg kan der indsættes lyddæmpere i systemet.
	(K) Trykakkumulator	I systemer med store trykvariationer kan der indføres en akkumulator.
	(K) Generelt	Ved høje hastigheder og rør med mange bøjninger bør rørdiameter øges.
(S) Hydraulik- motor/ powerpack	(K) Ophæng	Ophænges/opstilles på dæmpere med fleksible tilslutninger (slangetilslutninger).
(S) Hydraulik- motor/ powerpack	(K) Indpakning	Komponenten kan opstilles i en lufttæt kasse. Der skal tages hensyn til varmeafgivelse, køleluft og lign. Luftindtag og -udtag laves som en luftsluse. Alle tilslutninger fraisoleres.

9.24 ARBEJDSSTEDER UNDER DÆK: STØJ FRA VENTILATION

ÅRSAG	LØSNINGSTYPE	LØSNING
S struktur L luftbåren	K kilde S symptom	
(S) Kanalbuller	(K) Afstivning	Krydsafstivning af pladefelter eller knækning af pladerne (pyramideform).
	(K) Dæmpemasse	Dæmpemasse på pladefelt som bitumenplade eller påsprøjtning.
	(K) Lavere hastighed	Større kanal for at reducere lufthastigheden.
	(K) Glatte overgange	Undgå skarpe bøjninger og store ændringer i tværsnit.
(S + L) Ventilator	(K) Modifikation	Krydsafstivning af pladefelter eller knækning af pladerne (pyramideform).
	(K) Ny ventilator	Krydsafstivning af pladefelter eller knækning af pladerne (pyramideform).
(L) Luftstøj i kanal	(S) Absorptionsmateriale	Absorptionsmateriale beklædt med tynd plastikfilm for at forhindre afrivning.
	(S) Lyddæmpere	Indsætte lyddæmpere i kanalerne.
	(S) Lavere hastighed	Større kanaltværsnit eller flere kanaler for at reducere lufthastigheden.
(L) Luftstøj i indblæsning	(S) Bafler	Bafler indenfor indblæsningsrist. Det kræver mere plads.
	(K) Større åbning	Større indsugningsrist med jævn overgang til kanal resulterer i lavere hastighed i indsugningen.

9.25 ARBEJDSSTEDER UNDER DÆK

ÅRSAG	LØSNINGSTYPE	LØSNING
S struktur L luftbåren	K kilde S symptom	
(L) Støj fra dæk	(S) Gummimåtter	Kraftig gummimåtte kan lægges på dørk.
(L) Støj i rummet	(S) Absorptionspaneler	Absorptionspaneler kan opsættes mellem spanter under dæk som kassetter, fri af dækket.
(L) Støjende udstyr	(S) Forhæng	Støjende udstyr kan afskærmes med plastlamelforhæng.
(L) Raslen af løst udstyr	(S) Sikring af løst udstyr	Kæder, skovle, sjækler etc. lægges på trægarnering, gummimåtter eller lign.

9.26 ARBEJDSSTEDER ÅBENT DÆK

ÅRSAG	LØSNINGSTYPE	LØSNING
S struktur L luftbåren	K kilde S symptom	
(S) Ophæng af udstødning	(K) Generelt	Alle faste punkter mellem struktur og udstødning fjernes. Ekspansionsbælge må ikke være fuldt sammenpressede eller udtrukne i noget tilfælde. Udstødning med dæmper må ikke hænge eller bæres af ekspansionsbælge.
	(K) Ophæng lyd-dæmper	Lyddæmper kan opstilles på dæmpeelementer af gummi eller helmetalisk type. Ved høje dæmpere kan toppen støttes af en ring med "grydesvampe" (sammenpresset ståluld).
	(K) Ophæng rør	Understøtningen af udstødsrøret kan ske som ved lyddæmperen.
	(K) Vandkrave på udstødsrør	Udføres som fast vandkrave på udstødsrør med overfald og kantjern på top af skorsten. Selve udstødsrøret må ikke røre toppen af skorsten (kan løses med grydesvampe eller profilsnor).
(L) Luftstøj i ventilationskanal	(S) Absorptionsmateriale	Absorptionsmateriale beklædt med tynd plastikfilm for at forhindre afrivning.
	(S) Lyddæmpere	Indsætte lyddæmpere i kanalerne.
	(S) Lavere hastighed	Større kanaltværsnit eller flere kanaler for at reducere luft hastigheden.
(L) Luftstøj i ventilationsudblæsning	(S) Dæmpet udblæsningsventil	Specielle ventiler og ventiler med større åbning for lavere mundingshastighed.
(L) Luftstøj i ventilationsindblæsning	(S) Bafler	Bafler indenfor indblæsningsrist. Det kræver mere plads.
	(S) Større åbning	Større indsugningsrist med jævn overgang til kanal resulterer i lavere hastighed i indsugningen.

9.27 ARBEJDSSTEDER ÅBENT DÆK: STØJ FRA HYDRAULIKSYSTEMER

ÅRSAG	LØSNINGSTYPE	LØSNING
S struktur L luftbåren	K kilde S symptom	
(S) Rør- arrangement/ ophæng	(K) Generelt	Undgå skarpe bøjninger og overgange. Rørene må ikke være rette mellem to faste indfæstninger til strukturen. Ophæng skal være fleksible hvis muligt. Fleksible tilslutninger ved skotgenemføring, motor og pumpe.
(S) Tryk- variationer/ hastighed	(K) Lyddæmper	Ved højtryksanlæg kan der indsættes lyddæmpere i systemet.
	(K) Trykakkumulator	I systemer med store trykvariationer kan der indføres en akkumulator.
	(K) Øget rørstørrelse	Ved høje hastigheder og rør med mange bøjninger bør rørdiameter øges.
(S) Hydraulik- motor/ powerpack	(K) Ophæng	Ophænges/opstilles på dæmpere med fleksible tilslutninger (slangetilslutninger).
(S) Hydraulik- motor/ powerpack	(K) Indpakning	Komponenten kan opstilles i en lufttæt kasse. Der skal tages hensyn til varmeafgivelse, køleluft og lign. Luftindtag og -udtag laves som en luftsluse. Alle tilslutninger fraisoleres.

Vidste du...

...at støj kan bl.a. ved at
ændre åndedrætsrytme og
øge blodtrykket belaste og
skade organismen over
længere tid...

Appendiks 1

Uddrag af sagsbehandling af støjforhold på fiskeskibe – synsservice interne vejledninger

1. FORMÅL

1.1. FORMÅLET med denne vejledning er at beskrive CFS's sagsbehandling i forbindelse med støjforhold på fiskeskibe.

2. FREMGANGSMÅDE

2.1. FREMGANGSMÅDEN er som beskrevet i bilag til denne vejledning: SAGSBEHANDLING AF STØJFORHOLD PÅ FISKESKIBE.

2.2. STØJFAGLIG EKSPERTISE

Centeret har tilknyttet særlig støjfaglig ekspertise (Ødegaard & Danneskiold-Samsøe A/S-ØDS), som kan anvendes ved behov for vurdering af f.eks. effekten af støjdæmpende tiltag.

3. GRUNDLAG, REFERENCER OG BILAG

3.1. MEDDELELSE A, Kapitel III B(1) Fysiske arbejdsmiljøpåvirkninger om støj. Der er i bilag 1 angivet både anbefalede og maksimale støjgrænser for fiskeskibes forskellige arbejds- og opholdsområder.

3.2. VED INDSENDELSE af måleresultater jvf. bilag 3.7 anvendes et standard-skema til støjrapport for last-, passager- og fiskeskibe. I forbindelse med ombygninger anvendes et specielt skema. Skemaerne forefindes i en udgave til afvikling i Microsoft Word 2000 eller nyere på styrelsens hjemmeside:

Dansk udgave

WWW.SOFARTSSTYRELSEN.DK

Engelsk udgave

WWW.DMA.DK

Relevante dokumenter i forbindelse med sagsbehandling af støj forefindes i synsservice under de respektive skibe samt

VEJLEDNINGER → KAPITEL 15 STØJ

Måleresultater skal altid indsendes i papirformat. Hvis det er muligt må resultaterne gerne fremsendes elektronisk som supplement. Standardskemaet udsendes desuden til rederen/værftet som et led i proceduren ved tegnings-godkendelse.

3.3 LISTE OVER FIRMAER der er autoriserede til at udføre støjmålinger ligger i synsservice eller Kan findes på Søfartsstyrelsens hjemmeside:
www.soefartsstyrelsen.dk

3.4 SAGSBEHANDLING AF STØJFORHOLD foregår i CFS bortset fra skibe L < 15 meter, som foregår i regionerne. Endelig støjmåling afleveres henholdsvis sendes pr. mail til kontorfunktionærerne i CFS for indtastning i central database.

3.5 BILAG - SKIBSINSPEKTØRENS interne vejledning: SAGSBEHANDLING AF STØJFORHOLD PÅ FISKESKIBE.

4. REGISTRERING

Standardsskema til støjrapport arkiveres i DocuLive på skibets sag.

BILAG: SAGSBEHANDLING AF STØJFORHOLD PÅ FISKESKIBE

På nogle fiskeskibe kan det være vanskeligt at overholde de anbefalede værdier - og endog de maksimale værdier fra bilag 1.

For at sikre effektive støjreducerende foranstaltninger gennemført på et tidligt tidspunkt i processen, giver vejledningen anvisning for sagsbehandlingen på følgende skibstyper og ved følgende situationer:

- 1. NYE FISKESKIBE L ≥ 15 METER**
- 2. NYE FISKESKIBE L < 15 METER**
- 3. INDKØBTE FISKESKIBE UANSET STØRRELSE**
- 4. OMBYGNINGER, INCL. MOTORUDSKIFTNING PÅ
EKSISTERENDE FISKESKIBE UANSET STØRRELSE**
- 5. GENOPBYGNING EFTER HAVARI**
- 6. NEDBREMSNING AF HOVEDMOTOR**
- 7. AFSLUTNING**

1 - NYE FISKESKIBE $L \geq 15$ METER

1.1. FOR NYE SKIBE $L \geq 15$ meter er der krav om forudberegning af de forventede støjniveauer.

På disse skibe skal de maksimale værdier fra bilag 1 - jævnfør regel 4.1-3 - overholdes og anbefalede støjgrænser skal tilstræbes overholdt. Hvis de anbefalede værdier ud fra en realistisk forudberegning er overholdt kan sagsbehandlingen fortsætte umiddelbart.

1.2. HVIS EN REALISTISK forudberegning viser overskridelse af de anbefalede værdier fra bilag 1, skriver sagsbehandleren et brev til værftet med følgende formulering:

"de anbefalede støjgrænser som angives i bilag 1, skal forsøges overholdt. Værftet skal benytte de for tiden bedst kendte løsninger for at reducere støjen så meget som muligt. I praksis betyder det, at værftet skal vurdere, hvilke af nedennævnte støjdæmningsprincipper der kan bringes i anvendelse:

1. Elastisk opstilling af maskineri
2. Indkapsling af maskineri
3. Montage af udstødningslyddæmpere
4. Reduktion af kavitationsstøj fra propeller
5. Luftlydisolering af maskinrum
6. Reduktion af ventilationstøj
7. Reduktion af støj fra hydraulikanlæg
8. Reduktion af slag og raslestøj
9. Installation af svømmende dørk
10. Anvendelse af viskoelastisk strukturlydsdæmpning
11. Opsætning af lydabsorberende materiale
12. Strukturelle ændringer

1.3. VURDERINGEN af hvorvidt elastisk opstilling skal bringes i anvendelse foretages af værftet, motorleverandør og eventuel støjkonsulent allerede i projektfasen.

1.4. TIL VÆRFTET vedlægges et bilag udarbejdet af ØDS på Søfartsstyrelsens foranledning - bilaget, som findes i

Synsservice → Vejledninger(SIV) → Kapitel 15 Støj → Støj dæmpning på eksisterende fiskeskibe

orienterer nærmere om nogle af de metoder, der i øjeblikket kan tages i anvendelse for at dæmpe støjen på nye og eksisterende fiskeskibe.

Desuden henvises til den af fiskeriets arbejdsmiljøråd udarbejdede støjhåndbog.

1.5. HVIS VÆRFTET herefter dokumenterer, at alle realistiske/mulige/kendte støjdæmpnings-metoder er taget i anvendelse og gennemført på tilfredsstillende vis, kan sagsbehandlingen fortsætte - også selvom de anbefalede støjgrænser forudses at blive overskredet.

1.6. HVIS SAGSBEHANDLEREN vurderer, at de relevante støjdæmpnings-metoder ikke tages i anvendelse og gennemføres på tilfredsstillende vis, meddeles dette værftet og det meddeles samtidigt, at endelig fartstilladelse ikke kan forventes udstedt, hvis de afsluttende støjmålinger - under normale driftsforhold - viser overskridelse af de maksimale støjgrænser angivet i bilag 1.

Normale driftsforhold vil i denne forbindelse betyde drift under de forhold, som er beskrevet i bilag 3. Dette betyder, at støjmålingen normalt kan foretages ved 90 % MCR - og hvis dette praktisk ikke på tilfredsstillende vis kan lade sig gøre på den tekniske prøvetur, må målingen gennemføres efterfølgende. Hvis det vurderes, at støjniveauet under normalt fiskeri er bestemt for er højere end ved 90 % MCR skal målingen foretages under disse betingelser.

1.7. HVIS DE AFSLUTTENDE støjmålinger viser overskridelse af de maksimale støjgrænser fra bilag 1 gøres rederen/værftet opmærksom på, at endelig fartstilladelse ikke kan gives - men at rederen/værftet kan anmode om en midlertidig fartstilladelse på 1-3 måneder under forudsætning af, at rederen/værftet inden for denne periode:

- udarbejder en handlingsplan der detaljeret beskriver hvordan støjen reduceres yderligere, og
- gennemfører endnu en støjmåling der dokumenterer effekten af de i handlingsplanen gennemførte tiltag.

Endelig fartstilladelse kan således ikke udstedes, før det ved en støjmåling er dokumenteret, at de maksimale støjgrænser fra bilag 1 er overholdt - eller at der fra regelcenteret er meddelt dispensation fra kravene.

1.8. VEDRØRENDE DISPENSATIONER henvises til den gældende rundskrivelse fra regelcenteret.

2 - NYE FISKESKIBE L < 15 METER

2.1. FOR NYE FISKESKIBE L < 15 meter er der ikke krav om forudberegning af støjen. På disse skibe skal de maksimale værdier fra bilag 1 - jævnfør regel 4.4 - tilstræbes overholdt. Det betyder, at de maksimale værdier skal overholdes hvis det teknisk kan ladesig gøre og det forekommer rimeligt.

2.2. DER PÅHVILER VÆRFTET samme forpligtelse til at anvende støjdæmpende foranstaltninger som ved fiskeskibe L ≥ 15 meter. Men da niveauet for de maksimale værdier typisk ligger 5 dB(A) over de anbefalede værdier, tages der lidt "hensyn" til de vanskeligere konstruktions- og indretningsmæssige forhold de små fiskeskibe er underlagt.

Sagsbehandleren skriver derefter et brev til værftet med følgende formulering:
" De maksimale støjgrænser som angives i bilag 1, skal forsøges overholdt.

Værftet skal benytte de for tiden bedst kendte løsninger for at reducere støjen så meget som muligt. I praksis betyder det at værftet skal vurdere, hvilke af nedennævnte støjdæmningsprincipper, der kan bringes i anvendelse:

1. Elastisk opstilling af maskineri
2. Indkapsling af maskineri
3. Montage af udstødningslyddæmpere
4. Reduktion af kavitationsstøj fra propeller
5. Luftlydsisolering af maskinrum
6. Reduktion af ventilationstøj
7. Reduktion af støj fra hydraulikanlæg
8. Reduktion af slag og raslestøj
9. Installation af svømmende dærk
10. Anvendelse af viskoelastisk struktureldæmpning
11. Opsætning af lydabsorberende materiale
12. Strukturelle ændringer

2.3. VURDERINGEN AF hvorvidt elastisk opstilling skal bringes i anvendelse foretages af værftet, motorleverandør og eventuel støjkonsulent allerede i projektfasen.

2.4. TIL ORIENTERING for værftet forefindes et bilag udarbejdet af ØDS på Søfartsstyrelsens foranledning - bilaget, som findes i

Synsservice → Vejledninger(SIV) → Kapitel 15 Støj → Støj dæmpning på eksisterende fiskeskibe

orienterer nærmere om nogle af de metoder, der i øjeblikket kan tages i anvendelse for at dæmpe støjen på nye og eksisterende fiskeskibe. Desuden henvises til den af fiskeriets arbejdsmiljøråd udarbejdede støjhåndbog.

2.5. HVIS DE AFSLUTTENDE støjmålinger - foretaget under normale driftsforhold (se 1.2) - viser, at de maksimale grænser jf. bilag 1 er overholdt, kan endelig fartstilladelse gives umiddelbart.

2.6. VISER DE AFSLUTTENDE støjmålinger imidlertid overskridelser af de maksimale støjgrænser skal værftet dokumentere, at relevante og realistiske/mulige/kendte støj dæmnings-principper er taget i anvendelse og gennemført på tilfredsstillende vis. Endelig fartstilladelse kan derfor ikke umiddelbart udstedes.

2.7. DA DER JF. REGEL 4.4 er tale om, at anførte maksimale støjgrænser tilstræbes overholdt, skal der ikke søges om dispensation - sagsbehandleren vurderer her om anvendelse af støj dæmningsprincipperne har været tilfredsstillende og om styrelsen på den baggrund kan udstede endelig fartstilladelse.

3 - INDKØBTE FISKESKIBE UANSET LÆNGDE

3.1. VED SAGSBEHANDLING af støjforhold på indkøbte fiskeskibe kan eventuelle foreliggende støjmålinger indgå i sagsbehandlingen.

- På skibe $L \geq 15$ meter, og med en alder på 15 år eller mere samt skibe køllagt den 1. juli 2002 eller senere skal de maksimale værdier fra bilag 1 - jævnfør regel 4.1-3 - overholdes og anbefalede støjgrænser skal tilstræbes overholdt. Sagsbehandlingen foregår som for nye fiskeskibe efter retningslinierne i pkt. 1.
- På skibe $L < 15$ meter, og med en alder på 15 år eller mere samt skibe køllagt den 1. juli 2002 eller senere skal de maksimale værdier fra bilag 1 - jævnfør regel 4.4 - tilstræbes overholdt. Sagsbehandlingen foregår som for nye fiskeskibe efter retningslinierne i pkt. 2.
- På skibe uanset størrelse køllagt den 1. juli 2002 eller senere skal de maksimale værdier fra bilag 1 - jævnfør regel 4.1-3 - overholdes og anbefalede støjgrænser skal tilstræbes overholdt. Sagsbehandlingen foregår som for nye fiskeskibe efter retningslinierne i pkt. 1.
- På skibe uanset størrelse, og med en alder på mindre end 15 år køllagt før 1. juli 2002 skal de maksimale værdier fra bilag 1 - jævnfør regel 4.4 - tilstræbes overholdt. Det betyder, at de maksimale værdier skal overholdes hvis det teknisk kan lade sig gøre og det forekommer rimeligt. Sagsbehandlingen foregår som for nye fiskeskibe efter retningslinierne i pkt. 2.

3.2. PÅ ET SÅ TIDLIGT tidspunkt i projektforløbet som muligt afholdes et møde med værft/konsulent/reder med henblik på at informere omkring regelgrundlaget samt styrelsens godkendelsesprocedure. Der skal udarbejdes udførligt referat fra mødet.

4 - OMBYGNINGER, INCL. MOTORUDSKIFTNING PÅ EKSISTERENDE FISKESKIBE UANSET STØRRELSE

4.1 FOR DEN DEL af skibet ombygningen angår, skal sagsbehandlingen gennemføres som nævnt under pkt. 2 - jævnfør regel 4.4. Inden et ombygningsprojekt påbegyndes skal følgende foreligge:

- en støjmåling før ombygningen påbegyndes jf. bilag 3, og
- en detaljeret beskrivelse af projektet, der muliggør en reel vurdering af de støjdæmpende tiltag.

Efter ombygningen skal der indsendes en støjmåling på et specielt skema til ombygninger (se punkt 5.2 side 1). Endelig godkendelse kan herefter først gives såfremt støjforholdene, som minimum er de samme eller viser en forbedring i forhold til før ombygningen.

5 - GENOPBYGNING EFTER HAVARI

5.1. "GENOPBYGNING efter havari" er et konventionsmæssigt begreb, der medfører, at skibet genopbygges til den standard det havde før havariet/forliset og efter det regelsæt, som skibet blev godkendt efter.

Da det i visse tilfælde vil være uhensigtsmæssigt at genopbygge f.eks. tidligere støj­mæssigt utilfredsstillende forhold, vil styrelsen kræve, at genopbygningen foregår under rimelig hensyntagen til de støjdæmpningsprincipper, der er anført under pkt. 1.2.

5.2. SAGSBEHANDLINGEN vil foregå som nævnt under pkt. 4.1- dog med den undtagelse, at en støj­måling før genopbygning normalt ikke vil være til rådighed.

6 - NEDBREMSNING AF HOVEDMOTOR

Sagsbehandlingen af støjforhold i forbindelse med nedbremsning af motorer foregår på følgende måde:

6.1. STØJMÅLINGER SKAL altid foregå ved den nedbremsede effekt. Som fremtidssikring henstilles det dog, at der foretages støj­måling i henhold til bilag 3 ved begge effekter (før og efter nedbremsningen).

Såfremt der alene foretages støj­måling ved effekten efter nedbremsningen meddeles det reder/skipper, at der ved en forøgelse af effekten altid skal foretages fornyet støj­måling. Følgende indføres samtidig i bilagsmappen: " skibets godkendelse for så vidt angår støjforhold beror på målinger foretaget ved den ned bremsede effekt : _____ kW".

Vidste du...

...at støj kan medføre
tinnitus (susen for ørerne)
og lydoverfølsomhed,
hvor selv lyde med
forholdsvis lavt niveau
forekommer meget generende...

Appendiks 2

Meddelelser fra Søfartsstyrelsen A, arbejdsmiljø i skibe, kapitel A III B(1), fysiske arbejdsmiljøpåvirkninger, 1. januar 2006

KAPITEL III FYSISKE ARBEJDSMILJØPÅVIRKNINGER

AFSNIT B-1 STØJ

REGEL 1 ANVENDELSESOMRÅDE

1. BESTEMMELSERNE i dette afsnit gælder for alle skibe, hvor der er beskæftiget arbejdstagere.

2. BESTEMMELSERNE gælder endvidere for enmandsbetjente erhvervsfartøjer med et dimensionstal på 20 eller derover.

3. BESTEMMELSERNE er udformet på baggrund af de hidtil gældende bestemmelser i teknisk forskrift nr. 4 af 3. maj 2002 om støj i skibe samt Europa-Parlamentets og Rådets Direktiv 2003/10/EF af 6. februar 2003 om minimumsforskrifter for sikkerhed og sundhed i forbindelse med arbejdstagernes eksponering for risici på grund af støj.

REGEL 2 DEFINITIONER

1. I DETTE AFSNIT gælder følgende definitioner:

1.1 »Nyt skib« er et skib, hvis køl er lagt eller som befinder sig på et tilsvarende byggestadium den 1. juli 2002 eller senere.

1.2 »Eksisterende skib« er et skib, der ikke er et nyt skib.

- 1.3** »Længden L« er skibets længde L, som defineret i de gældende forskrifter om skibes bygning og udstyr m.v.
- 1.4** »Dimensionstal« er fartøjets længde gange fartøjets bredde, som defineret i de gældende forskrifter om skibes bygning og udstyr m.v.
- 1.5** »Fremdrivningseffekt« er den samlede maksimale ydelse MCR i kilowatt ved kontinuerlig drift af alt maskineri, som samtidig kan fremdrive skibet. Ydelsen ansættes af Søfartsstyrelsen på basis af motorfabrikantens prøveplansskemaer og indføres i besætningsfastsættelsen.
- 1.6** »Det maksimale lydtryk, P_{max} « er den største værdi af det C-vægtede øjeblikkelige lydtryk (impulsstøj).
- 1.7** »Det energiækvivalente støjniveau, $L_{Aeq,T}$ « er det konstante lydtryksniveau, målt i dB(A), som i tidsrummet T har samme energiindhold, som det målte, eventuelt varierende lydtryk.
- 1.8** »Den daglige støjbelastning, $L_{EX,8h}$ « er det tidsvægtede gennemsnit af støjniveauerne for en arbejdsdag på nominelt otte timer, målt i dB(A), som defineret ved ISO 1999:1990, punkt 3.6. Dette omfatter al støj i forbindelse med arbejdet, også impulsstøj. Ved en daglig arbejdsperiode på T_d timer er $L_{EX,8h} = L_{Aeq,T} + 10 \log(T_d / 8)$.¹⁾
- 1.9** »Luftlydisolation, R_w « er det vægtede reduktionstal, som defineret i DS/EN ISO Standard 140-4 og 717-1.
- 1.10** »Trinlydisolation, $L_{n,w}$ « er det vægtede trinlydsniveau i rummet, som defineret i DS/EN ISO Standard 140-7 og 717-2.
- 1.11** »Infralyd« er lyd med frekvens under 20 Hz.
- 1.12** »Ultralyd« er lyd med en frekvens over 18.000 Hz.
- 1.13** »Unødig støj« er støj, der kan reduceres væsentligt i niveau, og som det forekommer rimeligt at forebygge imod.

REGEL 3 PERSONLIGE STØJGRÆNSER

1. GRÆNSEVÆRDIER for den daglige støjbelastning og det maksimale lydtryk fastsættes til:

$$L_{EX,8h} = 85 \text{ dB(A) } 2)$$

$$P_{max} = 130 \text{ dB(C)}$$

Ved anvendelsen af grænseværdierne tages der ved fastsættelsen af arbejdstagerens effektive støjeksponering hensyn til virkningen af arbejdstagerens brug af høreværn. Grænseværdierne må ikke overskrides, jf. regel 7.

2. AKTIONSVÆRDIER for den daglige støjbelastning og det maksimale lydtryk fastsættes til:

1.1 ØVRE aktionsværdi

$$LEX,8h = 85 \text{ dB(A)}$$

$$P_{max} = 130 \text{ dB(C)}$$

1.2 NEDRE aktionsværdier

$$LEX,8h = 80 \text{ dB(A)}$$

$$P_{max} = 130 \text{ dB(C)}$$

Ved anvendelsen af aktionsværdierne tages der ved fastsættelsen af arbejdstagerens effektive støjeksponering ikke hensyn til virkningen af arbejdstagerens brug af høreværn. Ved overskridelse af aktionsværdierne, skal der foretages foranstaltninger, som angivet i regel 8, 10, 11 og 13.

REGEL 4 OMRÅDEBESTEMTE STØJGRÆNSER

1. FOR NYE skibe med en længde L på 15 meter og derover eller et dimensionstal på 100 eller derover skal de i bilag 1 anførte maksimale støjgrænser overholdes, og de anbefalede støjgrænser skal tilstræbes overholdt. Endvidere skal de i bilag 1 anførte værdier for luftlydisolation og trinlydisolation overholdes.

2. I FORBINDELSE med projektering af nye skibe skal det dokumenteres, f.eks. ved beregninger eller kvalificerede vurderinger af det forventede støjniveau i de berørte områder, at de anbefalede støjgrænser i bilag 1 kan overholdes. Dokumentation skal indsendes til Søfartsstyrelsen.

3. HVIS REDEREN ud fra den i stk. 2 nævnte dokumentation finder, at de i bilag 1 anførte anbefalede støjgrænser på trods af rimelige tekniske tiltag ikke kan overholdes, skal dette på forlangende dokumenteres over for Søfartsstyrelsen.

4. FOR EKSISTERENDE skibe med en længde L på 15 meter og derover eller et dimensionstal på 100 og derover, samt for nye og eksisterende skibe med en længde L mindre end 15 meter og et dimensionstal på 20 og derover, men under 100, skal de i bilag 1 anførte maksimale støjgrænser tilstræbes overholdt.

REGEL 5 MÅLING AF STØJ

1. STØJMÅLING skal foretages, når det er nødvendigt at klarlægge støjbelastningen, og skal altid foretages

1.1 efter færdigbygning af et nyt skib,

1.2 efter ombygning eller ændringer af et eksisterende skib, der skønnes at påvirke støjniveauet,

1.3 ved indflagning af et skib, hvor der ikke i forvejen findes relevant støjmåling,

1.4 hvis der er grund til at antage, at støjforholdene har ændret sig, og

1.5 hvis Søfartsstyrelsen forlanger det.

2. STØJMÅLING skal foretages, så det er muligt at fastslå, om de i regel 3 fastsatte værdier er overskredet.

3. MÅLINGERNE skal udføres således, at de i bilag 3 anførte retningslinier om måling af støj er opfyldt.

4. STØJMÅLINGERNE skal udføres eller overværes af en af Søfartsstyrelsen anerkendt sagkyndig person. Søfartsstyrelsen accepterer målinger, der udføres af anerkendte prøveinstitutter, herunder af prøveinstitutter i andre EU-medlemsstater samt i lande, der er omfattet af EØS-aftalen, og som giver passende og tilfredsstillende garantier af teknisk, fagmæssig og uafhængig art.

REGEL 6 ARBEJDSPLADSVURDERING

1. ARBEJDSPLADSVURDERINGEN, jf. kapitel I A, regel 2, skal indeholde en vurdering af arbejdstagernes eksponering for støj.

2. VED UDARBEJDELSE af arbejdspladsvurderingen skal der være særlig opmærksomhed på

2.1 eksponeringens styrke, type og varighed, herunder eksponering for impulsstøj,

2.2 grænseværdier og aktionsværdier, som fastsat i regel 3,

2.3 enhver effekt af sikkerheds- og sundheds mæssig art på særligt udsatte arbejdstagere,

2.4 enhver effekt på arbejdstagernes sikkerhed og sundhed ved påvirkning mellem støj og stoffer, der er skadelige for øret, og mellem støj og vibrationer,

2.5 enhver risiko for, at arbejdstageren på grund af støj ikke kan høre advarselssignaler eller andre lyde, der kan advare mod risikoen for ulykker,

2.6 oplysninger om støjniveau fra fabrikanten af arbejdsudstyr,

2.7 muligheden for at anvende alternativt arbejdsudstyr, som nedbringer støjniveauet,

2.8 eksponering for støj om bord på skibet efter arbejdstidens ophør, navnlig i opholdsrum og soverum,

2.9 relevante oplysninger, der er indsamlet i forbindelse med helbreds-kontrollen, og

2.10 anvendelse af høreværn med tilstrækkelig lyddæmpende effekt.

3. ARBEJDSPLADSVURDERINGEN SKAL ANGIVE, hvilke foranstaltninger der skal træffes i overensstemmelse med regel 7, 8, 9, 10 og 11.

4. ARBEJDSPLADSVURDERINGEN SKAL REVIDERES løbende. En revision er især nødvendig, hvis der er sket væsentlige ændringer, der gør den uaktuel, eller hvis helbredskontrollen viser, at det er nødvendigt.

REGEL 7 BEGRÆNSNING AF EKSPONERING FOR STØJ

1. ARBEJDSTAGEREN må under ingen omstændigheder eksponeres for støj, der overskrider grænseværdierne i regel 3, stk. 1.

2. HVIS GRÆNSEVÆRDIEN overskrides, skal rederen straks

2.1 tage skridt til at bringe eksponeringen ned under grænseværdien,

2.2 fastslå årsagerne til, at grænseværdien blev overskredet, og

2.3 tilpasse foranstaltningerne til forebyggelse mod eksponeringen, for at undgå at grænseværdien overskrides igen.

REGEL 8 FOREBYGGELSE MOD STØJ

1. Under hensyn til den tekniske udvikling og de foranstaltninger, der kan anvendes, skal støjniveauet reduceres ved kilden eller begrænses til et minimum.

2. Unødig støj skal undgås, og de akustiske forhold skal være tilfredsstillende. Støjniveauet, herunder niveauet for infralyd og ultralyd, skal holdes så lavt, som det er rimeligt under hensyntagen til den tekniske udvikling.

3. En begrænsning af støjeksponeringen foretages på grundlag af de generelle principper om forebyggelse i kapitel I, idet der navnlig tages hensyn til:

3.1 teknisk støjreduktion, hvor støjens opståen, udstråling og udbredelse hindres eller mindskes:

- I)** reduktion af luftbåren støj, f.eks. ved hjælp af afskærmninger, indeslutninger eller afdækninger med lydabsorberende materiale;
- II)** reduktion af strukturbåret støj, f.eks. ved hjælp af støjdæmpning eller isolering;

3.2 alternative arbejdsmetoder, der medfører lavere eksponering for støj;

3.3 valg af passende arbejdsudstyr med det lavest mulige støjniveau under hensyn til det arbejde, der skal udføres;

3.4 arbejdsstedernes udformning og indretning;

3.5 instruktion og oplæring af arbejdstageren, så udstyr anvendes korrekt og eksponeringen for støj reduceres til et minimum;

3.6 vedligehold af arbejdsudstyr og arbejdssteder;

3.7 støjreduktion ved arbejdstilrettelæggelsen:

- I) begrænsning af eksponeringens varighed og omfang;
- II) passende arbejdsplaner med tilstrækkelige pauser.

4. HVIS DE ØVRE aktionsværdier overskrides, skal rederen på grundlag af arbejdspladsvurderingen fastlægge og gennemføre et program med tekniske og organisatoriske foranstaltninger for at begrænse eksponeringen for støj, idet der navnlig tages hensyn til de i stk. 3 nævnte foranstaltninger.

5. Rederen skal sikre, at der ved valg af foranstaltninger tages højde for arbejdstagere, som er i en særlig risikogruppe.

REGEL 9 SKILTNING

Ved indgangen til rum med et støjniveau over 80 dB(A) skal der være skiltning i henhold til den til enhver tid gældende forskrift om sikkerhedsskiltning m.v. om bord i skibe, som i form af egnede symboler eller med tekst på dansk, og hvor det er relevant også på engelsk, tydeligt angiver de i bilag 2 anførte anvisninger. Rum eller områder, hvor støjniveauet overstiger 115 dB(A) må i almindelighed ikke betrædes.

REGEL 10 PERSONLIGE VÆRNEMIDLER

1. HVIS DE RISICI, der er en følge af eksponeringen for støj, ikke kan forebygges med andre midler, skal der stilles passende, korrekt tilpassede personlige høreværn til rådighed for arbejdstagerne, der anvendes under følgende betingelser:

1.1 hvis støjeksponeringen overskrider de nedre aktionsværdier, skal arbejdsgiveren stille personlige høreværn til rådighed for arbejdstagerne;

1.2 hvis støjeksponeringen er lig med eller overskrider de øvre aktionsværdier, eller hvis støjpåvirkningen i øvrigt er skadelig eller stærkt generende, skal der anvendes personlige høreværn.

2. De personlige høreværn skal være i overensstemmelse med bestemmelserne i Arbejdstilsynets til enhver tid gældende bekendtgørelse om konstruktion af personlige værnemidler.

3. Rederen skal sikre, at høreværn anvendes, når det er relevant i henhold til denne regel, og har ansvaret for, at effektiviteten af de foranstaltninger, der træffes efter denne regel, kontrolleres.

REGEL 11 INFORMATION OG UNDERVISNING

1. Rederen skal sørge for, at arbejdstagere, der udsættes for en støjbelastning på eller over de nedre aktionsværdier, får information og undervisning i de risici, der er forbundet med eksponering for støj, navnlig vedrørende

- 1.1 karakteren af sådanne risici,
- 1.2 de foranstaltninger, der skal fjerne risikoen for støj eller begrænse den til et minimum,
- 1.3 de fastsatte grænseværdier og aktionsværdier,
- 1.4 resultatet af de vurderinger og målinger, der er foretaget efter regel 5, og om de skader, der kan opstå,
- 1.5 korrekt brug af høreværn,
- 1.6 hvordan tegn på høreskader opdages og anmeldes,
- 1.7 hvornår arbejdstagerne har ret til helbreds kontrol,
- 1.8 sikker arbejdspraksis, der kan begrænse eksponeringen for støj mest muligt.

REGEL 12 INDDRAGELSE AF ARBEJDTAGERNE

1. Arbejdstagerne og sikkerhedsorganisationen skal høres i afgørelsen af spørgsmål om støj, navnlig

- 1.1 den i regel 6 omhandlede arbejdspladsvurdering,
- 1.2 de i regel 8 og 9 omhandlede foranstaltninger mod eksponering, og
- 1.3 den i regel 10 omtalte mulighed for personlige høreværn.

REGEL 13 ARBEJDSMEDICINSKE UNDERSØGELSER

1. Hvis arbejdspladsvurderingen viser, at der er fare for arbejdstagerens helbred, skal der gives den pågældende adgang til en arbejdsmedicinsk undersøgelse efter bestemmelserne i kapitel IX, afsnit A.

2. En arbejdstager, som eksponeres for støj, der overskrider de øvre aktionsværdier, har ret til at få undersøgt sin hørelse af en læge eller en anden sagkyndig person.

3. En arbejdstager, som eksponeres for støj, der overskrider de nedre aktionsværdier, har ret til at få foretaget en høreprøve.

4. Hvis det ved en kontrol af hørelsen konstateres, at en arbejdstager har en høreskade, vurderer en læge eller, hvis lægen finder det nødvendigt, en specialist, om det er sandsynligt, at skaden skyldes eksponering for støj under arbejdet. Hvis dette er tilfældet, skal rederen

4.1 revidere arbejdspladsvurderingen,

4.2 revidere de foranstaltninger, der er foretaget i henhold til regel 8, 9 og 10,

4.3 tage hensyn til råd fra læger eller anden sagkyndig, og

4.4 sørge for fornyet helbredsundersøgelse af ansatte, der har været udsat for samme eksponering.

REGEL 14 DISPENSATIONER

Søfartsstyrelsen kan, hvor særlige forhold foreligger, tillade afvigelser fra bestemmelserne i dette afsnit, når det skønnes rimeligt og sikkerheds- og sundhedsmæssigt forsvarligt, og i det omfang det er foreneligt med direktiv 2003/10/EF af 6. februar 2003 om minimumsforskrifter for sikkerhed og sundhed i forbindelse med den ansattes eksponering for risici på grund af fysiske agenser (støj).

BILAG 1 - OMRÅDEBESTEMTE STØJGRÆNSER

1. MAKSIMALE OG ANBEFALEDE STØJGRÆNSER

	ARBEJDSOMRÅDER	Maksimalt dB(A)	Anbefalet dB(A)
1	Maskinrum, inkl. styremaskine	110	105
2	Ved stoppet maskineri i maskinrum ³⁾	85	85
3	Værksteder	85	80
4	Særskilt separatorrum	85	85
5	Maskinkontrolrum og manøvrerum	75	75
6	Kabys	75	70
7	Styrehus	65	65
8	Radiorum	60	60
9	Lytteposter	70	70
10	Kontorer i aptering og dækskontrolrum	65	65
11	Butiksarealer og kiosk	65	65
12-A	Andre arbejdsområder, fiskeskibe	85	85
12-B	Andre arbejdsområder, øvrige skibe	90	85

	REKREATIONSOMRÅDER MM.	Maksimalt dB(A)	Anbefalet dB(A)
13	Behandlingsrum (hospital)	60	60
14	Soverum	60	55
15	Fritids- og kondirum	65	65
16	Spiserum og andre opholdsrum	65	60
17	Udvendige rekreative områder	75	70
18	Ved redningsstationer	75	70

2. LYDISOLATION

Skot- og dækkonstruktioner skal være udført af materialer med tilstrækkelig lydisolering for at undgå forstyrrelser fra aktivitet i tilstødende rum, herunder menneskelig aktivitet som f.eks. musik, tale og gang. Konstruktionselementerne skal overholde følgende krav:

LUFTLYDSISOLATION, JF. ISO

140/3 OG ISO 717/1:

Skot i apteringen generelt	Rw : min. 35 dB
Dæk i apteringen generelt	Rw : min. 40 dB
Mellem soverum og åbent dæk, opholdsrum, kabys, pantry, fritids- og hobbyrum samt maskinrum	Rw : min. 45 dB

TRINLYDSISOLATION, JF. ISO

140/7 OG ISO 717/2:

Fra gangområder på åbent dæk, kabys eller andre rum med kraftig trinlyd til soverum og opholdsrum	$L'_{n,w}$: max. 65 dB
---	-------------------------

Luftlydisolationen for den endelige konstruktion målt i skibet - det tilsyneladende reduktionstal, R'_w - må ikke være mere end 2 dB dårligere end de anførte reduktionstal, R_w .

³⁾ Støjen i serviceområdet omkring en standset hoved- eller hjælpemotor må ikke overstige 85 dB, når øvrigt maskineri er i normal drift.

BILAG 2 - SKILTNING VED INDGANGEN TIL STØJFYLDTE RUM

80-85 DB(A)**HØJT STØJNIVEAU
BRUG HØREVÆRN***HIGH NOISE LEVEL
USE EAR PROTECTORS***85-110 DB(A)****FARLIG STØJ
HØREVÆRN SKAL ANVENDES***DANGEROUS NOISE
USE OF EAR PROTECTORS MANDATORY***110-115 DB(A)****ADVARSEL:
FARLIG STØJ
HØREVÆRN SKAL ANVENDES
KUN OPHOLD I KORTERE TID***CAUTION:
DANGEROUS NOISE
USE OF EAR PROTECTORS MANDATORY
SHORT STAY ONLY***>115 DB(A)****ADVARSEL:
MEGET FARLIG STØJ
HØREVÆRN SKAL ANVENDES
HØJEST 10 MIN OPHOLD FOR INSPEKTION***CAUTION:
EXCESSIVELY HIGH NOISE LEVEL
USE OF EAR PROTECTORS MANDATORY
NO STAY LONGER THAN 10 MINUTES
FOR INSPECTION*

BILAG 3 - MÅLING AF STØJ

1. GENERELT

- 1.1** Når et skib er færdigbygget, og når det i øvrigt er krævet i henhold til regel 5, skal der foretages støjmålinger i de i bilag 1 specificerede områder. Målingerne skal dokumenteres i en støjrapport.

2. DRIFTSKONDITIONER TIL SØS

- 2.1** Støjmålingerne skal foretages under sejlads med en belastning på minimum 90% af den installerede kontinuerlige fremdrivningseffekt, MCR. Målinger ved redningsstationer kan dog foretages ved nedsat fart "Meget Langsomt Frem" og med omkringliggende ventilation kørende.
- 2.2** Hjælpemaskineri, såsom generatoranlæg, hydrauliske anlæg, kedelanlæg, køle- og luftkompressorer, mekanisk ventilation inklusive luftkonditioneringsanlæg, navigationsinstrumenter, radio- og radaranlæg og andre indretninger, som er forudsat at skulle anvendes under normale driftsforhold, skal være i drift. Forhold, der således har betydning i forbindelse med støjmålingen, skal anføres i støjrapporten.
- 2.3** Specielle driftssituationer, der kan forekomme i længere tidsrum, såsom dynamisk positionering, lægtvandssejlads, fiskeri og lignende, skal måles separat.

3. DRIFTSKONDITIONER I HAVN

- 3.1** Der foretages støjmålinger med skibets laste-/lossegrej, cargo-pumper, inertgasanlæg, lastkøleanlæg, hydrauliske anlæg, hydrauliske fortøjningsspil, støjende last (køle-/frysecontainere) og lignende i drift i de berørte områder og apteringsafsnit. I stedet for støjmålinger af køle-/frysecontainere kan Søfartsstyrelsen godkende en beregning af det forventede støjniveau.
- 3.2** På vogndæk i ro-ro skibe skal der foretages støjmålinger under laste-/losseoperationer med vogndæksventilationen i drift.

4. EKSTERNE FORHOLD

- 4.1** Måleresultaterne vil kunne påvirkes af eksterne forhold som vanddybde, vejrforhold, fremmede støjkloder eller lignende. Sådanne forhold skal derfor anføres i støjrapporten.

- 4.2 Såfremt vanddybden er mere end 5 gange skibets dybgang, er forholdene tilfredsstillende. Ved driftssituationer, f.eks. hvor der sejles mellem faste havne med mindre vanddybde, foretages målingen under de aktuelle forhold.
- 4.3 Vejrforhold som vind, nedbør og sø må ikke have indflydelse på måleresultaterne. Vindhastigheden og søen bør ikke overstige henholdsvis 8 m/s og sea state 3 (bølgehøjde 1,25 m).
- 4.4 Eksterne støjklender, såsom trafik, værksteder og værfter, må ikke påvirke støjniveauet ved målepositionerne. Om nødvendigt skal måleresultaterne korrigeres for indflydelse fra disse støjklender.

5 MÅLEUDSTYR

- 5.1 Til støjmålingerne skal der anvendes instrumenter, der opfylder kravene til »Precision Grade Sound Level Meter« ifølge IEC publikationen 60651. Frekvensanalyse skal foretages i 1/1-oktav frekvensbånd, jf. IEC 61260. Hvis der anvendes integrerende lydtryksmålere, skal de opfylde forskrifterne i IEC norm 60804.
- 5.2 Støjniveauet skal måles som A-vægtet lydtryksniveau i decibel, reference 20 μ Pa. Ved frekvensanalyse anvendes 1/1-oktav frekvensbånd med centerfrekvenser fra 31,5 til 8000 Hz.
- 5.3 I tilfælde, hvor støjniveauet varierer med mere end 5 dB, skal der foretages en måling med en integrerende lydtryksmåler over en periode på mindst 30 sekunder.

6 MÅLEPOSITIONER

- 6.1 Kun den nødvendige driftsbesætning og de personer, der udfører støjmåling, må opholde sig i det aktuelle måleområde.
- 6.2 Støjmåling skal generelt udføres i midten af rummet i en højde af 1,5 m over dørken og hvis muligt ikke nærmere end 0,5 m fra større reflekterende flader eller overflader af maskineri i drift. I større rum, hvor lydtrykket varierer mere end 6 dB, skal der måles i flere positioner på hvert dæk med en indbyrdes afstand ikke over 10 m. I maskinrum og styrehus skal der endvidere måles på operatørpladser, hvor regelmæssigt ophold foregår.
- 6.3 Ved støjmålinger skal alle døre og vinduer være lukkede.
- 6.4 I radiorum foretages støjmålingen med radioinstallationen i drift, men uden at akustisk signal afgives.

6.5 Målingerne på lytteposter skal foretages henholdsvis med og uden signal fra skibets fløjte. Målingerne skal herudover foretages i henhold til den til enhver tid gældende IMO-rekommandation om måling på lytteposter (Recommendation on Methods of Measuring Noise Levels at Listening Posts).

7. RAPPORTERING

7.1 Måleresultaterne skal indsendes til Søfartsstyrelsen i en til formålet udarbejdet standardrapport og indeholde følgende:

- en plan over skibet, hvor måleværdier og målepositioner er angivet;
- de forhold, som har betydning for bedømmelse af støjforholdene, herunder:

- 1) dybgang for og agter,
- 2) vind og sø,
- 3) hastighed og kurs,
- 4) belastning og omdrejningstal på hoved- og hjælpemaskineri,
- 5) andre støjkloder i drift under målingerne, f.eks. ventilation i maskin- og lastrum og ventilation i apteringen,
- 6) måleinstrumentets og mikrofonens fabrikat og type,
- 7) oplysning om, hvem der har foretaget målingen, og
- 8) vanddybde under køl.

7.2 Resultatet angives som totale A-vægtede lydtryk i standard-rapportens måleskema. I de tilfælde, hvor støjen overstiger den maksimale støjgrænse, eller hvor der er generende lavfrekvent støj eller tydeligt hørbare rene toner, skal der foretages frekvensanalyse i 1/1-oktav frekvensbånd.

OFFICIELLE NOTER

¹⁾ For en arbejdsperiode T_d på 12 timer forøges den daglige støjbelastning således med 1,8 dB(A) og på 16 timer med 3,0 dB(A), når støjniveauet er uændret.

²⁾ For en 12 timers arbejdsdag svarer dette til et maksimalt energiækvivalent støjniveau, $L_{Aeq,12}$ på 83 dB(A).

REDAKTIONEL NOTE

Meddelelser fra Søfartsstyrelsen A består af en kort forskrift og et antal bilag i form af kapitler. Forskriften indeholder en liste over kapitlernes indhold og datering. Meddelelser fra Søfartsstyrelsen A i sin helhed findes ved at foretage følgende søgning : i feltet "populærtitel" skrives "meddelelser a"

AFSNIT B-2 VIBRATIONER

REGEL 1 ANVENDELSE

1 Bestemmelserne i dette afsnit gælder for ethvert arbejde, hvor arbejdstagerne udsættes eller kan blive udsat for vibrationer i forbindelse med arbejdet.

2 Bestemmelserne gennemfører Europa-Parlamentets og Rådets Direktiv 2002/44/EF af 25. juni 2002 om minimumsforskrifter for sikkerhed og sundhed i forbindelse med arbejdstagernes eksponering for risici på grund af vibrationer.

REGEL 2 DEFINITIONER

1 I dette afsnit forstås ved:

- 1.1** »hånd-arm-vibrationer«: vibrationer, der overføres fra udstyr, som holdes, styres eller støttes af hånd eller arm, og som udgør en risiko for arbejdstagerens sikkerhed og sundhed, herunder navnlig skader på kar, knogler, led, nerver eller muskler.
- 1.2** »helkropsvibrationer«: vibrationer, der overføres til hele kroppen, og som udgør en risiko for arbejdstagerens sikkerhed og sundhed, herunder navnlig sygdomme i lænderyggen og skader på rygsøjlen.

REGEL 3 GRÆNSEVÆRDIER OG AKTIONSVÆRDIER

1 Hånd-arm-vibrationer

- 1.1** grænseværdien for den daglige eksponering i en referenceperiode på otte timer er 5 m/s²
- 1.2** aktionsværdien for den daglige eksponering i en referenceperiode på otte timer er 2,5 m/s²
Arbejdstagerens eksponering for hånd-arm-vibrationer vurderes eller måles på grundlag af bestemmelserne i bilag 1 til dette afsnit.

2 Helkropsvibrationer

- 2.1** grænseværdien for den daglige eksponering i en referenceperiode på otte timer er 1,15 m/s²
- 2.2** aktionsværdien for den daglige eksponering i en referenceperiode på otte timer er 0,5 m/s²
Arbejdstagerens eksponering for helkropsvibrationer vurderes eller måles på grundlag af bestemmelserne i bilag 2 til dette afsnit.

REGEL 4 ARBEJDSPLADSVURDERING

1 Hvis arbejdstagere udsættes for vibrationer i forbindelse med arbejdet om bord, skal arbejdspladsvurderingen, jf. kapitel I A, regel 2, indeholde en vurdering eller om nødvendigt en måling af den daglige vibrationsbelastning, i overensstemmelse med bilag 1 og bilag 2 til dette afsnit.

2 Eksposering for vibrationer kan vurderes gennem observation af den konkrete arbejdsdag og på baggrund af oplysninger om vibrationsniveauet i det anvendte udstyr eller på det aktuelle arbejdssted, når disse oplysninger er tilstede. Vurderingen kræver ikke et særligt apparatur eller en særlig metode.

3 Vurderingen eller målingen planlægges omhyggeligt og gennemføres med passende mellemrum.

4 Ved udarbejdelse af arbejdspladsvurderingen skal der være særlig opmærksomhed på:

- 4.1** eksposeringens styrke, type og varighed
- 4.2** grænseværdierne og aktionsværdierne, som fastsat i regel 3
- 4.3** enhver effekt af sikkerheds- og sundhedsmæssig art på særligt udsatte arbejdstagere
- 4.4** eventuelle indirekte virkninger på arbejdstagerens sikkerhed, som skyldes vibrationernes påvirkning af arbejdsstedet eller udstyret. Der skal især tages højde for, at vibrationer kan påvirke arbejdsstedets holdbarhed og stabilitet, og forstyrre en korrekt betjening eller aflæsning af instrumenter
- 4.5** oplysninger fra fabrikanten om det anvendte arbejdsudstyr
- 4.6** muligheden for at anvende andet udstyr, som nedbringer eksposeringen for vibrationer
- 4.7** eksposering for helkropsvibrationer om bord på skibet efter arbejdstidens ophør, navnlig i opholdsrum og soverum. Eksposeringen skal være nedbragt til et niveau, der er foreneligt med rummenes anvendelse.
- 4.8** særlige arbejdsforhold, f.eks. arbejde i lave temperaturer
- 4.9** relevante oplysninger, der er indsamlet i forbindelse med helbreds-kontrollen.

5 Arbejdspladsvurderingen skal angive, hvilke foranstaltninger der skal træffes, jf. regel 5 og 6.

6 Arbejdspladsvurderingen skal revideres løbende. En revision er især nødvendig, hvis der er sket væsentlige ændringer, der gør den uaktuel, eller hvis helbredscontrollen viser, at det er nødvendigt.

REGEL 5 FOREBYGGELSE MOD EKSPONERING

1 Arbejdet skal tilrettelægges og udføres, så risikoen for følger af belastning fra vibrationer minimeres. Dette skal ske ved at følge de generelle forebyggelsesprincipper i kapitel I, herunder at fjerne vibrationerne ved kilden, i det omfang det er muligt.

2 Hvis den daglige vibrationsbelastning overstiger aktionsværdierne i regel 3, skal årsagen undersøges, og der skal træffes tekniske og organisatoriske foranstaltninger, så belastningen begrænses mest muligt. Ved valg af foranstaltninger skal der navnlig tages hensyn til:

- 2.1** alternative arbejdsmetoder, som mindsker eksponering for vibrationer
- 2.2** arbejdsudstyr med en god ergonomisk udformning og det lavest mulige vibrationsniveau under hensyn til det arbejde, der skal udføres
- 2.3** hjælpeudstyr og personlige værnemidler, som nedsætter risikoen for skader fra vibrationer, herunder sæder, der effektivt opfanger helkropsvibrationer, og håndtag, der dæmper hånd-arm-vibrationer
- 2.4** vedligehold af arbejdsudstyr og arbejdssteder
- 2.5** udformning og indretning af arbejdspladser
- 2.6** instruktion og oplæring af arbejdstageren, så udstyr anvendes korrekt og sikkert
- 2.7** begrænsning af eksponeringens varighed og styrke
- 2.8** passende arbejdstider med tilstrækkelige pauser
- 2.9** arbejdstøj til udsatte arbejdstagere for beskyttelse mod kulde og fugt

3 Arbejdstagere må under ingen omstændigheder udsættes for en påvirkning, der overskrider grænseværdierne i regel 3. Hvis en grænseværdi overskrides, skal rederen straks

- 3.1** tage skridt til at bringe eksponeringen ned under grænseværdien,
- 3.2** fastslå årsagerne til, at grænseværdien blev overskredet, og
- 3.3** tilpasse foranstaltningerne til forebyggelse mod eksponeringen, for at undgå at grænseværdien overskrides igen.

4 Rederen skal sikre, at der ved valg af foranstaltninger tages højde for arbejdstagere, som er i en særlig risikogruppe.

REGEL 6 INFORMATION OG OPLÆRING AF ARBEJDSSTAGERNE

1 Rederen skal sørge for, at arbejdstagere, der udsættes for vibrationer på arbejdsstedet, får information og oplæring, der afspejler arbejdspladsvurderingen, navnlig med hensyn til:

- 1.1** foranstaltninger, der skal fjerne eller minimere risikoen for eksponering for vibrationer
- 1.2** de fastsatte grænseværdier og aktionsværdier
- 1.3** resultatet af de vurderinger og målinger, der er foretaget efter regel 4, og om de skader, der kan opstå
- 1.4** hvordan tegn på arbejdsskader opdages og anmeldes
- 1.5** hvornår arbejdstageren har ret til helbreds kontrol
- 1.6** sikker arbejdspraksis, der begrænser eksponeringen mest muligt.

REGEL 7 ARBEJDSMEDICINSK UNDERSØGELSE

1 Hvis arbejdspladsvurderingen i henhold til regel 4 viser, at der er fare for arbejdstagerens helbred, skal der gives den pågældende adgang til en arbejdsmedicinsk undersøgelse efter bestemmelserne i kapitel IX, afsnit A. Resultatet af undersøgelsen skal tages i betragtning ved iværksættelse af forebyggende foranstaltninger på arbejdsstedet. En undersøgelse er relevant, hvis

- 1.1** arbejdstagerens eksponering for vibrationer er af en sådan art, at en sygdom eller forringelse af helbredet kan sættes i forbindelse med eksponeringen,
- 1.2** det er sandsynligt, at en sygdom eller forringelse af helbredet er opstået under de særlige forhold, den ansatte arbejder under, og
- 1.3** der findes egnede metoder til at påvise en sygdom eller forringelse af helbredet.
Arbejdstagere, der eksponeres for vibrationer, som overstiger aktionsværdierne i regel 3, har under alle omstændigheder ret til en passende helbreds kontrol.

2 Hvis det ved en arbejdsmedicinsk undersøgelse konstateres, at en arbejdstager har en identificerbar sygdom, som lægen mener skyldes eksponering for vibrationer under arbejdet om bord, skal rederen

- 2.1** revidere arbejdspladsvurderingen,
- 2.2** revidere de foranstaltninger, der er foretaget i henhold til regel 5
- 2.3** tage hensyn til råd fra læger eller anden sagkyndig, og
- 2.4** sørge for fornyet helbredsundersøgelse af ansatte, der har været udsat for samme eksponering.

REGEL 8 OVERGANGSPERIODE

1 Bestemmelserne i regel 5, stk. 3, finder først anvendelse efter 6. juli 2010, for så vidt angår

- 1.1** udstyr, der er stillet til rådighed for arbejdstageren før den 6. juli 2007, og
- 1.2** skibe, der er leveret før den 6. juli 2007, som ikke under hensyn til de seneste tekniske fremskridt og organisatoriske foranstaltninger kan overholde grænseværdierne for eksponering.

REGEL 9 UNDTAGELSER

1 Søfartsstyrelsen kan, under behørigt begrundede omstændigheder og efter høring af de respektive reder- og mandskabsorganisationer, tillade afvigelser fra regel 5, stk. 3, for så vidt angår helkropsvibration, når det under hensyn til det tekniske niveau og arbejdsstedernes særlige karakteristika ikke er muligt at overholde grænseværdien for eksponering til trods for, at der er truffet tekniske eller organisatoriske foranstaltninger.

2 Hvis en arbejdstagers eksponering for vibrationer normalt er mindre end aktionsværdierne i regel 3 men lejlighedsvis overstiger grænseværdierne, kan Søfartsstyrelsen, efter høring af de respektive reder- og mandskabsorganisationer, ligeledes fravige bestemmelserne i artikel 5, stk. 3. Den gennemsnitlige vibrationsbelastning beregnet over en 40 timers arbejdsperiode skal dog være mindre end grænseværdien, og det skal påvises, at risikoen for arbejdstageren ved denne belastning er mindre end ved eksponering ved grænseværdien.

3 De i stk. 1 og 2 omhandlede dispensationer skal ledsages af krav, der sikrer at helbredsrisikoen begrænses til et minimum, og at der indføres skærpet helbredskontrol for de berørte arbejdstagere. Dispensationerne gives for en periode på højst 4 år ad gangen.

BILAG 1 HÅND-ARM VIBRATIONER

1 Vurdering af eksponeringen for hånd-arm vibrationer baseres på beregning af den daglige vibrationsbelastning i en referenceperiode på otte timer, $A(8)$, i overensstemmelse med ISO standard 5349-1 (2001), kapitel 4 og 5 og bilag A:

$$A(8) = a_{hv} \sqrt{\frac{T}{T_0}}$$

hvor:

a_{hv} er vibrationsstyrken i m/s^2

T_i er varigheden af eksponeringen med vibrationsstyrken a_{hv}

T_0 er 8 timer

Vibrationsstyrken, a_{hv} , udregnes ved hjælp af formlen:

$$a_{hv} = \sqrt{a_{hwx}^2 + a_{hwy}^2 + a_{h wz}^2}$$

hvor:

a_{hwx} , a_{hwy} og $a_{h wz}$ er de frekvensvægtede RMS accelerationer i m/s^2 , målt i tre på hinanden vinkelrette retninger på det sted, hvor den vibrerende overflade er i kontakt med hånden.

2 Hvis der i løbet af arbejdsdagen udføres to eller flere arbejdsoperationer med forskellig vibrationsstyrke, udregnes den daglige vibrationsbelastning $A(8)$ ud fra formlen:

$$A(8) = a_{hv} \sqrt{\frac{1}{T_0} \sum_{i=1}^n T_i}$$

hvor:

n er antallet af forskellige arbejdsoperationer i løbet af dagen

a_{hvi} er vibrationsstyrken for arbejdsoperation i , og T_i er varigheden af arbejdsoperation i .

3 Hvis begge hænder eksponeres for vibrationer, skal den højeste værdi af vibrationsstyrken a_{hv} bruges til at vurdere den daglige vibrationsbelastning.

4 Vurdering af eksponeringen kan baseres på producentens oplysninger om det anvendte arbejdsudstyrs vibrationsniveau, eller den kan baseres på måling. Hvis vurderingen baseres på måling, kan de metoder, der anvendes, omfatte stikprøver, der er repræsentative for arbejdstagerens eksponering. Metoder og måleudstyr skal være tilpasset vibrationstypen og være i overensstemmelse med ISO-standard 5349-2 (2001).

BILAG 2 HELKROPSVIBRATIONER

1 Vurdering af eksponeringen for helkropsvibrationer baseres på beregning af den daglige vibrationsbelastning i en referenceperiode på otte timer, $A(8)$, i overensstemmelse med ISO standard 2631-1 (1997), kapitel 5, 6 og 7 samt bilag A og B:

$$A(8) = k a_{hv} \sqrt{\frac{T}{T_0}}$$

hvor:

a_w er den frekvensvægtede RMS vibrationsstyrke i m/s^2 i en af de tre på hinanden vinkelrette retninger, x, y og z. Der skal ved beregningen af RMS værdierne kun tages hensyn til vibrationer med en frekvens på over 1 Hz.

T er varigheden af eksponeringen med vibrationsstyrken a_w

T_0 er 8 timer

k er 1,4 for x og y retningerne og k er 1 for z retningen.

Den daglige vibrationsbelastning udregnes separat for hver af de 3 retninger x, y og z. Vurderingen af eksponeringen baseres på den største af værdierne i henhold til de 3 retninger.

2 Hvis der i løbet af arbejdsdagen udføres to eller flere arbejdsoperationer ved forskellige vibrationsstyrker, udregnes den daglige vibrationsbelastning $A(8)$ udfra formelen:

$$A(8) = k \sqrt{\frac{1}{T_0} \sum_{i=1}^n a_{wi}^2 T_i}$$

hvor:

n er antallet af forskellige arbejdsoperationer i løbet af dagen

a_{wi} er vibrationsstyrken for arbejdsoperation i , og

T_i er varigheden af arbejdsoperation i .

3 Vurdering af eksponeringen kan baseres på oplysninger om arbejdsstedets vibrationsniveau, eller den kan baseres på måling.

4 Hvis vurderingen baseres på måling, kan de metoder, der anvendes, omfatte stikprøver, der er repræsentative for arbejdstagerens eksponering for den pågældende vibrationstype. Metoder og måleudstyr skal være tilpasset vibrationstypen.

Vidste du...

...at støj påvirker også andet
end hørelsen

- Støjudløst stress kan påvirke
åndedrætsrytme og blodtryk
- Støj påvirker koncentrationsevnen
- Støj reducerer arbejdsevne
og produktivitet
- Støj kan give hovedpine
- Støj forstyrrer nattesøvnen
- Støj øger risikoen for fejl og ulykker

Appendiks 3

Cases

- uddrag af artikler som har været bragt i Fiskeritidende, i forbindelse med ombygninger, hvor der har været fokus på støjdemping

LIDEN KIRSTEN T 229

EN REVOLUTION

- Jeg tror på, at støjdemping bliver en revolution - også på andre skibe. Det fastslår Karl Møller Bekhøj, der er skipper på "LIDEN KIRSTEN" T229.

"LIDEN KIRSTEN" er en bomtrawler til muslingefiskeri. Det er den første østersskraber, der blev bygget, og den er fra 1910. Karl Møller Bekhøj købte den i 1974. Sidste år satte Morsø Værft nyt styrehus på. Samtidig blev skibet støjisoleret. Og det er han og hans søn Lars Bekhøj, der overtager skibet den dag, skipper går i land, utrolig glade for.

- Det er en forfærdelig ting med larm og spektakel om bord. Før hen i tiden kunne vi næsten ikke snakke sammen i styrehuset. Man bliver helt ør i hovedet af det, og faktisk skulle vi råbe til hinanden. Det er også irriterende, for man begynder også at råbe, når man er i land, siger Karl Møller Bekhøj og tilføjer, at hans ører nok har taget skade, efter han har fisket i 30 år.

- Nu er der ingen spektakel om bord. Vi kan høre, maskineriet kører. Men der er stort set ikke mere spektakel i vores styrehus end i nye biler. Så det er noget af det bedste, vi har fået lavet. Og vi er glade for det, for vi er ikke nær så trætte efter en dag på skibet.

Derfor råder han dem, der skal til at bygge skibe om, til at få dem støjisoleret.

- Godt nok er det lidt dyrere, men pengene er givet kolossalt godt ud. For det er meget behageligt at slippe for larmen.

11,9 DB(A) MINDRE

Efter "LIDEN KIRSTEN" blev bygget om og blev støjisoleret, er støjen bragt ned med 11,9 dB(A) i styrehuset for. Nu ligger den på 66,2. Det er kun 1,2 dB(A) over den maksimale grænse. Men myndighederne tager hensyn til de vanskelige forhold på de små fartøjer. I styrehuset agter - dvs. i den kombinerede kabys og messe - kom støjen ned med 8,9 dB(A) og ligger nu på 66,5.

Allerede før ombygning lå fartøjet under de tilladte grænser ved hovedmotoren. Men med støjforbedringen blev støjen bragt yderligere ned, så den nu er nede på 101,5 - mod de tilladte 110. Også i det nye bad og toilet ligger støjen under kravene. Her ligger den på 65,8 dB(A) - mod de tilladte 75.

Sådan blev støjen dæmpet på LIDEN KIRSTEN

- Dørken er dæmpet med 1 mm DG-U1 + 15 mm SBR latex beton. Oven på er der lagt PVP 2,0/3,0-50 mm flydende dørk. Der er også kommet gulvvarme i dørken.
- Det rå aluminiums-styrehus er dæmpet med 4 mm DC-P 500 dæmpningsmasse.
- Inderskot og garnering er dæmpet med TNF paneler.
- Loftet i styrehuset er dæmpet med metalkasser, der er fyldt med mineral uld af typen Inexa.
- Inder- og mellemskot er stillet på det flydende gulv, og befæstningen mod stålstrukturen er lavet fleksibelt.
- Som støj-absorbent til dæmpning af maskinrum er der – der hvor det er muligt – lagt 100 mm marin slab 80 fra Rockwool. Det er dækket med Maylar folie og en perforeret stålplade.
- Udstødningen er hængt fleksibelt op.
- Der er lavet en lydsluse mellem styrehus og maskinrum.

REYKJANES E 157

FRA TRABANT TIL MERCEDES

- Vi har overhovedet ikke nogen støj længere. Det er som at komme fra en Trabant til en Mercedes, så vi skal ikke råbe som førhen.

Sådan siger Kim Barth, der er skipper og har part i trawleren REYKJANES E 157, efter skibet har fået nyt styrehus og nye lukafer og er blevet støjisoleret. Samtidig blev der monteret ny bak, 4 nye skruerblade og en ny skrue-dyse.

- Før døjede vi med skruestøj og motorlarm. Så generelt er vi alle imponeret over, hvor meget støjen er kommet ned. Det er i hvert fald ikke det samme skib, for det er blevet meget mere roligt om bord. Vi har ro, når vi går ned og får en god nattesøvn. Næsten for god, tilføjer han med et grin.

FULDT STØJISOLERET

Det gamle skipper-lukaf er blev delvist støjdempet. Det tog 3 dB(A) af støjen. Og de to nye lukaf-er blev fuldt støjisoleret, så de kom ned på henholdsvis 62 og 63,8 dB(A). De to gamle lukafer i bunden af skibet er blevet til stores-rum. Der var og der er fortsat 84,4 og 82,2 dB(A).

Støjen er også blevet bragt ned i styrehuset, i den kombinerede kabys og messe, i forreste lukaf og på toilet og badet.

REYKJANES blev oprindelig bygget på Ørskov Stålskibsværft i Frederikshavn i 1974.

KAP FARVEL T 216

DANMARKS-REKORD I STØJ

Nybygning til 4 millioner lå 24,7 dB(A) over den lovpligtige støjgrænse, da den blev søsat.

- Du kunne ikke være om bord, så meget støj var der. Du bliver træt, og det runger i hovedet. Og så bliver du utilpas, uoplagt og har svært ved at koncentrere dig, fortæller Knud Kristensen.

Hans nybyggede skib KAP FARVEL T 216 havde ifølge Fiskeriets Arbejdsmiljøtjeneste "Danmarks-rekord i støj på fiskeskibe". Det er et kombineret garn- og pilkefartøj. Og det opfyldte ikke de gældende støjkrav, da det blev søsat fra Fåborg Værft i 1999.

Først da skipper søgte hjælp hos Fiskeriets Arbejdsmiljøtjeneste og Hanstholm Fiskeriforening, stillede Søfartsstyrelsen krav til, at KAP FARVEL – som alle andre skibe – skal tilstræbe at overholde de gældende IMO-krav. Og så blev der lavet støjforbedringer om bord. Skipper kom dog selv til at betale over halvdelen, nemlig 200.000 kroner. Alligevel siger han om skibet i dag:

- Det er utroligt godt, at der er blevet skruet ned for støjen. Nu er det da til at leve med. Men der er stadig resonansstøj. Det mærker man som vibrationer i kroppen. Og jeg kan heller ikke høre, når telefonen ringer i styrehuset.

Derfor kæmper han videre for at få dæmpet støjen på skibet endnu mere. Han vil bl.a. gerne have motoren hængt op på gummiklodser.

SUNDHEDSSKADELIGT

Støjen i lukafet lå før på 84,7 dB(A), dvs. 24,7 dB(A) over den tilladte grænse. I styrehuset lå den på 87,8 dB(A), dvs. 22,8 dB(A) over det tilladte. I lasten lå den på 102,7 dB(A), dvs. 12,7 dB(A) over det tilladte. På toilettet og badet lå det på 87,8 dB(A), dvs. 12,8 dB(A) over det tilladte. På arbejdsdækket midtskibs lå den på 107,4 dB(A), dvs. 17,4 dB(A) over det tilladte. Og på arbejdsdækket agter lå den på 105,5 dB(A), dvs. 15,5 dB(A) over det tilladte.

Det fik skipper til at bede Fiskeriets Arbejdsmiljøtjeneste om at finde nogle løsninger. Arbejdsmiljøtjenesten lavede også en støjmåling og gennemgik skibet.

Og Flemming Nygaard Christensen konkluderede – ud fra Søfartsstyrelsens regler – at støjniveauet på arbejdsdækket, i maskinrummet og i lasten kunne kategoriseres som "farligt". I lukaf, toilet og bad samt i styrehuset var det "højt". Alt i alt var det "uacceptabelt og sundhedsskadeligt".

STADIG OVER GRÆNSEN

Efter støjisolering kom støjen ned med 20,9 dB(A) på arbejdsdækket agter, 19,1 dB(A) på arbejdsdækket midtskibs, 15,3 dB(A) på arbejdsdækket for, 4,2 dB(A) i lasten og 4 dB(A) i lukafet og i styrehuset.

Støjen i lukafet blev bragt ned på 80,7 dB(A), men grænsen ligger på 60. På toilettet og i badet ligger den uændret på 87,9 dB(A), selvom grænsen ligger på 75. I styrehuset er støjen bragt ned til 78,7 dB(A), men grænsen ligger på 65.

Sådan blev støjen dæmpet på KAP FARVEL

- Lyddæmperen er skiftet ud.
- Ventilationssystemet i maskinrummet og den øvrige del af fartøjet er delvis bygget om.
- Yderligere isolering af dele af fartøjet.
- Den tidligere lyddæmper er skiftet ud med en ny fleksibelt ophængt 35 dB(A) lyddæmper fra Silentor.
- Udstødningssystemet er monteret fleksibelt for at nedsætte støj og vibrationer i den øvrige del af fartøjet.
- Den nye lyddæmper er indbygget i en ny casing. Den er desuden blevet isoleret indvendig med en absorbent for at forhindre støj fra maskinrummet i at komme op på arbejdsdækket.
- På toppen af den nye casing er der etableret en spoiler, som reflekterer støjen væk fra fartøjet.
- Ventilationssystemet er flyttet til forenden af maskinrummet og har fået en ny casing. Den er dimensioneret, så den passer til fartøjet.
- Det nye ventilationssystem er støjisoleret for at nedsætte transmissionen af støj op gennem ventilations-casingen.
- Hulrum i apteringen, som ikke allerede var isoleret, er blevet det.



LANGHOLM L 320

Skibets navn: **LANGHOLM**

Type: **TRAWLER**

Journalnr.: **H 581**

Kendingsbogstaver: **L 320**

Byggested og år:

ROSSLAUER SCHIFFSWERFT 1969

Hovedfremdrivningsmiddel: **DETROIT DIESEL**

Skibsstørrelse: **251 BT**

Geometrisk inddeling: **SE GA PLAN**

Målinger udført af Fiskeriets Arbejdsmiljø-tjeneste d. 10. 5. 2000. Rapport udarbejdet af Flemming N. Christensen

RAPPORTEN INDEHOLDER FØLGENDE

- Målepositioner, før og efter støjdæmpning, samt konklusion, jf. bilag 1
- Særlige forhold under målingerne, jf. bilag 2
- Driftkonditioner under målingerne, før og efter, jf. bilag 3 A
- Maskindata, før og efter jf. bilag 3 B
- Beskrivelse samt foto af udført støjdæmpning, jf. bilag 4

BILAG 1 - MÅLEPOSITIONER SAMT MÅLTE VÆRDIER

Pos. nr. Jf. GA. Plan	Sted for måling	* Arbejds- områdets Pos. Nr. jf. Teknisk forskrift	Maksimalt dB(A) IMO Res. A468(XII)	Aktuelt målt værdi FØR ombygning dB(A)	Aktuelt målt værdi EFTER ombygning dB(A)	Aktuelt målt forbedring af støj- niveauet dB(A)
1	Styrehus	7 Se bilag 2	65	61,9	64,5	-2,6
2	Skipperlukaf	14	60	64	64,4	-0,4
3	Gang ved messe	15	65	72,1	71,2	0,9
4	Kombineret kabys/messe ved spisebordet	6	75	70	67,7	2,3
5	Kombineret kabys/messe i kabysafsnittet	6	75	68,8	68,1	0,7
6	Toilet/bad	16 Se bilag 2	65	73,3	75	-1,7
Ny nr 7 Gl. nr 7	Gang ved nye lukafer (mandskabslukaf midt i lukaf)	14 15 Se bilag 2	60 65	76,8	73,3	3,5
Ny nr 8 Gl. nr 9	Forreste lukaf i bagbord side (Styrmandslukaf)	14	60	78,8	68	10,8
Ny nr 9 Gl. nr 7	Agterste lukaf i bagbord side (mandskabslukaf midt i lukaf)	14	60	76,8	65,6	11,2
Ny nr 10 Gl. nr 7	Agterste lukaf i styrbord side (mandskabslukaf midt i lukaf)	14	60	76,8	67,7	9,1
Ny nr 11 Gl. nr 9	Forreste lukaf i styrbord side (Styrmandslukaf)	14	60	78,8	67,0	11,8
Ny nr 12 Gl. nr 11	Bødegang i styrbord side	12	90	85,9	84,4	1,5
Ny nr 13 Gl. nr 12	Agterkant hovedmotor	1 Se bilag 2	110	110,2	115,8	-5,6
Ny nr 14 Gl. nr 13	Styrbord side hovedmotor	1 Se bilag 2	110	108,4	112,2	-3,8
Ny nr 15 Gl. nr 14	Forkant hovedmotor	1 Se bilag 2	110	107,2	112,2	-5,0
Ny nr 16 Gl. nr 15	Bagbord side hovedmotor	1 Se bilag 2	110	108,3	112,5	-4,2
Ny nr 17 Gl. nr 16	Bødegang i bagbord side	12	90	81,3	81,3	0

* Tallet i denne kolonne er referencenummer til område numerne i Teknisk forskrift nr. 5 af 3. juli 1997 om støj i skibe.

BILAG 2 - SÆRLIGE FORHOLD UNDER MÅLINGERNE**Før ombygningen**

- Skibet var under målingerne afrigget for fiskeredskaber.
- Trawlgalge og spil var demonteret.
- Alle brændstoftanke, og ferskvandstanke i skibet næsten tømte.

Efter ombygningen

- Skibet var under målingerne afrigget for fiskeredskaber.
- Der var ingen gulvtæpper i styrehuset under målingerne.
- Der var ca. 35000 liter brændstof i tankene, der var ingen brændstof hæktankene.
- Der var ca. 3000 liter ferskvand i hæktanken i bagbord side.
- Der var lagt nyt tyndere dørk på bad/toilet.
- I maskinrummet var støjnivauet efter motor udskiftningen, generelt steget med 5 dB(A)

BILAG 3A - DRIFTKONDITIONER UNDER MÅLINGERNE

Målingerne er foretaget under en sejlads med en belastning over 90% af den installerede kontinuerlige fremdrivningseffekt.

	Før ombygning	Efter ombygning
Dybdegang for/agter	For: 2,05 m Agter: 3,5 m	For: 2,0 m Agter: 3,5 m
Vanddybde under kølen	14,0 meter	14,0 meter
Vind/Vejr/sø	Vind: W 8 MS Sø: 0,5 m	Vind: NØ 6 MS Sø: 0,5 m
Kurs/fart	Kurs: 130 Fart: 10,5 Knop	Kurs: 180 Fart: 9,1 Knop

BILAG 3B - MASKINDATA

		Før ombygning	Efter ombygning
Hovedmaskineri	Max omdrejninger for hovedmotor	1800 omd.	1800 omd.
Hjælpemotor	Max omdrejninger for hjælpemotor	1500 omd.	1500 omd.
Belastning/ omdrejningstal	Omdrejninger på hovedmotor	1600 omd.	1600 omd.
	Brændstofforbrug pr. time	115 liter	115 liter
	Omdrejninger på hjælpemotor	1500 omd.	1500 omd.
Andre støjklender	1 stk. maskinrums-ventilator	Lav hastighed	Lav hastighed
	1 stk. hjælpemotor	Scania 99 BHK	Scania 99 BHK
Instrumenttype	Brüel & Kjær 2238 Mediator		

BILAG 4 - STØJDÆMPENDE TILTAG, SOM ER UDFØRT I LUKAFET PÅ FARTØJET I FORBINDELSE MED OMBYGNINGEN

1

På dørken i lukafet er der lagt et U10 system, bestående af et ca. 2 mm viskoselastisk lag, hvorpå der er støbt latex beton på toppen, betonen er støb op omkring al rørføringen som er trukket hen over dørken.



2

Oven på betonen er der derefter lagt PVP 2,0/3,0-50 gulv bestående af en 50 mm marinslab med en lamineret stålplade på toppen, hvor der er skruet en 15 mm finerplade på toppen som afslutning til at holde gulvkassetterne sammen.



3

På skrogsider samt agterskot og forskot i lukafet er der påsvejset dæmpningskassetter, fra dørken og op til dækket, men ikke op i ruffet med en indbyrdes afstand på ca. 50 cm. Kassetterne som er vist på fotoet er skåret over i halve, da man på grund af skrogets krumninger ikke kan svejse dem på i fuld længde, dette har ingen indflydelse på dæmpnings effekten, kassetterne har til formål at mindske vibrationer i strukturen og gøre stålet dødt.



4

Rundt om kassetterne er der blevet isoleret med 100 mm rockwool.



5

Dernæst har man forskallet lukafet op med et system, som er blevet udviklet i forbindelse med denne opgave. Systemet har til formål at sikre at der ikke er noget af apteringen der har nogen fast forbindelse ud til skroget og derved kan transmittere vibrationer og støj gennem apteringen.



6

Efter at lukafet er isoleret og forskallet op, er der over hele lukafet monteret lamineret Plywood plader (finerplader) i 24 mm's tykkelse. Formålet med at laminere plywood pladerne er at fjerne alle egen-skaberne i disse til at transmittere vibrationer og støj som det ses på fotoet nedenfor har man yderligere undersøgt skruen i den laminerede plade, så den kun har fat i den inderste plade.



7

Som afsluttende aptering har man i dette tilfælde valgt at anvende en hvid laminat, også for at gøre lukaferne lyse og venlige at opholde sig i. I alle luk-aferne er der installeret separate ventilations anlæg for at forbedre indeklimaet.



8

Her ses fartøjet før og efter ombygningen.



Før ombygningen



Efter ombygningen

Besætningen på LANGHOLM L320 har nu i et år nydt freden og roen om bord

- Vi er meget, meget tilfredse. Det er simpelthen dejligt, for når vi står op om morgenen, så er vi friske og udhvilede. Man sover dobbelt så godt, når skibet er støjsvagt. Det fortæller skipper Henry Vrist fra Thyborøn.

Han investerede sidste år 4 - 4,5 million kroner i ombygningen af sit skib LANGHOLM. Frederikshavn Bedding satte nyt agterskib på og riggede skibet om til at fiske både industrifisk og konsumfisk. Og så blev det bygget om, så der blev plads til enmands-lukafer til alle fem mand om bord, og der kom bedre bad- og toiletforhold.

Samtidig blev støjen bragt ned, og der kom en ny motor i skibet. Det er en Detroit-dieselmotor, og den er magen til den gamle, for skipper har været meget tilfreds med den.

- Skibet er så støjsvagt, at når du går ned i lukafet og lukker din dør, så kan du ikke høre noget støj eller rumlen. Her er så stille, at vi næsten ikke mærker, vi sejler, heller ikke i styrehuset. Og når vi arbejder på dækket, behøver vi ikke højtalere, for vi kan sagtens snakke sammen, siger han og tilføjer:

- Det er fantastisk, at det kan gøre så stor forskel. Besætningen har sagt mange gange, at det er en nydelse. Vi kan sidde og snakke ganske normalt i messen. Og vi skal heller ikke skrue højt op for at se fjernsyn. Det er ligesom derhjemme i stuen. Så nok var det dyrt, men det har været alle pengene værd, og vi skulle have gjort det for 20 år siden.

LANGHOLM blev bygget i 1969. Henry Vrist købte skibet i 1993.

FISKERIETS ARBEJDSMILJØTJENESTE SAMARBEJDER MED VÆRFTER, FISKERE OG HÅNDVÆRKERE

PRAKTISKE LØSNINGER

Fiskeriets Arbejdsmiljøtjeneste samarbejder med værfter, fiskere og håndværkere over hele landet for at få støjen bragt ned.

- Arbejdsmiljøtjenesten kommer med det samme, når vi sender bud efter dem. De er ikke bange for at gå om bord på skibene eller at trække i en kedeldragt og kravle ind i styremaskinrummet. Og lynhurtigt finder vi en løsning. Det betyder meget, at vi ikke skal vente i flere måneder. De hjælper os også med at få myndighedernes godkendelse og tager til møder med Søfartsstyrelsen, fortæller Martin Larsen.

Han er teknisk disponert på Hvide Sande Skibs- og Baadebyggeri. Værftet har gennem de seneste 3-4 år arbejdet sammen med Fiskeriets Arbejdsmiljøtjeneste for at få dæmpet støjen på en række skibe. Og det drejer sig både om ombygninger og nybygninger.

ARBEJDET FORTSÆTTER

De seneste fire nybygninger var skibene MARITANA, STANLEY, NANNA BECH og MARYANNA. Om sidstnævnte siger Martin Larsen:

- Det blev et super godt resultat. Lydisoleringen blev bygget ind i aptering, dørk og skotter. Der blev lavet flydende dørk, og apteringsmaterialet blev gummiophængt. Det bevirkede, at støjen kom ned på de lovbefalede grænser, og i to af soverummene kom den helt ned på 57 dB(A).

- Arbejdsmiljøtjenesten kommer vidt omkring. De har efterhånden lavet utroligt mange støjmålinger og samlet megen erfaring. Det bliver omsat til brugbare, konstruktive og praktiske løsninger, som vi alle sammen nyder godt af. Så det gode samarbejde mellem værfter, skibe og Arbejdsmiljøtjenesten fortsætter, slutter Martin Larsen.

BLUE LADY HM 408

STØJHELVEDE BLEV LØST

Rystelser fra ny motor ødelagde radar, computere og instrumenter. Støjen var umenneskelig at være i, og efter tre måneder gav besætningens kroppe op. En elastisk understøtning til motoren løste problemet

- Det var et støjhelvede. Og alt rystede, dirrede og sitrede over hele båden, så det ikke var til at holde ud at være om bord. Døre og instrumenter faldt ned. Vi fik hele vores gear smadret. Lamper og også skærmene på vores tre computere blev rystet fra hinanden. Og de beslag, radaren var skruet fast i, knækkede.

Det fortæller Arne Sørensen, der er skipper på BLUE LADY HM 408. Det er en ståltrawler på 65 tons og bygget i 1995.

- Det var umenneskeligt at være i. Det lød som en stor jetjager, der brølede af sted, og selv hovedpuden sitrede, så vi fik ikke sovet ret meget. Hele kroppen reagerer på det, men vi holdt ud i tre måneder, så gav kroppen op på os alle tre. Vi var simpelthen så trætte, at vi ikke kunne mere.

STØJ ER TORTUR

Problemet opstod på BLUE LADY, da den gamle Volvo-motor havde kørt 25.000 timer og trængte til udskiftning. Det blev også til en Volvo, men en computerstyret model, der sparer på brændstoffet.

Der havde ikke været støjproblemer med den gamle motor. Men selvom besætningen lige fra starten klagede deres nød til den smed, der havde monteret den nye motor, ville han ikke høre på det. Og det hjalp heller ikke, da Volvos ingeniører fra både Sverige og Danmark kom og så på problemet.

I mellemtiden var det blevet så slemt, at besætningen ligefrem var begyndt at snerre ad hinanden.

- Alt gik os i mod. Vi var trætte døgnet rundt, fordi vi ikke kunne sove om bord. Støj er tortur, og vi kunne ikke mere. Så kom Fiskeriets Arbejds-miljøråd heldigvis ind i billedet, og så begyndte der at ske noget, siger Arne Sørensen.

STØJEN VAR UACCEPTEBELT HØJ

Støjen og vibrationerne var helt uacceptabelt høje. Det viste de støjmålinger, som Flemming Nygaard Christensen fra Arbejds miljørådet lavede på BLUE LADY.

- Hvor loven for nybygninger siger max 60 dB(A) i lukafet, så lå den på 74,9 dB(A). Støjgrænserne er ikke et lovkrav på eksisterende fartøjer, men man skal tilstræbe at sænke støjniveauet, når man bygger om eller skifter motoren ud, fortæller Flemming Nygaard Christensen.

På arbejdsdækket må støjen helst ikke nå over 85 dB(A). Her lå den på 88,2 ved agterkant af styre-huset, på 91,2 ved rensbordet og 92,8 agter ved spil. I maskinrummet må der helst kun være 110 dB(A), men her lå det på 114,1.

- Det eneste rigtige at gøre er at dæmpe støjen ved kilden. Det er nu blevet gjort ved at montere motoren på elastisk understøtning og ved at fraisolere gearet med en højfleksibel kobling. Yderligere er udstødningssystemet blevet hængt fleksibel op. På denne måde har vi fjernet vibrationerne og dermed også støjtransmissionen ud i skroget, forklarer Flemming Nygaard Christensen.

STØJEN MERE END HALVERET

I dag er skipper Arne Sørensen og de to andre mand om bord på BLUE LADY glade og tilfredse. De kan igen passe deres arbejde. Og de kan igen få deres nattesøvn om bord.

- Forskellen på før og nu kan slet, slet ikke sammenlignes, så himmelvid forskel er der.

Vi er sluppet af med rystelserne og støjen. Der er slet ingen, så det er en hel fornøjelse. Det er som at sidde i en personbil, og vi kan igen både arbejde, sove, snakke sammen og se fjernsyn. Alt sammen fordi støjen er blevet langt, langt mere end halveret, siger Arne Sørensen. Han fortsætter:

- Når jeg ser tilbage, forstår jeg ikke, hvordan vi kunne holde den larm ud i tre måneder. Det er godt, at Arbejds miljørådet fandt en løsning for os. Ellers havde vi ikke sejlet den dag i dag. Andre kunne heller ikke være tjent med det. Så vi er ualmindelig glade for det.

- Arbejds miljørådet er enestående. De er ikke stoppet på halvvejen, og det har vi stor gavn af i dag. Og kontingentet til Arbejds miljørådet er givet godt ud, slutter Arne Sørensen, som i aften efter interviewet igen sejler ud med BLUE LADY.

VÆK MED RYSTELSERNE - SLUT MED STØJEN

Løsningen på BLUE LADY var at fjerne rystelserne fra den nye motor. Herved er støjen blevet dæmpet.

Den nye motor på BLUE LADY var i første omgang blevet boltet direkte på motorfundamentet. Det var det, der sendte støj og rystelser ud i hele fartøjet.

Men nu har firmaet Skaarup & Salskov A/S i Thyborøn monteret motoren på elastisk understøtning. I praksis er de fire motorfødder blevet sat op på gummiklodser leveret af Volvo Penta. Hermed er alle forbindelser blevet isoleret fra skibet.

Før var udstødningssystemet sat fast i skotterne. Nu er det blevet hængt fleksibelt op. Desuden har BLUE LADY fået en ny højfleksibel kobling mellem motor og gear. Den er leveret af Centa.

Så meget er støjen faldet på BLUE LADY, efter motoren blev hængt elastisk op

Område	Før dB(A)	Efter dB(A)	Lov for ombygninger dB(A)
Styrehuset	72,8	67,1	65
Lukafet	74,9	61,9	60
Toilettet	75,3	66,7	75
Arbejdsdækket ved agterkant af styrehus	88,2	82,7	85
Arbejdsdækket ved rensbord	91,2	84,7	85
Arbejdsdækket agter ved spil	92,8	87,1	85
Shelterdækket ved udstødningen	85,1	84,8	85
Maskinrummet	114,1	111,6	110

Artiklen har været bragt i Fiskeri Tidende under "Miljø og sikkerhed"



VIKING H 190

STØJEN NED PÅ DET FØRSTE TRÆSKIB

Som det første træskib har VIKING H 190 fået hængt sin motor op elastisk. Det var et forsøg – og det er lykkedes så godt, at besætningen nu kan høre vandet pjaske udenfor

Træskibet VIKING H190 er fra 1983 og er et af de sidste træskibe, der blev bygget i Hvide Sande. Nu har det som det første større træskib her i landet, fået sat motoren op på gummiklodser. Det er sket samtidig med, at det har fået ny motor.

Til sammen har det betydet, at støjen er blevet sænket med 7 dB(A) i styrehuset. I den kombinerede messe og kabys er den sænket med 5,9 dB(A) og på toilettet med 2,7 dB(A).

På arbejdsdækket er støjen blevet sænket med 8,8 dB(A), i lastrummet med 10,6 dB(A) og i maskinrummet med 8,3 dB(A).

Forbedringerne skyldes to ting – dels den nye motor og dels den elastiske ophængning.

KAN HØRE VANDET UDENFOR

- Før overdøvede motorerne simpelthen alt, og vibrationerne forplantede sig overalt i skibet. Vi havde virkelig meget støj – særligt i styrehuset og på dækket. Det var et problem, for vi blev trætte i hovedet og var nødt til at snakke meget højt. Det var også svært at sove i den larm.

Sådan husker skipper Christian Rasmussen de ni år, han har haft VIKING. Men nu kan han og de to andre mand ombord tydeligt mærke forbedringerne.

Skipper siger:

- Efter vi har fået den nye motor, og den er sat op på gummiklodser, er støjen i styrehuset kommet så langt ned, at vi ligefrem kan høre vandet sprøjter og pjasker udenfor. Og hvor radioen og VHF'en før var skruet helt op, så er vi nu begyndt at skrue ned for det - også for radioen og tv'et i messen. Det er virkelig blevet en fornøjelse at sejle i forhold til før.

Christian Rasmussen tilføjer, at ens høreelse ikke kan gøres op i penge.

- Trods mine kun 36 år kan jeg da godt mærke, at jeg har sejlet med Guascor-motoren i alle de år. Den har en hård gang.

- Men, fortsætter han, det er ikke ualmindeligt, at fiskere har problemer med hørelsen. Før i tiden har man affundet sig med det. Men det er dejligt, at vi nu kan gøre alt det her. Og så bliver vi hurtigt forvænt og opdager de små ting - fx en hydraulikventil, der står og vipper, men så ordner vi det.

Forbedringerne har ikke kun fjernet støjen ombord på VIKING. Der er næsten heller ingen vibrationer tilbage - bortset fra dem, der kommer fra skrue og propeller.

SKIPPER ER BANEbrydende

Flemming Nygaard Christensen fra Fiskeriets Arbejdsmiljøråd har målt støjen ombord på VIKING både før og efter forbedringerne. Han har også været med til at finde de konkrete løsninger. Nu hvor resultaterne foreligger, roser han skipper Christian Rasmussen og siger:

- Skipper er banebrydende. Hans træskib er det første, der bliver støjsoleret på denne her måde. Med det har han bevist, at det er muligt at lave elastisk ophængning af motoren også i træskibe, så det har en støjdempende effekt. Det er værd også for andre at tage med i deres overvejelser, når de står overfor at skulle skifte motoren ud.

NY MOTOR GUMMI-OPHÆNGT

VIKINGs gamle motor var en Guascor F240 med 299 Hk. Den kørte med 1800 omdrejninger og var fast monteret.

Den nye motor er en Volvo Penta af typen TAM-D165A. Den har også 299 Hk og kører også med 1800 omdrejninger. Forskellen er, at den nye er blevet elastisk opstillet. Populært sagt betyder det, at motoren er sat op på gummiklodser, så der ikke er direkte forbindelse mellem motoren og fundamentet.

Samtidig fik VIKING skiftet den gamle Centa-kobling ud med en ny - nemlig af mærket Vulkar-dan.

Den elastiske understøtning under den nye motor har kostet 6.000,-. Og den højflexible kobling mellem motor og gear har kostet 26.000,-. Hertil kommer ingeniørrapport og montering. Udstødsophæng, udstødning osv. er det samme som før.



Gummiophæng ved motor



Ny Vulkardan-kobling

STØJ- OG VIBRATIONSGUIDE



 **FISKERIETS
ARBEJDSMILJØRÅD**

Auktionsgade 1b
6700 Esbjerg

Tel: +45 75 18 05 66
post@f-a.dk

Fax: +45 75 18 05 75
www.f-a.dk